

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale

Ingegneria della Produzione Industriale e dell'Innovazione Tecnologica

Tesi di Laurea Magistrale

I principi Lean nel settore Spazio



Relatore

Prof. Maurizio Schenone

Candidato

Daniele Menoni

Luglio 2018

Obiettivi dell'elaborato

L'obiettivo di questo elaborato è la presentazione, con l'esempio di un caso concreto preso in esame, dei principi del Lean Manufacturing e della loro applicazione nel settore della manifattura di componenti dedicati al settore aerospaziale.

I principi Lean sono nati nell'ambito dell'industria dell'automobile e sono stati principalmente utilizzati in settori ad alti volumi e bassa differenziazione. In generale, si può dire che le teorie della produzione industriale (dalle origini del Fordismo al World Class Manufacturing) siano state poco applicate in realtà con bassi volumi e prodotti molto complessi. È questo il caso dell'universo dell'industria aerospaziale, in cui la domanda è instabile e poco prevedibile, il prodotto finito è complicato, le tolleranze sono strette e i volumi sono bassi.

Il caso preso in esame, cioè la realtà manifatturiera di una cella dedicata alla produzione di componenti per lo spazio, rappresenta un'ulteriore particolarità in un settore che è già considerato poco adatto all'applicazione di strumenti della produzione snella come quello aerospaziale.

Il presente elaborato vuole mostrare come l'applicazione di tecniche Lean può apportare benefici non soltanto nei settori in cui queste sono nate, ma anche in aziende in cui la tipologia di manifattura ne rende complicata l'implementazione fisica e la penetrazione nella cultura. Per arrivare a questa conclusione l'elaborato presenterà la teoria del Lean Manufacturing accompagnata da esempi relativi al caso preso in esame.

Sommario

Luglio 2018.....	1
Obiettivi dell’elaborato	2
1 Introduzione.....	5
1.1 UTC, UTAS e Microtecnica	5
1.1.1 UTC.....	5
1.1.2 UTAS.....	6
1.1.3 Microtecnica SRL.....	7
1.1.4 OE – Microtecnica.....	8
1.1.5 Cella Spazio – Reparto Ariane.....	9
1.2 Scopo, ambito e tempistiche del progetto di “Lean Transformation”	11
1.3 Cos’è ACE	12
1.4 Il Toyota Production System	14
1.5 Lean Manufacturing: i principi.....	15
1.5.1 “Muda, Mura, Muri”	16
1.6 Kaizen.....	18
1.7 La base della metodologia Lean: Plan Do Check Act	18
2 La trasformazione e i principi di Deming.....	20
3 Documentazione della realtà	26
3.1 Gli strumenti Lean per la documentazione della realtà	26
3.1.1 Gemba Walk	26
3.1.2 5W.....	27
3.1.3 5S	28
3.1.4 Osservazioni sui tempi	29
3.1.5 Value Stream Map.....	32
3.1.6 Mappa dello stato corrente	33
3.1.7 Sequenza dei processi e determinazione delle famiglie.....	35
3.2 Triplets: uno standard UTC.....	36
3.2.1 Spaghetti Chart.....	37
3.2.2 Takt Time	38
3.2.3 Operator Load Chart.....	39

3.2.4	<i>Standard Work</i>	41
3.2.5	<i>Standard Work Combination Sheet</i>	44
4	Implementazione del cambiamento	45
4.1	Prioritizzazione dei progetti.....	46
4.2	“Quick Wins”	48
4.3	Riduzione del Lead Time	49
4.4	Layout orientato al processo e orientato al prodotto	50
4.5	Checklist per il layout.....	52
4.6	Layout Cella Spazio	55
4.6.1	<i>Vincoli e considerazioni</i>	55
4.6.2	<i>Metodologia 3P</i>	56
4.6.3	<i>Nuovo layout Cella Spazio</i>	57
4.7	Gestione visiva	60
4.7.1	<i>Kitting</i>	61
4.7.2	<i>Metriche per la Cella Spazio e “shopfloor management”</i>	64
4.8	Standard Work per la Cella Spazio	65
4.8.1	<i>Considerazioni preliminari e obiettivi</i>	66
4.8.2	<i>Definizione dello Standard</i>	69
5	Progetti correlati	72
5.1	Solumina	72
5.2	ProCert	73
5.3	ZDP Program	75
6	Gestione del cambiamento	77
7	Fasi del cambiamento	80
7.1	Stili di Leadership.....	82
7.1.1	<i>Cambiamento e cultura aziendale</i>	84
7.2	Il modello di Kotter	85
7.3	Il cambiamento nella Cella Spazio	87
8	Conclusioni	90
9	Bibliografia e sitografia	93

1 Introduzione

1.1 UTC, UTAS e Microtecnica

La Microtecnica SRL è una società controllata dal gruppo United Technologies Aerospace Systems, facente parte a sua volta del conglomerato americano UTC. In questa introduzione verrà ripercorsa brevemente la struttura del gruppo, dalla Corporation fino alla Cella Spazio.

1.1.1 UTC

United Technologies Corporation (UTC) è un conglomerato multinazionale americano con sede a Farmington, Connecticut. Si occupa di ricerca, sviluppo e produzione in numerose aree, tra cui motori aeronautici, sistemi aerospaziali, HVAC, ascensori e scale mobili, sistemi antincendio e di sicurezza, sistemi di costruzione e prodotti industriali. UTC inoltre un grande appaltatore militare, ottenendo circa il 10% delle sue entrate dal governo degli Stati Uniti ed una parte anche da governi europei. Le sue principali unità di business sono:

- **UTC Aerospace Systems:** progetta e produce sistemi aerospaziali per aerei commerciali, regionali, aziendali e militari. Si tratta inoltre di un importante fornitore di programmi spaziali internazionali. Fornisce prodotti industriali per le industrie di lavorazione di idrocarburi, prodotti chimici e alimentari, costruzioni e società minerarie.
- **Otis Elevator Company:** produttori, installatori e fornitori di servizi di ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili.
- **Pratt & Whitney:** progetta e costruisce motori aeronautici e turbine a gas.
- **Climate, Controls & Security:** Realizza sistemi di rilevamento e soppressione degli incendi, sistemi di controllo degli accessi e sistemi di allarme di sicurezza; fornisce servizi di integrazione e monitoraggio dei sistemi di sicurezza.
- **Carrier:** un produttore globale di sistemi di riscaldamento, ventilazione, climatizzazione e refrigerazione.
- **United Technologies Research Centre (UTRC):** una struttura di ricerca centralizzata che supporta tutte le unità aziendali di UTC nello sviluppo di nuove tecnologie e processi.

Complessivamente, il conglomerato statunitense conta 200.000 dipendenti e circa 60 miliardi di dollari di fatturato annuo.

1.1.2 UTAS

Una delle unità di business più grandi di UTC è United Technologies Aerospace Systems, abbreviato in UTAS. Il gruppo è uno dei maggiori fornitori al mondo di prodotti aerospaziali e per la difesa, con sede a Charlotte, nel North Carolina e conta ricavi per 14 miliardi di dollari circa. In particolare, è impegnato nella progettazione, produzione e assistenza di sistemi e componenti per aerei, elicotteri e altre piattaforme commerciali, regionali, commerciali e militari.

La maggior parte dei velivoli nel mondo monta alcuni componenti UTAS a bordo. La società è anche un importante fornitore di programmi spaziali internazionali.

UTC Aerospace Systems ha due segmenti principali: Aircraft Systems (sistemi aeromobili) and Power, Control & Sensing Systems (sistemi di controllo, alimentazione e rilevamento). Questi segmenti vengono quindi suddivisi in più unità aziendali:

Aircraft Systems	Power, Control & Sensing Systems
Actuation Systems: unità dedicata alla produzione di attuatori	Electric Systems: per la produzione di sistemi elettrici per aerei
Aerostructures: unità dedicata alla produzione di fusoliere e ali	Engine Systems: sistemi di controllo del motore
Air Management Systems: sistemi di controllo a bordo)	ISR & Space Systems: sistemi informatici di bordo e per aeronautica e programmi spaziali internazionali
Interiors: dedicata agli interni dei velivoli	Sensor & Integrated Systems: sensori e trasduttori
Landing Gears: unità per la produzione di sistemi di atterraggio	

Tabella 1: unità aziendali UTAS

La Microtecnica fa parte dell'unità di business Actuation Systems, la quale include due siti in Francia (Vernon e St. Ouen) ed il sito di riferimento in Inghilterra (a Wolverhampton).

1.1.3 Microtecnica SRL



Figura 1: il Logo Microtecnica

La Microtecnica Srl, azienda specializzata nella meccanica di precisione, fu fondata nel 1929 a Torino.

Nel periodo della Seconda Guerra Mondiale l'azienda orienta la propria produzione verso commesse di tipo militare (bussole, piloti automatici per aerei, apparati guida per siluri, micrometri). Al termine del conflitto concentra la propria produzione su apparecchiature dedicate all'industria cinematografica, specializzandosi infine nel comparto aerospace, sia militare che civile. Viene poi acquisita dalla Hamilton Standard nel 1983. Entrò così a far parte del conglomerato americano United Technologies Corporation.

Nel 2008 la Microtecnica diventa una società indipendente all'interno del gruppo UTC Aerospace Systems¹ a seguito di un riassetto aziendale, rimanendo attiva nella produzione di componenti per il settore aerospaziale, in particolare attuatori². Attualmente consta di 3 stabilimenti: a Torino, Luserna San Giovanni e Brugherio, per un totale di circa 500 dipendenti e poco meno di €200M di fatturato. In particolare, lo stabilimento di Torino è composto da due principali reparti:

- **OEM (Original Equipment Manufacturer):** dedicato all'assemblaggio e ai collaudi di diverse tipologie di attuatori. Questi verranno commercializzati da chi produce l'end item su cui poi metterà il proprio marchio, in questo caso si tratta di chi vende l'aereo o l'elicottero.
- **MRO (Maintenance, Repair and Operations):** dedicato alla riparazione o alla revisione di componenti che si sono guastati o che hanno raggiunto il limite massimo di ore di volo ammesse.

Oltre a queste celle dedicate all'assemblaggio di prodotti finiti, sono presenti reparti come l'officina meccanica per le lavorazioni di semilavorati, banchi di aggiustaggio e trattamenti termici i cui clienti sono interni.

¹ A seguito dell'acquisizione di Rockwell Collins, da luglio 2018 United Technologies Aerospace Systems si chiamerà Collins Aerospace Systems.

² Un attuatore è un meccanismo con cui un agente compie un'attività su un ambiente. Si definisce genericamente come un dispositivo che trasforma un segnale di input (ad esempio energia) in un segnale di output (ad esempio movimento).

1.1.4 OE – Microtecnica

Un **Original Equipment Manufacturer (OEM)**, letteralmente in inglese “produttore di apparecchiature originali”, è un'azienda che realizza un prodotto od una apparecchiatura che verrà poi installata in un prodotto finito. Su questo prodotto finito il rivenditore finale apporrà il proprio marchio utilizzando, integralmente o solo in parte, prodotti da fornitori esterni (e questi sono appunto gli OEM). Spesso l'azienda che commercializza e marca il prodotto finito è definita "casa madre" ed ha quasi sempre ricavi più grandi delle aziende fornitrici a cui affida la produzione. Sui termini sono necessarie alcune precisazioni:

- Il termine **“Equipment”** non si riferisce a un prodotto finito complesso ma piuttosto ad un sistema. L'esempio più classico è quello dell'auto: l'OEM produce un componente, ad esempio i freni, che poi viene installato sul prodotto finito, ossia l'automobile.
- **“Original”** significa realizzato e confezionato dall'inizio alla fine per un cliente finale: la casa madre si limita a riceverlo ed assemblarlo sul suo end item. Ad esempio, Magneti Marelli (che è l'OEM) realizza la centralina, mentre FCA (che è il produttore di automobili) lo assembla nelle proprie vetture.

Nel caso UTAS, l'OEM è la Microtecnica che realizza gli attuatori i quali saranno poi inviati al cliente (ad esempio Leonardo o Airbus) e lì saranno assemblati sul prodotto finito (elicotteri da guerra, aerei di linea etc.). Nello stabilimento torinese della Microtecnica la realtà dell'Original Equipment Manufacturing si divide in:

- **OE High Runners:** ossia ad alti volumi di produzione. È soprattutto dedicata alla produzione di un paio di attuatori installati su alcuni aerei per “attuare” degli ipersostentatori (ossia un organo connesso alle ali di un aereo con la funzione di aumentare la portanza alare nelle fasi di atterraggio e decollo). In termini di ricavi e volumi rappresentano il settore OE più significativo per la Microtecnica.
- **OE Low Runners:** ossia a bassi volumi di produzione. La Cella gestisce qualche decina di prodotti finiti prodotti in quantità molto piccole.

Nella categoria OE Low Runners ricade anche la Cella Spazio dedicata al programma Ariane. Il caso della Cella Spazio è infatti un caso estremo di bassi volumi di produzione, in quanto nel reparto si gestiscono una manciata di end item su volumi spesso unitari.

1.1.5 Cella Spazio – Reparto Ariane

All'interno del reparto spazio della Microtecnica vengono assemblate alcune tipologie di valvole di regolazione della portata ad azionamento elettrico. Questi componenti sono in seguito inseriti nell'assieme del Vulcain, il motore del lanciatore spaziale Ariane 5. Una parte di essi va sullo stadio, ossia il corpo principale, e una parte di essi va sul motore propulsore.

In particolare, all'interno del reparto vengono assemblate:

- **PGD** (Platine de Gonflage et Detenté): si tratta di un modulo di pressurizzazione che regola la pressione dell'elio. Questo modulo, che viene posizionato sullo stadio, alimenta il sistema nelle prime fasi del lancio dell'Ariane 5. Sulla PGD vengono montate sette valvole diverse, di cui una (il regolatore) assolve alla funzione principale, ossia da una certa pressione rilevata in ingresso le molle all'interno del regolatore restituiscono un segnale in uscita. Le altre sei sono ausiliarie o di emergenza.
- **Elettrovalvole**: si tratta di un dispositivo di apertura e chiusura che viene alzato o abbassato per variare la pressione all'interno delle camere del dispositivo. Queste infatti permettono la regolazione della portata del liquido/gas, che nel caso del lanciatore spaziale Ariane, si tratta principalmente di elio per alimentare il motore. Questa valvola è attuata da un solenoide che, percorso da corrente, causa lo spostamento dell'elemento che occlude il dispositivo e quindi l'apertura e la regolazione dell'elettrovalvola. Una spiegazione indicativa del funzionamento è presente nella fig. 2.

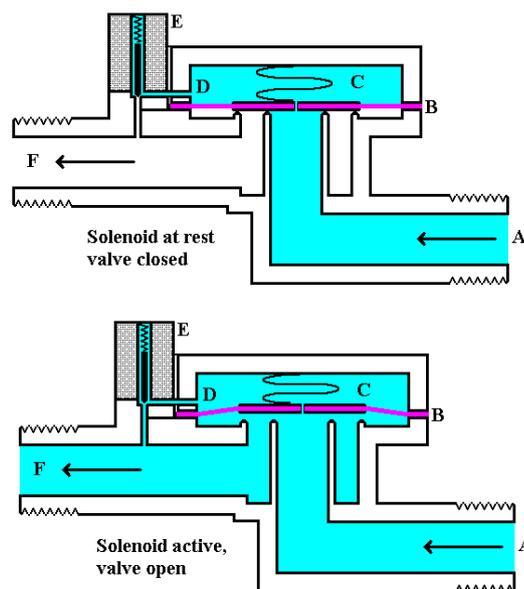


Figura 2: schema di un'elettrovalvola

- Le elettrovalvole sono poi montate su **quattro tipologie di moduli BEV** (Boitier d'Electrovannes Oxygene/Hydrogene). Si tratta semplicemente di piastre di alluminio contraddistinte da un numero diverso di elettrovalvole ciascuna. Due di questi moduli (BEV B e BEV C) sono inserite sulla linea dell'elio nel sistema di comando del motore Vulcain. Le altre due (BEV O e BEV H) sono montate sullo stadio e utilizzate per le prime fasi di lancio. Ogni modulo contiene da due a quattro elettrovalvole in configurazioni in serie o in parallelo. I Boitier C e H ne contengono 4, il B ne contiene 3 e l'O ne contiene 2. Questi assiemi contengono anche un filtro ad alta capacità montato su ogni modulo.
- **CARB** (Clapet anti-retour de Balayage): una valvola di controllo usata nel sistema di comando e nelle prime fasi di lancio dell'Ariane 5 che permette il flusso dell'elio e previene il suo ritorno nel serbatoio. Si divide in CARB-F (flangiata), la quale presenta una flangia sulla parte superiore del corpo, e CARB-L (in linea), la quale non prevede alcuna flangia.

Queste componenti vanno a formare i Set Motore e Stadio, i quali insieme formano uno shipset intero³. Più nel dettaglio, nel set Stadio sono presenti un BEVH, un BEVC, la PGD con le sue valvole e 15 CARB di cui due vengono montate sul Boitier H. Nel Set Motore sono invece installati gli altri due BEV e altre 14 CARB. L'immagine di seguito illustra la composizione di uno shipset.

Set Stadio	Set Motore
<ul style="list-style-type: none"> • BEV H (4 elettrovalvole, 2 CARB, 1 filtro) • BEV O (2 elettrovalvole, 1 filtro) • 1 PGD • 6 CARB L • 7 CARB F 	<ul style="list-style-type: none"> • BEV C (4 elettrovalvole, 1 filtro) • BEV B (3 elettrovalvole, 1 filtro) • 14 CARB L

Tabella 2: set stadio e set motore

Una volta spediti i componenti all'ArianeGroup, il committente, vengono montati assieme agli altri sub-componenti per un singolo razzo vettore. L'ArianeGroup è infatti l'appaltatore principale dell'ESA per il progetto Ariane: si tratta di una joint venture tra Airbus e Safran per lo sviluppo e la produzione del lanciatore spaziale. Al gruppo Ariane è anche stato rinnovato l'appalto per lo sviluppo e la realizzazione del nuovo lanciatore Ariane 6.

Una singolarità di questo reparto è la stabilità della domanda: essendo prodotti assemblati su commessa, la domanda è conosciuta all'inizio dell'anno ed è fissa. L'ESA infatti prevede 6 lanci all'anno

³ Da qui in poi, si definisce shipset una consegna completa di un set stadio e di un set motore, cioè l'output finale della Cella Spazio.

per il 2018 e lo stesso numero per il 2019. Alcune componenti vengono inoltre prodotte a fini di test, rendendo la produzione annuale approssimabile a 9 shipset. La particolarità delle componenti assemblate implica inoltre un controllo molto stretto in quanto a tolleranze dimensionali che spesso sono dell'ordine di grandezza di micron e la necessità di una sala sterile, con temperatura e umidità controllata, per l'assemblaggio dei componenti. I cicli di lavoro sono poi soggetti a un controllo molto stretto da parte del cliente finale ed ogni variazione (soprattutto nei disegni) necessita di un lungo iter di approvazione dello stesso.

1.2 Scopo, ambito e tempistiche del progetto di “Lean Transformation”

La Microtecnica partecipa al progetto del lanciatore dell'Agenzia Spaziale Europea fin dai primi anni 90, in corrispondenza dello sviluppo dei primi razzi del vettore Ariane 5. A seguito del programma dell'ESA di costruire un nuovo lanciatore spaziale (l'Ariane 6) il cui primo lancio è atteso per il 2020, l'azienda ha ritenuto di ripensare il reparto, dai cicli di lavorazione per arrivare ai disegni e ai materiali utilizzati.

Al progetto di “Lean Transformation”, trasformazione snella del processo e del reparto in sé, vengono pertanto affiancati programmi di minimizzazione dei difetti, digitalizzazione e revisione dei disegni in accordo con il cliente. Inoltre, le tempistiche prevedono di completare l'intero progetto entro ottobre 2018. Il progetto viene costantemente monitorato e realizzato in ottemperanza ai principi ACE. Nella figura di seguito è riportato il diagramma Gantt⁴ del progetto.

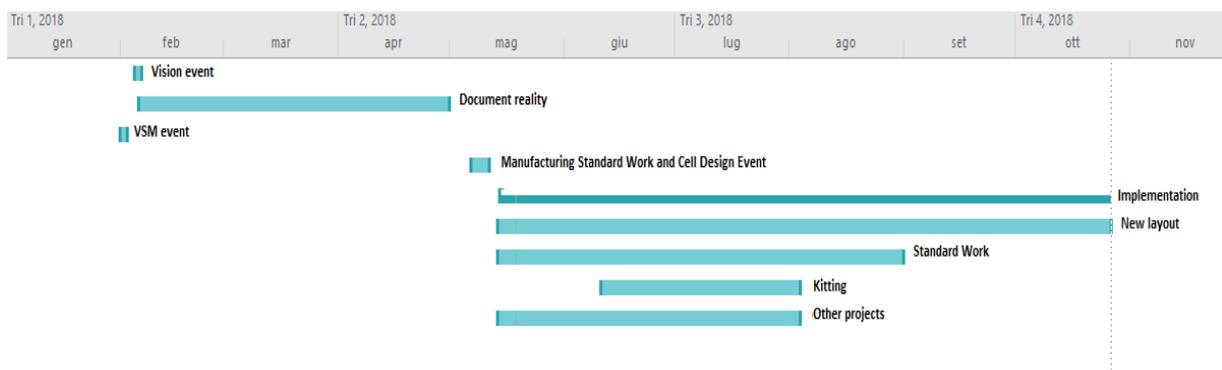


Figura 3: GANTT della trasformazione della Cella Spazio

⁴ Il diagramma di Gantt è uno strumento utilizzato nella gestione dei progetti, costruito partendo da un asse orizzontale che rappresenta la lunghezza (durata e arco temporale) totale del progetto suddivisa nelle fasi che lo compongono.

1.3 Cos'è ACE

ACE (Achieving Competitive Excellence) è il sistema operativo di United Technologies Corporation. Oltre che una serie di strumenti (che provengono dai principi di produzione del Toyota Production System), ACE mira ad essere il "metodo" in cui tutti i dipendenti UTC fanno il loro lavoro ogni giorno, utilizzando semplici accorgimenti e metodologie per migliorare e massimizzare sia la qualità che il flusso di valore per il cliente e pertanto per la loro azienda.

La nascita del sistema operativo ACE risale alla fine degli anni '80. In quegli anni, Yuzuru Ito, un ingegnere elettronico giapponese proveniente dal gruppo Matsushita Electric (oggi conosciuta come Panasonic), venne a contatto con un dirigente del gruppo UTC impegnato in una campagna di rafforzamento della qualità dei prodotti venduti nell'estremo oriente. Questi lo convinse ad entrare in UTC per introdurre una "rivoluzione della qualità" e del servizio.

Ito era stato direttore generale del dipartimento di Quality Assurance di Matsushita ad Osaka, in Giappone. L'approccio di Ito al miglioramento della qualità aveva precedentemente permesso alla propria azienda di ottenere prestazioni leader del settore nella produzione di elettronica di consumo, posizione che questa azienda occupa ancora oggi. Dopo essersi ritirato da Matsushita, il Sig. Ito entrò a far parte di UTC per introdurre gli stessi concetti presenti in Matsushita.

La sua filosofia "quality first" ha infatti gettato le basi per il sistema operativo ACE. Il concetto di salute dei processi e la necessità di "curare" i problemi di processo attraverso l'applicazione di una solida metodologia clinica di qualità presto si diffuse nelle organizzazioni di produzione e di ingegneria di UTC. I principi di "prodotti e servizi perfetti" e "processi snelli" sono stati adottati come i due pilastri del sistema operativo ACE.

Gli elementi centrali del sistema operativo ACE sono cultura, competenza e strumenti.

- La cultura può essere definita come l'insieme di valori condivisi, norme, vocabolario e infrastruttura abilitante che caratterizza un'organizzazione nella sua totalità. Si dice spesso che la cultura può essere facile da vedere ma difficile da definire, specialmente in un'organizzazione complessa e vasta come quella della multinazionale americana. Pertanto, la metodologia e la terminologia ACE forniscono un linguaggio comune attraverso le differenze del gruppo UTC. La soddisfazione del cliente, il feedback sul mercato, la gestione dei processi, l'inesorabile analisi delle cause alla radice e le prove di errore sono solo alcuni esempi del comune vocabolario ACE condiviso dai membri del team UTC in tutto il mondo. Si può infatti dire che ACE sia l'estensione della cultura Corporate a tutte le realtà controllate.

- La competenza rappresenta la conoscenza e le capacità per sfruttare efficacemente la cultura e gli strumenti del sistema operativo ACE. La competenza si costruisce attraverso l'apprendimento, l'applicazione e la condivisione del corpus di conoscenze ACE. Il programma di certificazione ACE fornisce un quadro per la gestione della progressione delle competenze individuali. Si tratta di un programma in tre step (Associate, Practitioner e Master) che definiscono le competenze e le conoscenze del singolo dipendente della cultura e degli strumenti UTC. Il conglomerato americano ha inoltre stretti legami con alcune università dove si approfondiscono argomenti di produzione snella e si costruisce la *teoria* della Corporation.
- Gli strumenti ACE sono metodi per gestire e migliorare i processi, eliminare gli sprechi, identificare e risolvere i problemi e gestire decisioni e progetti critici che derivano direttamente dal Toyota Production System. Gli strumenti ACE forniscono i mezzi per implementare i cambiamenti nei processi e nei prodotti. Gli strumenti più efficaci sono semplici e abbastanza facili da essere utilizzati da tutti i dipendenti.

Molto spesso il mondo Lean viene visualizzato come una casa sostenuta da alcuni pilastri. Nel mondo ACE questi pilastri sono la *qualità* del prodotto e la *snellezza* dei processi.

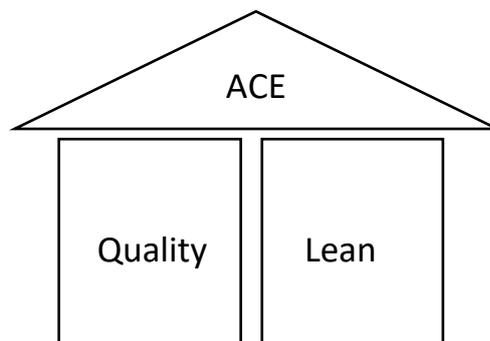


Figura 4: la "casa" ACE

In sintesi, ACE viene soprattutto pensata e studiata per essere l'anima e il metodo dei singoli in quanto dipendenti United Technologies. Che si tratti di un piccolo stabilimento in India o della sede centrale nel Connecticut, i dipendenti UTC sono accomunati da alcuni principi dettati dal mondo corporate attraverso ACE.

Il conglomerato americano conta circa 200.000 dipendenti, divisi in settori di business che spesso hanno solo il valore tecnologico come comune denominatore. Per fronteggiare la dispersione del focus aziendale, ACE mira ad essere un'estensione di una cultura e una metodologia di lavoro comune a tutto il mondo United Technologies

1.4 Il Toyota Production System

La storia della gestione snella o della produzione snella è riconducibile ai primi anni di Toyota dopo la sconfitta del Giappone nella Seconda guerra mondiale, quando l'azienda stava cercando un mezzo per competere con l'industria automobilistica statunitense attraverso lo sviluppo e l'implementazione di un gamma di miglioramenti a basso costo all'interno della propria attività. Il principio fondativo del TPS può essere così espresso da questa riflessione di Taiichi Ohno, il manager che pose le basi per la produzione snella:

*“Tutto ciò che facciamo è guardare al tempo dal momento in cui il cliente ci dà un ordine al punto in cui incassiamo il denaro. E riduciamo quel tempo togliendo le attività senza valore aggiunto”*⁵⁶

Taiichi Ohno, che negli anni '50 era direttore generale di uno stabilimento Toyota, visitò le fabbriche americane per migliorare i processi della propria azienda secondo i principi del Taylorismo. Quello che fece fu osservare una serie di “malintesi” ed errori nel metodo di produzione degli statunitensi. In particolare, comprese alcune verità non intuitive sugli sprechi:

- **Spesso la cosa migliore che si può fare è lasciare una macchina non in servizio e smettere di produrre parti.** Facendo ciò, si evita la sovra-produzione, che viene considerato lo spreco più rilevante nel Toyota Production System.
- **È meglio lasciare che si accumulino un certo quantitativo di prodotti finiti per livellare il piano di produzione piuttosto che continuare a lavorare secondo le fluttuazioni della domanda degli ordini dei clienti.** Il livellamento del piano è un principio fondamentale per sistemi pull⁷ per quanto riguarda la minimizzazione dell'inventario.
- **Spesso è meglio aumentare i costi indiretti per supportare o sostituire il lavoro diretto.** Se gli sprechi vengono rimossi dalle operazioni, bisogna fornire supporto di alta qualità agli operatori.
- **Impegnare al massimo gli operatori producendo parti non è una priorità.** Bisogna infatti regolare l'output di parti finite secondo la domanda del cliente. Lavorare di più solo per ottenere il massimo dalle ore lavorative disponibili genera soltanto problematiche di sovra-produzione.

