



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

Creazione di un flusso produttivo in linea a modello
misto per una famiglia di deumidificatori industriali.
Il caso Fral

Relatore

Ch. mo Prof. Roberto Panizzolo

Laureando

Luigi Salomoni

Anno Accademico 2018-2019

**Ringrazio la mia famiglia ed in primis i miei genitori per il sostegno
che mi hanno dato in tutti gli anni di studio**

**Ringrazio Fral s.r.l. per avermi dato un'opportunità e per la fiducia in
me riposta**

SOMMARIO

Questo lavoro si incentra sulla messa a flusso di una linea a modello misto di deumidificatori industriali partendo da una situazione di produzione a cella disordinata per giungere ad un modello produttivo in linea che sia bilanciato nel quantitativo di lavoro tra le postazioni. Inoltre, si tratta dell'ottimizzazione del layout e dell'asservimento delle parti alla linea per garantire minori sprechi nella ricerca del materiale e degli strumenti e quindi un maggiore impatto del tempo dedicato alla produzione di valore nel totale del tempo di lavoro.

Per la risoluzione del problema si è fatto uso di metodologie proprie del mondo del *lean management* dato il contesto della realtà aziendale interessata del progetto, la quale sta vivendo una fase di trasformazione *lean*. Tra le tecniche utilizzate sono state rilevanti la analisi ABC di Pareto, la *Value Stream Map*, la *Spaghetti Chart*, la *Yamazumi Chart*, il piano A3, il metodo 5S, le *Standard Operating Procedures* e l'implementazione di *Key Performance Indicators*. Le prime 4 tecniche hanno permesso di individuare i problemi e le cause di essi, mentre le seguenti hanno permesso di agire per conseguire e mantenere miglioramenti.

I risultati misurati al termine del progetto sono stati evidenti soprattutto per quanto riguarda la riduzione del tempo di assemblaggio del prodotto (essendo esso il principale target del progetto) passato da una media di più di 8 ore ad una media di circa 5 ore, con un guadagno di quasi il 40%. Significativi sono stati anche i passi in avanti avuti nella crescita del personale per quanto riguarda la motivazione e il coinvolgimento nel progetto di trasformazione *lean* attivo in azienda: il raggiungimento degli obiettivi fissati e la sfida del miglioramento continuo propria del progetto ha creato nuovi stimoli nelle persone che dal progetto svolto hanno accumulato esperienza per il lavoro che resta da svolgere in futuro per il resto delle aree produttive e non solo.

INDICE

Sommario	0
Introduzione	1
1 FRAL s.r.l.	7
1.1 I numeri e i prodotti	7
1.2 Valori, vision e mission	11
2 La filosofia e il lavoro <i>lean</i>	13
2.1 Cenni storici	13
Dal XIX secolo alla produzione fordista	13
L'evoluzione di Toyota con la "Lean Production"	14
2.2 La Lean Production	16
Come si differenzia dal passato	16
I benefici	18
I 5 Principi guida	19
Dai "muda" al flusso della produzione	20
La logica "pull" grazie al "kanban"	23
La ricerca della perfezione: il "kaizen"	25
3 Le basi teoriche del progetto	27
3.1 Le linee a modello misto	27
Proprietà	27
Benefici e limiti	28
3.2 Il processo di messa a flusso	29
Analisi ABC di Pareto	30
Value Stream Map (VSM)	31
Analisi del contenuto di lavoro	33
Spaghetti Chart	34
Report A3	35
Yamazumi Chart	37
Metodo 5S	39
SOP: «Standard Operating Procedure»	42
KPI: «Key Performance Indicator»	43
4 Il lavoro preliminare e lo stato corrente	45
4.1 Analisi ABC di Pareto del venduto	47

	Conseguenze della Analisi ABC.....	49
4.2	<i>Value Stream Map (VSM)</i>	50
4.3	Analisi del contenuto di lavoro	56
4.4	<i>Spaghetti Chart</i>	63
4.5	Report A3	65
5	Il piano d'azione	67
5.1	Pianificazione del lavoro e report A3	67
5.2	Cross Analysis	70
5.3	Lavoro sulle 5S.....	75
	Area attrezzature e carrello viteria	77
	Postazioni di lavoro	84
5.4	Bilanciamento delle fasi di lavoro	86
	Analisi delle precedenze tra le fasi.....	86
	Ottimizzazione del bilanciamento.....	88
	Prova del bilanciamento costruito	91
5.5	Revisione delle logiche di alimentazione della linea	93
	Creazione nuovo bordo linea	93
	Gestione del prelievo per commessa.....	96
5.6	SOP: «Standard Operating Procedure».....	97
5.7	KPI: «Key Performance Indicators».....	99
	Pianificazione	100
	Indicatori di performance	102
6	Conclusioni	107
7	Appendici.....	113
8	Bibliografia e sitografia.....	115
	Bibliografia	115
	Sitografia	115

INTRODUZIONE

La natura del problema e motivi del progetto.

Il progetto di tesi è incentrato sulla trasformazione di una linea di produzione a modello misto (*mixed model*) da uno stato iniziale di scarsa standardizzazione ad un modello a flusso in ottica *lean*.

Si tratta nella fattispecie di una linea di deumidificatori industriali che produce, nella sua conformazione iniziale, 5 modelli di prodotto ciascuno dei quali avente numerose varianti. Queste varianti di prodotto sono state introdotte col tempo per andare incontro alle svariate richieste dei clienti, sempre più esigenti per questa specifica famiglia di prodotti.

Quest'ultimo passaggio è tra i motivi che, in fase preliminare di scelta della famiglia di prodotto (con il management e la proprietà) per la quale sviluppare il progetto tesi, hanno portato alla decisione di aggredire la famiglia di prodotti in esame: sono prodotti che negli anni appena antecedenti al progetto hanno avuto una rapida ascesa nelle vendite e nel peso sul fatturato aziendale. Tale crescita non sembra essere una fase momentanea peraltro, piuttosto appare come un trend costante e, pertanto, è opinione della proprietà e dell'alto management che questi prodotti in grande crescita siano strategicamente importanti per l'azienda.

Nel momento di scegliere su quale linea lavorare si è tenuto in considerazione anche il fatto che in quella linea ci fosse un notevole margine di miglioramento. Il management ha infatti confidato di percepire un discreto ammontare di sprechi (citati come *muda*) e di ritenere che un intervento puntuale e convinto possa aumentare significativamente la produttività della linea.

Oltre a questo, si è voluto puntare su quella linea anche per il fatto che a comporla fossero risorse giovani, intraprendenti e ben propense alla crescita e ad apprendere le tecniche di lavoro *lean*. È noto infatti come la motivazione del personale sia a fondamento di un efficace lavoro di miglioramento in linea e il management che conosce le proprie risorse ha ritenuto più giusto cominciare il lavoro con le persone più pronte.

Ciò va poi contestualizzato in una realtà che da 4 anni ha intrapreso una strada di *lean transformation* affiancata anche da una società di consulenza quale Considi. Questo pertanto:

- evidenzia come la proprietà abbia motivazione e volontà di investire
- comporta la presenza di un forte sponsor dalla dirigenza
- permette che sia un lavoro che non debba cominciare da zero.

Le risorse infatti sono già consapevoli di quale sia la direzione aziendale e sono altrettanto informate sulle tecniche e i metodi *lean*.

Per riassumere più chiaramente quindi i motivi che hanno condotto alla scelta della linea di prodotti da studiare sono:

- visione strategica per il trend di crescita della quota di mercato per la famiglia di prodotti;
- grandi margini di miglioramento per la produttività evidenziati dal management;
- risorse che si sono sgrezzate avendo già sperimentato il lavoro in una linea a flusso.

I riferimenti in letteratura.

La letteratura ha già trattato l'argomento della messa a flusso di linee *mixed model*, essendo un problema annoso e da risolvere per evitare di essere costretti a costruire più flussi (e quindi troppe celle o linee produttive), uno per ciascun prodotto singolo.

Due recenti studi che hanno affrontato l'argomento sono stati presi come riferimento per l'analisi generale delle linee a modello misto e per il metodo di lavoro specifico sulla linea.

Questi testi di riferimento sono:

- *The Complete Guide to Mixed Model Line Design: Designing the Perfect Value Stream* di Leone G. e Rahn R. D. e pubblicato nel 2014 da Flow Publishing;
- *Creating Mixed Model Value Streams: Practical Lean Techniques for Building to Demand* di Duggan K. J. e pubblicato nel 2013 da CRC Press Taylor & Francis Group.

Inoltre, per la miglior comprensione di alcune tecniche e di taluni concetti che sono stati eviscerati nel corso del progetto, si è fatto riferimento ad altri testi di letteratura quali:

- Innovazione lean. Strategie per valorizzare persone, prodotti e processi di Attolico L. e pubblicato nel 2012 da Hoepli Editore;
- Visual management. Le 5 S per gestire a vista di Bianchi F. e pubblicato nel 2010 da Guerini e Associati.

Scopo del lavoro.

Il lavoro che è stato svolto è finalizzato alla implementazione di modifiche nella gestione dei materiali, nel layout e nel bilanciamento delle fasi e dei tempi per la linea *mixed model* scelta come target del progetto.