⁵ The Toyota Way (2003), Jeffrey K. Liker, McGraw Hill Companies pg. 31

⁶ Si può definire a “valore aggiunto” tutto quel lavoro e quel tempo che il cliente è disposto a pagare per un processo di trasformazione di un prodotto o di un servizio. Da questa definizione sono dunque esclusi trasporti, test, tempi di set-up etc, lasciando soltanto i tempi di trasformazione fisica del pezzo.

⁷ Si definisce pull un sistema in cui l'ordine “tira” la produzione, push è un sistema in cui la produzione viene “spinta” in anticipo rispetto al fabbisogno dei clienti

- **È bene selezionare accuratamente i processi in cui impiegare l'automazione e l'informatica anche quando nuove tecnologie sembrerebbero ridurre i costi.** Le persone sono la risorsa più flessibile che si possieda. Se il processo manuale non è sotto controllo, non sarà chiaro dove serva automazione per supportare gli operatori.

Apparentemente, la lezione di Ohno aggiungeva spreco anziché rimuoverlo. Il manager giapponese aveva però una grande esperienza della linea di montaggio e fu in grado di vedere più chiaramente le attività che aggiungevano valore al prodotto all'interno di una produzione di massa. Ohno notò infatti come le parti, il più delle volte, venivano impilate da qualche parte e lasciate lì per lunghi periodi e ritenne che i materiali avessero lo stesso grado di impazienza che potrebbe avere una persona. Questo perché un componente fermo significa in realtà che da qualche parte un cliente, interno o esterno, sta aspettando che arrivi.

Il Toyota Production System deriva da una serie di idee di alcuni manager giapponesi negli anni '50. Col passare del tempo tuttavia si è esteso a tutto il mondo della produzione industriale, andando ben al di là del suo impiego originale e coniando una filosofia e un vocabolario che sono ritenuti attuali ancora oggi. Gli straordinari risultati del gruppo giapponese lo resero infatti il paradigma dominante del mondo dell'industria – automobilistica e non. Toyota ha infatti superato General Motors nel 2008 come numero di vetture vendute e attualmente conta circa 10 milioni di veicoli all'anno, rendendola assieme a Volkswagen la principale casa automobilistica al mondo.

1.5 Lean Manufacturing: i principi

In un'industria, nello stato normale delle cose la maggior parte delle attività della stessa non aggiunge nessun valore per il cliente. Per questo, dall'esempio Toyota in poi ogni azienda manifatturiera di grandi dimensioni ha cercato di adottare il TPS, adottandolo alle proprie esigenze. Il principio di fondo è però stato lo stesso per tutti: la gestione snella mira a implementare processi aziendali che garantiscano alta qualità, sicurezza e morale dei lavoratori, riducendo al contempo i costi e abbreviando i tempi di consegna. Questo di per sé non è una scoperta del Giappone. Ciò che distingue la gestione snella e la rende particolarmente efficace è la capacità di vedere le attività di produzione sotto una lente diversa ed individuare in modo più efficace gli sprechi. La produzione snella ha sistematizzato l'analisi di questi raggiungendo un grado di dettaglio in merito ad essi che non esisteva nei precedenti stili di gestione aziendale ed ha aggiunto alla lista degli sprechi da combattere una serie di cose che nel management occidentale non venivano viste come tali.

1.5.1 “Muda, Mura, Muri”

Secondo una ricerca condotta dal Lean Enterprise Research Center (LERC)⁸, addirittura il 60% delle attività di produzione in una tipica operazione di produzione sono sprechi. Nell’ambito di questa analisi, vengono generalmente considerati sprechi sette tipi di attività “senza valore aggiunto per il cliente”.

- **Sovra produzione rispetto al piano:** fabbricare componenti per cui non ci sono ordini genera sprechi di immagazzinamento e costi di trasporto per via di un inventario eccessivo.
- **Tempo di attesa di operatori e macchine:** gli operatori che guardano una macchina in modalità automatica o che aspettano di compiere la prossima operazione, o uno strumento, una fornitura, o semplicemente non hanno lavoro per via di mancanza di ritardi o macchinari guasti.
- **Trasporto non necessario:** lo spostamento di Work In Process (WIP), avere trasporti inefficienti, movimentazione di materiali, parti, prodotti finiti in magazzino o fuori dal magazzino
- **Sovra-processamento:** operazioni che non sono necessarie ai fini della trasformazione. A volte è dovuto ad attrezzature non adeguate, cicli di lavoro non ottimizzati o il disegno del prodotto. Tutto ciò causa inefficienze e a volte difetti.
- **Scorte in eccesso di materiale e componenti:** eccessive materie prime, WIP o prodotti finiti che causano un Lead Time troppo lungo, obsolescenza, danneggiamento di prodotti e costi di immagazzinamento. Inoltre, un inventario eccessivo nasconde problemi come sbilanciamenti nella produzione, consegne in ritardo da fornitori, difetti o guasti ai macchinari.
- **Movimento senza valore aggiunto:** tutta la movimentazione non essenziale che gli operatori compiono durante il loro lavoro, come la ricerca di attrezzature o parti.
- **Difetti di qualità:** la produzione di componenti difettose che causa rilavorazioni, ritardi o scarti tra i prodotti finiti.

L’ultima forma di spreco (che non è rappresentata nei sette elencati sopra) è il potenziale umano inutilizzato. Questa forma di spreco si traduce in ogni sorta di opportunità perse (ad esempio motivazione e creatività perse e idee non perseguite).

Uno dei motivi per cui questo aspetto è spesso sottovalutato o ignorato dalle aziende è che la responsabilità della valorizzazione degli individui è direttamente a carico del management. Il potenziale umano non utilizzato spesso deriva da politiche di gestione e stili di gestione che riducono

⁸ <https://www.leanproduction.com/>

il contributo dei dipendenti. Al contrario, sviluppare forti capacità di coaching per i manager può essere molto efficace nel rafforzare i contributi dei dipendenti.

La filosofia del TPS arriva al punto da coniare un termine per ogni tipologia di spreco. Quelli elencati finora ricadono sotto la categoria dei “*Muda*”, il nemico principale di un’industria secondo il manager giapponese Taiichi Ohno. Le altre tipologie di sprechi sono invece dette:

- “*Muri*”: impossibilità. Include gli sprechi legati ad un carico eccessivo di lavoro assegnato ad un operatore o una macchina.
- “*Mura*”: squilibrio, irregolarità. Implica uno squilibrio in un’operazione. Ad esempio, in logistica, la scarsa regolarità nell’emissione di ordini di acquisto. In produzione potrebbe invece essere un carico di lavoro non ben distribuito tra gli operatori.

L’immagine di seguito mostra graficamente le varie tipologie di *spreco* analizzate dal TPS.

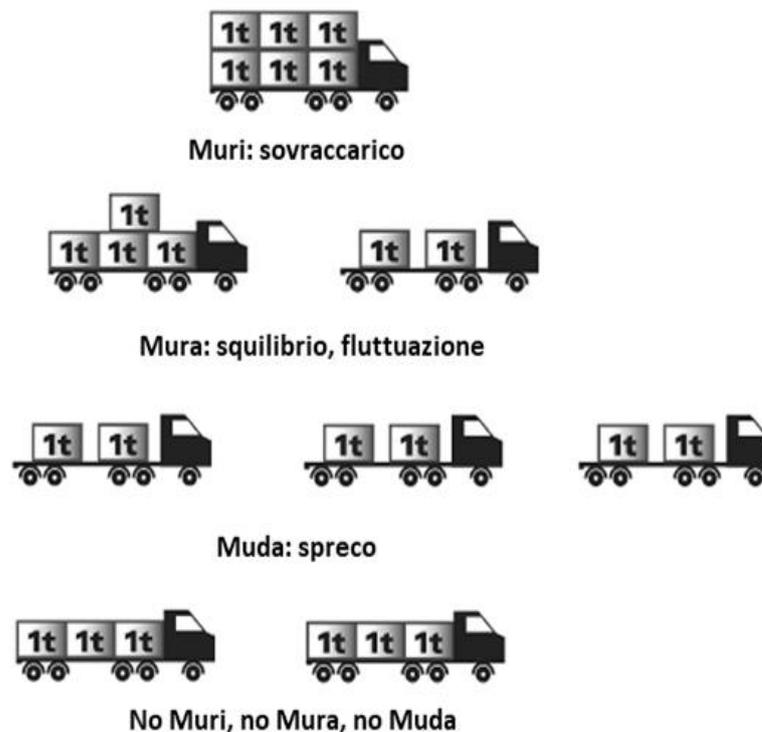


Figura 5: *Muri, Mura, Muda*

Dalla riflessione su questi sprechi procedono i principi del Lean Manufacturing che ancora oggi sono alla base della quasi totalità delle realtà industriali mondiali.

1.6 Kaizen

In giapponese Kaizen significa “miglioramento continuo” e mira ad essere la filosofia che ispira una realtà manifatturiera di successo.

Il Kaizen è parallelo al Kaikaku che significa invece “cambiamento radicale”. Entrambi gli approcci chiamano le parti coinvolte in un’organizzazione ad uno sforzo condiviso di miglioramento. Secondo i dettami Toyota, dal Kaikaku dovrebbe derivare un sentimento aziendale di perfezionamento che si traduce nel Kaizen. Pertanto, un progetto di trasformazione snella dovrebbe essere soltanto l’inizio di un processo più lungo.

Kaizen, prima che un metodo, è soprattutto una filosofia e quello che è importante è che essa venga comunicata a tutte le funzioni aziendali. Nel mondo occidentale questo approccio di miglioramento continuo è stato soprattutto portato avanti dal guru della gestione aziendale W.E. Deming e la sua metodologia Plan Do Check Act.

1.7 La base della metodologia Lean: Plan Do Check Act

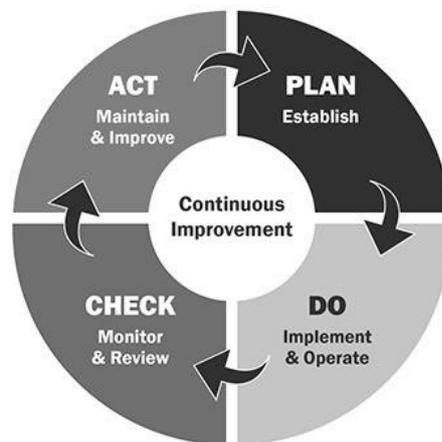


Figura 6: Plan Do Check Act

La filosofia del Miglioramento Continuo poggia le proprie basi sulla metodologia Plan Do Check Act, a volte chiamata Ciclo di Deming (in quanto è stato elaborato negli anni '50 da Deming). Il ciclo PDCA è un approccio iterativo per migliorare il processo, il prodotto o il servizio e risolvere i problemi. È suddiviso in quattro fasi:

- Plan: identificare e analizzare il problema o l'opportunità, sviluppare ipotesi su quali potrebbero essere i problemi e decidere quale testare.

- Do: testare la soluzione potenziale, idealmente su piccola scala, e misurare i risultati.
- Check: studiare il risultato, misura l'efficacia e decidere se l'ipotesi è supportata o meno.
- Act: se la soluzione ha avuto successo, implementala.

L'importanza dell'adozione di questo ciclo consiste nel fatto che un procedimento di miglioramento continuo non può prescindere dallo *studio* dei risultati ottenuti. A volte, quando si fa un cambiamento, si trascura l'analisi di quello che avviene dopo l'implementazione dello stesso. Ma nella pratica anche un semplice spostamento di una macchina da un angolo all'altro della stanza, apparentemente un fatto innocuo, può avere un effetto negativo sulla resa della macchina stessa. Il ciclo di Deming pone allora il focus sul carattere iterativo del cambiamento, che presuppone un primo approccio, uno studio del risultato ottenuto ed un aggiustamento della strategia coerentemente con lo studio effettuato.

2 La trasformazione e i principi di Deming

Nel suo testo *Fuori dalla crisi*, W.E. Deming propose alcuni principi sulla base dei quali i manager occidentali avrebbero dovuto rivedere il proprio stile direttivo. Così come nelle operazioni day-to-day, l'applicazione di questi punti ad un processo di trasformazione garantisce un buon svolgimento di un progetto. In particolare, Deming introdusse alcuni principi secondo i quali un manager avrebbe dovuto gestire un cambiamento:

1. Creare una costanza di scopo verso il miglioramento del prodotto e del servizio, con l'obiettivo di diventare competitivi e rimanere in azienda e fornire posti di lavoro.

Un progetto di cambiamento può avere risvolti su un qualunque ambito di un'azienda: dalla qualità del prodotto alla riduzione dei costi. Un progetto efficace di trasformazione snella dovrebbe essere trasversale in quanto implica la penetrazione in tutte le funzioni aziendali, con l'obiettivo ultimo di creare *valore* per il cliente e minimizzare gli sprechi.

È importante che, a partire dal responsabile, ognuno comprenda e riconosca qual è l'obiettivo finale dal momento che il progetto sicuramente implicherà scelte che causeranno disagio a qualcuno. Nessun progetto di trasformazione è infatti privo di conseguenze.

2. Adottare una nuova filosofia.

La leadership occidentale deve essere pronta ad abbracciare le nuove pratiche dell'industria giapponese. Rispetto al passato, concetti come il benessere dei dipendenti e la ridotta tolleranza sugli errori avrebbero dovuto essere centrali. Inoltre, i dirigenti dovrebbero essere un punto fisso all'interno dell'azienda e non saltare da una posizione all'altra.

3. Diminuire la dipendenza delle ispezioni di qualità nel prodotto.

Deming teorizzava che fosse necessario aumentare il focus sulla qualità nel processo di trasformazione del prodotto piuttosto che utilizzare controlli e ispezioni per valutare le non conformità e i difetti. Il principio era *"building quality in the product in the first place"*. Le ispezioni di qualità, strumento così abusato in settori come quello aerospaziale, non aggiungono infatti valore per il cliente al prodotto o al servizio.

4. Smettere con la pratica di valutare gli affari sulla base del cartellino del prezzo.

Chi si occupa di logistica in entrata e approvvigionamento dovrebbe puntare su concetti come qualità e fiducia reciproca piuttosto che sul prezzo del materiale. Il costo totale viene minimizzato dall'output dell'intera catena produttiva dell'azienda piuttosto che dal semplice prezzo degli input.

5. Migliorare costantemente il sistema di produzione per migliorare la qualità e la produttività e quindi ridurre costantemente i costi.

È necessario un costante miglioramento dei metodi di prova e una migliore comprensione di come il cliente utilizza un prodotto. In passato, le aziende americane si sono spesso preoccupate di soddisfare le specifiche, mentre i giapponesi si sono preoccupati dell'uniformità, cioè riducendo le variazioni sul valore nominale.

Un esempio di questo miglioramento costante è il principio del Design for Assembly: in passato ingegneri e progettisti si sono sempre preoccupati di pensare un prodotto che soddisfacesse al meglio il cliente finale.

Più recentemente, il focus si è parzialmente spostato verso il cliente interno: i montatori e i responsabili dell'ingegneria di produzione vengono riconosciuti come clienti alla stregua del consumatore finale. Per questo un ingegnere deve disegnare un pezzo avendo in mente chi scriverà il ciclo di fabbricazione e l'operatore che dovrà montarlo, allo scopo di ridurre tempi, costi e non conformità di prodotto dovute alla complessità dell'assemblaggio finale.

Il concetto del Design for Assembly è anche legato all'obiettivo di eliminare le barriere tra reparti, un altro principio di Deming.

6. Istituire la formazione sul lavoro.

Il sistema di gestione di Deming era incentrato sulla creazione di un ambiente di lavoro che consentisse alle persone di essere orgogliose del proprio lavoro consentendo di contribuire attivamente al miglioramento continuo dell'azienda. Questa idea deriva dal mondo Toyota in cui c'è molta più valorizzazione dell'individuo all'interno del team piuttosto che nel mondo occidentale dove le gerarchie sono molto fisse.

All'interno del gruppo UTC, il programma di certificazione ACE prevede un focus a 360 gradi sul training dei dipendenti. Ogni lavoratore, che sia un operatore o un dirigente, è coinvolto in attività di formazione che mirano ad essere interdisciplinari. Con una certa cadenza viene esteso un invito a partecipare a questi corsi su argomenti che vanno al di là del proprio lavoro. Eventi di formazione di questo tipo hanno l'effetto di coinvolgere le persone in discussioni con colleghi di altri dipartimenti per favorire lo scambio di idee.

Per Deming il training dei dipendenti non doveva essere solo una serie di ordini su cosa fare e cosa non fare ma un processo continuo di valorizzazione delle capacità individuali del dipendente, il quale deve sentirsi una parte importante dell'azienda.

7. Istituire la *leadership*.

Il concetto di *leadership* giapponese è diverso da quello occidentale. Nel nostro mondo la dirigenza vede gli impiegati come risorse da supervisionare nel raggiungimento di uno scopo. Nell'ottica giapponese la direzione dovrebbe fungere da guida, non da supervisione.

I dirigenti devono conoscere il lavoro che supervisionano e devono essere responsabilizzati e agire in condizioni che necessitano di correzione. Devono imparare a comprendere e migliorare il processo, non aggiustare ogni piccolo intoppo come se fosse un problema *una tantum*.

8. Scacciare la paura in modo che tutti possano lavorare efficacemente per la compagnia.

Nessuno può dare la sua migliore prestazione a meno che non si senta sicuro. I dipendenti non dovrebbero aver paura di esprimere le proprie idee o fare domande. La paura può assumere molte forme, risultando in prestazioni alterate.

In un processo di trasformazione, come mostrato dalla sequenza temporale del progetto preso in analisi, la prima fase è quella di comprensione della realtà attuale. Durante questa fase il personale del reparto è coinvolto in operazioni di osservazione del proprio lavoro da parte dei responsabili della trasformazione. Queste osservazioni possono causare disagio a chi vede la propria quotidianità invasa da un esterno. È importante comprendere lo stato d'animo di chi viene osservato e cercare di coinvolgerlo il più possibile nel processo di miglioramento o nella proposta di nuove idee.

A volte la parola *lean* viene confusa sia dai dirigenti che dai livelli più bassi della gerarchia come riduzione o riqualificazione del personale, con l'effetto di generare paura e incomprensione tra chi attua la trasformazione e chi la subisce.

Lo scopo del *lean* non è però minimizzare la forza lavoro quanto massimizzare il valore per il cliente, sia in termini assoluti che in termini relativi.

9. Abbattere le barriere tra i reparti.

Le persone nella ricerca, nella progettazione, nelle vendite e nella produzione devono lavorare in gruppo per prevedere qualunque problema di produzione o di utilizzo che possa verificarsi con il prodotto o il servizio. Il lavoro di squadra è necessario in tutta l'azienda. Nella maggior parte delle aziende moderne le aree funzionali sub ottimizzano il proprio lavoro e non funzionano come una squadra per l'azienda. Molti tipi di problemi possono verificarsi quando la comunicazione tra le persone in un'organizzazione è scarsa.

Uno dei principi introdotti da Taiichi Ohno col TPS fu quello di sradicare il "pensiero per dipartimenti" tipico del pensiero fordista. Questo approccio al lavoro ha dei fondamenti anche nel nostro modo di agire quotidiano. Se dobbiamo compiere la stessa attività per più volte il

pensiero per dipartimenti prevede di dividere questa attività nelle sue componenti fondamentali ed eseguire tutte quelle di una tipologia in una volta per poi passare alla tipologia successiva.

Ad esempio, nel caso di dover spedire dieci buste, si tratta per prima cosa di infilare la lettera in ciascuna delle dieci e poi passare alla chiusura delle dieci buste. Nell'industria tradizionale questo modo di agire era la prassi. Le officine meccaniche sono sempre state organizzate per *lavorazioni* piuttosto che per tipologia di prodotto. Taiichi Ohno introdusse un modo di concepire il lavoro per *celle* in cui ogni macchina e ogni persona concorrevano alla realizzazione di un prodotto.

Nel gruppo UTC un principio fondamentale della trasformazione lean prevede di rilocalizzare le funzioni di supporto accanto alla produzione. Le risorse dedicate al reparto appartenenti alla Qualità, Ingegneria di Produzione e Direzione Tecnica devono essere poste accanto al reparto di produzione piuttosto che in un ufficio separato e assieme a colleghi preposti ad altri reparti.

10. Eliminare slogan, esortazioni e obiettivi per la forza lavoro che chiedono zero difetti e nuovi livelli di produttività.

Tali esortazioni creano solo relazioni avverse, poiché la maggior parte delle cause di bassa qualità e bassa produttività è intrinseca nel sistema e quindi è al di là del potere della forza lavoro. Esortazioni e slogan non considerano il fatto che la maggior parte dei problemi deriva dal processo di base.

Il management deve imparare che la sua principale responsabilità dovrebbe essere quella di migliorare il processo e impedire difetti o problematiche di produzione. Gli obiettivi devono essere impostati da un individuo per l'individuo. Tuttavia, obiettivi numerici predefiniti per altre persone senza una chiara indicazione su come raggiungere l'obiettivo hanno un effetto opposto.

11. Eliminare le quote di produzione.

Il miglioramento continuo è incompatibile con una quota. Gli standard di lavoro, gli incentivi, le tariffe e il lavoro a cottimo sono manifestazioni della mancanza di comprensione da parte del management che porta a una supervisione inappropriata.

Mentre l'orgoglio e la gratificazione per i risultati conseguiti dai dipendenti vanno incoraggiati, nel mondo di Deming il sistema delle quote deve essere eliminato e deve essere eliminata la cultura che lo propone.

12. Rimuovere le barriere che tolgono alla direzione tecnica e di produzione le loro gratificazioni per uno sforzo.

Ciò significa l'abolizione dei sistemi di valutazione del merito e della gestione per obiettivo. Questi sistemi premiano chi sta facendo bene nell'organizzazione; tuttavia, non ricompensano i tentativi di miglioramento.

La valutazione della performance si focalizza erroneamente sul prodotto finale piuttosto che sullo sforzo di aiutare le persone e migliorare il processo. Le persone che vengono misurate con un conteggio numerico sono private di una gratificazione per il proprio lavoro.

13. Istituire un vigoroso programma di istruzione e auto-miglioramento.

Un'organizzazione volta al miglioramento continuo ha bisogno di persone che puntano sulla propria istruzione e su quella dei propri sottoposti. Nelle aziende di successo, il management dovrebbe incoraggiare tutti a ricevere un'istruzione aggiuntiva e ad impegnarsi nell'auto-miglioramento.

Un esempio di questa spinta verso un continuo aggiornamento delle proprie capacità è il sistema di certificazione ACE. Questo prevede tre diversi step (associate, practitioner e master) raggiungibili a seconda delle inclinazioni della persona e del suo interesse verso l'apprendimento di nuovi strumenti. L'idea del programma è che siano i dirigenti stessi a spingere i propri dipendenti ad interessarsi ad argomenti e metodologie che possono aiutarli nel loro lavoro quotidiano o semplicemente fornire spunti di riflessione sull'azienda e sul valore che viene prodotto da essa.

14. Mettere tutti in azienda a lavorare per realizzare la trasformazione.

La trasformazione è un lavoro condiviso tra tutti i dipendenti. Lo scopo dei leader è quello di garantire che la trasformazione venga portata a termine.

Per fare ciò, un manager considera innanzitutto che ogni lavoro e attività è parte di un processo e non è un'attività indipendente. Il leader deve comprendere la continuità del processo: a questo fine i diagrammi di flusso rompono il processo in fasi e aiutano a comprendere dove viene creato valore e dove ci sono gli sprechi maggiori.

Molto del valore che viene perso deriva dal fatto che i reparti vengono considerati come entità diverse che concorrono ad uno scopo diverso. La realtà è che lo scopo è sempre lo stesso: la trasformazione di un prodotto iniziale in un end-item.

Occorre infine porsi delle domande su quali modifiche potrebbero essere apportate ad ogni fase per migliorare l'efficacia di altre fasi a monte o a valle, tenendo sempre in conto la continuità delle fasi e coinvolgendo il personale interessato nella definizione dei nuovi

obiettivi. Tutti in una squadra hanno infatti lo stesso scopo nel raggiungimento degli obiettivi della trasformazione.

Con l'apertura al cambiamento, un'organizzazione si apre alla trasformazione. Il primo passo è la trasformazione dell'individuo. Questa trasformazione non avviene allo stesso ritmo: per alcuni va più veloce che per altri. Quando tutti i dipendenti si trasformeranno in questo modo, l'intera organizzazione si trasformerà e applicherà la nuova filosofia.

Tuttavia, è soprattutto alla dirigenza che questi punti sono rivolti: Deming riteneva infatti che i manager occidentali non fossero all'altezza delle novità gestionali introdotte nelle industrie giapponesi dagli anni '50 in poi. In particolare, si riferiva al management americano, ancora oggi molto ancorato a pratiche di gestione verticali e basate sulla paura piuttosto che sull'incoraggiamento.

3 Documentazione della realtà

I primi step nella definizione di un processo di trasformazione sono la chiarificazione degli obiettivi, la prioritizzazione dei progetti e la documentazione della realtà. Nella definizione di priorità, obiettivi e cambiamenti dello stato corrente è fondamentale interagire con i lavoratori della cella, coinvolgendoli in eventi e proposte.

Successivamente, è possibile definire dei piani d'azione per implementare il cambiamento. Per ottenere la partecipazione degli operatori e la definizione dei piani d'azione, la filosofia *lean* mette a disposizione diversi strumenti e principi di gestione.

3.1 Gli strumenti Lean per la documentazione della realtà

Tra gli strumenti Lean che sono stati utilizzati nella definizione della realtà corrente vi sono Gemba Walk, Time Observations, 5Whys, 5S e VSM.

3.1.1 Gemba Walk

Di tutti gli strumenti lean, il più importante è sicuramente la Gemba Walk. Questo termine indica l'azione di andare a vedere il processo attuale, capire il lavoro, fare domande e imparare. Taiichi Ohno fu tra i primi a formalizzare la Gemba Walk, qualcosa che viene troppo spesso dimenticato, come uno strumento essenziale per la gestione aziendale.

La filosofia Toyota comprende infatti come l'impegno dei leader influenzi un'intera operazione. Piuttosto che lavorare al buio, la società ha sviluppato il Gemba Walk per dare a manager e dirigenti la possibilità di visitare la produzione e vedere come viene eseguita un'operazione specifica.

Questa osservazione di persona consente ai leader di vedere la differenza tra ciò che presumono stia accadendo e ciò che sta realmente accadendo. Dà anche loro la possibilità di interagire con le persone che fanno il lavoro e vedere esattamente dove è fatto, invece di immaginarlo da una sala conferenze o da un ufficio lontani dal luogo di produzione.

Una passeggiata Gemba è un modo per raccogliere informazioni attraverso l'osservazione e l'interazione con i lavoratori. L'obiettivo è comprendere il flusso di valore e i suoi problemi piuttosto che rivedere i risultati o fare commenti superficiali.

Non è pensata:

- Per trovare difetti nell'attività degli operatori o fare richiami ai dipendenti sul loro modo di lavorare
- Per provare ad implementare rapidamente un cambiamento
- Per ignorare l'input dei dipendenti: ottenere questi input è uno degli obiettivi principali di una passeggiata Gemba

Concentrandosi sull'operazione, ascoltando i dipendenti e prendendosi il tempo dopo una Gemba Walk per riflettere su quali azioni sono necessarie, i leader promuovono un'atmosfera cooperativa nelle operazioni quotidiane.

Evitano anche di creare il timore che le passeggiate Gemba siano pensate per azioni punitive contro i singoli dipendenti, un modo sicuro per diminuire il morale e rendere i dipendenti riluttanti a condividere le informazioni.

Questo strumento, nel Toyota Production System, è considerato la base per sviluppare la filosofia Kaizen attraverso le celle: secondo la filosofia Toyota, i direttori esecutivi dovrebbero spendere almeno un'ora a settimana per effettuare delle Gemba Walk negli stabilimenti produttivi. Ciò evita uno dei problemi principali che è quello di una scarsa comunicazione gli operatori e coloro che stanno al di sopra di loro.

3.1.2 5W

Una tecnica legata alla Gemba Walk è quella delle 5Whys, ossia dei 5 Perché. Si tratta di una tecnica interrogativa iterativa utilizzata per esplorare le relazioni di causa ed effetto alla base di un particolare problema.

L'obiettivo principale della tecnica è determinare la causa principale di un difetto o di un problema ripetendo la domanda "Perché?". Ogni risposta costituisce la base della domanda successiva. Il "5" nel nome deriva da un'osservazione empirica sul numero di iterazioni necessarie per risolvere il problema.

L'applicazione di questo approccio iterativo permette di scavare più a fondo nel perché di pratiche sbagliate o errori di processo di cui nessuno si rende conto perché non ha una visibilità completa.

Un esempio di risultato ottenuto con questo approccio è stata l'individuazione di un'attività svolta da operatori di un altro reparto all'interno della sala sterile della Cella Spazio. In un primo momento nessuno sapeva perché quell'operazione venisse svolta in un reparto differente. Dopo alcuni livelli di domande e di investigazioni in merito a quella procedura, si è giunti ad una nota a margine di pagina

su un ciclo di lavorazione su cui veniva espressamente richiesto di svolgere quell'operazione in una sala sterile.

La pratica è stata mantenuta ma è stato deciso di includere uno spazio all'interno della sala sterile separato dagli altri per attività che, come questa, potessero causare disturbo alle operazioni quotidiane della Cella Spazio.

3.1.3 5S



Figura 7: 5S

Si tratta di un processo a step usato per migliorare l'organizzazione di un luogo di lavoro. Si tratta di un acronimo giapponese che è stato così tradotto in Inglese:

- **Sort – separare.** Rimuovere ciò che non è più necessario, che si tratti di materiali scaduti, equipaggiamento inutile o anche file nel computer.
- **Straighten – riordinare.** Identificare zone per mettere ogni cosa al proprio posto e introdurre metodi visivi (targhette, etichette etc.) per individuare ogni oggetto.
- **Shine – pulire.** Creare aree di lavoro senza oggetti che potrebbero contaminare la lavorazione o sporcizia, così che i problemi vengano identificati più facilmente.
- **Standardize – standardizzare.** Identificare uno standard di ordine e pulizia che sia raggiungibile per le attrezzature, i materiali o la documentazione.
- **Sustain – diffondere.** Seguire nelle pratiche quotidiane lo standard definito

In alcune aziende è presente anche una sesta S, cioè la sicurezza, tema che verrà discusso in un capitolo a parte.

Delle 5S, le prime quattro vengono raggiunte in eventi appositi per la ridefinizione degli spazi e la rimozione di tutto ciò che è obsoleto o non fa parte del luogo di lavoro. La quinta può essere raggiunta soltanto tramite l'adozione diffusa di comportamenti positivi e chi supervisiona non può fare altro che monitorarla tramite checklist periodiche.

L'iter UTC prevede che questa attività sia tra le basi di un processo di trasformazione snella: senza una chiara visibilità di ciò che è il reparto e di ciò che serve non è possibile procedere alla definizione e la prioritizzazione degli obiettivi da raggiungere. Una volta aumentata la visibilità fisica del luogo di produzione è pertanto possibile aumentare la visibilità degli sprechi.

3.1.4 Osservazioni sui tempi

Un'attività legata al Gemba Walk e praticata in tutti i processi di trasformazione lean sono le Time Observations, osservazioni sui tempi.

Queste sono particolarmente importanti per una misurazione accurata del lavoro, al fine di caricare l'area, l'operatore o la macchina che sono al centro del Kaizen. Un'osservazione temporale cattura tutti i passaggi che sono stati registrati sulla VSM e il tempo di ciclo (Cycle Time) per ogni attività separatamente.

Il tempo di ciclo è il tempo totale dall'inizio alla fine del processo, così come definito dal fornitore e dal cliente. Questo include il tempo di processo, durante il quale viene eseguita un'azione di trasformazione su un input per ottenere un output, oltre che il ritardo che si accumula in attesa di eseguire l'azione successiva⁹.

Dal momento che spesso un'attività è composta di diverse fasi (es. il tempo per prelevare le viti più il tempo per posizzarle più il tempo per avvitarle) e si vuole ottenere il tempo di una singola operazione (task time) è importante avere osservazioni su tutti i parziali che sono ritenuti importanti, al fine di ottenere il tempo di una singola operazione con questo criterio:

$$T_{task} = CT_{cum} - PT_{cum}$$

Mentre il tempo di ciclo è la sommatoria di tutti i Task Time:

$$T_{cycle} = \sum T_{task}$$

⁹ Il Cycle Time differisce dal Lead Time: quest'ultimo infatti include tutto il tempo dall'emissione dell'ordine fino alla consegna.

La pratica *lean* vuole che, per ottenere dei numeri affidabili, si utilizzi il tempo più basso ripetitivo, cioè il tempo più basso che sia stato registrato più volte. Ad esempio, in un'osservazione con questi valori 5, 6, 5, 8, 3, 4, 6, il tempo più basso ripetitivo è 5.

Ci sono alcune considerazioni che vanno considerate durante questa attività:

- Bisogna osservare un operatore esperto e qualificato che non sia il più veloce o il più lento. Se possibile, sarebbe opportuno osservare più operatori per ottenere maggiori informazioni sul tempo di ciclo, sui compiti dei componenti, sulla sequenza e sulle opportunità.
- Alcune persone derivano i Task Time prendendo la media delle osservazioni. Questo può essere pericoloso in quanto le variazioni significative del tempo di ciclo possono "inquinare" i numeri.
- È opportuno evitare di includere il lavoro fuori dal ciclo (ad esempio, pulire una superficie di lavoro ogni 100 parti) come attività componente.

Oltre all'obiettivo di avere numeri affidabili sui quali impostare un ragionamento *kaizen*, lo scopo delle Time Observations è anche annotare qualunque inefficienza del processo, ad esempio spostamenti inutili durante il lavoro dell'operatore, mancanza di attrezzatura o in generale qualunque attività senza valore aggiunto.

3.1.4.1 Criticità delle osservazioni sui tempi

Nel caso specifico della Cella Spazio, sono state registrate delle difficoltà nell'attività delle osservazioni sui tempi. Questa si riferisce solitamente ad attività di pochi minuti, in modo da avere un numero ripetuto di dati che siano attendibili e incontestabili.

L'attività della Cella Spazio è però organizzata in modo da causare difficoltà nella definizione di uno standard ad ogni livello. In particolare:

- Le operazioni sono spesso ripetute una volta ogni tanto (dal momento che la consegna di un set completo di valvole è avviene ogni mese e mezzo). Questo impedisce la possibilità di avere un grande numero di osservazioni e non dà all'operatore il tempo di diventare esperto di una determinata operazione
- Si tratta spesso di assemblaggi o altre attività che durano diverse ore, rendendo complicata l'individuazione di una media accettabile
- Quando si fa un'attività di osservazione sui tempi è sempre necessario mantenere una certa imparzialità di giudizio perché l'operatore potrebbe accelerare o decelerare l'operazione a seconda di cosa voglia mostrare

Trattandosi di attività spesso molto lunghe, in pochi casi è stato possibile andare così tanto nel dettaglio riguardo le varie operazioni che compongono un lavoro in serie. In particolare, non è stato possibile prendere il tempo più basso ripetitivo in quanto questo avrebbe comportato un'osservazione di diversi mesi per raccogliere un numero sufficiente di informazioni.

È stato importante tuttavia cercare di definire un tempo *standard di processo* che descrivesse l'attività quanto più dettagliatamente possibile con l'aiuto del personale del reparto.

Per fare ciò, si è cercato di trovare un dato ragionevole su ogni singola Task per avere delle tempistiche laddove non era possibile osservare un'operazione dall'inizio alla fine in modo continuo e libero da errori.

Per esempio, per quanto concerne l'assemblaggio finale della PGD, è stato osservato che ognuna delle 7 valvole veniva montata sulla piastra in circa 25 minuti. Questo dà un risultato globale di 2h55'. Come *extrema ratio*, si è cercato di ragionare con gli operatori sulle tempistiche di quelle rimanenti attività che non sono state osservate in alcun modo.

Di seguito è presentato l'esempio di un form esemplificativo relativo ad una attività di magazzino che è stato possibile osservare in modo ripetuto.

<h1>Time Observation Form</h1>					
Component Number	Component Task	Observation # 1	Observation # 2	Observation # 3	Component Task Time
	Picking of part	30 sec	40 sec	30 sec	30 sec
	Checking serial number	20 sec	25 sec	25 sec	25 sec
	Paperwork	2 min	2 min	2,5 min	2 min
	Put piece in the box	5 sec	5 sec	5 sec	5 sec

Figura 8: form sulle osservazioni temporali

3.1.5 Value Stream Map

Una volta “messo in chiaro” un luogo di lavoro è possibile procedere alla documentazione della realtà corrente, in modo da evidenziare i gap che si vogliono colmare. Lo step successivo è pertanto la creazione di una Value Stream Map.

Si tratta di uno degli strumenti fondativi in un’ottica di produzione snella. Questa mappatura si basa sulla definizione di valore aggiunto, cioè l’incremento di valore di un output a seguito dell’intervento di un input (capitale o lavoro) e si concentra in particolar modo sulla capacità di un processo di aggiungere valore al prodotto.

Da questa definizione si può ottenere una rappresentazione visiva dei flussi di materiale e di informazioni lungo l’arco di un processo produttivo. Dall’altra parte, il flusso di valore per un dato prodotto consiste nell’intera gamma di attività necessarie per trasformare le materie prime e i semilavorati che entrano nel processo produttivo in prodotto finito.

Lo scopo di questa tecnica è rappresentare graficamente una visione del flusso di valore e degli sprechi per migliorare le prestazioni di un processo. Si tratta di una metodologia che affonda le sue radici nella filosofia produttiva Toyota degli anni ’80.

Nella sua definizione vengono tenuti in conto:

- I flussi informativi (software gestionali, sistemi di comunicazione etc.)
- I flussi fisici (gli spostamenti e le lavorazioni sul pezzo).

La VSM, come un diagramma di flusso, adotta una serie di simboli per esemplificare le relazioni tra operazioni. Quando viene usata come strumento per migliorare un flusso di valore si riferisce a due momenti diversi: il current state (lo stato attuale) e il future state (lo stato desiderato) che non sempre vengono definiti nello stesso momento.

- Current State Map: include le inefficienze e le attività senza valore aggiunto che sono state individuate nel processo attuale. Ad ogni operazione sono infatti attribuiti un tempo e una stima delle attività senza valore aggiunto.
- Future State Map: è la mappatura dopo il “processo di trasformazione”. Fornisce un indirizzo sugli obiettivi e sugli sprechi che si vogliono raggiungere. In questa mappatura sono state eliminate tutte le attività e i tempi ritenuti *Muda* nella fase di definizione della Current State Map.

La VSM dà indicazioni chiare su quello che sono le inefficienze di un processo di trasformazione e spesso i risultati di questa analisi sono sorprendenti, in quanto ci si accorge che la quantità di tempo speso in attività a valore aggiunto è risibile in confronto agli sprechi.

Le attività sono suddivise tra:

- Operazioni senza valore aggiunto (NVA): azioni che dovrebbero essere eliminate, come ad esempio l'attesa.
- Operazioni senza valore aggiunto ma necessarie (NNVA): azioni che sono inutili ma necessarie nell'ambito delle attuali procedure operative.
- Azioni a valore aggiunto (VA): trasformazione delle materie prime tramite lavoro manuale o di macchina.

Oltre all'eliminazione degli sprechi, l'obiettivo di questa attività è valutare la possibilità di ridurre il Lead Time per il cliente¹⁰.

Anche se questa tecnica è stata concepita principalmente per il mondo dell'industria, può essere applicata anche ai servizi. Infatti, la mappatura del flusso di valore è uno dei metodi spesso utilizzati negli ambienti Lean per analizzare e progettare i flussi a livello di sistema. Sebbene sia spesso associata alla produzione, viene anche utilizzata nella logistica, nei settori dei servizi, nell'assistenza sanitaria, sviluppo di software, sviluppo del prodotto e pratiche amministrative e di ufficio.

3.1.6 Mappa dello stato corrente

In figura 9 viene presentata la Value Stream Map relativa agli assemblaggi effettuati nella Cella Spazio. L'immagine proposta è rappresentativa dello stato corrente in quanto lo stato futuro è in via di definizione al momento della conclusione dell'elaborato. Ai fini della definizione del Future State del flusso di valore, l'attività di Value Stream Mapping è stata condotta sulla totalità degli assiemi assemblati all'interno della Cella.

In questo elaborato viene però presentata la VSM delle tre componenti più importanti in termini di quantità, prezzo e lavoro necessario alla loro realizzazione, ossia le valvole CARB e le piastre BEV e PGD.

¹⁰ Il Lead Time (o tempo di attraversamento), nella sua accezione più generale, definisce il tempo necessario per soddisfare una richiesta del cliente. Può anche essere riferito ad una parte del processo aziendale scomponendo il prodotto nelle sue fasi.

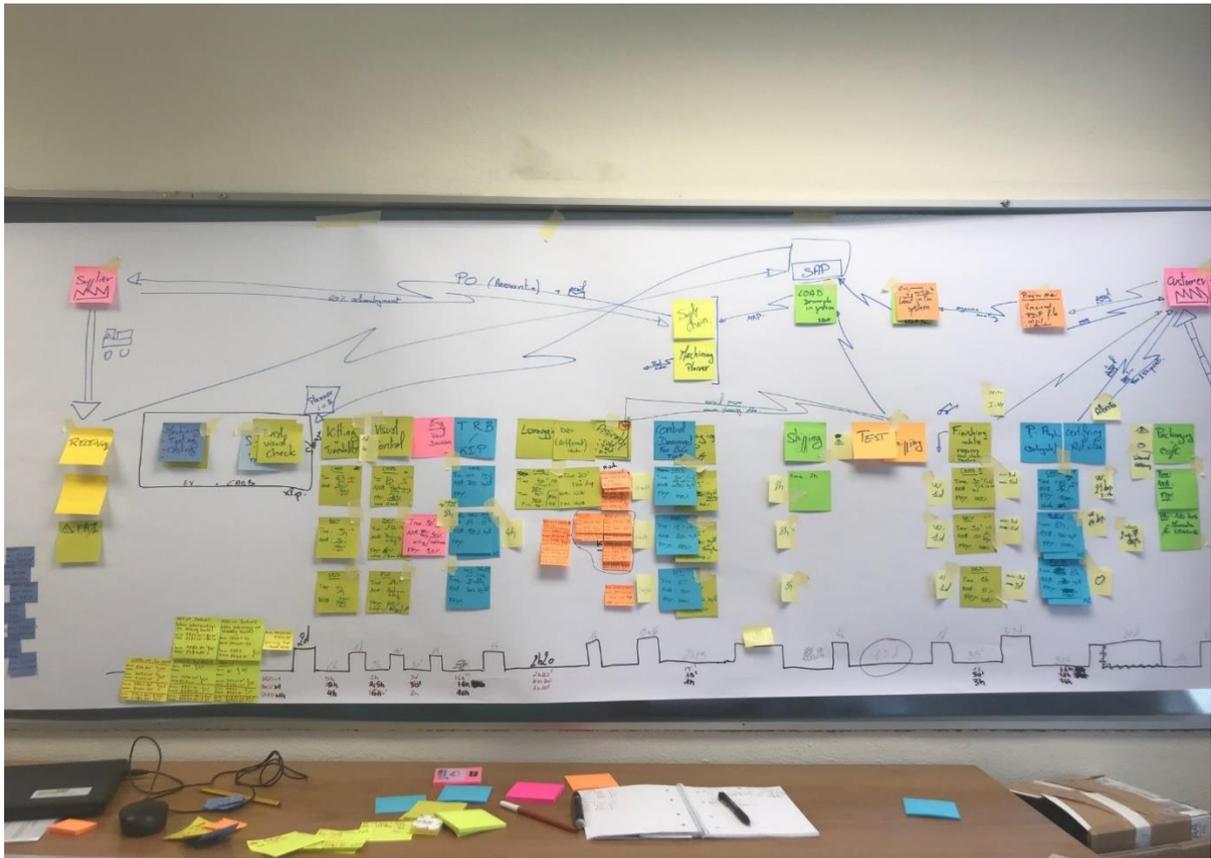


Figura 9: VSM di assiemi principali

In questa mappatura le operazioni interne (assemblaggio, lavaggio, trattamenti di termoformatura etc.) sono evidenziate in giallo; in blu sono state evidenziate le attività di certificazione e documentazione; in verde le attività svolte nel magazzino; in arancione le attività esterne (lavorazioni meccaniche in officina, trattamenti termici, collaudi etc.).

Successivamente, ad ogni operazione è stata assegnata una stima di quanta parte di questa attività sia NVA, *Non Value Added*. La stima è basata sull'osservazione visiva dei tempi e delle modalità dell'operazione stessa e include il dettaglio su quanti operatori siano dedicati a quell'operazione come nell'esempio in fig. 10.

La linea scalettata al fondo della mappa segue invece la sola componente di *tempo* (in basso) e *attesa* (in alto) come nell'esempio in fig. 9.

Queste componenti di tempo sono inoltre espresse in termini di minimo e massimo, per comprendere quale sia la variabilità del singolo processo e se questa variabilità sia significativa ai fini della realizzazione del pezzo finito.

Una volta completata la mappatura, è possibile valutare il processo nella sua totalità e vedere che percentuale di esso sia senza valore aggiunto, quale sia il tempo totale di lavorazione, di attesa e di

conseguenza valutare il Lead Time globale per il cliente ed altri possibili indicatori. Nelle figure di seguito sono presentati alcuni dettagli della VSM svolta, in particolare la linea scalettata sul fondo e una casella relativa ad una operazione.

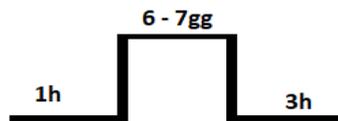


Figura 9: primo particolare VSM

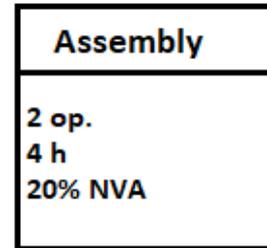


Figura 10: secondo particolare VSM

In questa tabella sono presentati i risultati in termini di Lead Time e NVA, attività senza valore aggiunto per il cliente.

Prodotto	Lead Time	NVA (ore)
CARB	57 gg	35h
PGD	349 gg	25 h
BEV	126 gg	10 h

Tabella 3: lead time e non value added

Questi numeri servono ad aiutare le persone coinvolte nell'analisi dello stato corrente per definire il *Future State*, attività che nel caso in questione viene svolta progressivamente. Infatti, ripercorrere gli step del processo di trasformazione fisica del pezzo ha permesso una discussione sulle azioni che è possibile implementare e uno scambio di idee circa le necessità della Cella Spazio.

Oltre alla definizione dello stato futuro, la VSM fornisce una base per un ulteriore numero di analisi e di strumenti *lean* messi a disposizione dal sistema ACE.

3.1.7 Sequenza dei processi e determinazione delle famiglie

Un ulteriore step in una trasformazione Lean è la determinazione delle famiglie attraverso l'analisi della sequenza delle sue operazioni. Una parte che è stata progettata per la produzione di solito deve essere prodotta segue infatti una sequenza di diverse operazioni. Se due parti condividono un certo numero di attività (di solito almeno l'80% delle operazioni e tempi di processamento simili), è possibile

raggrupparle in famiglie di prodotto. Il valore aggiunto di questa analisi è che nel momento di definire il nuovo standard o il nuovo layout sarà possibile dedicare un certo tipo di spazi, risorse e attrezzature a parti diverse che però verranno considerate come omogenee. Nell'immagine di seguito è presentata la sequenza (non completa) delle attività di processamento dei diversi prodotti della Cella Spazio. A parte le famiglie evidenti ancora prima dell'analisi (i quattro Boitier e le CARB), è stato possibile raggruppare come un singolo prodotto le due valvole della PGD: Fill and Drain e Shut Off Valve.

Process / Part name	EMISSIONE PARTICOLARI	INCISIONE DATI TARGHETTA	SCRITTURAZIONE E SBAVATURA	CONTROLLO CONFIGURAZIONE DETERMINAZIONE QUOTE RILAVORAZIONE	RILAVORAZIONE PARTICOLARI	VERIFICE MONTAGGIO	RILEVAMENTO QUOTE	KEY INSPECTION POINT	CICLATURA	LAVAGGIO	VERIFICA CONFORMITA' S.R.M.	RILEVAMENTO QUOTE	RIMONTAGGIO ASSIEME DISCO	MONTAGGIO PARZIALE	MONTAGGIO VALVOA	MONTAGGIO	TORNITURA	TERMOFORMATURA	MONTAGGIO ELETTRICO	MONTAGGIO MOLLA	CONTROLLO REQUISITI PISTONE	MONTAGGIO FILTRO	CONTROLLO PARTI RIMANENTI	TARATURA	PROVA DI TENUTA	PROVA FUNZIONALE	PROVA PRESSIONE PERDITA	COLLAUDO COPERCHIO	PULITURA
CARB L	2	3						5	6	7								8	9	10	11	12	13	14			15		
CARB F	2	3						5	6	7								8	9	10	11	12	13	14			15		
BEV O	2	3						5	6					8					10				14				15		
BEV B	2	3						5	6					8					10				14				15		
BEV C	2	3						5	6					8					10				14				15		
BEV H	2	3						5	6					8					10				14				15		
PGD	2	3	0.4					5	6							8							13						
EV	2	3	4	6	7	8		9	11			12		15									16	17					
Check Valve	2							4	5	9			6			11							12				7		
Relief	2							4	5	9	14	6											15			10	7		
Regulator	2			9	6	4	1							7									14	5		9			
Pilot	2	3						4	6					8									11	9					
Filter	2							4	5					7									8			14	12		
Fill & Drain	2							4	8			5		10									11			6			
SOV	2							4	8			5		10									11			6			

Figura 11: sequenza operazioni Cella Spazio

3.2 Triplets: uno standard UTC

Una volta ottenute le informazioni sulla realtà corrente, il proseguimento naturale di una *Lean Transformation* è l'analisi e l'organizzazione dei risultati ottenuti tramite alcuni strumenti messi a disposizione per la riorganizzazione di una unità aziendale. Lo standard ACE propone circa una trentina

di metodologie tra cui analisi delle quantità e delle famiglie di prodotto, analisi delle operazioni, dei carichi macchina, dei carichi degli operatori etc.

Quasi tutte queste analisi nascono però in ambito automotive. La Cella Spazio (e in generale il mondo aerospace) presenta tuttavia delle particolarità dati che rendono difficile l'applicazione della maggior parte di questi strumenti:

- La domanda è sostanzialmente unitaria (un singolo *shipset* ogni mese e mezzo).
- Le operazioni sono spesso ripetute solo una volta al mese e sono molto lunghe.
- La Cella è molto piccola in termini di metri quadri.
- Molti processi, disegni e macchinari sono proprietà intellettuale o fisica del cliente, il che ne rende complicato il cambiamento.

Gli standard ACE prevedono comunque almeno tre analisi obbligatorie che vengono definite "Triplets". Durante un'attività di *Lean Transformation* è pertanto richiesto produrre la documentazione relativa ai tre strumenti, utilizzarli per il *Future State* della Cella e presentare questa documentazione ai dipartimenti ACE centrali della United Technologies Aerospace Systems. Questi tre strumenti sono stati in buona parte rimaneggiati per consentirne un utilizzo più concreto ed efficace: lo *Spaghetti Chart*, l'*Operator Load Chart* e lo *Standard Work Combination Sheet*.

3.2.1 Spaghetti Chart

Uno "Spaghetti Chart" è una rappresentazione visiva di una linea che traccia il percorso di un oggetto attraverso un processo di trasformazione. Descrive il flusso, la distanza e il tempo di attesa del trasporto di oggetti nel processo. Può essere usato anche per il mappare il movimento di persone: traccia infatti i modelli di camminata degli operatori nello spostamento avanti e indietro dei materiali tra le attività e le postazioni di lavoro. La linea di flusso continuo consente ai team di processo di identificare le ridondanze nel flusso di lavoro e le opportunità di accelerare lo svolgimento del processo. Lo Spaghetti Chart si utilizza pertanto nella definizione di un nuovo layout che minimizzi i movimenti senza valore aggiunto.

Per quanto riguarda la sua applicazione alla Cella Spazio, lo Spaghetti Chart è stato principalmente utilizzato per ragionare su un flusso di materiali che fosse più tracciabile ed evidente. Il diagramma di seguito è esemplificativo delle movimentazioni di un pezzo durante le attività elencate nella VSM:

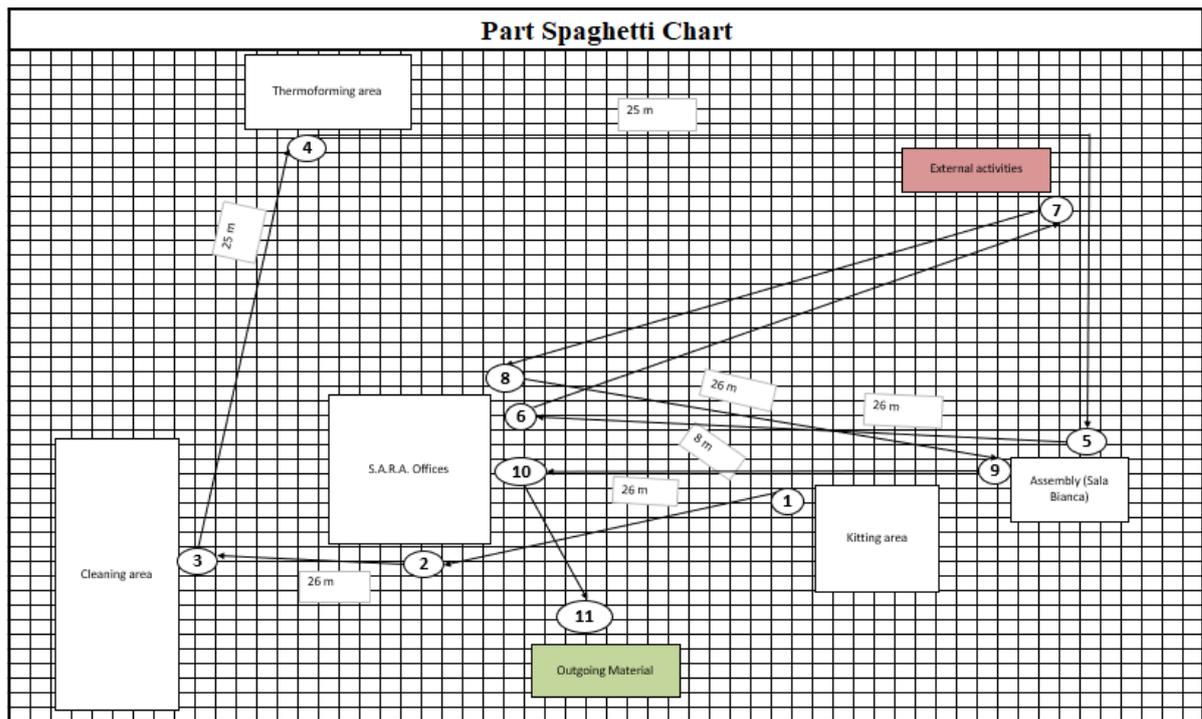


Figura 12: Spaghetti Chart Cella Spazio

3.2.2 Takt Time

Prima di andare nel dettaglio riguardo gli utilizzi delle Time Observations, è opportuno dare una definizione di *Takt Time*. Supponendo che un output sia realizzato un'unità alla volta ad un tasso costante durante il tempo di lavoro netto disponibile, il Takt Time è il tempo che deve trascorrere tra due completamenti di unità consecutivi per soddisfare la domanda. Ossia:

$$T = \frac{T_a}{D}$$

dove

- T = Takt time.
- T_a = Tempo netto disponibile per il lavoro, (ad es. orario di lavoro per periodo)
- D = Demand (domanda del cliente), ad es. [unità richieste per periodo]

Per quanto riguarda la Cella Spazio, è risultato necessario un adattamento del concetto di Takt Time. Dal momento che ci sono 9 consegne su di un singolo output su base annuale (7 più 2 per test di ingegneria e altri progetti), si è preferito calcolare il quantitativo di ore lavorative disponibili per un singolo operatore in un anno e dividerle per 9 consegne:

$$\frac{1556}{9} = 172,889$$

Da questo Takt Time, considerando una giornata lavorativa di 6,5 ore in media, si è visto che circa ogni 26,6 giorni lavorativi era necessario consegnare uno *shipset* completo composto da un Set Stadio e da un Set Motore.