L'obiettivo che si vuole perseguire con tale progetto è quello di avere una produzione flessibile e reattiva alle fluttuazioni della domanda per la caratteristica stagionalità dei prodotti (riducendo quindi i Lead Time), avendo la capacità di gestire le risorse a disposizione nella maniera più efficiente. Questo in particolare costruendo uno standard consolidato per la produzione (con più opzioni di bilanciamento per numero di operatori in linea) e così fornire alla pianificazione dati solidi a cui fare riferimento per la gestione del tempo degli operatori a seconda del livello della domanda nel periodo.

Metodi di risoluzione del problema.

Per la risoluzione del problema sono state usate metodologie proprie del *lean management* che sono rivolte o all'analisi della situazione attuale (antecedente al lavoro) e dei limiti della stessa (stato "*AS IS*") o, in alternativa, alla proposta del piano di azione per il raggiungimento della situazione obiettivo (stato "*TO BE*").

Per quanto riguarda la situazione *as is* si è proceduto con le fasi che seguono.

1. Col fine di e comprendere come sia distribuita la domanda tra i vari codici e varianti della famiglia si è partiti con una *analisi ABC di Pareto* sulle vendite per ogni anno, e complessive, dal 2017 alla data di analisi.

Inoltre, dalla lettura dei dati di input per l'analisi, è apparso evidente come all'interno dell'anno solare vi fosse una notevole fluttuazione della quantità prodotta, con molteplici picchi e punti di minimo. Si è quindi fatta una analisi più approfondita che evidenziasse in maniera più chiara l'entità di questa variabilità.

2. Come guida sottotraccia del progetto è stato in seguito costruito un A3 condiviso da tutte le parti coinvolte nel progetto (compreso il management), in modo tale da fissare in partenza obiettivi e fini mirati del progetto.
3. Per far fronte alle esigenze di mappare il flusso il valore, da paradigma del 2° Principio-guida, è stata fatta una analisi e una riflessione per la costruzione di una *value stream map* dello stato presente delle cose.
4. Mancava però un contatto vero e proprio con la realtà produttiva e ciò che accade effettivamente sul posto nel quale il valore si viene a creare (il “*Genba*” 現場 o anche “*Gemba*”). Quindi si sono fatte delle riprese in linea (*video recording*) per identificare al meglio le fasi di lavoro e gli sprechi e le inefficienze che la caratterizzano, nonché per tempificare ciascuno di questi.
5. Dalla analisi dei filmati ricavati è stato quindi possibile identificare quali fossero gli spostamenti e le movimentazioni di uomo e di componenti all'interno della linea, potendone ricavare pertanto una *spaghetti chart*.
6. Con tutti i dati delle tempistiche si è potuto poi evidenziare tramite l'uso di uno *yamazumi chart* (o detto in termini anglosassoni *operator balance chart*) quale fosse lo stato di bilanciamento o sbilanciamento della linea, terminando così l'opera di analisi della situazione preliminare alle azioni di miglioramento del processo.

Terminata l'analisi della situazione di partenza si è proceduti con la parte di miglioramento per giungere alla situazione *to be* desiderata, come segue.

1. Per avere un piano di riferimento da seguire nello svolgersi del lavoro per costruire la situazione futura desiderata si è partiti organizzando il piano identificando tutte le attività previste e stimandone le relative durate: così facendo si è potuto costruire un *diagramma di Gantt*.

2. Avendo organizzato il lavoro secondo il piano previsto si è passati allo svolgimento in successione di ogni attività prevista dal Gantt costruito, a partire da una *cross analysis* tra consumo e frequenza per i codici componenti della famiglia in esame, in modo tale da individuare quali fossero i candidati per una gestione di riordino tramite *kanban* a bordo linea.
3. Si è proseguito inoltre con un'attività di 5S che impattasse subito sulla linea riducendo il disordine e dando anche un'immediata sensazione tangibile ad operatori e *stakeholders* vari che il lavoro che si sta facendo stia generando effetti positivi.
4. La standardizzazione del luogo di lavoro è poi andata di pari passo col bilanciamento delle fasi del ciclo produttivo tra le postazioni per la situazione obiettivo *to be* tramite la seconda applicazione dello *yamazumi chart*. Questo, in modo tale che ne risultasse un'area di lavoro suddivisa per postazioni bilanciate sul carico di lavoro e attrezzate solo del necessario per le fasi in esse residenti.
5. Avendo raggiunto un sufficiente livello con l'attività di 5S si è cominciato a riflettere riguardo quale potesse essere un possibile nuovo *layout della linea* che minimizzasse gli sprechi e che fosse compatibile con le diverse modalità di bilanciamento ipotizzate.
6. Una volta che si è organizzata e bilanciata la linea produttiva è stato necessario stilare quelle che nel lessico anglosassone si definiscono *standard operating procedures*, ossia documentazione che testimoni quale sia lo stato dell'arte per il ciclo produttivo di interesse; seguendo tali procedure si potrà ottenere uno standard di lavoro qualitativo e condiviso.
7. Al termine di tutte le attività sopracitate era rimasto solo da implementare un piano di mantenimento e miglioramento in linea con l'ottica *kaizen* di impronta giapponese: sono stati quindi generati dei *KPI (Key Performance Indicators)* e degli obiettivi a vario termine per essi stessi.

Si è strutturato il lavoro che è stato fatto per il progetto in capitoli che qui di seguito vengono elencati ciascuno accompagnato dai principali temi trattati in essi.

1. FRAL s.r.l.

Descrizione della compagnia, dei valori, della *vision* e della *mission* nonché dei prodotti che produce e dei mercati che serve. Saranno anche esposti i numeri principali dell'azienda.

2. La filosofia e il lavoro *lean*

La storia dell'evoluzione del *lean thinking* e la descrizione dei 5 Principi-guida su cui esso si basa collegata alle principali metodologie che sono più comunemente apprezzate ed applicate.

3. Le basi teoriche

In questo capitolo saranno descritte le caratteristiche generali delle linee *mixed model* e in più si presenterà una panoramica, corredata di riferimenti alla letteratura, di tutti i metodi e le tecniche che sono stati utilizzati nel corso del lavoro.

4. Il lavoro preliminare e lo stato corrente

Una descrizione della situazione antecedente al lavoro, manifestando motivi e obiettivi del progetto. Si è anche analizzata, tramite l'uso di determinate metodologie, la situazione *as is* e qui si evidenzieranno le criticità emerse.

5. Il piano d'azione

Saranno spiegate le motivazioni, l'uso che si è fatto delle tecniche e per concludere anche i risultati ottenuti da ciascuna azione attuata, col fine del raggiungimento dello stato *to be* atteso.

6. Conclusioni

Il capitolo finale sarà una sintesi di ciò che è stato fatto e si procederà al confronto di alcuni indicatori con la situazione precedente al miglioramento per rendere manifesti i progressi ottenuti.

1 FRAL S.R.L.

Lo svolgimento del progetto di cui è oggetto questo lavoro si è tenuto presso Fral, una azienda fondata nel 1987 che ha sede a Carmignano di Brenta in provincia di Padova.

1.1 I NUMERI E I PRODOTTI

Si tratta di una realtà di medio-piccole dimensioni, ma crescita notevolmente (sia come numero di dipendenti che come fatturato) nell'ultimo decennio.

Per quanto riguarda il numero di dipendenti, ad esempio, se ne possono contare ad oggi (metà 2019) circa un centinaio, cresciuti in maniera sensibile dai 70 del 2015.

A differenza del fatturato invece, la cui evoluzione è notevole se paragonata ai dati del 2005: si è passati da 2 milioni di euro a 12 milioni di fatturato consolidato nel 2017 e confermato l'anno seguente.

Va fatto anche presente che il gruppo Fral non ha soltanto sede in Italia, ma nel 2005 viene fondata Fral Cina con l'obiettivo della fabbricazione e commercializzazione dei prodotti portatili domestici.

Ciò che Fral costruisce e commercializza sono deumidificatori e condizionatori d'aria per applicazioni sia domestiche che industriali. Più dettagliatamente i prodotti a marchio Fral si possono dividere in 6 gruppi distinguibili per caratteristiche tecniche, commerciali ma anche per quote di mercato.

Nello specifico per quanto riguarda le caratteristiche tecniche e le quote di mercato la suddivisione è:

1. Deumidificatori domestici (Fig. 2.1), 5% delle vendite;



Fig. 2.1. *Deumidificatore domestico FRAL*

2. Deumidificatori professionali (Fig. 2.2) (portatili e fissi di potenzialità media), 30% delle vendite;



Fig. 2.2. *Deumidificatore professionale FRAL*

3. Deumidificatori industriali di grande capacità e deumidificatori speciali (Fig. 2.3) [in crescita], 15% delle vendite;



Fig. 2.3. *Deumidificatore industriale FRAL*

4. Deumidificatori per climatizzazione radiante e ventilazione meccanica (Fig. 2.4), 15% delle vendite;



Fig. 2.4. *Deumidificatore radiante FRAL*

5. Condizionatori portatili professionali (Fig. 2.5), 20% delle vendite;



Fig. 2.5. *Condizionatore portatile professionale FRAL*

6. Subfornitura su progetto non Fral – gruppi refrigeratori per distributori di prodotti freddi, 15% delle vendite.

I mercati di riferimento che Fral va a servire possono essere segmentati per tipologia di prodotto, prendendo in considerazione quelle appena citate.

- Deumidificatori domestici.
Il mercato è molto grande e le vendite Fral, suddivise all'incirca in 30% Italia e 70% estero, si stima coprano lo 0,2% del mercato europeo.
- Deumidificatori professionali (portatili e fissi di potenzialità media).
Il mercato è prevalentemente europeo (circa il 5% di quota di mercato) e servito, in termini di volumi, per lo più dallo stabilimento cinese.