3.2.3 Operator Load Chart

L'Operator Load Chart (grafico di carico dell'operatore) è una rappresentazione visiva del carico di lavoro (Work Content) utilizzata per due scopi principali:

- Comprendere la capacità di un processo di soddisfare la domanda del cliente
- Valutare la distribuzione del lavoro nel processo

Il grafico è composto da due elementi. La linea orizzontale rappresenta il ritmo della domanda dei clienti sotto forma di Takt Time. Il secondo insieme di elementi nel Load Chart sono le barre verticali che rappresentano il tempo di ciclo di ciascun operatore nel processo.

Se una barra dell'operatore sale sopra la linea Takt, ciò significa che l'operatore non è in grado di completare quell'attività entro il tempo richiesto ed è necessaria una redistribuzione del carico di lavoro. La barra più alta nel Load Chart è il collo di bottiglia nel processo. Se una barra si trova troppo al di sotto della linea Takt, allora il processo genera un eccesso di inventario o rimane inattivo di tanto in tanto. L'obiettivo è chiaramente quello di garantire che tutti i passaggi del processo siano entro il Takt e che tutte le barre si trovino appena sotto la linea. Nello scenario ottimale, non vi è alcun collo di bottiglia interno così come non c'è un'inattività prolungata di un operatore.

Nel mondo automotive (o in altri settori molto standardizzati) l'Operator Load Chart viene impiegato per definire i minuti o a volta i secondi. Nella Cella Spazio, data la particolarità dell'attività, si è preferito utilizzarlo su base mensile, per vedere se ci fossero degli squilibri nell'allocazione dei compiti. Per effettuare questa analisi, il punto di partenza è stato decidere quanto carico di lavoro fosse allocato su un singolo *shipset*. Il risultato finale è stato di circa 1079 ore. Si è successivamente passato a dare dei pesi ai compiti dei singoli operatori sulla base della quantità di lavoro che ciascun operatore dedicava a ciascuna tipologia di attività. Le tipologie considerate sono:

- Warehouse: attività di magazzino che includono emissione fisica delle parti, preparazione dei kit e scarico e prelievo dei materiali su SAP
- Assembly: attività di montaggio finale vero e proprio

- Waiting time: tempo macchina (nel caso specifico tempo della macchina per il lavaggio e per il forno)
- Checks: qualunque tipo di controllo visivo, dimensionale, controllo elettrico o di pressione.
- Preassemblies: attività di lavorazione (lappature, sbavature etc.) e montaggi parziali di sotto-componenti delle valvole
- S.A.R.A.: un acronimo che indica tutte le attività di certificazione.

L'allocazione dei compiti ottenuta è presentata di seguito:

	WAREHOUSE	ASSEMBLY	WAITING TIME	CHECKS	PREASSEMBLIES	S.A.R.A.
OP1	0,2	0,29	0,25	0,25	0,1	0,2
OP2	0,4	0,13	0,25	0,33	0,1	0,8
OP3	0,2	0,29	0,25	0,33	0,3	
OP4	0,2	0,29	0,25	0,09	0,5	
S.A.R.A. 1						0,5
S.A.R.A. 2						0,5

Tabella 4: Skill Matrix Cella Spazio

La somma dei pesi di ogni colonna è pertanto 1, eccezion fatta per le attività di certificazione S.A.R.A. dove si è preferito allocare la totalità delle ore ai due ispettori deputati anche se una parte delle attività sono fatte dagli operatori di montaggio. Va anche notato che al conteggio della disponibilità di ore va aggiunto il lavoro del supervisore, che per contratto è tenuto a dedicare metà delle sue ore ad attività di montaggio.

Il dettaglio delle ore su ogni singola attività e su ogni singolo operatore è invece:

	WAREHOUSE	ASSEMBLY	WAITING TIME	CHECKS	PREASSEMBLIES	S.A.R.A.	TOT
	207,50	143,30	76,23	149,25	173,40	330,00	1079,68
OP1	62,25	41,56	19,06	37,31	17,34		
OP2	83,00	18,63	19,06	49,25	17,34		
OP3	41,50	41,56	19,06	49,25	52,02		
OP4	20,75	41,56	19,06	13,43	86,70		
S.A.R.A. 1						165,000	
S.A.R.A. 2						165,000	

Tabella 5: tempi Cella Spazio

Queste informazioni, unite al Takt Time, forniscono il numero di operatori ottimale per il completamento delle attività di produzione:

$$\text{Numero degli operatori} = \frac{\text{Somma dei tempi di ciclo individuali}}{\text{Takt Time}} = \frac{1079}{172,889} = 6,241$$

Il dato ottenuto, confrontato con i sei operatori dedicati alla cella, è giustificato dal fatto che il Supervisore è tenuto da contratto a dedicare metà del proprio tempo lavorativo alle attività di

montaggio. Un altro fattore da tenere in considerazione è che parte del lavoro può essere svolto da risorse esterne alla Cella Spazio. Ad ogni modo, il grafico mostra che gli operatori sono saturi per il 96% del loro tempo, mentre l'obiettivo teorico di applicazione dell'Operator Load Chart prevede che gli operatori siano saturati al 92% del loro tempo.

L'Operator Load Chart, basato sui dati presentati sopra, è esemplificato di seguito. Come detto precedentemente, la riga orizzontale descrive il Takt Time mentre le barre verticali descrivono il Work Content, ossia il quantitativo di lavoro.

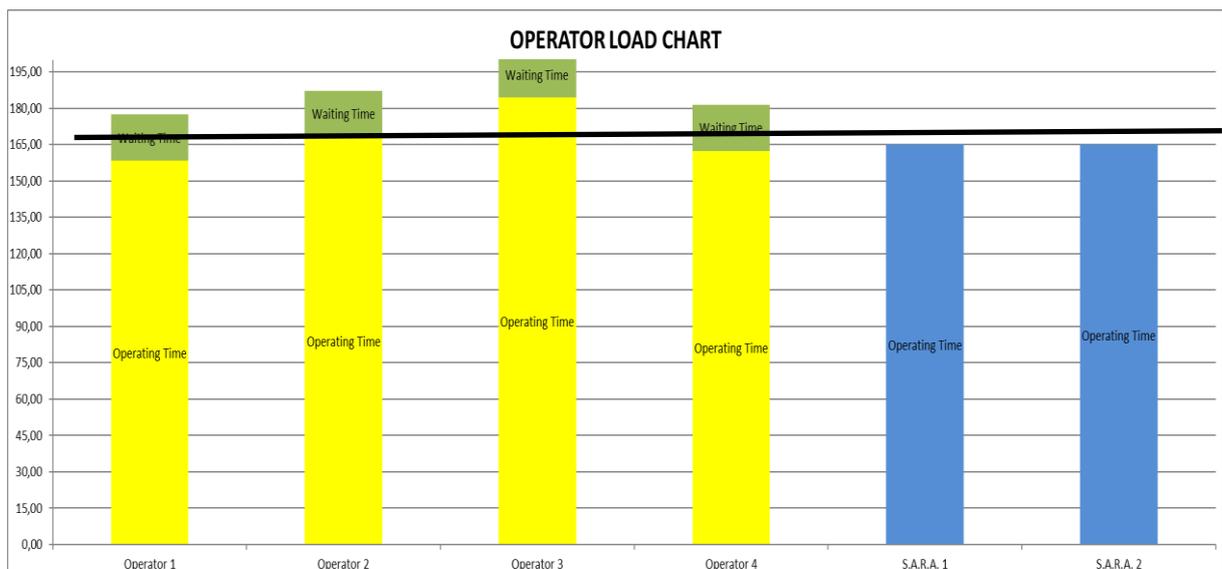


Figura 13: Operator Load Chart

I dati e i grafici presentati in queste pagine mostrano diverse indicazioni. Innanzitutto, le attività di controllo visivo e certificazione sono quasi pari alle attività di montaggio in termini di ore, mostrando un'inefficienza dei compiti di supporto senza valore aggiunto rispetto alle attività di trasformazione vera e propria del pezzo. L'altra indicazione è su un leggero squilibrio del carico di lavoro degli operatori.

3.2.4 Standard Work

In una linea di produzione moderna la definizione di un lavoro standard è fondamentale. Senza di esso, le potenzialità per il miglioramento sono limitate perché lo standard è anche legato al concetto di una continuità di flusso, la quale permette la riduzione di sprechi quali la sovra-produzione, le rilavorazioni, i trasporti etc. Il fondatore del Toyota Production System Taiichi Ohno sosteneva infatti che senza uno standard non ci potesse essere *kaizen*¹¹. In altre parole, se fai sempre le cose in modo diverso senza

¹¹ Ohno's Method (2002), Robert W. Hall, Association for Manufacturing Excellence

accettare una prassi, sarà quasi impossibile per chiunque riuscire a migliorare un processo in modo sostenibile. In questo senso, un altro aspetto importante della standardizzazione è che gli standard devono essere migliorati: gli standard non sono manette ma bensì il punto di partenza per il miglioramento continuo.

Un'idea spesso fraintesa è che gli standard sono assoluti e immutabili. In effetti, gli standard devono essere continuamente aggiornati e migliorati. La maggior parte di noi vive e beneficia della standardizzazione nella nostra vita quotidiana: un esempio di standardizzazione è il segnale di stop rosso. La sua forma e il colore sono familiari alle persone di tutto il mondo, rendendo possibile a chiunque di sapere cosa fare quando vedono il segno. Gli standard di questo tipo sono stabiliti dalle leggi sul traffico per servire allo scopo superiore di mantenere le persone al sicuro. Tuttavia, questi tipi di standard sono aggiustati o migliorati quando le persone si rendono conto che la posizione o il colore del segno devono essere cambiati per essere più visibili.

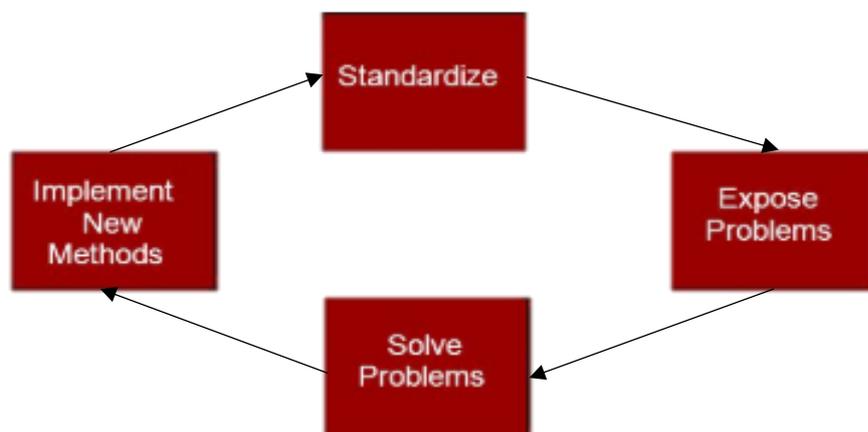


Figura 14: ciclo dello Standard Work

Per questo lo standard viene considerato come un processo iterativo che permette l'individuazione e la risoluzione di problemi. Se un processo devia dalla norma, grazie allo standard è possibile averne un'evidenza visiva e correggere il trend. Il procedimento è in quattro step e segue pressappoco lo stesso ciclo del Plan Do Check Act:

- Il primo step è studiare le procedure correnti e standardizzarle
- Successivamente, lo standard evidenzierà dei problemi (parti mancanti, ritardi dei fornitori, rilavorazioni etc.)
- Risoluzione dei problemi (o revisione dello standard con un suo allineamento alla realtà corrente)
- Implementazione dei nuovi metodi dopo la revisione dello standard

A questo punto il ciclo ricomincia dal primo. Non si tratta di un “decreto” una tantum che stabilisce la rotta e da lì si procederà ma è piuttosto un ciclo di miglioramento continuo teso ad allineare la pratica alla teoria. Questa successione di azioni e controllo delle stesse è fondamentale nella definizione dello Standard presentato al capitolo 3.

3.2.4.1 Criticità dello Standard Work

“Non importa quanto grandi siano i principi di un manuale, esso non ha valore se non può essere applicato nella pratica. Non viviamo in una torre d'avorio. Il lavoro non può mai essere standardizzato basandosi solo sulle tue idee e richieste senza convalidare i fatti in officina. Concentrati su un problema alla volta e cerca di ottenere un miglioramento continuo indipendentemente da quanto piccolo possa essere. È così che puoi raccogliere indizi utili su quale dovrebbe essere il lavoro standard¹²”. Taiichi Ohno

Nel settore automotive, così come in tutte le industrie ad alti volumi, la definizione di uno standard è legata principalmente all’efficienza produttiva: un operatore deve garantire un output di X pezzi al giorno e quella è la sua pietra di paragone.

Nel settore aerospace, lo standard è legato anche al concetto della qualità e della minimizzazione degli scarti. Un mantra che viene spesso ripetuto è che, nel settore aerospaziale, la fantasia viene premiata fino ad un certo punto.

La difficoltà, nel settore aerospaziale più che in altri, è però quella di definire uno standard che sia possibile seguire e che non rimanga soltanto sulla carta. La realtà di una linea è infatti che molto spesso non si può applicare la norma per via di mancanze di pezzi, fermi macchina, difetti di qualità ed altre problematiche. Per questo è fondamentale che il processo venga studiato secondo un’ottica ciclica ed iterativa come quella del PDCA.

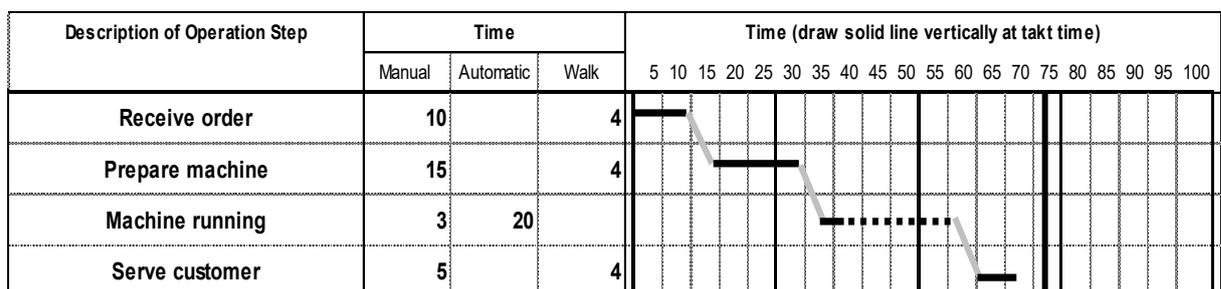


Figura 15: Standard Work Combination Sheet

¹² <http://www.shmula.com/taiichi-ohno-standard-work-must-be-practical/9479/>

3.2.5 *Standard Work Combination Sheet*

L'applicazione di questi principi si vede nello *Standard Work Combination Sheet*: si tratta di un documento che mostra in una sequenza la combinazione di tempo di lavoro manuale, tempo di movimentazione e tempo di processamento della macchina per ciascuna operazione in una sequenza di produzione. Il SWCS divide l'operazione nei suoi step, poi assegna un tempo a ciascuno dei tre fattori citati in precedenza e mostra se è possibile soddisfare la domanda del cliente paragonando il tempo totale con il Takt Time. Ad esempio, per preparazione di una tazza di caffè:

Le linee nere rappresentano il lavoro manuale, le linee grigie sono il tempo di camminata tra un'operazione e l'altra, la linea tratteggiata è il tempo di macchina e la riga verticale in corrispondenza di 75 è la riga del Takt Time. Lo SWCS di queste semplici operazioni indica che il processo è in grado di soddisfare la domanda del cliente in quanto la somma delle varie operazioni si trova alla sinistra della linea del Takt Time.

4 Implementazione del cambiamento

Dall'attività preliminare di documentazione della realtà sono emersi un certo numero di progetti legati al miglioramento continuo nella direzione di risultati differenti. In questo senso, le osservazioni sui tempi hanno costituito un serbatoio di opportunità di miglioramento. Altre possibilità sono state discusse e valutate grazie ai suggerimenti alle funzioni di supporto e agli operatori della cella. Gli obiettivi principali dei progetti legati alla trasformazione snella sono i seguenti:

- Riduzione dei tempi di processamento grazie ad automazione, definizione di uno standard di produzione, snellimento dei cicli, acquisto di nuove attrezzature e duplicazione di quelle già esistenti.
- Riduzione del lead time con lo spostamento di alcuni test critici dallo stabilimento di Luserna a quello di Torino.
- Minimizzazione degli scarti collegata a progetti di revisione dei disegni, dei cicli e delle pratiche di montaggio.
- Controllo visivo di processo con introduzione di schermi ed un'augmentata visibilità grazie al nuovo layout.
- Rinnovamento estetico della cella.

I diversi progetti sono poi stati valutati secondo un ordine di importanza e le responsabilità sono state ripartite tra le varie funzioni della cella (direzione tecnica, qualità, IT, etc.). Dalle stime sull'impatto dei progetti è stata valutata una riduzione di circa 130 ore in termini di quantitativo di lavoro per la realizzazione di uno shipset. Inoltre, altri progetti evidenziati hanno un impatto sulla qualità e sul tempo di attraversamento dei prodotti.

Dei progetti individuati, alcuni comportano un lavoro molto lungo e benefici a lungo termine. È il caso della definizione di uno standard di produzione mensile, per cui il tempo stimato di implementazione è di almeno un anno. Altri, elencati nelle prossime pagine, sono stati realizzati in poco tempo e con un costo poco significativo.

4.1 Prioritizzazione dei progetti

Nella tabella di seguito è presentato l'elenco dei progetti con i loro relativi impatti, il loro costo e il tempo stimato per la realizzazione dello stesso.

N.	Progetto	IMPATTO	RISORSE	TEMPO
1	Ispezione visiva prima dell'immagazzinamento	4	3	4
2	Realizzazione di nuovi kit e introduzione di lettori di codice a barre	4	5	4
3	Definizione di un nuovo standard di lavoro su base mensile	5	5	5
4	"Quick wins" ¹³	1	1	1
5	Duplicazione/rinnovamento attrezzi	2	2	4
6	Introduzione del software Solumina ¹⁴	5	5	5
7	Duplicazione attrezzi per termoformatura	2	2	3
8	Automazione del meccanismo di raccolta misure durante il montaggio	2	3	3
9	Rimozione attività/machine esterne alla Cella	2	3	4
10	Automazione della macchina per il lavaggio	3	3	4
11	Snellimento di alcuni cicli con rimozione di operazioni superflue	4	3	4

Tabella 6: progetti di trasformazione

Con un grafico a bolle è poi possibile visualizzare graficamente la tabella. In ordinata si trova l'impatto, in ascissa il tempo necessario al completamento e le risorse sono rappresentate dalla grandezza delle bolle. La legenda associa i colori al progetto.

¹³ Questa dicitura include diverse opportunità brevemente descritte al capitolo 3.2

¹⁴ Per una introduzione a Solumina si rimanda al capitolo 4

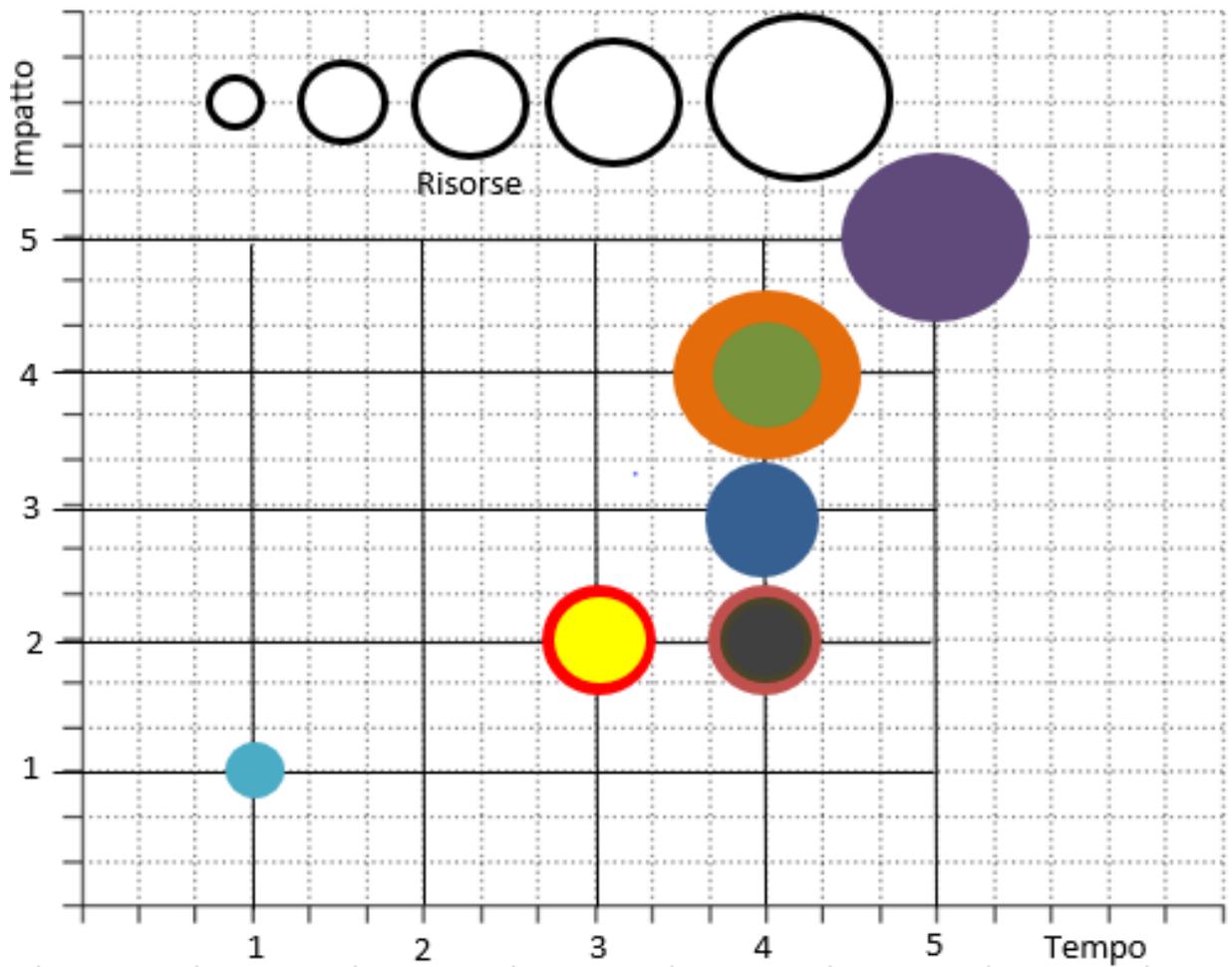


Figura 16: prioritizzazione dei progetti

Legenda:



L'idea di questo grafico è quella di visualizzare su quali progetti è necessario focalizzarsi e quali cominciare per prima. Il grafico presentato, per semplicità, rappresenta la versione definitiva del brainstorming effettuato durante l'attività di prioritizzazione dei progetti. La versione iniziale comprendeva altre opportunità che sono state ritenute non interessanti. Tutti i progetti elencati sono pertanto stati presi in considerazione e per ognuno è stato definito un piano d'azione.

4.2 “Quick Wins”

Una “quick win” è un miglioramento visibile che ha un vantaggio immediato e può essere conseguito rapidamente dopo l'inizio del progetto.

Le quick wins non deve essere profonde o avere un impatto a lungo termine sull'organizzazione ma devono essere qualcosa su cui tutte le parti interessate sono d'accordo. Possono essere facilmente individuate durante l'analisi dei processi aziendali e spesso è possibile identificare quick wins semplicemente chiedendo alle parti interessate se hanno qualche raccomandazione su cose che potrebbero portare benefici immediati.

Mentre progetti più lunghi (come lo Standard Work e il nuovo layout) procedevano, ci si è parzialmente concentrati su alcune quick wins che avessero risultati visibili in termini di tempo risparmiato o continuità di flusso.

Di seguito un elenco di progetti individuati durante la documentazione della realtà che sono stati rapidamente implementati:

- Test di continuità sui BEV. La situazione precedente si svolgeva così: l'operatore 1 assemblava il pezzo (2 ore circa), aspettava l'addetta al cablaggio (altre 2 ore) e insieme aspettavano l'operatore 2 addetto al test di continuità.
Si è preferito pertanto che l'addetta al cablaggio fosse anche incaricata del test di continuità, in modo da risparmiare il tempo di attesa a due persone.
- Imbustaggi sottovuoto. La maggior parte dei componenti dello spazio vengono imbustati sottovuoto per evitare contaminazione o contatti metallo su metallo.
Questa pratica veniva fatta anche laddove non era necessario: è stata pertanto rimossa da molti cicli.
- Cicli di lavaggio. Molti componenti venivano lavati prima della messa a magazzino e immediatamente dopo il prelievo da magazzino.
Nella maggior parte dei casi in cui questo succedeva è stato rimosso dal ciclo il lavaggio dopo il prelievo da magazzino.
- Piantaggi caldo/freddo. Sulle piastre vengono piantati degli inserti e questa operazione è agevolata dall'immersione degli inserti in un bagno di azoto liquido (per farli restringere) e del posizionamento delle piastre in un forno (per farle dilatare). Questa operazione implicava il prelievo di un serbatoio di azoto liquido in un altro stabile e il trasporto del serbatoio nella cella.

Il procedimento è stato agevolato posizionando un buffer di azoto liquido all'interno del nuovo layout.

Complessivamente, è stato stimato nella fase di ridefinizione della Cella che queste piccole "quick wins" hanno comportato un risparmio in termini di tempo di circa 20 ore su ogni shipset.

4.3 Riduzione del Lead Time

La riduzione dei Lead Time è un punto focale per un'industria complessa come quella aerospaziale, che spesso si trova a gestire centinaia di componenti allo stesso tempo per produrre un singolo output. I principali vantaggi della riduzione dei tempi di consegna sono:

- Costi di trasporto ridotti
- Rifornimento più rapido delle scorte
- Rispetto delle scadenze in modo coerente e semplice

Nella Cella Spazio il Lead Time è un problema particolarmente pressante per via della quantità di rilavorazioni, collaudi e trattamenti speciali che sottopongono ogni singolo componente ad innumerevoli spostamenti con i relativi tempi di attesa in ogni reparto.

Nel caso preso in esame, la riduzione del Lead Time si configura allora come una semplificazione (ad esempio con la rimozione di operazioni superflue) od una linearizzazione dei cicli (ad esempio uno spostamento di attività e operazioni vicino alla Cella).

Il progetto di riduzione dei Lead Time più importante per la Cella Spazio è stato quello di spostamento del collaudo funzionale delle elettrovalvole all'interno da Luserna allo stabilimento di Torino all'interno del nuovo layout. Le elettrovalvole sono infatti il componente con il Lead Time più lungo dello shipset e la riduzione di questo ha un impatto significativo sui tempi di consegna.

Questo è un caso di linearizzazione di un ciclo, in modo da avvicinare le operazioni e rimuovere uno spostamento di diverse ore e diversi chilometri ogni volta.