- Deumidificatori industriali di grande capacità e deumidificatori speciali.
Venduti in Italia (20%), in alcuni paesi Europei (soprattutto Germania) oltre che in Australia, Brasile e Medio Oriente. Si stima che la quota di mercato in Europa si aggiri tra il 5 ed il 10%.
- Deumidificatori per climatizzazione radiante e ventilazione meccanica.
Il mercato di riferimento è quasi esclusivamente l'Italia dove detiene circa il 10% della quota.
- Condizionatori portatili professionali.
Il mercato è prevalentemente Europeo e Fral detiene una quota significativa stimata intorno al 25%.

Nel particolare caso dei clienti esteri, questi si possono distinguere in due categorie:

- Distributori, consistenti del 60% circa del fatturato dall'estero;
- OEM (*Original Equipment Manufacturer*), per il restante 40%.

Se i distributori sono clienti che non praticano ulteriori lavorazioni o assemblaggi ai prodotti che acquistano, ma fanno solo opera di commercializzazione, questo non si può dire per gli OEM.

Gli *Original Equipment Manufacturer* sono aziende che, all'interno della filiera (o *supply chain*), hanno il ruolo di realizzare apparecchiature che saranno poi installate in un prodotto finito sul quale il costruttore finale appone il proprio marchio.

È pertanto evidente che le esigenze delle due tipologie differiscono, in quanto gli OEM faranno uso del prodotto per ulteriori lavorazioni, richiedendo quindi un'integrazione e un rapporto di collaborazione più intenso.

Il posizionamento di Fral è su una fascia medio-alta dal punto di vista del prezzo di vendita, in quanto il mercato premia la qualità e l'innovazione soprattutto nei prodotti più customizzati.

1.2 VALORI, VISION E MISSION

Fral è una s.r.l. (Società a Responsabilità Limitata), pertanto la proprietà è dei soci: in questo caso i soci sono 2.

I due soci hanno definito quelli che sono i valori alla base del lavoro di Fral e che i dipendenti devono percepire come fondamentali e condivisi.

1. I valori

- Passione;
- Ambizione;
- Reciprocità;
- Intelligenza;
- Onestà Intellettuale.

A detta dei soci, tra questi 5 valori ce n'è uno che è preponderante sugli altri, quasi che sia presupposto affinché gli altri 4 possano essere posseduti: si tratta dell'onestà intellettuale. La capacità di ammettere il torto senza sentire il bisogno di mascherare i propri errori tra omissioni o sotterfugi risulta essere basilare per una convivenza aziendale sana e che faccia fruttare tutti gli altri valori quali passione e intelligenza ad esempio.

2. La *vision*

“Essere l'azienda italiana di riferimento nel mondo, per la deumidificazione e la climatizzazione speciale, universalmente apprezzata poiché, grazie al suo stile caratteristico, fa crescere l'atteggiamento delle persone portandole a perseguire l'eccellenza”.

La *vision* aziendale si definisce come la proiezione di uno scenario futuro che rispecchia gli ideali, i valori e le aspirazioni di chi fissa i *target* e incentiva all'azione: ossia l'insieme degli obiettivi di lungo periodo che il *Top Management* vuole definire per la propria azienda comprendendo anche l'interpretazione nell'avvenire dell'azienda nel contesto economico e sociale.

Quel che si evince pertanto dalla *vision* di Fral è l'ambizione di crescere basandosi sul talento e sull'atteggiamento positivo delle persone che vanno a costituire la struttura portante dell'azienda.

3. La *mission*

“FRAL è un punto di riferimento nel mercato poiché, grazie ad un team di persone che si distinguono per competenza, creatività e coinvolgimento, fidelizza i clienti cogliendone le necessità ed offrendo loro soluzioni con prodotti idonei ed innovativi sostenuti da un servizio di qualità, il tutto nello spirito condiviso di crescita quotidiana”.

La *mission* aziendale è, a differenza della *vision*, più orientata al presente ed è finalizzata ad offrire una guida più operativa e pratica all'azione.

Non ha la funzione di ispirare i soggetti coinvolti, ma di dare l'indirizzo da seguire nelle attività svolte descrivendo quali siano gli scopi (*mission* appunto) aziendali: dichiara quelli che sono gli intenti della compagnia e anche le modalità con cui intende raggiungere questi scopi.

Un buon *mission statement* dovrebbe rispondere a queste tre domande:

- Chi siamo?
- Cosa vogliamo fare?
- Perché lo facciamo?

Nel caso di Fral si evince che il punto di forza è l'attenzione alle necessità dei clienti e che lo scopo che si vuole raggiungere è quello di soddisfare queste ultime con le soluzioni più aderenti ad esse. Inoltre, si evince anche in questo passaggio che la via per ottenere certi risultati passa ancora una volta per le persone che collaborano in Fral, divenendo quindi decisive per la crescita ed il successo nel business.

2 LA FILOSOFIA E IL LAVORO LEAN

La domanda che ci si deve porre in partenza è... che cosa si definisce *lean*?

Può rispondere a questa domanda questo passo del saggio di K. J. Duggan che spiega efficacemente come il cliente sia disposto a pagare solo per ciò che produce valore per lui, di conseguenza spiega come tutto il resto sia spreco che porta solo perdite al produttore.

*«Lean is about eliminating waste. Waste is any activity that does not add value. Value is any activity that transforms the product in a way the customer is willing to pay for. Customers typically do not want to pay for overproduction, material handling, waiting, scrap, rework, inventory, overprocessing, or even inspection. These are all waste.»*¹
(Duggan, 2013).

L'uso del termine *lean* si inizia a diffondere solo negli ultimi 25-30 anni del secolo scorso, affermandosi poi solo nell'ultimo decennio del XX secolo con pubblicazioni di libri che sono pietre miliari di questo argomento.

Per spiegare l'origine di questo termine però va fatto un salto indietro nella storia.

2.1 CENNI STORICI

Dal XIX secolo alla produzione fordista

Se con la prima rivoluzione industriale si può dire che si è superato, in un certo senso, il metodo più artigianale di produrre (con il concetto di divisione del lavoro taylorista); se con la seconda rivoluzione industriale si è cominciato a fare uso dei più recenti mezzi produttivi (elettricità e petrolio in primis) per aumentare la capacità produttiva; allora con il lavoro di Henry Ford si è avuta la più concreta sintesi delle due rivoluzioni, culminando nella cosiddetta “produzione di massa”.

«You can have it any color you want, as long as it is black» è la citazione più inflazionata di Ford e questo perché essa comunica in maniera efficace ciò

¹ Duggan K. J., 2013, Creating Mixed Model Value Streams. Practical Lean Techniques for Building to Demand, CRC Press Taylor & Francis Group, pag. 19

che sta dietro al pensiero produttivo fordista: nessuna varietà ammessa ed estrema enfasi sulla produttività più spinta possibile.

Quella fordista è stata una filosofia produttiva di incredibile successo al suo tempo, in quanto i bisogni del mercato si incastravano perfettamente con essa: la classe media aveva necessità di spostarsi su medi tragitti con più agio e rapidità, con costi contenuti. La fabbrica fordista forniva esattamente questo, nulla più e nulla meno. La crisi per il suo metodo produttivo è giunta nel momento in cui la domanda di mercato si è evoluta allontanandosi dalla mentalità del bisogno basilare volgendo la sua attenzione verso una maggiore varietà: qui di seguito si può vedere una emblematica immagine (Fig. 2.1) delle automobili Ford, tutte perfettamente identiche, stoccate fuori dal famoso impianto di *River Rouge*.



Fig. 2.1. *Le automobili Ford stoccate fuori dalla fabbrica di River Rouge*

L'evoluzione di Toyota con la "Lean Production"

In una condizione di mercato ibrida si è trovata ad operare l'azienda che per prima ha intrapreso quei cambiamenti di paradigma che sono stati poi ribattezzati dall'occidente col nome di *lean thinking* o *Toyota way*: questa realtà era proprio Toyota.

L'azienda produttrice di telai tessili "Toyoda Automatic Loom", fondata nel 1890 da Sakichi Toyoda, apre nel settembre 1933 una divisione destinata alla produzione di automobili e affidata alla direzione del figlio (Kiichirō Toyoda)

del fondatore e proprietario: la “Toyota Motor Corporation”. La storia della grande ascesa di Toyota però ha luogo nel secondo dopoguerra, nelle condizioni di un Giappone uscito sconfitto dal conflitto mondiale.

Il giovane dirigente Toyoda (Fig. 2.2) e l'ingegnere Taiichi Ōhno (Fig. 2.3) hanno studiato affondo la storia e il metodo fordista, visitando anche la famosa fabbrica di *River Rouge*. Proprio in seguito a questa visita e a questi studi è stato evidente ad entrambi che il metodo produttivo americano non poteva essere replicato nel loro caso.