Un altro punto su cui si agisce per la riduzione del Lead Time è il lavoro con i fornitori, al fine di verticalizzare ed esternalizzare alcune operazioni. All'interno dello stabilimento Microtecnica di Torino ci sono diversi progetti di verticalizzazione di diverse operazioni.

Nel caso della Cella Spazio si è deciso di delegare alcune misurazioni a fornitori laddove si prendeva una misura del componente appena dopo lavorazioni esterne all'azienda. Il progetto permette inoltre

di riservare un'operazione delicata (come il rilevamento di quote) a personale con attrezzatura migliore e più esperienza per svolgerla.

L'altro progetto importante è il miglioramento della comunicazione. Un passo importante in vista di ciò è l'implementazione di un Milkrun, ossia un rifornimento costante (secondo una cadenza predefinita e studiata con le varie funzioni aziendali) di determinati pezzi da e verso un reparto. La logica è che un sistema di movimentazione o un operatore vengono dedicati alla mansione di rifornire regolarmente la stazione più a valle del processo produttivo, in modo da spostare quanto più possibile la mansione del rifornimento dalla produzione alla logistica.

4.4 Layout orientato al processo e orientato al prodotto

Una tipica fabbrica funziona così:

- I meccanismi di trasporto (nastri trasportatori, muletti o persone fisiche) portano i materiali tra reparti diversi
- I reparti processano i materiali per realizzare i prodotti
- I punti di ispezione assicurano la qualità dei prodotti

Queste tre funzioni aziendali sono separate e gli addetti a ciascuna di esse si focalizzano sul proprio lavoro. I problemi spesso sono causati da una mancanza di coordinazione e dalla tendenza delle persone a focalizzarsi sulle proprie attività individuali.

Per eliminare lo spreco, la filosofia Lean spinge i manager a guardare la totalità delle attività di produzione. Per questo, il principio di fondo nella realizzazione di un nuovo impianto Lean è quello di passare da un *layout orientato al processo* ad un *layout orientato al prodotto*, riducendo gli spazi che intercorrono tra tutte le risorse produttive (macchine oppure operatori) dedicate ad un singolo prodotto.

- Un layout per prodotto raggruppa le diverse workstation in base ai prodotti su cui lavorano. Le workstation in un layout orientato al prodotto possono trasferire rapidamente piccoli lotti di semilavorati direttamente alla stazione successiva di una linea di produzione.



Figura 17: layout per prodotto

- Un layout orientato al processo raggruppa le workstation in base alle attività eseguite, indipendentemente dai prodotti su cui ogni workstation sta lavorando. Le stazioni di lavoro producono volumi di produzione più elevati alla volta prima di inviare alla rinfusa i semilavorati alla zona successiva, che può trovarsi nella stessa struttura o molto lontano.

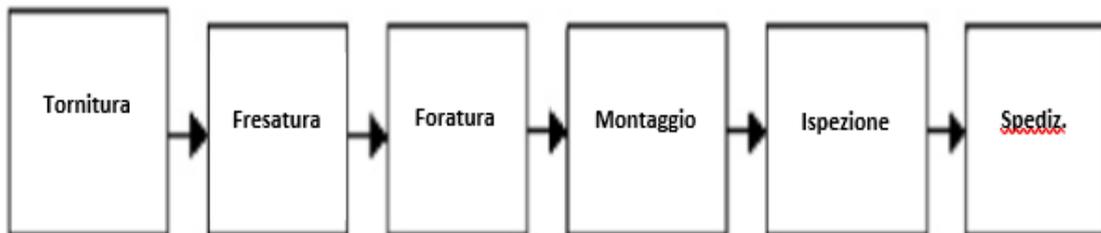


Figura 18: layout per processo

Entrambi hanno i loro vantaggi e svantaggi:

- I layout orientati al processo sono progettati per aumentare le economie di scala, consentendo ai singoli processi di funzionare in modo più efficiente mettendo in comune le risorse.
- I layout orientati al prodotto possono essere l'ideale quando si costruiscono beni a basso volume che richiedono una buona comunicazione tra i lavoratori di diverse stazioni.

Tuttavia, che si tratti di un prodotto molto complesso ad alti volumi o molto semplice a bassi volumi, nella pratica Lean si cerca sempre di dedicare tutte le risorse ad un prodotto più che dividerle secondo i rispettivi processi.

4.5 Checklist per il layout

Il concetto di flusso costante è il punto più importante della produzione snella. Per questo il layout è al centro di un processo di ottimizzazione secondo i principi Lean:

Per ottenere un flusso ottimale di materiali e persone:

- Si organizzano le fasi del processo in un ordine naturale
- Si collegano i passaggi del processo per ridurre al minimo il tempo di ciclo e la distanza di viaggio,
- Si eliminano i punti di incrocio tra le operazioni (grazie all'analisi dello Spaghetti Chart)
- Si simula un processo di flusso continuo mettendo i clienti interni e i fornitori uno accanto all'altro

Nella definizione di un nuovo layout si cerca di tenere a mente queste considerazioni:

- **Famiglie di prodotti**

Una delle prime sfide nel dislocare le macchine e i banchi lungo la superficie è determinare quante linee realizzare, nell'ottica di averne una per ogni famiglia di prodotto¹⁵. Una linea dedicata che produca un solo prodotto è fattibile solo quando il volume del prodotto richiede l'intera capacità della linea. È questo il caso della Cella Spazio, dove si può definire un solo end item lungo l'arco del mese.

- **Matrice Processo – Prodotto**

Nella definizione del layout una considerazione preliminare è il posizionamento del business nella matrice prodotto – processo, ossia nella sua relazione mix produttivo/volumi di produzione.

Naturalmente la Cella Spazio si posiziona nell'angolo sinistro alto, dati i suoi bassi volumi e la sua poca standardizzazione.

¹⁵ Una famiglia è un gruppo di prodotti che passa attraverso gli stessi passi produttivi e attraverso le stesse attrezzature nei processi a valle.

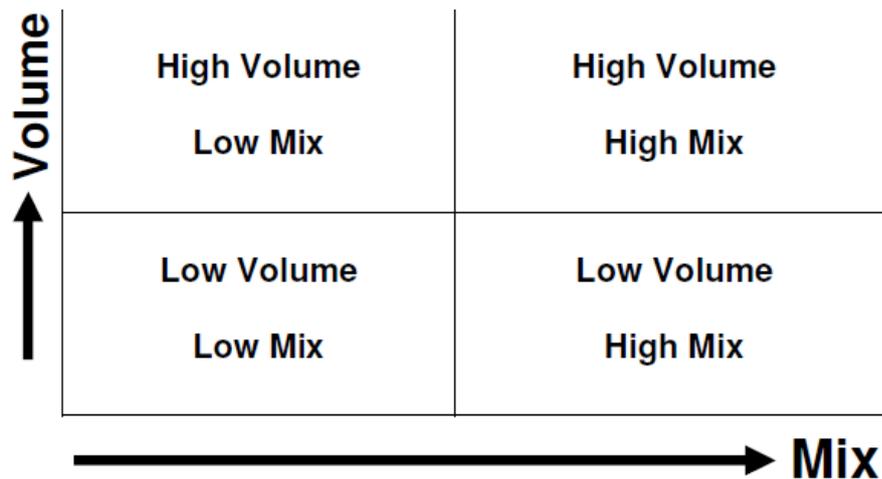


Figura 19: Matrice Volume/Mix Produttivo

- **Uso di attrezzature e risorse condivise**

Se due o più linee di lavoro condividono un pezzo comune di equipaggiamento o risorsa, il layout di tali processi deve includere un facile accesso a tale apparecchiatura o servizio condiviso.

Le apparecchiature condivise presentano sfide che vanno al di là del layout e dei problemi di localizzazione. Per esempio, un operatore potrebbe dover aspettare la fine di un altro (che potenzialmente stia compiendo un'attività molto lunga in termini di ore) per poter accedere ad una determinata apparecchiatura.

Nel layout della Cella Spazio si è cercato di fornire ogni stazione di lavoro con un equipaggiamento standard (cacciaviti, chiavi etc.) dedicato al singolo banco. Le attrezzature condivise sono state invece disposte in modo da essere facilmente accessibili a diversi operatori che lavorino in parallelo.

- **Uso e ruolo delle celle di alimentazione**

Quando si pianifica il layout di un flusso di lavoro di processo che coinvolge un assemblaggio complesso è importante definire anche la disposizione delle celle che "alimentano" quella dedicata al montaggio finale con sotto-assiemi e semilavorati.

Per i sotto-assiemi delle valvole dell'Ariane è pertanto stata dedicata una stanza attigua a quella della Sala Bianca.

- **Vantaggi e svantaggi delle configurazioni**

Diverse configurazioni di layout presentano diversi vantaggi o svantaggi. Ad esempio, il layout a forma di U è forse la configurazione di flusso più comune da implementare. Consente infatti di disporre la cella di lavoro utilizzando un ingombro piuttosto ridotto. Al contrario, una linea retta (o un flusso a forma di I) è spesso il modello di flusso migliore per edifici lunghi e stretti. Le configurazioni di flusso a forma di L possono funzionare meglio per edifici di forma quadrata.

- **Vincoli fisici**

La forma del layout utilizzata per un dato flusso di lavoro sarà probabilmente una funzione dei vincoli della struttura e della disposizione delle altre Celle piuttosto che un requisito pressante per il modello di linea voluto.

Le considerazioni sul flusso di processo, i vincoli fisici del sito e l'ubicazione dei reparti ausiliari svolgono tutti un ruolo nel determinare il modello di flusso dell'intera struttura e le posizioni del layout. La posizione dello stabilimento Microtecnica (a due passi dal centro di Torino) rende particolarmente pressanti i vincoli di spazio.

- **Posizione dei punti di entrata e di uscita**

I punti di ingresso e di uscita, in particolare l'ubicazione delle banchine di ricezione e di spedizione, svolgono un ruolo significativo sia nella forma del layout che nel posizionamento delle varie linee di lavoro.

È stato pertanto disposta una zona con una scaffalatura per i prodotti in transito da e per l'officina meccanica accanto alle porte.

- **Altezza dell'edificio e carico del pavimento**

L'altezza dell'edificio è un fattore importante di limitazione per l'individuazione dei flussi di lavoro all'interno della struttura. Ovviamente, i processi che richiedono uno spazio elevato devono essere considerati prioritari per il posizionamento nella sezione alta della struttura e le attrezzature pesanti non possono essere collocate in aree non classificate per il carico.

La struttura dello stabilimento Microtecnica ha presentato ulteriori limiti alla realizzazione delle soluzioni volute in quanto, per questioni strutturali, le attrezzature pesanti dovevano essere messe sul perimetro dell'edificio.

- **Posizione di utilità, strutture e accesso per la manutenzione**

Prima di selezionare un layout specifico per un flusso di lavoro è bene confermare che strutture ausiliarie siano disponibili per la soluzione pianificata.

Nel caso specifico si tratta soprattutto dell'officina meccanica ed altri reparti aziendali come quello dei processi speciali. Parte delle attività del nuovo layout hanno infatti incluso anche altri reparti. Ad esempio alcune macchine sono state spostate dalla Cella Spazio ad altri locali come quelli dell'officina o dell'MRO.

4.6 Layout Cella Spazio

Nella definizione del nuovo layout della Cella Spazio sono stati tenuti in conto i principi ACE. Dati i bassi volumi di produzione e la dimensione molto contenuta del reparto (qualche centinaio di metri quadri di estensione), il layout è sempre stato un fattore poco influente per quanto riguarda inefficienze di flusso o sprechi.

Piuttosto, con la definizione del nuovo layout, si è cercato di valorizzare il carattere di unicità della Cella rispetto alle altre unità aziendali concentrandosi su cose come la visibilità, la pulizia, l'ergonomia e la fluidità delle operazioni. Inoltre, si è cercato di avere le macchine necessarie dedicate ai soli prodotti spazio, mentre precedentemente i forni e le macchine per il lavaggio erano condivisi.

In figura 19 viene presentata un'immagine del layout come si presentava all'inizio della trasformazione.

Partendo da questo layout è stato possibile ragionare su concetti come flusso del materiale, disposizione dei banchi per agevolare le attività degli operatori ed un miglioramento in termini di visibilità e trasparenza della produzione.

4.6.1 Vincoli e considerazioni

Nel nuovo layout sono stati presi in considerazione i seguenti punti:

- Impossibilità di spostare la Sala Bianca e l'impianto di Lavaggio (per via dei costi proibitivi e dei vincoli dell'edificio)
- Presenza di un nuovo banco per il test delle elettrovalvole: precedentemente il test era realizzato a Luserna ma grazie ad accordi con l'ArianeGroup verrà realizzato un nuovo banco di test nello stabilimento di Torino
- Spostamento di macchine: una macchina per il lavaggio in dotazione al reparto MRO ma ubicate nella Cella Spazio e una lappatrice dell'officina verranno riposizionate nei loro reparti di appartenenza
- Nel nuovo layout verrà posizionato un serbatoio di azoto liquido per evitare spostamenti tra reparti per recuperarlo all'occorrenza

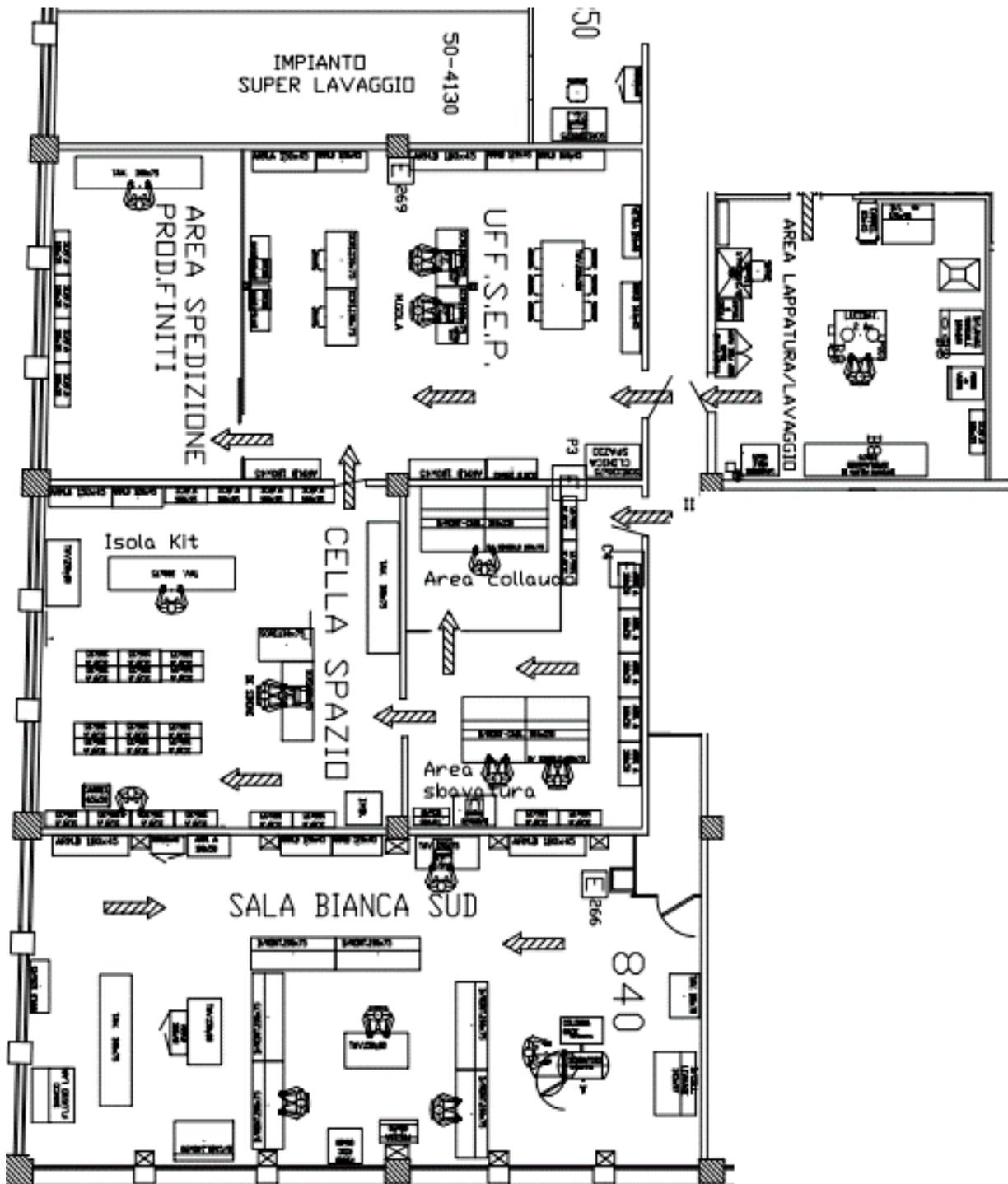


Figura 20: vecchio layout Cella Spazio

4.6.2 Metodologia 3P

Nel mondo lean il metodo "3P" (processo di preparazione alla produzione) è un metodo per la simulazione di un processo di produzione.

L'obiettivo è sviluppare un processo o un prodotto che soddisfi le esigenze dei clienti per minimizzare gli errori al momento della realizzazione del prototipo o del nuovo impianto. In sostanza, comporta la

realizzazione di simulazioni in diversi materiali (ad esempio cartone o polimeri) di prodotti, impianti o processi di produzione.

Per la realizzazione del layout della Cella Spazio ne è stata riprodotta la planimetria con del nastro adesivo sul pavimento, allo scopo di visualizzare esattamente gli spazi di ogni oggetto all'interno del reparto.

4.6.3 Nuovo layout Cella Spazio

Nella figura 20 di seguito è presentato uno schizzo del nuovo layout della Cella Spazio. Come definito precedentemente, ai lati si trovano la Sala Lavaggio (dx) e la Sala Bianca (sx) con i nuovi banchi e il banco di collaudo per le elettrovalvole.

In questa immagine non sono invece presi in considerazione il magazzino ed il laboratorio dedicato ai trattamenti termici. Inoltre, è stato dedicato un piccolo spazio ad una attività del reparto MRO all'interno della Sala Bianca.

La posizione dei banchi e delle stanze è stata segnalata mentre le frecce rosse descrivono il "flusso" del materiale evidenziato grazie allo Spaghetti Chart descritto in precedenza.

Il nuovo layout include:

- Una riduzione del 33% dello Spaghetti Chart ed una distribuzione più lineare dei flussi di materiale.
- Un'ottimizzazione degli spazi (con la rimozione di pareti e corridoi in eccesso) per favorire lo sviluppo in ampiezza di aree già esistenti, come il banco dedicato alla realizzazione di kit, od aree nuove come il banco dedicato al collaudo delle elettrovalvole.
- Sistemi di gestione visiva (discussa nel capitolo successivo) per la visualizzazione delle metriche chiave e dell'andamento di produzione, oltre ad una sala per il controllo della cella e per le riunioni delle funzioni di supporto.
- Una maggiore attenzione all'ergonomia della movimentazione dei pezzi.

Una parte delle risorse sono state dedicate riorganizzazione del magazzino con zone riservate a particolari tipologie di prodotti e zone di ingresso ed uscita del materiale più accessibili. Inoltre, un sovradimensionamento dello stesso in previsione dei volumi maggiorati del programma Ariane 6.

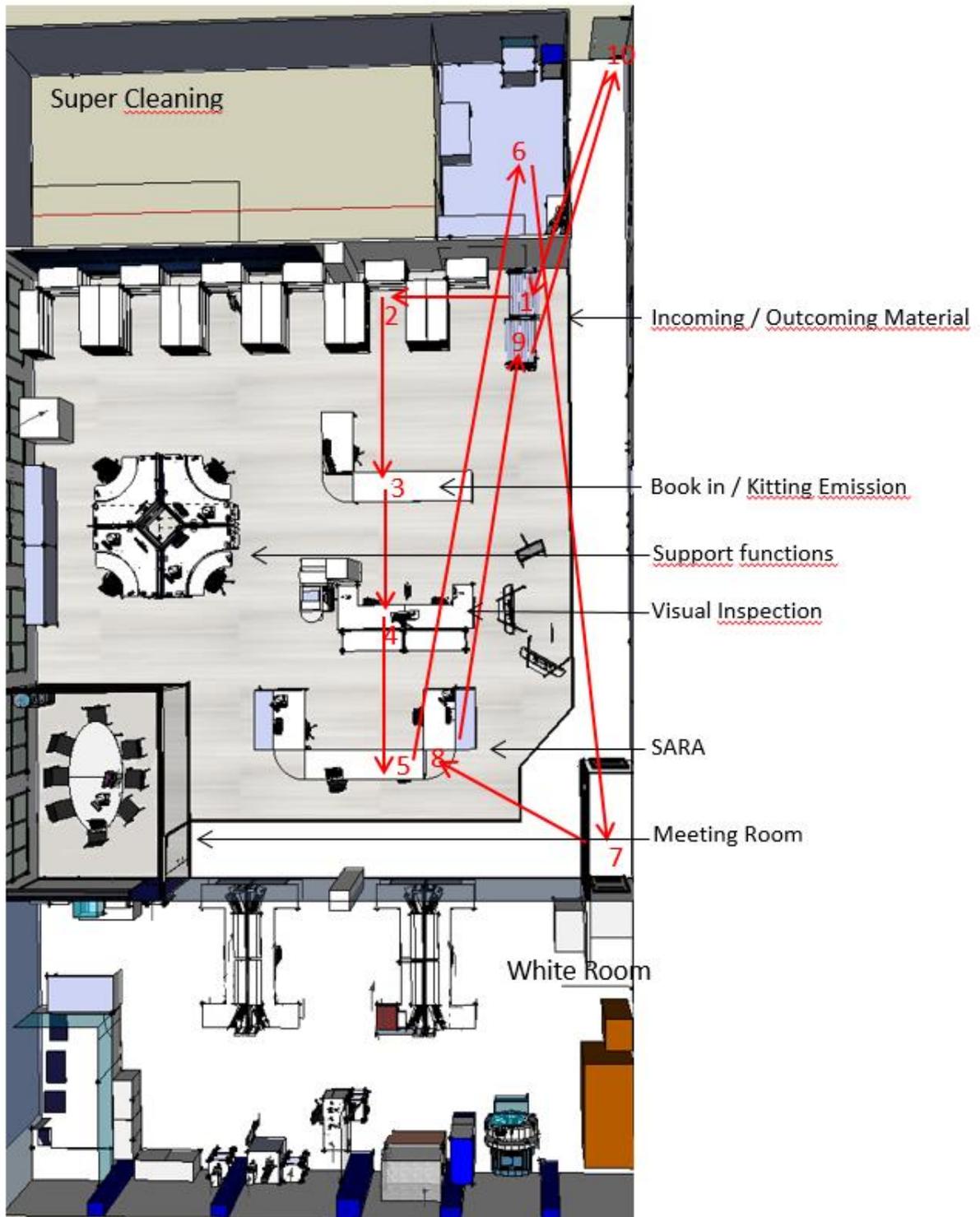


Figura 21: nuovo layout Cella Spazio

In un'azienda Lean il magazzino viene definito "supermarket". Esso è, per un processo in fabbrica, ciò che un supermercato al dettaglio è per il cliente. Il concetto è stato introdotto in Toyota negli anni '50 e deriva dai primi negozi "self-service" introdotti a Memphis nel 1916, ossia i primi supermercati propriamente detti. I clienti estraggono i prodotti dagli "scaffali" secondo necessità e questo prelievo viene segnalato al fornitore che quindi avvia un rifornimento di quell'elemento. In una pratica Lean

tutti i componenti sono a disposizione per il prelievo in un certo numero di contenitori precedentemente dimensionato e a ciascun contenitore è associato un cartellino di riconoscimento della quantità di quel prodotto. Lo svuotamento di quel contenitore viene segnalato tramite il cartellino e autorizza il ripristino di quel materiale. Il supermarket gestito così è di conseguenza uno strumento per limitare la sovrapproduzione in quanto autorizza il ripristino solo di ciò che è stato fisicamente consumato.

Nella Cella Spazio sono stati perciò dedicate specifiche aree per ogni singolo assieme (Elettrovalvole, CARB, BEV, PGD e le sue valvole). A ciascuna di queste aree è stato assegnato un certo numero di cassette in considerazione del fatto che ogni part number doveva avere potenzialmente almeno una cassetta dedicata ad esso. Il rifornimento del supermarket avviene poi tramite una consegna a cadenza stabilita precedentemente dal magazzino centrale dello stabilimento.

4.6.3.1 *Ergonomia e sicurezza*

“Ogni metodo disponibile per la riduzione delle ore lavoro per ridurre i costi deve essere perseguito vigorosamente; ma non dobbiamo mai dimenticare che la sicurezza è la fondazione di tutte le nostre attività”. Taiichi Ohno¹⁶

La sicurezza è quello “stato delle cose” a cui l’azienda dovrebbe aderire. Per qualsiasi organizzazione, luogo o funzione, grande o piccola, la sicurezza è un concetto normativo ed è legato al concetto di *Standard Work*, in quanto compiere attività nella maniera standard vuol dire compierle in sicurezza. Per molte aziende più che di 5S si parla di 6S, laddove la sesta S è la sicurezza che è una parte fondante della gestione di un’azienda e si può sposare con i concetti Lean. Ponendo una certa attenzione su concetti come il benessere dei lavoratori nella pratica della trasformazione snella le aziende possono migliorare l'accettazione da parte degli operatori dei cambiamenti rafforzando allo stesso tempo lo stato della sicurezza. Questa filosofia combinata consente alle aziende di introdurre delle “best practices”, ossia delle pratiche che aderiscano ad uno standard di benessere e produttività insieme.

Considerando gli effetti che può avere un incidente su lavoro sulla produzione, i problemi di sicurezza possono in effetti essere considerati una grande fonte di costi per l’azienda. Per questo motivo un approccio Lean può includere proposte di miglioramento anche in questo senso. L’ergonomia è poi un altro fattore importante per la continuità di flusso in una realtà produttiva: una stazione di lavoro in cui tutti gli attrezzi siano immediatamente disponibili e disposti secondo un criterio ottimale migliorerà anche i ratei di produzione.

16 The Toyota Way (2003), Jeffrey K. Liker, McGraw Hill Companies pg. 34

Nella Cella Spazio il nuovo layout ha incluso diverse proposte di miglioramento in termini di ergonomia e sicurezza:

- Accesso più semplice al magazzino dei sotto-assiemi
- Protezioni ed aree dedicate per sostanze chimiche (come il serbatoio di azoto aggiunto tra le proposte di miglioramento)
- Delle parti del pavimento esplicitamente dedicata e segnalata per la movimentazione dei materiali sui carrelli
- L'allontanamento di attività di lavorazione meccanica dalla zona uffici e dal magazzino in modo da prevenire eventuali incidenti
- Allargamento di alcune aree per prevenire problematiche legate al movimento di persone e materiali

4.7 Gestione visiva

Un tema importante nella produzione snella è la gestione visiva. La gestione visiva mira a rendere la situazione corrente del reparto facilmente comprensibile da chiunque con una semplice osservazione. L'obiettivo è ottenere quante più informazioni possibili con il minor tempo possibile di tempo. Questo concetto può essere applicato praticamente in diversi modi:

- Gestione visiva con schermi
Questa gestione è possibile mettendo i dati in mostra tramite schermi all'ingresso del reparto. Oltre alla versione digitale di questa tecnica, le informazioni possono essere messe su carta: il sistema operativo ACE prevede che all'ingresso di ogni reparto si trovi una tavola con le metriche che hanno un impatto più significativo sul reparto.
- Gestione visiva con contrassegni
Un altro approccio è quello di contrassegnare ed etichettare fisicamente le sedi delle varie apparecchiature nel reparto. Usando diversi colori è possibile marcare la posizione di ogni asset ed etichettare i luoghi in modo che gli oggetti e gli strumenti vadano nei posti corretti. Un esempio sono i nastri che delimitano sul pavimento le aree dedicate ad attrezzature, carrelli od altri beni.
- Gestione visiva per strumenti e parti
Il miglior tipo di gestione visiva è quella in cui le informazioni sul sistema possono essere visualizzate direttamente nel sistema. L'esempio più rilevante per questa tipologia è quello

legato alle shadowboxes, ossia kit in cui ogni posizione è dedicata ad un determinato attrezzo ritagliandone la forma nel kit stesso.