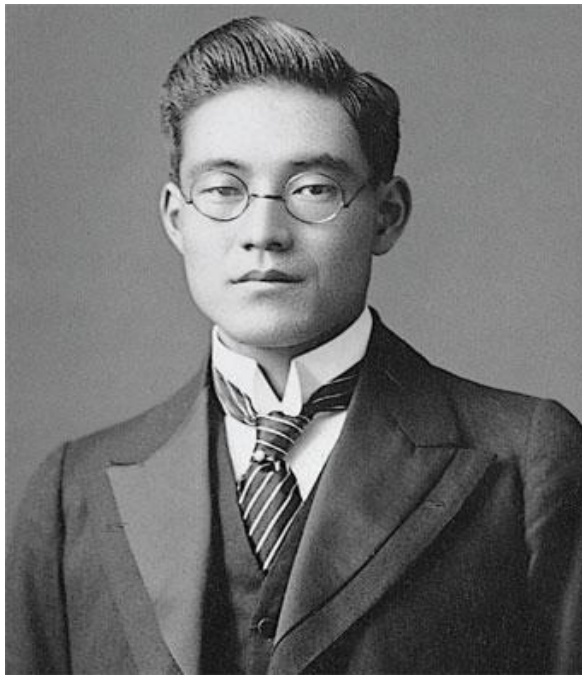


Fig. 2.2. *Kiichirō Toyoda*



Fig. 2.3. *Taiichi Ōhno*

Il problema che segnava la differenza abissale tra le due realtà era l'opulenza della produttività americana: tutto era su scala enormemente superiore a ciò che i giapponesi di Toyota potessero lontanamente replicare.

Per competere con gli americani dovevano cambiare il modo di produrre, per contrapporsi alla grandezza americana si sono dovuti far bastare le poche risorse disponibili: all'abbondanza hanno contrapposto la efficienza di una produzione essenziale.

Così si erano poste le basi per quello che venne poi definito *Toyota Production System* (TPS) e che ancor più tardi, studiato e solo parzialmente rimaneggiato dall'ambiente accademico statunitense, ha preso il nome di *Lean Production*, o Produzione Snella in lingua italiana.

In pochi decenni questo metodo produttivo che, come spiegato nasce da una situazione di necessità più che da una attività di sforzo di ingegno spontaneo, ha portato Toyota ad essere uno dei maggiori gruppi mondiali in ambito di produzione di automobili.

2.2 LA LEAN PRODUCTION

Come si differenzia dal passato

Si è quindi appena spiegato come quella che si definisce *Lean Production* abbia avuto origine in Giappone per merito del *Toyota Way*, ma soprattutto a causa della scarsità di risorse di cui il Giappone disponeva, sconfitto nel secondo conflitto mondiale e colpito da 2 bombe atomiche nello stretto giro di pochi mesi.

Lean infatti è traducibile con “snello” ed è stato coniato in contrapposizione al termine *Mass* affiancato alla produzione di stampo fordista: la tabella qui sotto riportata (Tabella 2.1) evidenzia come le differenze tra i due metodi produttivi siano numerose e radicali.

Tabella 2.1. *Le differenze tra “Lean Production” e “Mass Production”* (www.tesionline.it)

PRODUZIONE SNELLA	PRODUZIONE DI MASSA
Produrre in base agli ordini ricevuti	Produrre e provare a vendere
Economie fatte in base alla velocità dei processi	Economie di scala
Efficienza	Efficacia
Produzione "pull"	Produzione "push"
Lotti piccoli	Lotti grandi
Attrezzaggi rapidi	Scarsa attenzione al tempo impiegato per l'attrezzaggio dei macchinari
Celle produttive autosufficienti	Linee di produzione
Macchinari dimensionati alla produzione	Macchinari grandi e ingombranti adatti alle grandi produzioni
Velocità di risposta	Lentezza nel cambiamento
Capacità di adattarsi	Azienda rigida, inflessibile
Conoscenza generalizzata	Conoscenza specifica

Risulta pertanto evidente come la peculiarità del metodo sia essere produttivi usando la minor quantità risorse possibile: la filosofia è quella di utilizzare meno per fare di più.

Emblematica da questo punto di vista è la metafora della barca in navigazione su diversi livelli d'acqua, la quale contrappone le due filosofie produttive citate.

All'interno della figura sottostante (Fig. 2.4) l'immagine a sinistra è assimilabile alla produzione di massa: se il livello d'acqua corrisponde al livello delle scorte, allora andando ad aumentarlo si vanno a coprire ed affondare tutti quelli che possono essere i problemi e le difficoltà (attese, lavorazioni eccessive e così via). Questi vengono ammortizzati dalla presenza costante di pezzi pronti a correggere le imperfezioni nel processo e ne risulta così una "navigazione" serena e senza intoppi.

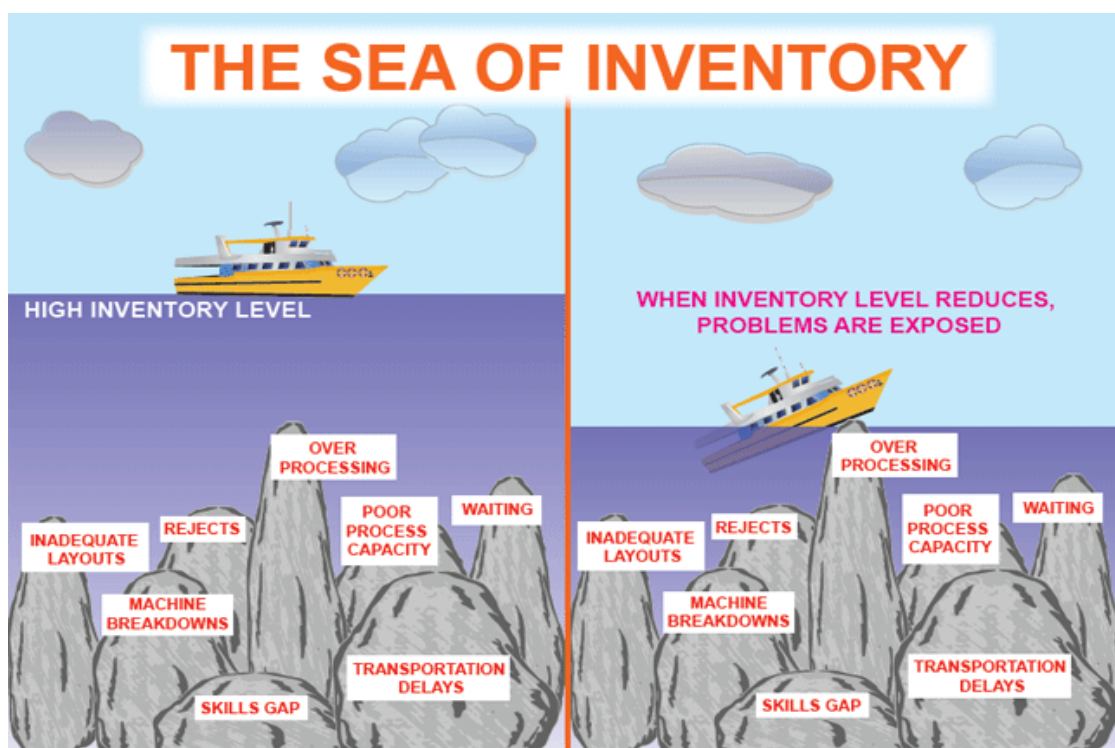


Fig. 2.4. La navigazione "lean" rende manifesti i problemi (*empwaynek.wordpress.com*)

Al contrario, il lato destro dell'immagine lo si può mettere in relazione con lo spirito *lean*: mantenendo il livello dell'acqua (o il livello delle scorte) più basso si scoprono gli scogli rendendoli evidenti ed intralcianti nel percorso, e quindi costringendo a trovare soluzioni alternative per abatterli e non

soltanto per evitarli, altrimenti la navigazione successiva sarà allo stesso modo difficile.

Il significato della metafora sta nel non utilizzare le scorte come ammortizzatore dei problemi o come maschera per le insicurezze sui propri processi, ma al contrario puntare a ridurle per manifestare le imperfezioni e i problemi. Si tratta pertanto di barattare la navigazione serena con una navigazione ostica ma che porta a un risparmio di risorse e alla risoluzione dei problemi, dovuta al fatto che questi vanno risolti assolutamente nell'intento di proseguire e di rendere il processo stabile ed efficiente, seguendo la strada della velocità e della reattività dei processi.

«*Every day, a new visionary manager realizes that the tools and techniques of Lean Manufacturing are as powerful as they are simple*»² (Leone G., Rahn R. D., 2014) ed è per questo motivo, evidenziato da Gerard Leone e Richard D. Rahn nel loro saggio “*The Complete Guide to Mixed Model Line Design*”, che numerose realtà già si sono convertite alla filosofia *lean* e che molte altre ogni giorno prendono la decisione di affrontare questo cambiamento.

I benefici

Il ragionamento dei due autori continua poi chiedendosi per quali altri motivi queste numerose realtà produttive abbiano scelto di incamminarsi sul sentiero tracciato da Toyota: quali siano pertanto i benefici che può portare la produzione snella.

I benefici che elencano Leone e Rahn sono:

- Riduzione delle scorte, asserendo che è comune osservare una riduzione anche del 90% nelle scorte di processo;
- Miglioramenti di qualità, dovuto alla necessaria revisione per avere uno standard di lavoro e un processo *error-proof* (a prova di errore) che portano quindi ad un deciso calo di scarti e necessità di rilavorazioni;
- Aumento della produttività, gli autori asseriscono che, addestrando gli impiegati al metodo di lavoro standard, si possano citare notevoli guadagni di produttività anche in settori o realtà affermate e mature;

² Leone G., Rahn R. D., 2014, *The Complete Guide to Mixed Model Line Design. Designing the Perfect Value Stream*, Flow Publishing, pag. 19

- Riduzione del tempo di risposta agli ordini dei clienti, eliminando sprechi e code di produzione è possibile produrre in tempi che sono frazioni del tempo richiesto per un metodo manifatturiero tradizionale (gli autori qui ci tengono a specificare che questo sia possibile non per merito di una lavorazione più spedita, ma progettando un processo che sia bilanciato tra le varie fasi e che non comporti ritardi);
- Riduzione del capitale operativo necessario, la cui mancata disponibilità viene definita come, talvolta, anche causa di fallimenti, giunge dal metodo produttivo più snello e meno dispendioso;
- Miglioramento dell'utilizzo di spazi e capitali, quantificabile tipicamente in numeri maggiori del 20% grazie ai bilanciamenti dei processi produttivi, la correlata riduzione di scorte interni ad essi e gli sforzi di manutenzione dell'ambiente.