- Gestione visiva tramite layout

Una linea organizzata non solo gestisce in modo efficiente l'inventario ma mostra anche dove si trova il materiale, quanto lavoro c'è sulle varie stazioni e molti altri dettagli sul processo. Anche il flusso generale del materiale può essere visualizzato attraverso la disposizione delle macchine. Un layout ordinato secondo il flusso infatti può dare molte informazioni sull'avanzamento della produzione anche ad un osservatore esterno.

Il sistema operativo ACE prevede che le informazioni visive sui processi siano mostrate sia all'ingresso del reparto che nella sala *Obeya*. *Obeya* è una parola giapponese che significa "grande sala". Nella pratica si tratta di una stanza allestita per portare i dipendenti fuori dai loro uffici in un posto dove possano incontrarsi, discutere di informazioni chiave e risolvere problemi urgenti.

L'idea alla base dell'*Obeya* è abbattere le barriere che impediscono ai dipendenti di collaborare e condividere le informazioni per prendere decisioni efficienti. La Sala *Obeya* include pertanto tutte le metriche relative ai reparti di produzione e alle varie funzioni aziendali, dalla qualità alla logistica, con l'obiettivo di essere una "torre di controllo" per lo stabilimento.

4.7.1 *Kitting*

Una particolare tipologia di "gestione visiva" riguarda la realizzazione dei kit per il montaggio. Il *Kitting* è la raccolta di componenti e parti necessarie per la fabbricazione di un particolare assemblaggio o prodotto. I singoli componenti sono raccolti insieme come kit e rilasciati al punto di utilizzo.

I sistemi di *kitting* vengono spesso utilizzati nelle aziende manifatturiere come un modo per ridurre i tempi di movimentazione e lavorazione dei materiali e migliorare l'assemblaggio lato linea. L'implementazione di un sistema di *kitting* presenta numerosi vantaggi:

- Eliminazione del tempo di ricerca dei pezzi

L'utilizzo del *kitting* come sistema di movimentazione del materiale principale riduce i tempi in cui gli operatori e gli operatori cercheranno determinate parti o componenti. Nel caso di un montaggio finale di una valvola della Cella Spazio, un kit può arrivare a contenere anche più di 100 pezzi (da inserti di un centimetro a corpi di valvole di 20 kg l'uno). Il tempo risparmiato su ogni singola emissione può essere poco significativo, ma mensilmente o annualmente inizia a prendere proporzioni notevoli.

- Migliore organizzazione nel piano di lavoro

L'implementazione di kit riduce il numero di parti che devono essere disponibili agli operatori sul piano di lavoro. Ciò non solo migliora l'organizzazione del magazzino generale, ma migliora anche gli standard di sicurezza per i lavoratori. Avere meno parti e materiali sul pavimento della fabbrica libererà spazio e quindi ridurrà le possibilità di un incidente. Un altro grande vantaggio che molti produttori vedono nel rivolgersi a un sistema di kitting è lo spazio risparmiato sul lato della linea. Gli operatori non saranno più incastrati e circondati da una vasta gamma di parti e componenti. Invece avranno ciò di cui hanno bisogno, consegnato loro quando ne hanno bisogno.

- Migliora la produttività e riduce i costi di manodopera.

È anche possibile delegare parte della preparazione dell'equipaggiamento ad altre funzioni aziendali, ad esempio al magazzino o in certi casi a fornitori esterni. In questo modo si sta avviando il processo di produzione fuori dalla linea di montaggio. I kit pre-ordinati consentono di risparmiare tempo e manodopera garantendo che i componenti necessari siano disponibili nel punto di utilizzo. Se le parti non sono equipaggiate, è molto dispendioso per gli assemblatori effettuare ricerche nell'inventario, estrarre parti e utilizzare il registro.

4.7.1.1 Problemi con il kitting in un impianto di produzione

Come per molte iniziative di produzione, il kitting funziona bene laddove i dati MRP / ERP sono solidi e la consegna della supply chain soddisfa la domanda. Il kitting può fallire dove i componenti non sono disponibili - questo potrebbe essere causato da dati imprecisi (le parti non sono disponibili quando il sistema ERP dice che lo sono) o dove un fornitore non riesce a consegnare una parte destinata a un kit. Questo è un problema molto reale e comune. Alcune organizzazioni decidono di rilasciare kit incompleti, ma questo implica che il sistema non garantisce l'intera gamma di vantaggi identificati sopra. Laddove vi sia una forte dipendenza dai fornitori, è importante che il team di procurement entri in contatto con l'implementazione del kitting e lavori a stretto contatto con i fornitori e che i fornitori comprendano l'implementazione dei nuovi kit.

4.7.1.2 Kitting per la Cella Spazio

Dei problemi elencati sopra alcuni sono stati riscontrati anche per la Cella Spazio:

- Diverse parti mancanti al momento della realizzazione del kit.
- Componenti non serializzati sui sistemi ERP.
- Ingombri eccessivi dovuti a imballaggi e buste.

Ad ogni modo, per la numerosità di componenti gestiti all'interno della Cella Spazio, un sistema di kitting comporta notevoli vantaggi, in particolare per i componenti ad alti volumi con particolari molto piccoli (CARB ed Elettrovalvole). Di seguito sono presentate delle immagini (puramente esemplificative) di kit per il montaggio di un componente.

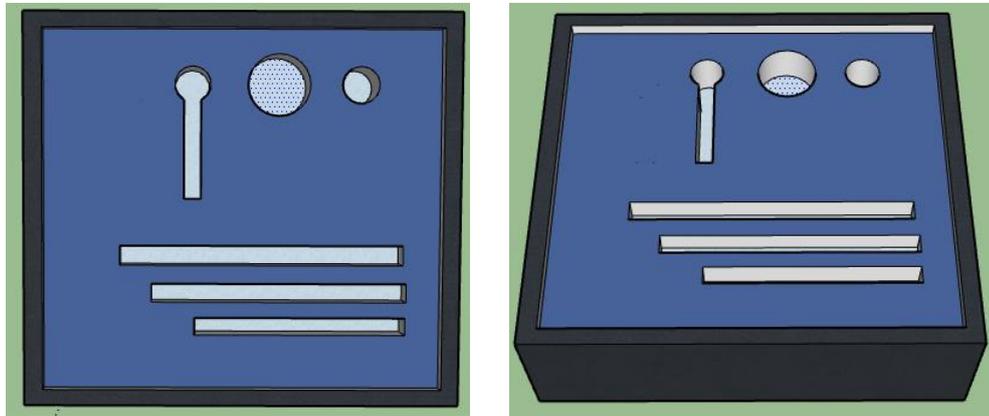


Figura 22, 23: esempio kit

In questo genere di gestione visiva tramite kitting il criterio è quello di segnalare visivamente ogni singolo componente per il montaggio con la sua immagine, il suo part number e mantenendo la sequenza stessa del montaggio. Ad esempio, nell'ipotesi del kit mostrato in precedenza, il kit conterebbe un foglio con queste esatte indicazioni:

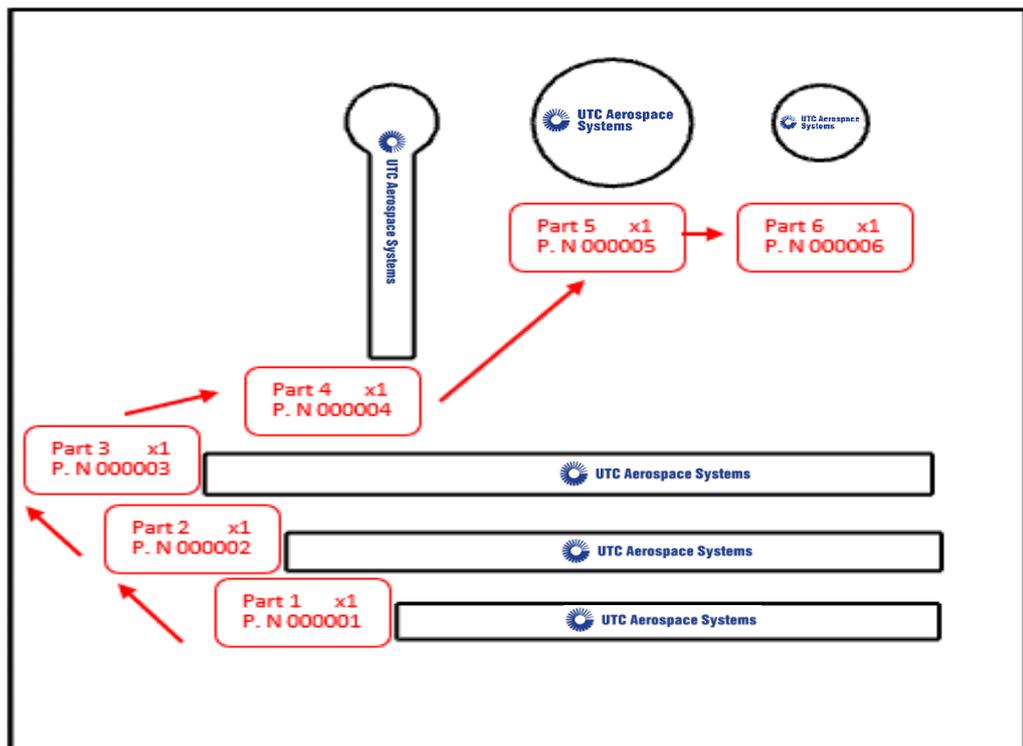


Figura 24: sequenza kit

Come si può vedere, ogni posizione nel kit identifica un pezzo, il suo p.n., la quantità ed una fotografia della stessa (qui esemplificata dal logo UTAS) in corrispondenza del suo alloggiamento. L'operatore è poi agevolato nel montaggio dalla sequenza delle operazioni già indicate all'interno del kit che perciò rendono più immediata la comprensione del ciclo senza la necessità di andare a cercare la successione tra le pagine dello stesso.

4.7.2 Metriche per la Cella Spazio e "shopfloor management"

Dei progetti evidenziati, uno includeva l'implementazione di un sistema di controllo visivo per la Cella Spazio in ottemperanza alle direttive ACE. Nel nuovo layout sono stati infatti inclusi due schermi all'ingresso del Reparto per visualizzare i Key Performances Indicators più importanti (KPI). I KPI sono un insieme di misure quantificabili che un'azienda utilizza per valutare le sue prestazioni nel tempo. Queste metriche sono utilizzate per determinare i progressi di un'azienda nel raggiungimento dei suoi obiettivi strategici e operativi e anche per confrontare i risultati finanziari e le prestazioni di un'azienda con altre aziende nel proprio settore.

Ogni tipologia di business prevede dei KPI differenti. Poiché è necessario comprendere bene quali sono importanti, esistono varie tecniche per valutare lo stato attuale del business e le sue attività chiave, associandole a degli indicatori di prestazione. Queste valutazioni spesso portano all'identificazione di potenziali miglioramenti. Pertanto, gli indicatori di prestazione sono abitualmente associati alle iniziative di "miglioramento continuo".

Nel caso della Cella Spazio, i KPI vengono principalmente monitorati per effettuare un paragone con altri reparti o con i risultati del passato. Il sistema operativo ACE prevede un rigoroso controllo sugli indicatori di performance e prescrive di includerli in un sistema di gestione visiva.

I KPI e le informazioni più importanti per la gestione visiva della Cella Spazio sono:

- OTD (On Time Delivery): ossia la quantità di consegne effettuate in tempo rispetto al piano definito con il cliente
- FPY (First Pass Yield): ossia la quantità di collaudi andati a buon fine al primo colpo nello stabilimento di Luserna. I collaudi sono effettuati su tutte le valvole, per cui esiste una metrica dedicata ad ognuna di esse
- Produttività: la misura di output per unità di input. Nel caso specifico gli input possono essere la quantità di ore lavorate
- Avanzamento della produzione: la misura di quanto la produzione è allineata alle tempistiche dello standard definito
- Problematiche nei prodotti o nel processo

Tra il concetto di Gestione Visiva discusso precedentemente e quello di Standard Work riportato nel capitolo successivo si situa quello di “shopfloor management”. Shopfloor in giapponese equivale al Gemba ed in italiano si può rendere con linea di produzione, ossia il luogo fisico dove viene aggiunto valore al prodotto. L’obiettivo del management dovrebbe essere quello di sviluppare e supportare l’organizzazione del punto di vista dello shopfloor, rendendolo più trasparente con benefici sia dal punto di vista degli operatori che dal punto di vista della direzione.



Figura 25: sequenza gestione visiva

4.8 Standard Work per la Cella Spazio

La definizione di uno Standard Work Combination Sheet per la Cella Spazio è stato il progetto più complesso durante il lavoro di *Lean Transformation*. Per i vent’anni del progetto Ariane 5, diversi fattori hanno reso molto difficile l’individuazione di uno standard di produzione:

- Ritardi nell’approvvigionamento dell’officina dovuti a fermi macchina, priorità poco definite e mancanza di un flusso continuo di pezzi.
- La complessità dei cicli di lavorazione (i pezzi spesso escono ed entrano fisicamente dallo stabilimento o dal reparto diverse volte all’interno di un ciclo).
- La numerosità dei fornitori esterni, dove con fornitore si intende sia chi fornisce il pezzo sia chi fornisce una lavorazione (ad esempio saldature EBW che non possono essere realizzate internamente allo stabilimento).
- Gli scarti, i problemi di qualità e la quantità di pezzi da rilavorare.
- I bassi volumi di produzione della Cella Spazio.

La pressione dei dipartimenti ACE della UTAS e l’imminente arrivo del progetto Ariane 6 hanno però spinto al tentativo di ridefinire uno standard per il futuro. L’obiettivo finale del progetto di trasformazione snella è infatti quello di proporre la Cella Spazio come pilota per il resto dello stabilimento all’interno del gruppo UTAS.

Per le difficoltà evidenziate, anche nel caso dello SWCS, si è proceduto ad un adattamento dello strumento affinché fosse possibile utilizzarlo per definire uno *standard* di produzione nella Cella Spazio. Sarebbe stato infatti difficile produrre uno standard di lavoro per ogni operazione, dal

momento che le attività della Cella sono diverse ogni giorno. Il risultato sarebbe stato la definizione di centinaia di SWCS con poco o nessun valore aggiunto.

Pertanto, si è preferito svolgere questo esercizio sulla base di 26 giorni, cioè quanto è stato valutato come il tempo necessario per la realizzazione di uno *shipset* completo data la disponibilità di forza lavoro. Inoltre, anziché definire uno Standard Work Combination Sheet *per operazione* come da manuale, si è preferito realizzare uno standard *per operatore*, distribuendo lungo l'arco dei 26,6 giorni la totalità delle 1079 ore computate precedentemente. Il risultato è un piano di produzione che costituisca una norma per la realizzazione di uno *shipset* intero.

4.8.1 Considerazioni preliminari e obiettivi

La premessa di questo esercizio è stata quella di cercare di allineare il più possibile la realtà alla teoria. Prima di procedere alla definizione di uno standard, sono state poste alcune ipotesi di partenza per il futuro standard di produzione:

- Si è imposto che l'emissione dei pezzi del magazzino deve essere fatta nel momento in cui sono disponibili tutti i pezzi, contrariamente al passato in cui veniva fatta in mancanza di molti pezzi per accelerare il montaggio. Per ottenere ciò, è necessario rinegoziare le tempistiche e le quantità di forniture di semilavorati dall'officina meccanica.
- Sono stati ridefiniti alcuni lotti per ottimizzare la produzione relativamente a sotto-assiemi e prodotti finiti.
- Si è cercato di distribuire il più equamente possibile lungo l'arco del mese l'utilizzo dei forni e delle macchine per il lavaggio.
- La produzione deve essere visibile e le operazioni della Cella rese trasparenti per qualunque visitatore.
- Dal momento che non tutti i mesi viene realizzato uno *shipset* completo, la produzione deve essere organizzata secondo il principio del livellamento della produzione: una distribuzione più equa delle ore lavorative riduce i *Mura* (gli sprechi legati allo squilibrio dei carichi). Questo implica anche che potenzialmente si potrebbero lasciare degli *shipset* "sullo scaffale" per qualche mese, opzione che non era prevista precedentemente al fine di tenere il più basso possibile l'inventario.

All'inizio dell'esercizio dello Standard Work Combination Sheet la gestione della produzione nella Cella Spazio era quotidiana e dettata dal supervisore. Per una direttiva ACE, nonché principio basilare della produzione snella, è necessario che ogni persona, quando entri nella Cella Spazio, sia istantaneamente in grado di sapere cosa è in produzione e se il piano è in ritardo. Questo principio si lega al concetto di

Gestione Visiva: Per questo motivo lo Standard avrebbe dovuto essere mostrato sugli schermi di cui si è parlato nel capitolo precedente. L'idea è che all'inizio di ogni giornata le attività quotidiane vengano dettate da un piano e non dal caso. Nel momento in cui ci si accorgesse di non essere in linea con il piano per le più svariate motivazioni, attraverso un turnback¹⁷ lo si dovrebbe comunicare alla direzione.

Il motivo conduttore dello Standard Work Combination Sheet introdotto nel capitolo precedente è infatti questo: dopo aver definito il tempo standard di processo, attesa e movimentazione è possibile stabilire se il processo è in grado di soddisfare la domanda del cliente (espressa dal Takt Time). Se non è possibile, allora bisogna ristudiare il processo con un maggior numero di operatori, macchine o attrezzature differenti. Se invece è possibile ma nella pratica non viene applicato, l'operatore dovrebbe comunicare il problema che si è verificato con un turnback e questo dovrebbe essere analizzato tramite la metodologia QCPC, Quality Clinic Process Chart¹⁸. Il processo è reso intuitivamente da questa sequenza di azioni:

Standard → Non conformità/turnback → Analisi QCPC → Soluzione → Standard

Questa considerazione preliminare mostra il carattere iterativo dello Standard Work Combination Sheet: non è infatti possibile definire uno Standard a prescindere dalla realtà e con informazioni astratte. Il lavoro deve essere continuo e deve essere volto a correggere le problematiche laddove sorgono: talvolta possono essere problemi insiti nello standard (che non è capace di astrarre la realtà in modo adeguato), oppure possono essere problemi nella realtà (dovuti a pezzi mancanti, pezzi rilavorati etc.). Per un'implementazione completa dello Standard Work Combination Sheet è stato stimato almeno un anno ma nella realtà l'esercizio di allineare pratica e teoria è deve essere continuo e proseguire parallelamente alla produzione.

¹⁷ Un termine che indica qualsiasi deviazione dal processo standard stabilito - sviluppato utilizzando criteri di progettazione, parametri di processo, lavoro standard e il metodo preciso in cui un prodotto dovrebbe essere realizzato. Tutto ciò che è deviante dal processo ideale è un turnback. Può essere assimilato al concetto di non conformità: Una non conformità è un mancato soddisfacimento da parte del Sistema Qualità di un requisito o una deviazione rispetto alle specifiche di riferimento. Nella pratica Lean, i turnback sono sistemi cartacei o informatici di comunicazione alla dirigenza delle problematiche di produzione.

¹⁸ Il QCPC racchiude una serie di analisi che mettono in relazione la quantità di problemi originati da una causa, la severità di questi problemi, la quantità di cause e la facilità con cui queste cause possono essere rimosse dal processo. L'idea di questa analisi è che grazie ad essa debba essere più facile visualizzare su quale problematica concentrare risorse e tempo, sia per le funzioni di supporto che per la direzione. La metodologia QCPC deriva dalla produzione snella ed è stata introdotta in UTC all'interno dell'universo ACE. Si tratta di uno degli strumenti più importanti per il mondo UTAS, essendo la qualità la questione più importante per aziende del mondo aerospaziale. È stata concepita per essere uno strumento visivo concentrato su di una analisi in tempo reale dell'andamento della produzione.

4.8.1.1 Livellamento della produzione

Uno degli obiettivi di uno standard di produzione è quello di “livellare” la produzione. Il concetto di livellamento della produzione deriva dal giapponese Heijunka. L’idea è quella di equilibrare il carico di lavoro in modo da renderlo più lineare possibile durante un periodo di riferimento che può essere giornaliero, settimanale, mensile o annuale.

Nel caso della Cella Spazio quello che spesso si verifica è la presenza di numerosi picchi di carico della forza lavoro seguiti da periodi con minore necessità di personale. Il supervisore coordina perciò sulla base della sua esperienza il lavoro in modo da anticipare quanto possibile. Un eventuale picco non anticipabile è poi coperto da straordinari, così come in un periodo con poca necessità di ore lavoro una parte del personale può essere spostata su altri reparti. Nell’immagine di seguito e nella tabella a fianco si può vedere la distribuzione irregolare della produzione lungo l’arco dell’anno. La linea nera indica invece la disponibilità di lavoro, considerato il numero degli operatori presenti, valutata come piatta mese per mese e valutata in 838 ore.

Month	Time
Jan	890
Feb	780
Mar	1100
Apr	490
Mag	750
Giu	830
Lug	950
Ago	320
Set	790
Ott	680
Nov	1020
Dic	830

Tabella 6: tempi mensili di produzione

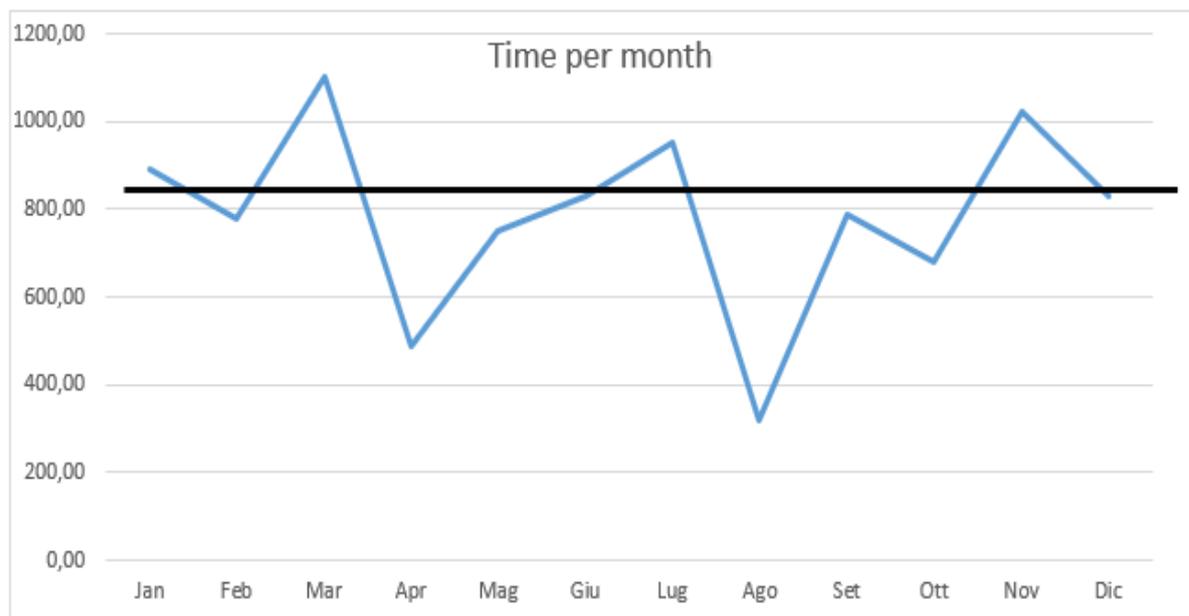


Figura 26: grafico tempo mensile di produzione

L'obiettivo di uno standard è anche perciò quello di distribuire l'impatto delle ore lavoro dedicate alla produzione durante l'anno nel modo più organizzato possibile, rimuovendo dalle responsabilità del supervisore quella di pensare cosa anticipare e come suddividere la produzione.

4.8.2 Definizione dello Standard

Il primo step per la definizione dello Standard è stato l'individuazione della sequenza delle operazioni per la realizzazione di uno shipset e l'assegnazione dei tempi Standard di queste attività. Durante questa fase dello SWCS è risultato indispensabile il lavoro di osservazione dei tempi effettuato precedentemente.

Nella figura di seguito è presentato un piccolo estratto (la parte conclusiva e la parte iniziale della realizzazione di uno shipset) della sequenza delle attività della Cella espressa come diagramma di GANTT sul software MS Project.

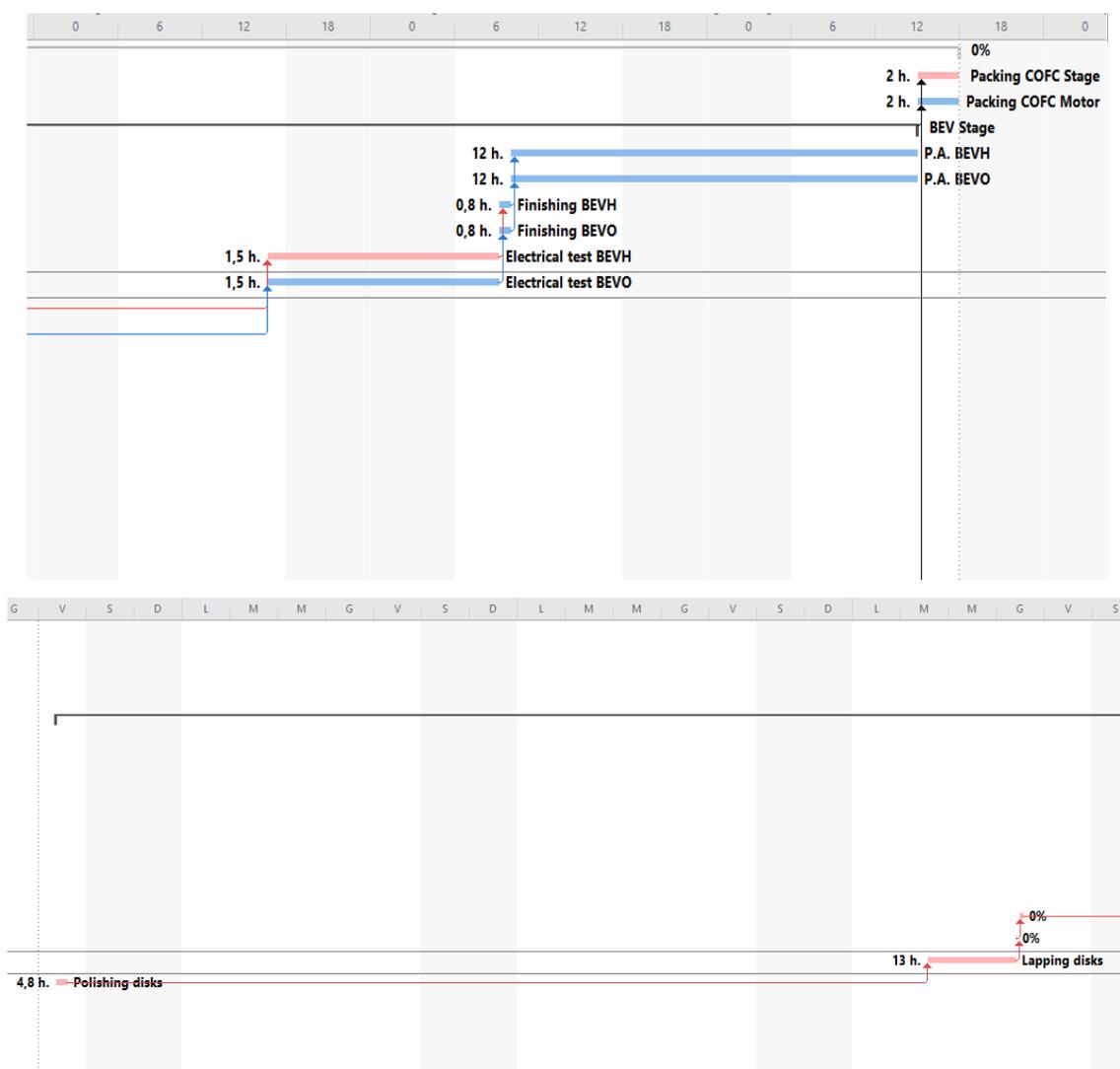


Figura 27, 28: sequenza operazioni per SWCS

Questa analisi ha indicato come, in termini di cicli di lavoro, nella Cella Spazio si eseguano circa 500 attività, da controlli di 5 minuti ad assemblaggi di diversi giorni. Molte di queste attività non sono considerabili come rilevanti in quanto non possono essere schedate precisamente in uno standard, mentre dalla distribuzione di quelle più lunghe dipende chiaramente la capacità di realizzare uno shipset nei tempi previsti.

Grazie a questo esercizio è stato anche evidenziata l'esistenza di un percorso critico¹⁹, espresso dalle barre in rosso nella figura precedente. Si tratta in particolare del percorso che va dalla pulitura dei dischi delle elettrovalvole (la prima attività in termini di tempo per la realizzazione di uno shipset) fino alle attività di magazzino del set Stadio e certificazione prima della spedizione. Il lead time minimo di questo percorso critico ha mostrato come non fosse possibile realizzare uno shipset intero nei 26 giorni definiti precedentemente (in quanto ci sono decine di giorni di attesa per attività esterne alla Cella Spazio). Il tempo totale (minimo) per la realizzazione di uno shipset è infatti più vicino ai 60 giorni lavorativi. Si tratta di un tempo comunque stimato, in quanto è la somma dei tempi medi di processamento e di attesa per i componenti del percorso critico. I lead time reali sono spesso molto più lunghi in quanto la produzione a lotti di certi componenti fa sì che essi aspettino mesi prima di essere presi dal magazzino ed utilizzati per la produzione. Considerando pertanto che non è possibile eseguire tutte le attività nei 26 giorni, lo Standard è stato concepito piuttosto come un *circolo* che si sovrappone continuamente piuttosto che una linea continua di 26 giorni.

Il criterio con cui si è proceduto è stato poi quello di saturare 6,5 ore quotidiane per operatore. È stato preso il numero 6,5 per avere una media realistica di tempo di lavoro di una giornata tipo. A questo punto, per lasciare una certa discrezione al supervisore per quanto riguarda l'organizzazione delle attività, si è deciso di distribuire le operazioni allocando circa 39 ore per giorno, senza andare nel dettaglio di che operatore facesse cosa. Il numero 39 deriva dalle 6,5 ore moltiplicate per il numero di operatori, ossia 6. I tempi di processamento e di attesa delle varie attività sono inoltre stati rivalutati almeno parzialmente, in quanto la trasformazione snella avrebbe implicato una riduzione di entrambi in certi casi. Moltiplicando le 39 ore per le 26 giornate lavorative (ma aggiungendo una parte di lavoro del supervisore e di operatori esterni alla cella) si nota come gli operatori rientrino perfettamente nella capacità di 1080 ore precedentemente calcolate per produrre uno shipset, lasciando anche un certo margine di flessibilità per tamponare problemi di qualità.

¹⁹ Il percorso critico si riferisce alla sequenza di attività che devono terminare in tempo perché il progetto possa concludersi nei tempi indicati in fase di schedulazione. Quando si supera la data di fine progetto, significa che almeno un'attività del percorso critico non è terminata in tempo.

Il risultato della definizione dello Standard appare così:

23	24	25	26
P.A. BEVC 5,5h	P.A. BEVC 6,5h	P.A. BEVH 5,5h	P.A. BEVH 6,5h
P.A. BEVB 5,5h	P.A. BEVB 6,5h	P.A. BEVO 5,5h	P.A. BEVO 6,5h
KIP EV 6,5h	Regulator Kit / visual check 5h	Finishing CARB 3h	Assy EV + test 6,5
Assy CARB 6,5h	Base Assy Pins Inserts 6h	Regulator Assembly 2,5h	Assy EV + test 6,5
Assy CARB 6,5h	Base Assy Plugs 4h	Relief Kit/visual check 5h	KIP CARB 6,5h
Assy EV + test 6,5	Assy EV + test 6,5	Assy EV + test 6,5	EV documentation check 4,5h
	Assy EV + test 6,5	Assy EV + test 6,5	
		KIP CARB 5,5h	
Tot 37	Tot 41,0	Tot 40	Tot 37

Figura 29: nuovo SWCS

Questa tabella, per semplicità, mostra gli ultimi 4 giorni dei 26 definiti per la realizzazione dello shipset. In alto sono elencate le attività che compongono il numero di ore che è poi espresso come totalità nelle caselle in basso. Il giallo e il verde dividono poi le operazioni rispettivamente in certifica e operazioni manuali (è importante mantenere questa divisione in quanto non tutti gli operatori sono abilitati ad entrambe le tipologie di lavoro). Il risultato è una distribuzione di approssimativamente 39 ore al giorno per la totalità dei 26 giorni.

Da questo esercizio, dopo un periodo di assestamento e di adattamento della pianificazione per il nuovo standard, bisognerà partire in futuro per una distribuzione giornaliera delle attività ai singoli operatori in modo da essere perfettamente allineati e trasparenti su chi è responsabile di che lavoro ancora prima di cominciare a svolgerlo.

5 Progetti correlati

Parallelamente al progetto di trasformazione snella sono stati avviati dei programmi nell'ottica di rendere la Cella Spazio il reparto pilota all'interno della realtà Microtecnica. L'idea di fondo è stata quella di utilizzare la cella come banco di prova per l'implementazione di alcuni miglioramenti da estendere all'intera azienda.

Tra questi i più degni di nota sono l'introduzione del software Solumina, l'allestimento di un programma di controllo statistico di processo e di uno Zero Defect Program, ossia una serie di interventi mirati a minimizzare gli scarti di produzione.

5.1 Solumina

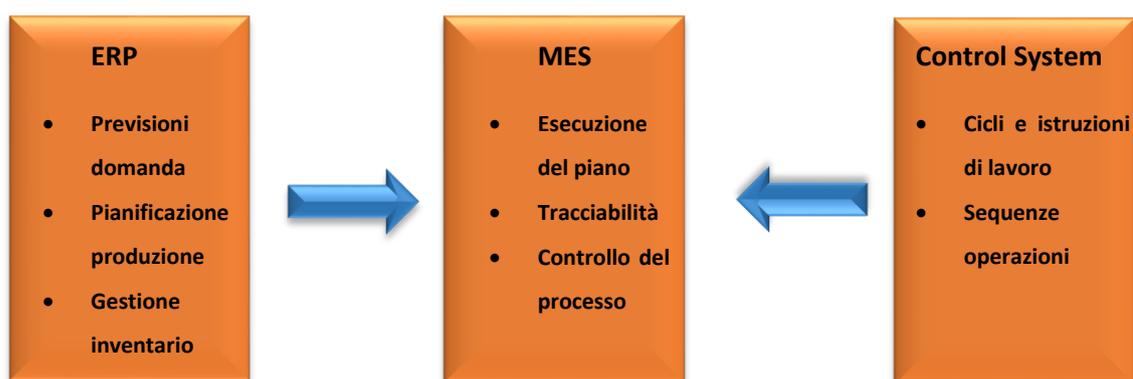


Figura 30: funzionamento di un MES

Solumina è un Manufacturing Execution System (MES). Si tratta cioè di un sistema computerizzato utilizzato in produzione per tracciare e documentare la trasformazione delle materie prime in prodotti finiti.

Il software in sé è a metà tra un sistema ERP e un sistema di controllo e acquisizione dei dati o di controllo del processo dall'altro. Solumina ha un impatto su produttività, qualità e conformità della produzione offrendo agli operatori, ai supervisor e ad ogni responsabile degli impianti visibilità totale dall'officina fino al prodotto finito. Fornisce infatti informazioni che aiutano i responsabili delle decisioni della produzione a capire in che modo le condizioni attuali dell'impianto possono essere ottimizzate per migliorare la produzione.

Come evidenziato dalla figura 29, il software funziona in tempo reale per consentire il controllo di più elementi del processo di produzione (ad esempio input, personale, macchine e servizi di supporto).

Un MES può operare su più aree funzionali. Ad esempio: gestione delle definizioni dei prodotti lungo il ciclo di vita del prodotto, pianificazione delle risorse, esecuzione e invio degli ordini, analisi della produzione etc. Il software crea una traccia acquisendo dati, processi e risultati del processo di produzione. L'applicazione di Solumina è particolarmente utile in un settore come lo spazio dove è necessaria una grande documentazione di processi o risultati dei test. Dai dati ottenuti grazie alle osservazioni sui tempi, le operazioni di certificazione e tracciabilità impattano sui tempi per circa il 70% in più rispetto alle operazioni di montaggio fisico del pezzo.

Questa cifra rende l'idea di quanto possa essere importante snellire operazioni di semplice certificazione che non aggiungono nessun valore al pezzo.

Infatti, secondo la stima sugli effetti del programma, l'implementazione del software Solumina avrebbe dovuto ridurre di 80 ore il monte lavoro necessario per la realizzazione di uno shipset. L'altro effetto positivo atteso dall'introduzione del software è il potenziamento della tracciabilità dei prodotti, fattore importante considerando le sempre più stringenti regolamentazioni sulla qualità e la tracciabilità dei prodotti dello Spazio.

5.2 ProCert

UTC utilizza diversi strumenti derivati dall'universo del Toyota Production Systems attribuendogli nomi od acronimi specifici per la propria corporazione. ProCert è la dicitura UTAS per identificare il Controllo Statistico di Processo, ossia l'applicazione di tecniche statistiche per monitorare e analizzare la variabilità di un processo di produzione.

La variabilità la differenza inevitabile tra i singoli risultati di un processo. È una condizione naturale che viene causata da cause speciali o cause comuni. Un processo si definisce sotto controllo statistico quando la sua variabilità è dovuta solo a cause comuni. Nella figura sottostante si vede come quando il valore di una Caratteristica Chiave²⁰ si trova al di là dei suoi limiti, il processo si definisce fuori controllo e la variabilità si ritiene dovuta ad una causa speciale.

²⁰ Le Key Characteristics sono caratteristiche di processo che devono essere mantenute entro certi range perché il processo sia ritenuto "sotto controllo". Un esempio è il diametro di un foro: se questo foro supera i $+ 0 - 5$ mm di diametro rispetto al valore nominale il processo si definisce fuori controllo. Il range è invece definito dai Limiti di Controllo (superiore e inferiore). La differenza tra Limite di Controllo e Tolleranza è che quest'ultima viene usata per definire se un prodotto è accettabile mentre il limite di controllo viene usato per definire se il processo è accettabile.

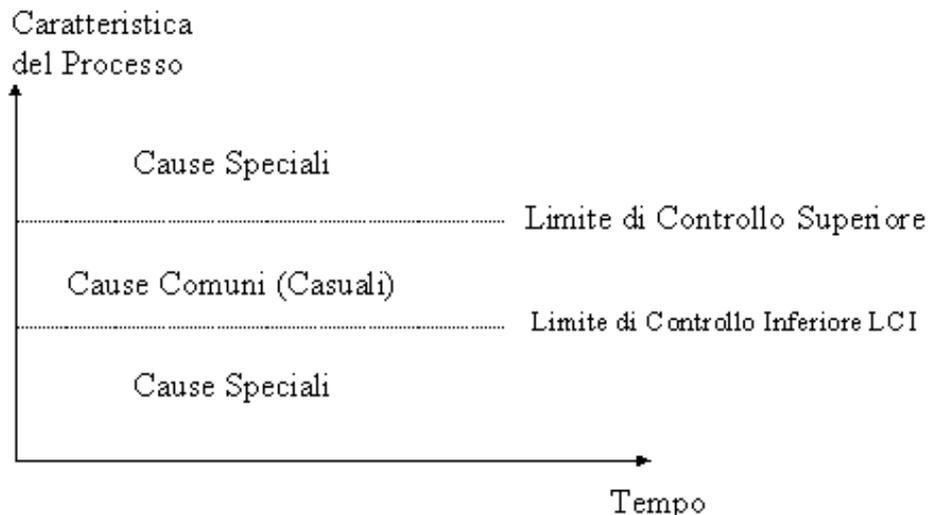


Figura 31: limiti di controllo

La metodologia ProCert mira, come suggerisce il nome, alla “certificazione della bontà dei processi”. Questa bontà è documentata quando:

- L'output del processo è sotto controllo. Ciò significa che la variazione del processo è prevedibile e i dati rientreranno nei limiti del controllo statistico del processo.
- Il processo è centrato sul suo valore nominale. La centratura definisce la capacità del processo di stare vicino alla propria media voluta.
- Il processo ha un piano di controllo per reagire ad eventuali non conformità dello stesso.

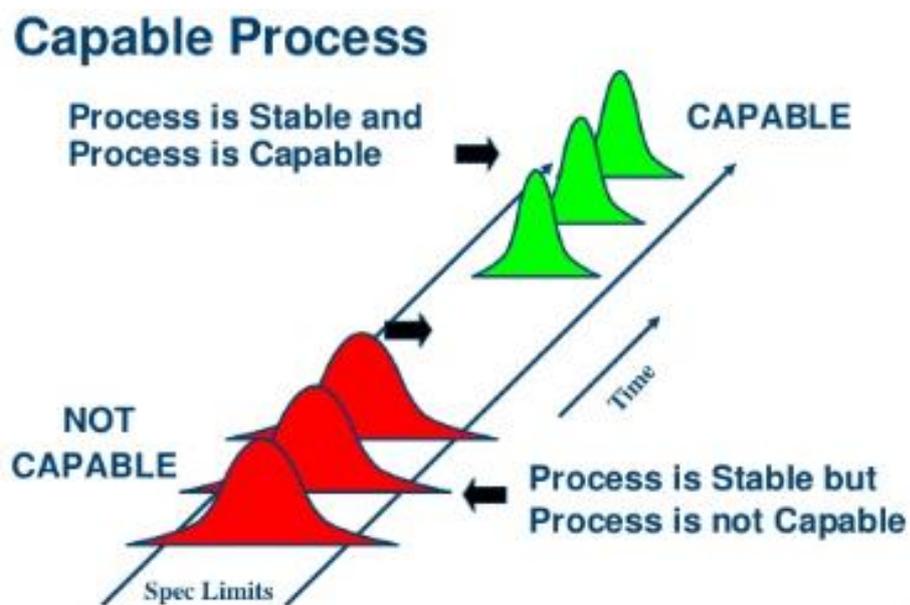


Figura 32: processi in controllo e fuori controllo

La metodologia SPC è nata in ambito automotive per via degli alti volumi e delle tolleranze relativamente larghe. La difficoltà della sua applicazione al mondo aerospaziale è principalmente dovuta alla tolleranza molto stretta (nell'ordine di micron) dei prodotti delle lavorazioni meccaniche. Per questo il progetto ProCert procede parallelamente a tutti gli altri ma con notevoli difficoltà di implementazione relativamente alla Cella Spazio.

5.3 ZDP Program

Il sistema operativo ACE mira a due obiettivi fondamentali: la *snellezza* dei processi e la *qualità* dei prodotti. In un settore complesso come quello aerospaziale questa seconda caratteristica è predominante in quanto problematiche di qualità sono all'ordine del giorno ed hanno un grande impatto sulle performance della produzione e sulla snellezza dei processi. Non a caso uno dei *Muda* elencati da Taiichi Ohno erano le rilavorazioni, che quando un prodotto è molto complicato si ripresentano più spesso e portano con sé numerosi problemi.

Per questo motivo all'interno degli stabilimenti UTAS sono stati avviati degli Zero Defect Program (ossia un programma di minimizzazione dei difetti). Nei siti Microtecnica Torino si è deciso di usare la Cella Spazio come pilota per valutare gli effetti positivi di questi programmi. Lo ZDP mira ad una definizione di un vasto numero di pratiche di produzione (riduzione del contatto metallo su metallo, controlli dell'interfaccia dei prodotti finiti, revisione degli assemblaggi etc.) con lo scopo finale di creare un piano dettagliato di miglioramento della qualità reparto per reparto piuttosto che risolvere i problemi quando si presentano.

Il concetto degli Zero Defects Program deriva da una serie di programmi sviluppati negli Stati Uniti negli anni '60, accomunati da alcuni principi metodologici. Questi programmi portarono a risultati contrastanti ma condussero almeno a due insegnamenti:

- Il primo insegnamento è che questi programmi devono sempre includere un tentativo di stabilire una partecipazione tra operatore e direzione al fine di eliminare difetti ricorrenti. Infatti, secondo Junji Noguchi, general manager dell'Unione degli Scienziati ed Ingegneri giapponese, gli operatori possono risolvere soltanto il 15% di tutti i problemi di qualità. Il resto deve essere affrontato dalla direzione e dal dipartimento di ingegneria²¹.
- L'altro aspetto fondamentale che l'esperienza degli anni '60 evidenziò è l'importanza di creare un link tra i concetti di Lean e Qualità.

²¹ Japanese Manufacturing Techniques pag. 182 (1982), Richard J. Schonberg, MacMillan Publishing Co.

Spesso infatti queste tre realtà (produzione, miglioramento continuo e qualità) sono divise in dipartimenti differenti e con obiettivi a volte confliggenti. Il principio fondativo del sistema operativo ACE è invece quello di legare queste tre funzioni aziendali. La responsabilità del prodotto finale appartiene pertanto alla produzione, ma i dipartimenti di qualità e miglioramento continuo devono essere di supporto ad essa.

I principi elencati sopra, nati dall'esperienza e dagli insuccessi degli Zero Defect Programs degli anni '60, confluirono nelle pratiche del TQM (Total Quality Management). Il TQM è un modello organizzativo che è successivamente stato adottato da tutte le aziende leader mondiali del proprio settore ed ancora oggi rappresenta il paradigma per la gestione della qualità in realtà aziendali molto strutturate.

6 Gestione del cambiamento

ACE spesso è sinonimo di cambiamento: e in particolare di una trasformazione da uno stato corrente a uno stato futuro che vada incontro con più efficienza e reattività alle esigenze del cliente e dell'azienda. Tuttavia, la parte più difficile di un progetto di trasformazione è la gestione a livello umano delle novità introdotte. Implementare il cambiamento è una sfida. La società di consulenza McKinsey stima che circa il 70% dei progetti di trasformazione falliscano a causa di resistenze degli impiegati e mancanza di supporto dai manager²². Mentre lo status quo viene compreso e accettato anche se spesso non è razionale, il cambiamento è un passo verso l'ignoto e può creare ansia e frustrazione se non gestito correttamente.

Le cause della resistenza al cambiamento per un dipendente sono normalmente tre:



Figura 33: motivi della resistenza al cambiamento

Le persone devono comprendere gli obiettivi e le motivazioni di un progetto e il modo in cui avrà un impatto personale. La domanda "in cosa può essermi utile?" è spesso un indicatore che le parti in questione non capiscono il cambiamento. Una comunicazione frequente e chiara sulla strategia e sul metodo di cambiamento è essenziale. Il più delle volte discutere con gli operatori e convincerli sulle modalità di lavoro è più importante del cambiamento stesso perché i veri agenti del cambiamento sono loro, non chi glielo impone.

Nel lavoro quotidiano di un dipendente c'è una serie di attività ed operazioni che dal proprio punto di vista è indifferente compiere in un modo piuttosto che nell'altro, ma che possono avere un impatto di lungo termine significativo sull'azienda. Un esempio è questo: quando dall'officina meccanica che

²² <https://www.mckinsey.com/global-themes/leadership/changing-change-management>

rifornisce un reparto una lavorazione viene terminata, spesso il pezzo viene abbandonato a sé stesso finché non viene un operatore del reparto a prelevare. Se chi lavora in officina non è convinto di quanto questa piccola mancanza di comunicazione può significare per chi sta a valle del suo processo (e per l'azienda nella sua totalità), non seguirà l'indicazione di far sapere chiaramente a che punto della lavorazione si trovi.

Un esempio più concreto è l'implementazione di un sistema di notifica di qualità nel reparto OE Low Runners: quando l'operatore si rende conto di un difetto nel pezzo che sta lavorando o un qualunque altro problema che interrompa il suo lavoro, ha a disposizione un pulsante di recente introduzione con cui viene notificato il problema al responsabile di qualità e di produzione. Il principio deriva dai sistemi Andon (cartelloni luminosi, suoni o altri segnali) utilizzati in Giappone per chiamare le persone interessate da un difetto di qualità o un fermo macchina. Il sistema che è stato introdotto accelererebbe la notifica ai responsabili del problema, ma gli operatori non sono stati convinti del guadagno in termini di tempo e il sistema non viene utilizzato. Questo progetto cade pertanto nel 70% di quelle novità introdotte che non sono effettive per problemi di comunicazione.

Un'azienda può operare un cambiamento che implichi diversi livelli di partecipazione dei propri dipendenti. Di seguito sono elencati alcuni di questi livelli:

- A volte l'azienda agisce direttamente per ottenere risultati, senza dover cambiare il modo in cui le persone lavorano; un esempio sarebbe la cessione di asset non core per concentrarsi sul core business.
- Al livello successivo di complessità, i dipendenti potrebbero dover adeguare le loro pratiche o adottarne di nuove in linea con le loro mentalità esistenti al fine di raggiungere un nuovo obiettivo. Un esempio è il sistema Andon discusso in precedenza.
- Al terzo livello, bisognerebbe coinvolgere tutte le parti di un'azienda a comportarsi diversamente in modo generalizzato. Alle volte un'azienda può diventare più competitiva solo cambiando fundamentalmente la sua cultura. Dato che la cultura collettiva di un'organizzazione, in senso stretto, è un aggregato di ciò che è comune a tutti i gruppi e le singole mentalità, tale trasformazione comporta il cambiamento delle menti di centinaia o migliaia di persone. Questo è il terzo e più profondo livello: il cambiamento culturale. L'esempio, in questo caso, è quello della comunicazione: se l'operatore dell'officina segnalasse l'avanzamento del proprio lavoro tempestivamente – e se questo esempio virtuoso venisse seguito da tutti i dipendenti dell'azienda – il guadagno in termini di competitività, costi e dunque benessere degli impiegati sarebbe molto significativo. Si tratta ovviamente di un processo molto difficile e pochi progetti di cambiamento possono raggiungere un tale grado di penetrazione nella forza lavoro.

I dipendenti modificheranno le loro mentalità solo se vedranno il perché del cambiamento e saranno d'accordo con esso. Le strutture circostanti create dal management (i sistemi di ricompensa e riconoscimento) devono essere in sintonia con il nuovo comportamento. I dipendenti devono poi essere messi in condizione di fare ciò che viene richiesto.

Il guru della gestione aziendale W. E. Deming, nel suo testo *Fuori dalla Crisi* (1986), postulò una regola empirica secondo cui *l'85% dei problemi si trovano nei sistemi, nei processi, nelle strutture e nelle abitudini di un'organizzazione, mentre il 15% dei problemi sono dovuti all'operatore ed è pertanto responsabilità dei dirigenti metterli in condizione di non sbagliare*". Questa è una regola che viene molto spesso dimenticata dal management occidentale che si concentra sulle colpe e sugli errori dei singoli piuttosto che vedere il processo nel suo complesso. A riguardo di ciò, molti programmi di cambiamento commettono l'errore di esortare i dipendenti a comportarsi diversamente senza spiegare come sia possibile adattare le istruzioni generali alla loro situazione individuale. Ad esempio, una compagnia potrebbe esortare i propri dipendenti ad essere più orientati al cliente, ma se in passato ha prestato scarsa attenzione ai clienti i dipendenti non avranno idea di come interpretare questo principio nel loro lavoro.

Infine, in un processo di trasformazione che voglia avere successo nei suoi obiettivi è importante definire e allineare il lavoro degli "agenti del cambiamento" al nuovo modo di operare. All'interno di un'organizzazione, le persone in diverse funzioni o livelli scelgono diversi modelli a cui ispirarsi. Perciò per cambiare il comportamento in modo coerente all'interno di un'organizzazione non è sufficiente garantire che le persone al vertice siano in linea con i nuovi modi di lavorare. I valori sottostanti che muovono il loro comportamento devono essere coerenti tra le persone che agiscono da modello ad ogni livello della gerarchia. Questo principio deve valere anche per i gruppi con cui le persone si identificano, dal momento che il gruppo sociale di appartenenza è considerato uno dei moventi principali del comportamento delle persone in un'organizzazione.

La United Technologies Corporation promuove la diffusione di modelli comportamentali positivi tramite gli ACE Pilot (solitamente uno per reparto). Si tratta di operatori o dipendenti particolarmente apprezzati che sono chiamati a diffondere una "eccellenza operativa" all'interno dei reparti. Ai dipendenti scelti per questa mansione vengono assegnate maggiori responsabilità e gratifiche in base alla convinzione che rappresenteranno un modello positivo per i propri compagni di reparto.

7 Fasi del cambiamento

La condizione della leadership può essere definita come una interazione tra coloro che in una struttura occupano la posizione più elevata della gerarchia con il resto del gruppo. In un processo di trasformazione, lo scopo principale della leadership è quello di garantire che tutti i membri del team ed i sottoposti siano portati attraverso le fasi di accettazione.

La resistenza al cambiamento è solitamente maggiore nelle prime fasi del cambiamento e si diffonde tra le diverse persone in maniera differente. Per un leader chiamato a portare avanti una trasformazione è importante che questo fatto venga riconosciuto e che accetti che gli individui si muoveranno attraverso questo continuum a ritmi diversi.

Comprendere le fasi in cui i dipendenti si muovono durante il cambiamento renderà l'implementazione del cambiamento più efficace e farà penetrare la nuova cultura desiderata attraverso i vari gradi delle gerarchie dell'azienda.

Il grafico di seguito esemplifica le fasi della resistenza al cambiamento durante l'arco di tempo di un progetto. In ascissa si trova il tempo della realizzazione di questo progetto ed in ordinata il livello di fiducia dei dipendenti verso lo stesso:

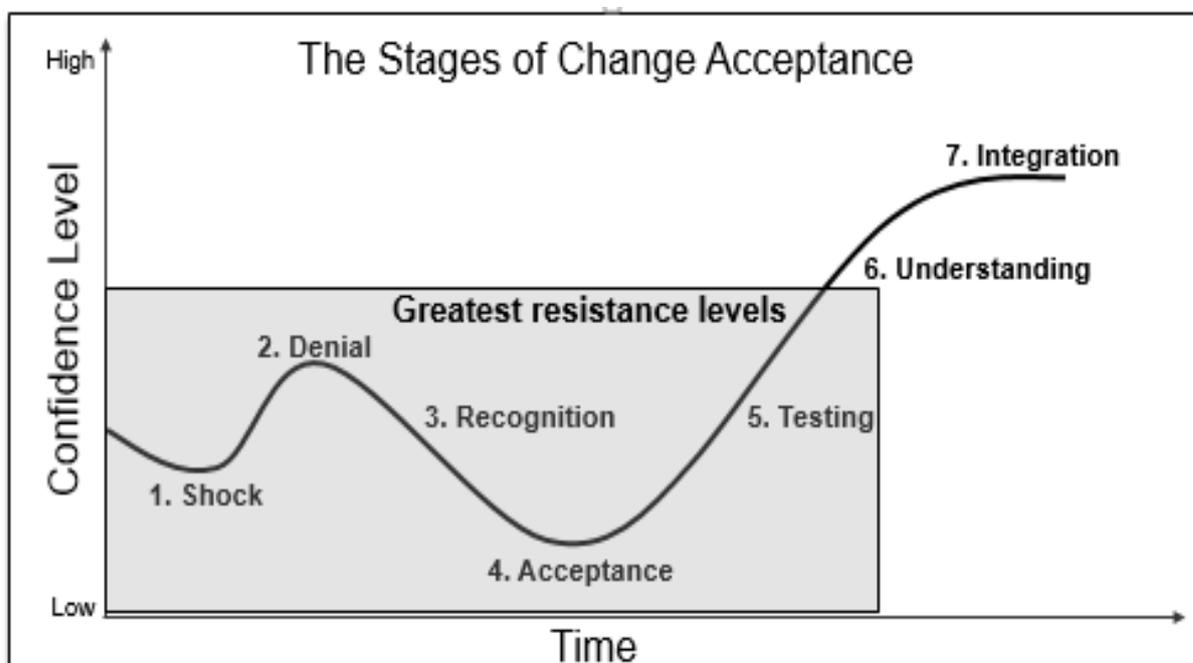


Figura 34: stadi della resistenza al cambiamento

1. Immobilizzazione

La paralisi mentale che alcuni mostrano quando sono confrontati per la prima volta ad una novità. Questa reazione è solitamente immediata se il mutamento è repentino. Anche se è stato pianificato, il fatto che da un momento all'altro il cambiamento sarà messo in atto provocherà una sensazione di disorientamento.