I 5 Principi guida

Tra la filosofia produttiva e i benefici ottenuti però c'è un mare di tecniche e metodi che costituiscono la cassetta degli attrezzi per lavorare sui processi. Tutti questi fanno riferimento ad almeno uno dei 5 Principi guida alla base del modello (Fig. 2.5).

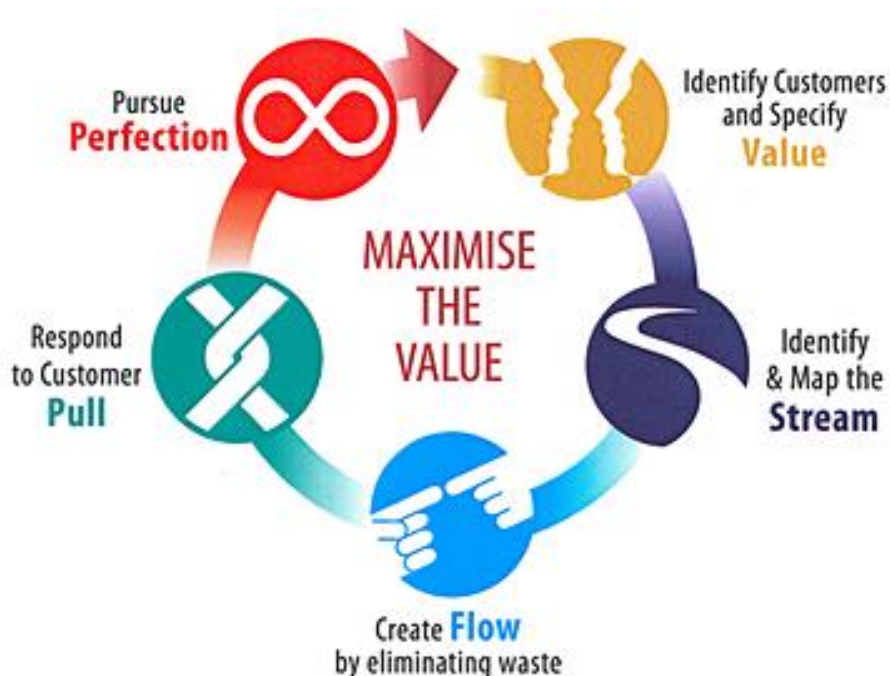


Fig. 2.5. I 5 Principi guida del modello lean (ingegneriaagileesnella.wordpress.com)

1. **Value, identificare il valore.**

Si tratta di comprendere ciò che vale per il cliente, definendo il valore dal suo punto di vista. Questo pertanto comporta di individuare ciò per cui il cliente è disposto a pagare, distinguendo da tutte quelle attività che dall'ottica del cliente sono superflue.

2. **Map, mappare il flusso del valore.**

Comprendere come si giunge al prodotto o al servizio erogato, identificando quale sia l'insieme delle azioni che portano a realizzarlo e mappandole in successione (con una metodologia predefinita).

3. **Flow, far scorrere il flusso.**

A questo punto si parla di far fluire tutte le attività precedentemente identificate e messe in successione, si deve far funzionare ciò che si è disegnato. Tutto deve essere realizzato per processi e non per funzioni, senza soste o interruzioni: a flusso appunto.

4. **Pull, far tirare il flusso dal cliente.**

Una volta creato il flusso è il momento di rendere il flusso tirato a valle, dalle richieste del cliente. Vanno quindi impostate le attività secondo la logica *pull* (e non *push*), ovvero compiere una attività solo nel momento in cui il processo immediatamente a valle lo richieda.

5. **Perfection, perseguire la perfezione.**

Al termine di tutto ciò si cerca di migliorare in continuazione, ricercando sempre un modo migliore di fare ciò già che si sta facendo: ogni piccolo miglioramento può contribuire ad avvicinarsi a quella perfezione che mai sarà davvero raggiunta.

Dai “muda” al flusso della produzione

Questi 5 Principi tracciano la strada per un progetto di trasformazione in ottica *lean*, ma sono nulla più che la guida base da seguire. Per affrontare una trasformazione è necessario conoscere e saper individuare (da **1° principio**) quali siano gli sprechi: da cosa siano caratterizzate quelle attività per cui il cliente non sarebbe disposto a spendere e che per questo motivo vanno eliminate o quantomeno ridotte al minimo.

In giapponese è usata la parola “*muda*” (無駄) che è traducibile letteralmente come “ciò che procura disonore”. Questo perché nell'ottica di Toyota lo

spreco è fonte di disonore per chi lo compie in quanto non sta agendo e performando nelle migliori condizioni. Nella letteratura classica sull'argomento gli sprechi sono suddivisi in 7 categorie differenti (Fig. 2.6).



Fig. 2.6. I 7 sprechi (*muda*) generali in ottica lean (italiandirectory.eu)

- a) **Sovraproduzione.** Si identifica come lo spreco che è fonte di tutti gli altri ed è il caso della produzione eccessiva che causa inevitabili difficoltà di gestione della complessità che ne fa derivare.
- b) **Trasporti di materiale.** Sotto questa definizione sono racchiuse tutte le movimentazioni di materiali interne, e non, allo stabilimento. Si tratta di tutti quegli spostamenti del materiale che sono superflui, che, ci siano o meno, non cambierebbero il valore che ha il prodotto per il cliente.
- c) **Percorsi dell'operatore.** In questo caso è l'operatore che si sposta, ma il concetto è comparabile con quello espresso dallo spreco precedente: tutte le volte che un operatore si muove non va ad aggiungere valore al prodotto, pertanto sono tutti spostamenti che sarebbe preferibile eliminare.
- d) **Eccessi di processo.** Si parla in questo caso dell'utilizzo di più risorse rispetto a quelle effettivamente necessarie per lo

svolgimento delle attività produttive, o della aggiunta di più fasi produttive o funzioni di prodotto rispetto a quelle richieste dal cliente.

- e) **Tempi di attesa.** Ogni istante di tempo che il prodotto su cui si deve agire attende è un istante di tempo perso, che andrà ad aumentare il tempo necessario per il completamento delle operazioni: il tempo di attesa nella produzione si riflette quindi in tempo di attesa per il cliente.
- f) **Giacenze.** Sono tutte quelle scorte che sono eccessive: quelle che non sono necessarie (derivanti dalla sovrapproduzione) possono anche essere eliminate.
- g) **Riparazioni e rilavorazioni.** Ad ogni errore o inceppo nella produzione si genera la necessità di rilavorare o anche riparare il prodotto: tutte le risorse adibite a queste operazioni (di loro natura stessa) superflue sono risorse tolte alle attività principali e quindi dedicate a sprechi che sono da limitare al minimo.

Per spiegare questi 7 “*muda*” sono state citate più volte attività che danno valore o meno al prodotto, è quindi il caso di definire con precisione cosa si intenda con ciò distinguendo tra:

- Attività a valore aggiunto: quelle attività che il cliente richiede siano effettuate e per cui è disposto a pagare;
- Attività non a valore aggiunto eliminabili: sono quelle attività che il cliente non ha richiesto e che sono svolte per inefficienze che si possono evitare, essendo di conseguenza eliminabili;
- Attività non a valore aggiunto riducibili: sono quelle attività che non portano maggior valore al cliente per il prodotto/servizio a cui è interessato, ma sono necessarie per l'attività di trasformazione e pertanto non sono eliminabili (alcune di queste potranno diventare non più necessarie a fronte di attività di miglioramento continuo).

Si possono individuare così le criticità maggiori da analizzare e migliorare, ma per avere più chiaro come sia organizzato il flusso del valore che si offre al cliente è necessario avere uno schema rigoroso tramite il quale creare una mappatura più precisa di esso (come da **2° Principio**): a sostegno di questo

obiettivo vi è la metodologia del *Value Stream Mapping*, che sarà poi utilizzata per il progetto in esame e quindi presentata in seguito nel dettaglio.

Per merito delle attività fin qui illustrate si possono costruire dei processi più efficienti, riscontrando così positive ricadute su costi, tempi e qualità.

«We get brilliant results from average people managing brilliant processes – while our competitors get average or worse results from brilliant people managing broken processes» è una famosa citazione dell'ex Amministratore Delegato di *Toyota Motor Corporation* dal Giugno 2006 al Giugno 2013, Fujio Chō. Mette così in risalto l'importanza di perfezionare i processi in primis, in quanto sono i processi rigorosi e ben impostati che danno l'opportunità alle persone, anche le meno brillanti, di esprimersi al meglio.

Si hanno quindi processi più snelli, bilanciati, con ridotti sprechi e una maggiore percentuale di attività a valore aggiunto: si è creato il flusso della produzione (da **3° Principio**).

La logica “pull” grazie al “kanban”

Una volta che è stata messa mano ai progetti è il momento di far tirare ciascuna fase da quella immediatamente posta a valle all'interno della catena del valore; facendo così in modo che, idealmente, sia il cliente finale a tirare con le sue richieste tutta la catena sino al primo anello.

Il dubbio che sovviene da questa volontà è sicuramente se sia possibile in maniera indiscriminata, per ogni compagnia, far sì che sia il cliente finale a tirare la produzione o se questo sia un requisito necessario per definirsi una azienda *lean*: la risposta è no e ne è prova valida il fatto che lo stesso emblema della filosofia, Toyota, sia la prima azienda che non lavora in logica completamente *pull* per quanto riguarda il sistema di pianificazione della produzione.

Come si evince dalla Tabella 2.2 possiamo distinguere tra 2 sistemi che possono essere gestiti in logica *push* o *pull* in alternativa: il sistema di pianificazione della produzione e il sistema di movimentazione dei materiali.

Tabella 2.2. *Logiche Push e Pull nei sistemi di pianificazione e movimentazione*

		MOVEMENT SYSTEM	
		PUSH	PULL
PLANNING SYSTEM	PUSH	MPS su previsioni FAS su previsioni MRP con Dispatching	MPS su previsioni FAS su previsioni MRP + Kanban
	PUSH/PULL	MPS su previsioni FAS su ordine MRP con Dispatching	MPS su previsioni FAS su ordine MRP + Kanban
	PULL	MPS su ordine FAS su ordine MRP con Dispatching	MPS su ordine FAS su ordine MRP + Kanban

Prendendo il caso di Toyota non ci troviamo sulla terza riga, ma bensì sulla seconda: la sua gestione della pianificazione non è in ottica puramente *pull*, in quanto l'MPS (*Master Production Schedule*), che fornisce una prima stima delle quantità di prodotto finito da produrre per periodo di tempo, viene redatto su previsioni.

Ciò che difatti risulta essere prioritario nella implementazione della logica *pull* è piuttosto gestire la movimentazione dei materiali con tecniche che tirino il materiale laddove ce ne sia bisogno e solo nel momento in cui questa necessità si venga a manifestare: questa è facoltà del *kanban*.

La parola *kanban* è di lingua giapponese (presa infatti dagli stabilimenti Toyota) ed è derivante dalle parole “*Kan*” (看) traducibile come “visuale” e “*Ban*” (板) che significa “segnale”.

Si tratta pertanto, in generale, di un sistema che fornisca un segnale visuale e immediatamente visibile nel momento in cui nasca la necessità di rifornire di

materiale una determinata locazione o stazione produttiva. Non è infatti necessario prendere il metodo di cui faceva uso Toyota alla lettera, utilizzando dei cartellini che segnalavano la mancanza del materiale da rifornire sul posto: l'importante è implementare un segnale che sia di immediata comprensione e il più visuale possibile, come da spirito insito nella parola giapponese stessa.

Questo è in netta contrapposizione alla accumulazione di materiali, figlia di una ottica prettamente *push*, spinti verso la successiva destinazione per la necessità di non avere il blocco di nessuna fase produttiva.

L'aver una gestione di ottica *pull* risiede quindi, innanzitutto, nell'implementare un sistema di movimentazione dei materiali a chiamata visuale tramite l'uso di *kanban* piuttosto che sulla spinta ricerca di pianificare il tutto a partire dalla richiesta del cliente: anche le aziende che lavorano in MTS (*Make To Stock*), producendo quindi per stoccare a magazzino i prodotti finiti, possono lavorare con spirito *pull* per quanto concerne lo spostamento dei materiali (come indicato da **4° Principio**).

La ricerca della perfezione: il “kaizen”

Le aziende che si trovano ad avere un flusso produttivo che scorre bilanciato, tirato verso valle e con molti meno sprechi di un tempo hanno buoni motivi per essere entusiaste del lavoro svolto, ma il viaggio che la trasformazione *lean* richiede è ben lungi dall'essere concluso: l'entusiasmo non deve corrispondere a soddisfazione.

La lungimirante filosofia Toyota insegna che quello che ad oggi è abbastanza, già domani può non essere più sufficiente. Migliorarsi sempre e ricercare sempre un modo migliore di fare le cose diventa fondamentale per assicurarsi il successo nel lungo termine.

La parola di riferimento in giapponese è *kaizen* (改善), unione anche questa di due termini distinti: “*Kai*” che si può identificare in italiano come “sforzo di cambiare” e “*Zen*” ossia “bene” o “migliore”. Traslitterando ciò pertanto il “*kaizen*” lo si può definire come “lo sforzo di cambiare in meglio”: non smettere mai di chiedersi se si può ancora migliorare qualcosa, anzi sforzarsi sempre per cambiare le cose in meglio rispetto allo stato attuale senza

accontentarsi mai e perseguendo la perfezione (da indirizzo del **5° Principio**).

3 LE BASI TEORICHE DEL PROGETTO

«**M***ixed model production means producing a variety or mix of products or product variations through the same value stream at the pull of the customer. This means to build and deliver the right quantity of a specific product (out of a high number of products available) when the customer wants it.*

In mixed model production, a group of products are determined to be a product family and are treated as ones»³ (Duggan, 2013).

Nel seguito del capitolo verrà meglio spiegato ed esposto quel che è stato citato dal saggio di riferimento di Kevin J. Duggan.

3.1 LE LINEE A MODELLO MISTO

Proprietà

Le linee a modello misto sono caratterizzate dalla proprietà di fornire un **output di diversi modelli di prodotto**, anche in termini di mix. Ossia in ogni momento, qualsiasi sia la richiesta del cliente di riferimento, la linea è in grado di produrre il componente richiesto.

Si è detto per ogni richiesta che il cliente può fare, ma questa affermazione va meglio indagata.

Si intende che nel momento in cui si progetta la linea e quindi si scelgono quali modelli di prodotto rendere producibili nella stessa viene identificata la dimensione della famiglia di prodotti. Se la richiesta del cliente è conforme alle caratteristiche della famiglia di prodotto in esame allora la linea sarà in grado di rispondere positivamente.

La seconda proprietà si manifesta nella **assenza di set-up** nel cambio di produzione da un modello all'altro: ossia non c'è bisogno di fermare la linea a lungo per operare il nuovo settaggio degli strumenti, ma con gli stessi è possibile produrre i vari modelli previsti.

Questo però non esclude la possibilità che vi siano dei set-up cosiddetti "mascherati": si tratta di settaggi che possono essere svolti nel momento in

³ Duggan K. J., 2013, Creating Mixed Model Value Streams. Practical Lean Techniques for Building to Demand, CRC Press Taylor & Francis Group, pag. 19

cui il macchinario è funzionante e prosegue nella produzione. Risulta evidente come questi siano legati ad un tipo di produzione automatizzata nonché ad una tecnologia dei macchinari più evoluta, tale che permetta alla macchina di operare anche nel momento in cui viene riattrezzata.

La prima proprietà è quella che differenzia questa metodologia produttiva da quella a modello singolo (*single-model*), mentre la seconda segna un solco con la metodologia a modello multiplo (*multimodel*): di seguito si riporta una rappresentazione grafica di immediata comprensione sulle caratteristiche delle 3 diverse filosofie di produzione (Fig. 3.1).

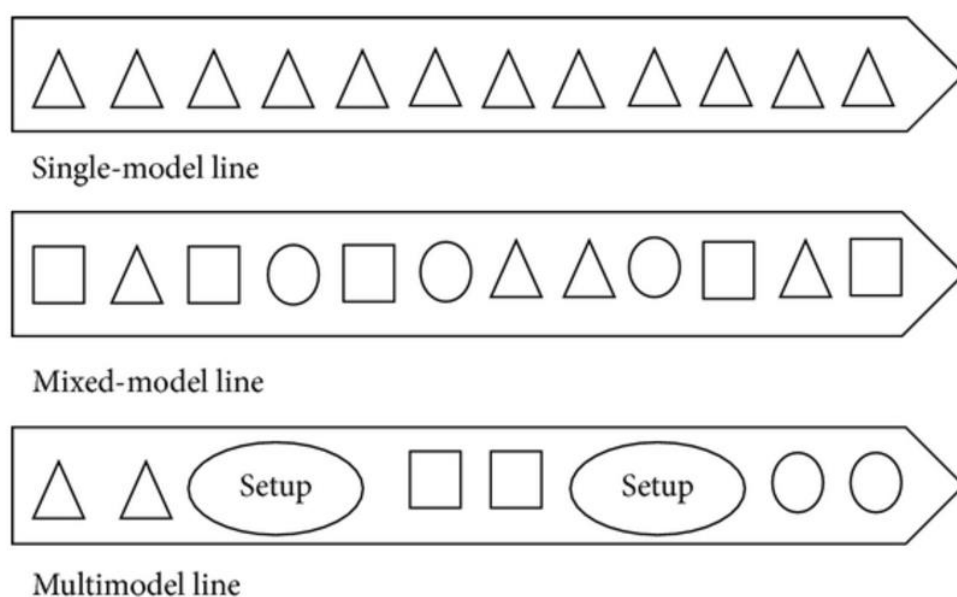


Fig. 3.1. Le caratteristiche delle 3 diverse metodologie di produzione in linea
(www.researchgate.net)

Benefici e limiti

Le caratteristiche che sono state appena descritte portano con loro ovviamente sia dei benefici come anche dei limiti.