Se invece è inaspettato, questo stadio durerà ancora più a lungo. A questo stadio del cambiamento è importante ripetere continuamente le motivazioni per cui è stato intrapreso questo percorso e i benefici che esso comporterà per loro e per l'organizzazione.

2. Negazione

La persona non è ancora in grado di elaborare la novità e solitamente i dipendenti ritengono che la trasformazione non verrà effettuata per mancanza di tempo, risorse o volontà dei manager. Se invece il cambiamento è già stato implementato, cercheranno di dissociarsi dalla novità restando mentalmente ancorati allo stato passato e rifiutando le novità a cui sono chiamati ad aderire.

3. Riconoscimento

Le parti in causa riconoscono la volontà del cambiamento ma non comprendono o non condividono gli obiettivi e le modalità. Si rendono conto che le vecchie abitudini e convinzioni non sono più rilevanti, così come alcune delle cose che prima erano importanti.

Finché il cambiamento non verrà completamente assimilato, sarà difficile per le persone riconoscersi nel nuovo stato delle cose, che sia esso una pratica nuova, una mansione o anche solo una novità nel locale in cui erano abituati a lavorare.

In questo momento è importante ascoltare le ragioni di chi non vuole o non capisce perché viene seguito questo percorso. Organizzare momenti in cui ognuno comunica le proprie idee al leader può essere un modo per spingere le persone a riconoscersi nella novità.

4. Accettazione

A questo stadio si ha la piena comprensione della volontà di cambiamento. Le persone sono giunte alla decisione di accettare la trasformazione e affrontare il futuro e ciò che questo comporta.

Lasciando andare la realtà passata, il disagio scompare e trovare un nuovo modo di essere diventa eccitante ed una sfida piuttosto che una perdita.

5. Esplorazione:

Le persone alla fine esploreranno le novità e inizieranno a pensare a come sarà il futuro. Proveranno qualcosa di diverso dal paradigma con piccoli cambiamenti per adattarsi alla nuova realtà.

Quando passeranno a questo stadio, lo scopo del leader è quello di enfatizzare gli aspetti positivi del cambiamento e far comprendere che la trasformazione può essere ricca di opportunità per tutte le persone coinvolte in essa.

6. Comprensione:

A questo punto le parti in causa comprendono la necessità e gli obiettivi del cambiamento. Quando intraprendono un percorso verso un nuovo stato, possono iniziare a valutare dove si trovavano prima che avvenisse il cambiamento.

In questo momento il leader dovrebbe far sentire le parti chiamate in causa importanti e dar loro la possibilità di partecipare attivamente e positivamente all'implementazione della trasformazione.

7. Integrazione:

I dipendenti accetteranno il cambiamento quando avranno fiducia nelle intenzioni e nelle modalità dello stesso. Un leader costruisce la loro confidenza lodando i passi appropriati che questi portano avanti.

Con la crescita della fiducia, raggiungeranno un momento di accettazione in cui decideranno di dare una possibilità al cambiamento: le persone coopereranno con lo sviluppo e la realizzazione del progetto. Alla fine del processo di trasformazione si sentiranno a loro agio e sentiranno di appartenere al nuovo stato delle cose.

È uno stato inevitabile del cambiamento in quanto, prima o poi, le persone dovranno trovare il loro posto nel nuovo stato delle cose.

Una cosa che è importante che le parti in causa comprendano è che la volontà della trasformazione esiste ed il cambiamento verrà realizzato. Con la loro complicità o meno, le persone si troveranno a vivere in una realtà più o meno diversa da quella che avevano visto prima. Per questo è importante che esse partecipino, in modo da poter garantire a loro ed all'azienda un processo di cambiamento il più efficace possibile e che nel nuovo stato tutti abbiano modo di apprezzare i risultati conseguiti con uno sforzo collettivo.

7.1 Stili di Leadership

Dal momento che il cambiamento è influenzato principalmente dai leader dello stesso, uno stile differente di leadership è richiesto ad ogni fase del processo.

Gli studiosi hanno teorizzato la necessità di adattare lo stile di direzione ad una determinata circostanza ed hanno valutato quale stile può essere più adatto ad un determinato momento del progetto.

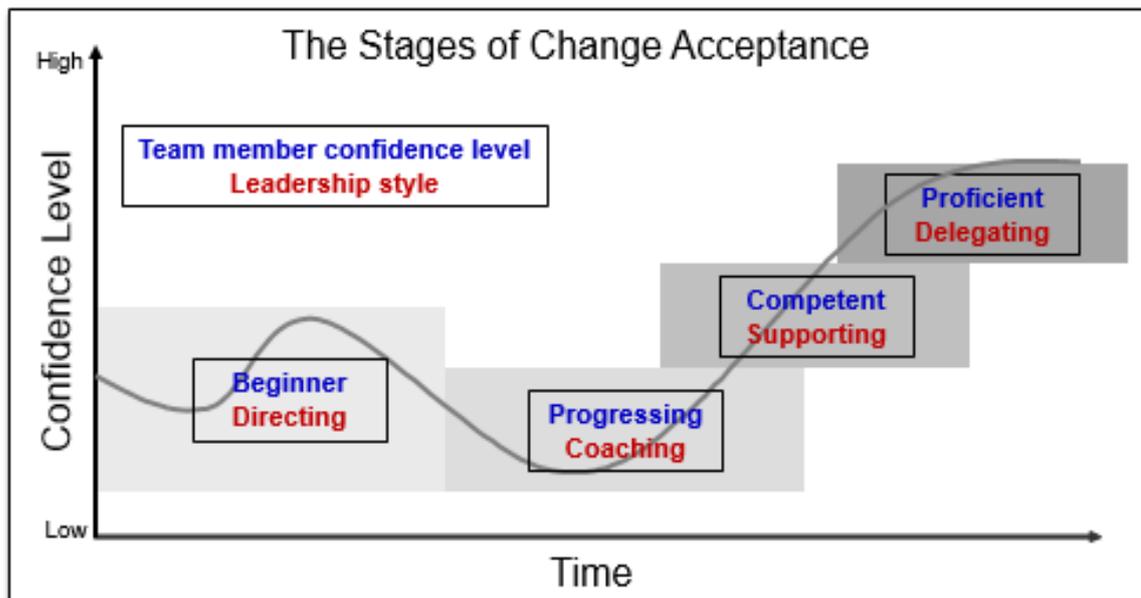


Figura 35: stili di leadership e cambiamento

Nelle fasi iniziali, la confusione e la resistenza all'interno della forza lavoro possono richiedere uno stile direttivo di leadership, incentrato sul dare disposizioni accettabili e iniziare a mostrare i benefici del cambiamento.

Questo approccio implica una *bassa maturità* della trasformazione, laddove con maturità si intende la disponibilità e la capacità delle persone di indirizzare il proprio comportamento verso il cambiamento.

Mentre i membri del team iniziano a capire e ad accettare il cambiamento, uno stile di istruzioni individuali inizia a fornire la prova che i risultati sono buoni e l'approccio che viene utilizzato funziona. La maggior parte degli indirizzi da seguire proviene ancora dal leader.

Tuttavia, mediante la spiegazione e la comunicazione a due sensi, il leader cerca di "far acquistare" psicologicamente ai propri collaboratori i comportamenti desiderati. Questo stile di direzione viene prescritto per una *maturità medio bassa* della trasformazione.

Una volta che la fiducia dei membri del team sta crescendo e i risultati sono evidenti, i leader possono passare dalle istruzioni al supporto. Questo stile è detto di coinvolgimento perché sia il leader che il collaboratore contribuiscono al processo decisionale. È adatto a un livello di *maturità medio alta* perché le persone sono capaci a fare ciò che vuole la direzione ma non sono ancora del tutto pronte ad attuare la trasformazione.

L'ultima fase del processo di trasformazione prevede un passaggio alla "delega". A questo punto, le persone coinvolte nel progetto sono tanto capaci quanto disponibili nell'assumersi le proprie responsabilità. Questo stile prevede un grado di *maturità alta* della trasformazione e una efficace penetrazione nella sua forza lavoro.

Il raggiungimento di questo grado di maturità è un cardine di un progetto di cambiamento di successo. Uno dei principi del metodo Toyota infatti prevede che bisogna *"prendere decisioni lentamente attraverso il consenso generale. Poi, implementarle rapidamente"*²³.

7.1.1 *Cambiamento e cultura aziendale*

Oltre che alle fasi del processo, gli stili di direzione devono essere adattati al tipo di cultura presente nell'azienda. La cultura aziendale fa riferimento alla totalità dei valori, degli standard, delle convinzioni, delle abitudini e dei comportamenti che determinano il modo in cui i dipendenti e i dirigenti di un'azienda interagiscono tra di loro e gestiscono le transazioni commerciali esterne. Come tale, è radicata negli obiettivi e nella struttura.

La cultura aziendale è influenzata da una serie di fattori: tra di essi la personalità del fondatore, la nazione in cui l'azienda opera, il segmento di mercato in cui si posiziona, il periodo di tempo per cui ha operato etc.

Secondo il professore di Harvard James L. Heskett, *"la cultura aziendale conta per il 20-30% della differenza nelle performance rispetto a competitor nello stesso settore che non dispongono di una cultura significativa"*²⁴.

Il conglomerato United Technologies Corporation conta più di 200.000 dipendenti in diverse partecipate attraverso il mondo. È pertanto difficile diffondere una cultura unitaria in tutte le sedi dislocate che sono separate da confini, metodi e settori di business.

Questo compito è demandato agli ACE Manager dei singoli stabilimenti, che sono gli stessi a portare avanti i progetti di trasformazione delle diverse sedi produttive seguendo i principi che provengono direttamente dagli insegnamenti degli anni '80 dell'ingegnere giapponese Yuzuru Ito.

Vista la difficoltà della penetrazione di concetti distanti e confliggenti con le singole culture produttive locali, è necessaria una combinazione di intenti del management a tutti i livelli per attuare un cambiamento positivo.

²³ The Toyota Way (2003), Jeffrey K. Liker, McGraw Hill Companies, pag. 40

²⁴ Corporate Culture and Performance, James L. Heskett (1992)

Ai livelli più alti, vengono definite la visione e la strategia comunicando gli obiettivi, il progresso dell'organizzazione e fornendo le risorse seguendo stili di direzione appropriati per ogni casistica.

Ai livelli più bassi della gerarchia avviene invece lo sforzo di cambiamento da un punto di vista operativo: attraverso l'analisi del progresso, i piani di chiusura dei gap e la formazione del team deputato si mettono in pratica i progetti voluti.

7.2 Il modello di Kotter

Nel 1996 il professore di Harvard John Kotter ha scritto *Leading Change*, in cui esaminava ciò che le persone hanno fatto per trasformare le loro organizzazioni. In questo libro Kotter ha introdotto un modello di cambiamento in otto fasi per aiutare i manager a comprendere e gestire i processi di trasformazione:

1. Creare un'urgenza.

Perché il cambiamento avvenga, è essenziale che l'intera azienda lo voglia davvero. Il leader deve perciò sviluppare un senso di urgenza attorno ad esso. Questo senso di urgenza potrà poi stimolare la motivazione iniziale per far muovere le cose. Non si tratta semplicemente di mostrare alle persone statistiche di vendita o parlare di un aumento della concorrenza sul mercato.

È invece importante aprire un dialogo con i dipendenti sulla necessità del cambiamento. Se molte persone iniziano a parlare delle novità che proponi, l'urgenza può costruirsi da sola. Kotter suggeriva che il 75% dello sforzo dei manager di un'azienda deve essere rivolto a far "acquistare" il cambiamento. In altre parole, è necessario lavorare duramente su questo primo step dedicare tempo ed energia a creare l'urgenza prima di passare agli altri punti.

2. Formare una coalizione

Il leader deve convincere le persone che il cambiamento è necessario. Questo spesso richiede una forte leadership e un supporto visibile da parte delle persone chiave all'interno dell'organizzazione. Gestire il cambiamento non è sufficiente: bisogna guidarlo. In tutta l'organizzazione ci possono essere leader di cambiamento efficaci che non seguono necessariamente la tradizionale gerarchia aziendale.

Per guidare il cambiamento, è necessario riunire una coalizione o una squadra di persone influenti il cui potere provenga da una varietà di fonti (reputazione, posizione lavorativa etc.) Una volta formata, questa coalizione ha bisogno di lavorare come una squadra continuando a creare urgenza e slancio attorno al bisogno di cambiamento.

3. Creare una visione

Quando si inizia a pensare al cambiamento, ci saranno probabilmente molte idee e soluzioni fantastiche. Il leader deve collegare questi concetti a una visione globale che le persone possono facilmente comprendere e ricordare. Una visione chiara può aiutare tutti a capire perché si sta chiedendo loro di fare qualcosa. Quando le persone vedono da sole quello che si sta cercando di ottenere, allora le direttive che vengono date tendono ad avere più senso.

4. Comunicare la visione

Quello che viene fatto con la visione dopo averlo creata determinerà il successo della trasformazione. Il messaggio probabilmente avrà una forte concorrenza da parte delle altre comunicazioni quotidiane all'interno dell'azienda, quindi è necessario comunicarlo frequentemente e con potenza e incorporarlo in tutto ciò che viene fatto.

Non basta convocare riunioni speciali per comunicare gli obiettivi. È piuttosto opportuno comunicarlo tutti i giorni e usare la visione individuata per prendere decisioni e risolvere problemi quotidiani. Quando si mantiene l'obiettivo fresco nella mente di tutti, essi lo ricorderanno e risponderanno ad esso.

5. Rimuovere gli ostacoli

Dopo avere seguito questi passaggi e raggiunto una certa maturità nella trasformazione, tutti i livelli dell'organizzazione hanno "acquistato" le motivazioni del cambiamento e si muovono per ottenere dei benefici.

A questo punto è importante mettere in atto una struttura per la trasformazione e valutarne continuamente le barriere. Rimuovere gli ostacoli può potenziare le persone necessarie per attuare la tua visione e può aiutare il cambiamento ad andare avanti.

6. Creare piccole vittorie

Niente motiva più del successo: è importante dare all'azienda un assaggio di vittoria all'inizio del processo. Entro un breve lasso di tempo (potrebbe essere un mese o un anno) è importante avere delle "quick wins" che il personale può vedere. Senza questo, i critici e i pensatori negativi potrebbero danneggiare i progressi della trasformazione.

Creare obiettivi a breve termine vuol dire prevedere che ogni obiettivo più piccolo sia realizzato con poco margine di errore. Il team di cambiamento potrebbe dover lavorare molto duramente per raggiungere questi obiettivi, ma ogni "vittoria" prodotta può ulteriormente motivare l'intero staff.

7. Costruire il cambiamento

Kotter sostiene che molti progetti di cambiamento falliscono perché la vittoria è dichiarata troppo presto. Il vero cambiamento è profondo. Le vittorie rapide sono solo l'inizio di ciò che deve essere fatto per ottenere un cambiamento a lungo termine.

Lanciare un nuovo prodotto usando un nuovo sistema è fantastico. Ma se si può lanciare dieci prodotti significa che il nuovo sistema sta funzionando: per raggiungere il decimo successo, è necessario continuare a cercare miglioramenti.

7.3 Il cambiamento nella Cella Spazio

“Il cambiamento è la legge della vita. E coloro che guardano soltanto al presente o al passato è certo che perderanno il futuro²⁵” J.F. Kennedy

“Ma abbiamo sempre fatto così!” Anonimo della Microtecnica

Durante il processo di trasformazione snella della Cella Spazio mi è stato possibile osservare molte delle criticità nella gestione del cambiamento. Da un punto di vista personale, le reazioni più evidenti sono state:

- **Scetticismo**

Molti degli addetti alla cella hanno manifestato più o meno apertamente i loro dubbi sui risultati conseguibili. Per la maggior parte ritenevano alcuni obiettivi velleitari, troppo costosi o talvolta inutili. In particolare, l'esercizio dello Standard Work è stato lungo e laborioso, con effetti visibili soltanto sul lungo periodo e spesso in conflitto con altre unità aziendali.

La realtà è però che il *kaizen* è un processo continuo e ripetuto nel tempo. Per ovviare allo scetticismo che può insorgere è opportuno mostrare risultati quotidiani evidenti, sia pure piccoli. Secondo i principi Toyota, la trasformazione deve essere un processo iterativo piuttosto che un colpo di spugna sul passato.

- **Diffidenza**

Spesso il cambiamento è visto come una rivisitazione dei ruoli e della forza lavoro. È importante invece mostrare il cambiamento come *un'opportunità*. Nel caso ci sia un ruolo che non è consono o non è apprezzato da un operatore, è importante distribuire le posizioni, laddove possibile, nell'ottica di valorizzare le capacità individuali.

Nella Cella Spazio la trasformazione ha comportato una ridefinizione dei compiti per andare incontro ad esigenze di standardizzazione e ottimizzazione. Ma è stato importante portare gli operatori ad essere il più possibile d'accordo con le novità proposte. Per questo si è cercato di coinvolgerli fin dal primo momento nel processo della trasformazione.

²⁵ Discorso nella Sala Riunioni della Paulskirche, 25 giugno 1963

- **Distacco**

Il cambiamento è stato visto come un'imposizione dall'alto, nell'ottica di migliorare le prestazioni dell'azienda anche a scapito della cella. La realtà è che il benessere del singolo reparto è il benessere dell'intero stabilimento. È fondamentale mostrare che il cambiamento è uno scambio vicendevole nell'ottica del miglioramento continuo.

A causa dei ridotti volumi della Cella Spazio, il programma Ariane è stato sovente trascurato nei piani aziendali. Durante la trasformazione snella una particolare attenzione è stata posta nel perorare la causa del programma e riportarlo per quanto possibile in cima alle priorità della dirigenza. Il principio è che la Cella avrebbe dovuto essere usata come una pilota dell'intero stabilimento, cioè un modello di eccellenza operativa per gli altri reparti.

- **Mancanza di comunicazione**

Non ultimo, alcune informazioni vengono omesse degli addetti alla Cella per mancanza di fiducia o perché non ritenute importanti. Si tratta di una mancanza che può causare difficoltà in quanto la partecipazione di tutti è il prerequisito per ottenere risultati significativi.

Quanto ho potuto osservare è soprattutto l'importanza di coinvolgere quante più persone nell'intento della trasformazione. La partecipazione degli operatori e delle funzioni di supporto è indispensabile per raggiungere quanto voluto.

Nonostante molto tempo speso a documentare la realtà corrente, la maggior parte dei suggerimenti in termini di impatto sono venuti dalle persone coinvolte nelle attività quotidiane della cella. Le informazioni di cui eravamo in possesso erano infatti molto spesso mediate da quanto gli operatori desideravano lasciar trasparire. Per cui il processo di documentazione della realtà è stato inquinato dalle criticità evidenziate prima, come diffidenza e scetticismo.

Dall'altra parte, ingegneria, qualità e produzione hanno spesso evidenziato problematiche che sono sfuggite ad una analisi terza. Loro infatti hanno una conoscenza della realtà più approfondita e grazie al loro aiuto è stato possibile individuare diverse opportunità di miglioramento.

Gestire le relazioni personali è sicuramente la sfida più difficile del cambiamento. L'antitesi scherzosa tra le due citazioni all'inizio del capitolo rappresenta la verità di ogni mutamento: il più delle volte è necessario, ma è fastidioso e a volte anche spiacevole.

Molto spesso, nel processo di trasformazione che ho potuto osservare, è nata una sorta di antitesi tra una visione industriale e una visione artigianale che ancora persiste. Lo stato dei fatti è che questa visione artigianale, seppur lodevole, non ha senso di esistere quando si inizia a parlare di un'ottica di grandi produzioni.

Il cambiamento pertanto non è soltanto nelle pratiche ma in generale nella mentalità. La sfida è stata pertanto soprattutto sradicare il modo di pensare tradizionale e artigiano per impiantare una impronta più industriale e professionale nella metodologia degli operatori.

8 Conclusioni

Per molte aziende nel settore aerospaziale, l'introduzione dei principi Lean si propone come una sfida recente e piena di difficoltà da superare.

Tradizionalmente si è pensato che la produzione snella fosse più adatta all'industria automobilistica e ad altre industrie con alti volumi e poca differenziazione. Perciò poteva sembrare difficile trasferirne i concetti ad altri settori. Ci sono infatti diverse problematiche legate all'implementazione di principi Lean in ambiti come quello aerospace, ad esempio:

- L'industria aerospaziale presenta una miriade di regolamenti governativi e standard con cui deve conformarsi
- Le parti e i servizi aerospaziali richiedono spesso una maggiore attenzione ai dettagli e alla precisione rispetto ad altri articoli fabbricati
- I volumi sono molto bassi

Tuttavia, i principi snelli sono stati ampiamente applicati dagli anni '90 in un'ampia varietà di settori e innumerevoli aziende hanno ottenuto risultati notevoli. La produzione snella è una strategia praticabile non solo nel settore automobilistico, ma in tutti i settori, compresa l'industria aerospaziale ad alta precisione. In tempi di ordini in calo, costi generali in aumento e meno clienti, le tecniche di produzione snella possono consentire all'industria aerospaziale di rimanere sana e redditizia.

Dopo il 1991 il settore aerospace ha vissuto una crisi mai vista prima per via della fine della Guerra Fredda. Da un giorno all'altro le commesse militari derivanti da paesi come gli Stati Uniti si sono quasi dimezzate. La situazione è diventata ancora più problematica dopo il 2001, con l'11 settembre e la crisi del settore commerciale dei voli di linea.

Alcune aziende hanno risposto a questa crisi implementando con successo i principi Lean: è il caso di Pratt & Whitney, tra i principali produttori di motori a reazione al mondo nonché facente parte del gruppo UTC. Nel 1991 quest'azienda ha infatti avviato un programma a tappe forzate di trasformazione snella: ha ridotto l'inventario, la produzione e lo spazio utilizzato di percentuali a volte vicine al 90%. A questo si è aggiunta una riduzione del personale da 54.000 unità a 29.000. Per ottenere risultati coerenti, sono stati chiamati esperti di kaikaku e kaizen con l'obiettivo di passare da principi della produzione di massa a quelli della produzione snella.

In linea di massima, quelle aziende che nel mondo occidentale hanno implementato con successo la produzione snella hanno fatto bene in un mercato competitivo, mentre quelli che hanno mantenuto

metodi tradizionali di produzione di massa hanno avuto più difficoltà ad emergere. L'aumento della qualità, della flessibilità e della convenienza sono alcuni potenziali vantaggi delle tecniche di produzione snelle che potrebbero avere un impatto vitale sull'industria aerospaziale. Tuttavia, l'industria aerospaziale sta solo ora iniziando a implementare pienamente queste nuove tecniche, per via della reticenza che ancora accompagna l'introduzione delle tecniche Lean in un settore di produzione così particolare.

Ci sono alcuni fattori che però è bene sottolineare quando si parla di introdurre principi di produzione snella, kaizen o in qualunque modo vengano chiamati questi programmi.

La produzione snella è prima di tutto una cultura che un set di strumenti da applicare pedestremente. La cosa importante è che venga recepita ed accettata da tutte le funzioni aziendali: qualità, gestione dell'inventario, acquisti, personale operativo etc. Lo spreco avviene a tutti i livelli della gerarchia ed in tutte le unità aziendali. Tutti i dipendenti hanno a disposizione una serie di strumenti nati nell'orbita Toyota ed estesi a tutte le realtà aziendali, da 5S a QCPC, etc.

Accanto a questi strumenti ci sono i principi. È importante che tutte le funzioni aziendali recepiscano il dogma fondamentale della produzione snella: rimuovere lo spreco. Con spreco non si intende più quello che ad un occidentale risulterebbero come il problema maggiore: ad esempio mancata produttività e scarsa saturazione dei macchinari. Il mondo produttivo moderno richiede che tutti quegli sprechi non immediatamente intuitivi come inventario, sovra-produzione e qualità, evidenziati durante l'arco di questo elaborato, vengano rimossi dalla catena del valore.

Se questi strumenti e questi principi venissero recepiti come una parte fondante di una cultura aziendale, allora l'universo Lean potrebbe essere applicato anche al mondo dei servizi oltre che a quello della manifattura.

L'altro concetto alla base della produzione snella e che spesso non è compreso a pieno nelle realtà produttive è quello di *valore*. Il valore è il motore della manifattura così come dei servizi, perché è semplicemente ciò che un cliente paga e perciò è la base di uno scambio in generale. Il grande merito del mondo Toyota è stato quello di aver rovesciato l'approccio ad un business: non più *un focus su se stessi ma un focus sul cliente*, laddove con cliente si intende il valore che quest'ultimo è disposto a pagarci. Questo approccio deve essere il fondamento di qualsiasi tipologia di commercio, a prescindere che si tratti di settore aerospace, automotive o di un semplice punto di ristorazione.

All'interno del settore aerospaziale, l'esperienza della Cella Ariane è stata ancora più "estrema" in termini di refrattarietà ai principi Lean. I volumi sono spesso unitari, la produzione procede a singhiozzi e l'approvvigionamento ha diverse problematiche dovute alla sproporzione tra la grande quantità di part number gestiti e la piccola quantità di ciascuno di essi.

Alcuni strumenti sono stati adattati: è il caso dell'Operator Load Chart, dello Standard Work Combination Sheet ed altri. In altri casi si è preferito non procedere con l'utilizzo di determinati strumenti perché ritenuti senza valore aggiunto per il contesto della Cella Spazio.

In generale però quello che è emerso come il punto fondamentale della trasformazione snella è la diffusione di una cultura diversa. All'atto pratico l'applicazione o meno della filosofia Lean è una decisione quotidiana di tutti coloro che partecipano alla produzione, dagli operatori alle funzioni di supporto.

Quello che è importante è che le persone coinvolte nelle operazioni recepiscano e accettino l'importanza e i benefici di quello che viene prospettato. In questo senso, il punto critico della trasformazione è in realtà la gestione del cambiamento piuttosto che i singoli progetti o i singoli miglioramenti su alcuni aspetti.

Anche in questo aspetto l'esperienza della Cella Spazio è stata esemplificativa: laddove c'era una disponibilità ed una comprensione completa da parte del singolo si sono raggiunti obiettivi molto più significativi ed importanti che non dove il cambiamento è stata un'imposizione dall'alto di nuove regole.

Il settore aerospaziale viene da un periodo difficile dove alcune aziende hanno implementato con successo i principi Lean, altre aziende hanno chiuso ed altre sono sopravvissute con molte difficoltà tra chiusura degli stabilimenti e riduzione del personale.

Al momento, questo settore sta vivendo una nuova giovinezza per via di commesse militari, un rinnovato interesse per lo spazio ed una ripresa dei viaggi su aereo dopo qualche decennio di relativa stagnazione. Per questo motivo è importante che, oltre che da un punto di vista tecnologico e di progettazione, il settore si apra sempre di più a nuovi orizzonti culturali e tecnici di produzione e miglioramento continuo.

9 Bibliografia e sitografia

- The Toyota Way (2003), Jeffrey K. Liker, McGraw Hill Companies
- Corporate Culture and Performance (1992), James L. Heskett, Free Prints
- Lean Thinking (2003), James Womack & Daniel Jones, Simon & Schuster
- Ohno's Method (2002), Robert W. Hall, Association for Manufacturing Excellence
- Japanese Manufacturing Techniques (1982), Richard J. Schonberg, Collier MacMillan Publisher
- The New Manufacturing Challenge (1987), Kiyoshi Suzuki, Collier MacMillan Publisher
- The Machine That Changed The World (2007), James Womack & Daniel Jones, Free Prints
- TPS Handbook (2018), Toyota Motor Company
- Reorganizing the factory – Competing Through Cellular manufacturing (2002), Nancy Hier & Urban Wemmerlov, Productivity Press
- <https://www.leanproduction.com/>
- <https://www.mckinsey.com/global-themes/leadership/changing-change-management>
- <http://leanmanufacturingtools.org/>
- <https://www.isixsigma.com>
- <http://www.shmula.com/taiichi-ohno-standard-work-must-be-practical/9479>
- <https://flylib.com/books/en/3.470.1.80/1/>
- <https://www.lean.org/common/display/?o=2190>