1. Confronto col *single-model*

Il beneficio che le linee *mixed-model* portano se confrontate con le linee a modello singolo è quello di avere un'unica linea produttiva per produrre più modelli, a differenza della situazione in cui ci si verrebbe a trovare avendo più linee dedicate, esattamente in numero pari a quanti siano i prodotti da

produrre. In tal modo si vanno a ridurre pertanto spazi e duplicazioni di risorse che sarebbero necessari per il sostentamento di più linee produttive.

Il limite che si può trovare nel confronto tra i due modelli produttivi risiede nel fatto che la produttività risulterebbe massimizzata solo nel caso di più linee dedicate, mentre optando per una produzione a modello misto vanno accettati almeno due compromessi:

- il fatto che la produzione è contemplata solo per un modello alla volta;
- gli spazi andrebbero pensati e progettati per i vari prodotti e non solo per uno unico, risentendo quindi nella massimizzazione della ergonomia e della gestione dei materiali a bordo linea.

2. Confronto col *multimodel*

Il beneficio più evidente e sostanzioso per la produzione a modello misto consiste nel non avere la necessità di effettuare un *set up* nella transizione da un lotto produttivo di un modello al successivo di un altro.

Tutto il tempo necessario all'assestamento dei macchinari e della linea per il cambio di lotto è tempo speso a non valore, ossia tempo in cui la linea non è operativa e produttiva: nel caso *mixed-model* la linea è invece sempre pronta e preparata a far partire la produzione di un qualsiasi tipo di modello le sia richiesto, senza bisogno di tempo per settarsi.

Il limite che si cela dietro l'essersi liberati dal bisogno di *set up* risiede nel fatto che questo è stato prevenuto tramite questo escamotage: i macchinari sono stati progettati per processare il *set up* internamente, ossia si assestano senza necessità di fermare la macchina dalla produzione. Questo però comporta un investimento sicuramente notevole rispetto alla scelta di un macchinario meno specializzato. La produzione a modello misto quindi è implementabile solo se si manifestano particolari condizioni, non sempre è possibile fare a meno del *set up* e quindi l'alternativa alla produzione *multimodel* non esiste in tal caso.

3.2 IL PROCESSO DI MESSA A FLUSSO

Il progetto che si va a mettere in atto su una linea produttiva per metterla a flusso si compone solitamente di più metodologie di analisi e di

miglioramento dei processi, molte delle quali fanno riferimento alla scuola del *lean thinking*.

Qui di seguito seguirà una introduzione storica e teorica delle varie metodologie che saranno poi snocciate nel dettaglio della pratica nel capitolo riguardante lo svolgimento del progetto.

Analisi ABC di Pareto

Questa metodologia prende il nome dal sociologo ed economista italiano Vilfredo Pareto che nel 1897 dimostrò la sussistenza di tale legge empirica di natura statistica.

Il nome “ABC” è invece derivante dalla proprietà stessa della legge che è sintetizzabile affermando che la maggior parte degli effetti è dovuta ad un numero ristretto di cause: si dividono pertanto in 3 classi queste cause.

La classe A composta da poche cause impatta per la maggior parte degli effetti: secondo la stima di Pareto il 20% di queste a maggior valore pesa per l'80% del totale degli effetti.

Questa legge è applicabile ad ogni fenomeno che sia contato su grandi numeri, quindi anche alla vita aziendale: se si è in possesso di tutti i dati sulle vendite ad esempio si possono individuare i prodotti di classe A che più hanno impattato sui numeri di vendita e fatturato in un dato periodo.

Diffusa per le analisi è soprattutto la **analisi ABC incrociata** che non è nulla più che l'incrocio di 2 analisi ABC di diverso genere operate sulla stessa popolazione: si incrocia in una tabella la prima classificazione in riga e la seconda in colonna e si spartiscono così gli elementi per 9 classi a seconda di tutti gli incroci tra le due classificazioni.

Da ciò ne risulta quindi una analisi più dettagliata e approfondita che nel caso del progetto in esame si applica per l'individuazione dei codici per i quali sia più opportuno implementare una gestione con riordino tramite *kanban* a bordo linea e per quali invece valga la pena effettuare un ordinamento dedicato per commessa.

Una tabella che fa uso della analisi ABC incrociata per la classificazione dei codici per il riordino è la seguente Tabella 3.1: nel tal caso si fa riferimento

alla frequenza di consumo e al valore unitario del componente per le due classificazioni ABC.

Tabella 3.1. **“Cross Analysis” valore unitario vs frequenza del consumo**

		Frequenza del consumo		
		Alta	Media	Bassa
Valore unitario (€)	Alto	Tecniche JIT/VMI		A fabbisogno
	Medio			
	Basso	A scorta o a piano		

Value Stream Map (VSM)

«Noi cominciamo quasi tutti i nostri progetti nelle aziende con un processo di rappresentazione della loro realtà che parte dall'elemento più semplice, che è un blocco di attività elementare, sino ad arrivare alla complessa rappresentazione di tutte le attività svolte nel flusso di attività che si stanno esaminando. Daniel Jones e Jim Womack, sin dai primi anni Novanta hanno battezzato questa tecnica con il nome di Value Stream Mapping, adattando l'originaria tecnica giapponese denominata “flusso delle informazioni e dei materiali”. Originariamente questa tecnica ha avuto il suo utilizzo esteso per l'analisi dei processi produttivi al fine di identificare tutte le attività che aggiungono valore separandole da quelle che non aggiungono valore e che pertanto rappresentano uno spreco da mettere al bando. Con una attività molto operativa svolta sul campo [...] si ripercorrono tutte le diverse fasi di trasformazione, manipolazione, trasporto, controllo, imballaggio, spedizione, costruzione, assemblaggio. L'obiettivo ultimo è quello di ridurre i tempi di attraversamento, aumentare la produttività con pari risorse, ridurre gli spazi attraverso una sistematica operazione di vera e propria caccia agli sprechi»⁴ (Attolico, 2012).

⁴ Attolico L., 2012, Innovazione lean. strategie per valorizzare persone, prodotti e processi, Hoepli Editore, pag. 76-77

Nelle parole di Luciano Attolico (ingegnere cofondatore e amministratore di Lenovys, società di consulenza specializzata in *Lean Innovation*) possiamo riconoscere l'origine giapponese, l'utilizzo e l'obiettivo della tecnica VSM.

La costruzione della mappa si concentra sulla individuazione di due flussi: un flusso informativo (rappresentato nella parte superiore dello schema) e un flusso fisico (rappresentato al di sotto di questo), come si evince dall'immagine d'esempio qui di seguito (Fig. 3.2).

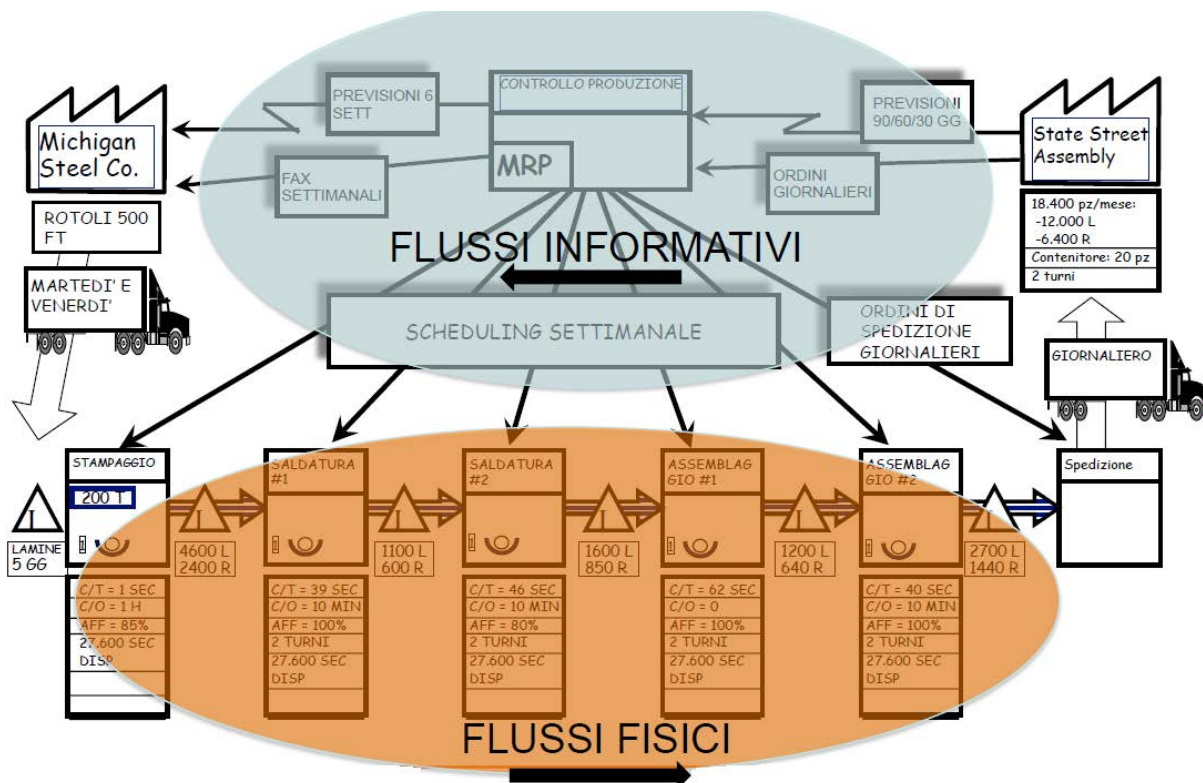


Fig. 3.2. La VSM e i flussi che la caratterizzano (CONSIDI)

Il flusso di informazioni rappresenta il modo in cui è gestita l'acquisizione dell'ordine, dalle richieste del cliente all'acquisizione delle materie prime e componenti dai fornitori.

Al contrario il flusso di materiali rappresenta come viene operata la trasformazione da materie prime e componenti fino ai prodotti finiti spediti al cliente che li aveva richiesti, evidenziando però anche tutte le attese a cui il materiale va incontro nel suo flusso.

Si giunge quindi in questo modo a comprendere meglio il livello di complessità nella gestione dei flussi, ma anche ad un paio di indicatori

fondamentali per la misura delle prestazioni quali il tempo di attraversamento del materiale (*Lead Time*, *LT*) e l'Indice di Flusso (*IF*).

Il *LT* si calcola sommando tutti i tempi delle attività e delle attese riportati in corrispondenza delle stesse, si esprime quindi in giorni ed è un indicatore di quanto il processo sia rapido nel far fluire il materiale al suo interno.

A sua volta invece l'*IF* non si esprime in giorni essendo esso il rapporto tra due misure di tempo come segue:

$$IF = \frac{LT}{\sum \text{tempi di processo}}$$

Pertanto, questo *IF* misura l'impatto delle attese e delle interruzioni al flusso dovute a *Work In Progress* (*WIP*) sulla misura del tempo a valore dei processi. Stando agli studi di Toyota l'*IF* è da considerarsi eccellente (nel settore *automotive* si intende) se raggiunge un valore di 10.

Analisi del contenuto di lavoro

Per giungere a comprendere a fondo come sia strutturato il lavoro che realmente poi viene svolto nel *Gemba* risulta necessario osservare il metodo di lavoro e individuare in essi quali siano le fasi che lo compongono.

Per fare ciò è necessario andare ad estrarre i dati solo ed unicamente dal *Gemba* stesso, non è possibile infatti riuscire ad individuare il tutto nel dettaglio seduti ad un tavolo lontani dalla realtà delle cose, questo insegna il pensiero *lean*.

Al tempo in cui Toyota iniziava a lavorare su queste tecniche l'unico metodo era quello di seguire la produzione direttamente per giorni e segnare con carta e penna quali fossero le azioni dell'operatore e i relativi tempi, investendo svariato tempo col rischio incombente di perdersi passaggi della produzione.

Il metodo di cui si fa uso oggi ha lo stesso fine, ma limita decisamente i due problemi che si riscontravano in passato: si fa uso di una ripresa video della produzione.

Dal video si riesce ad esaminare con più accuratezza le fasi, a rilevare i tempi con precisione e non c'è il rischio di perdersi alcun passaggio risparmiando

quindi tempo nella analisi. Per di più con la possibilità di poter mettere in pausa e rivedere più volte la ripresa si possono anche chiarire certi dubbi, lavorando alla analisi in più persone.

Così facendo si giunge ad una stima quanto più precisa possibile sia di quali siano le fasi di lavoro del ciclo produttivo coi relativi tempi, ma anche del tempo non a valore aggiunto che si è riscontrato all'interno del ciclo di riprese.

Spaghetti Chart

In questo caso si tratta di una mappatura per visualizzare i flussi fisici di materiale o di operatori all'interno del layout di interesse, che sia esso limitato ad una sola linea o cella produttiva o che sia esso l'intero stabilimento.

Prendendo spunto dalle parole che sull'argomento sono riportate sul sito di riferimento Leanmanufacturing.it:

«Operativamente si può realizzare proprio con carta e penne colorate. Si traccia tutto il percorso fatto normalmente all'interno dell'azienda da quel prodotto, indicando sulla mappa le fasi di trasformazione, i punti di stoccaggio, i controlli, ecc...»

«Questa mappatura permette di evidenziare tutte le movimentazioni (muda) eseguite, tutti gli incroci effettuati frutto di un layout non ottimale, i metri - o a volte i chilometri - percorsi durante il ciclo produttivo e numerose altre informazioni utili»⁵.

Il risultato di ciò è visivamente rappresentato (Fig. 3.3) da un insieme di linee che si intrecciano tra loro (talvolta molto e talvolta meno) quasi come fossero degli spaghetti caduti sul piatto, da cui il nome della tecnica.

⁵ Chiarini & Associati S.r.l., Spaghetti Chart – Leanmanufacturing.it, <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/spaghetti-chart.html>, data consultazione pagina 04/06/2019

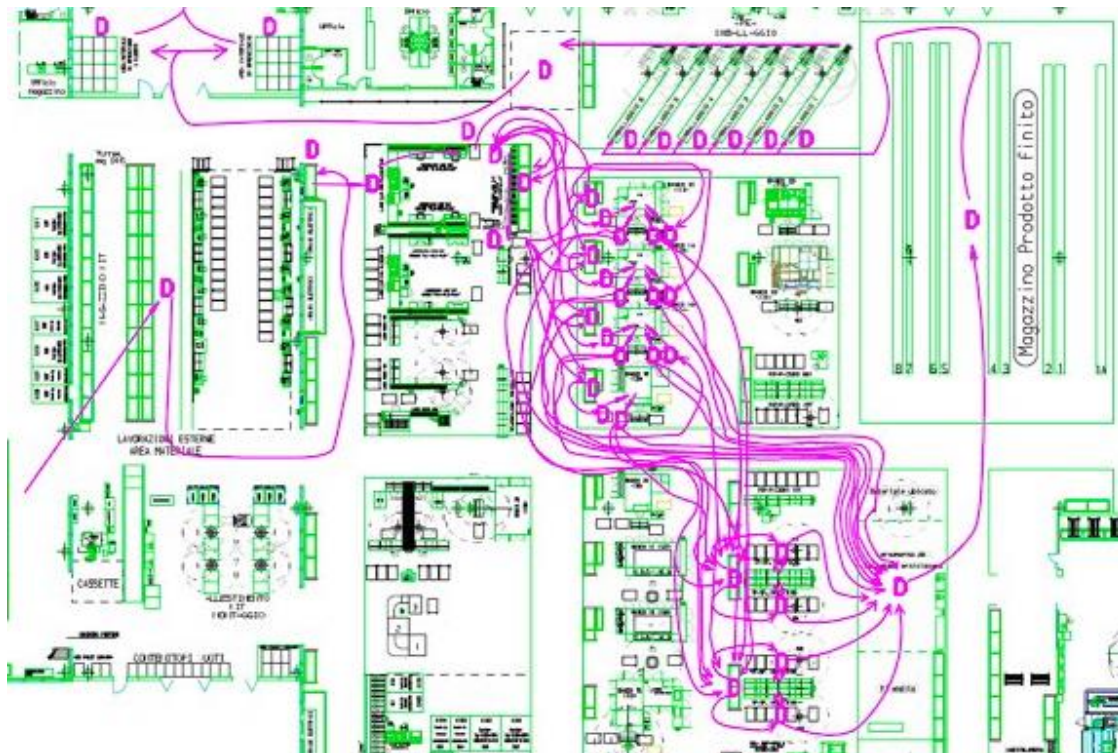


Fig. 3.3. La rappresentazione degli spostamenti in una “Spaghetti chart”
(www.leanmanufacturing.it)

Report A3

Il metodo prende il nome dal formato di documento omonimo, in quanto si dovrebbe usare tale foglio per illustrare l'intero progetto.

Il report A3 è inserito nel merito della metodologia *Hoshin Kanri* (方針管) che significa letteralmente “amministrazione della direzione”. Si tratta di una serie di livelli di pianificazione dalla più strategica a quella più operativa, tutte gestite dalla costruzione di un tipo diverso di piano A3.

I principali tipi di report A3 sono:

- A3-i. Un report con visione pluriennale per la valutazione di convenienza di progetti innovativi.
- A3-X. Il deployment della strategia di medio-lungo termine nei piani annuali e nelle relative risorse assegnate.
- A3-T. Il foglio specifico per un progetto singolo tra i vari inseriti nel piano A3-X.
- A3-SR. Report mensile di controllo che, collegato all'A3-T, riporta il progresso nel progetto.

- A3-SSR. Report periodico più dettagliato de precedente che dà un resoconto preciso sull'avanzamento di una fase del progetto.
- A3-P. Piano dedicato all'insorgere di un problema non previsto, così che un team sia assegnato alla sua risoluzione più immediata possibile.

Si tratta quindi, nella sostanza comune a ciascun tipo di piano A3, di un documento che identifica tramite una struttura standard quali siano le diverse fasi per il corretto svolgimento di un qualsiasi progetto, partendo dalla identificazione dei motivi per i quali questo progetto va svolto fino a giungere alla fase di sostentamento dei risultati ottenuti al termine dello stesso.

In quanto guida del progetto è un documento che va compilato con la partecipazione di tutti gli attori, qualsiasi sia il livello gerarchico di loro appartenenza: deve essere chiaro a tutti coloro che avranno un ruolo nella realizzazione degli obiettivi per creare una comunanza generale di intenti ed azioni. Va da sé pertanto che più la stesura dello stesso è di immediata comprensione, più l'effetto che si desidera ottenere dall'A3 si farà sentire.

La seguente figura (Fig. 3.4) presenta tutte le sezioni del modello standard di un A3 e quello che sarebbe opportuno scrivere per ciascuna di esse.

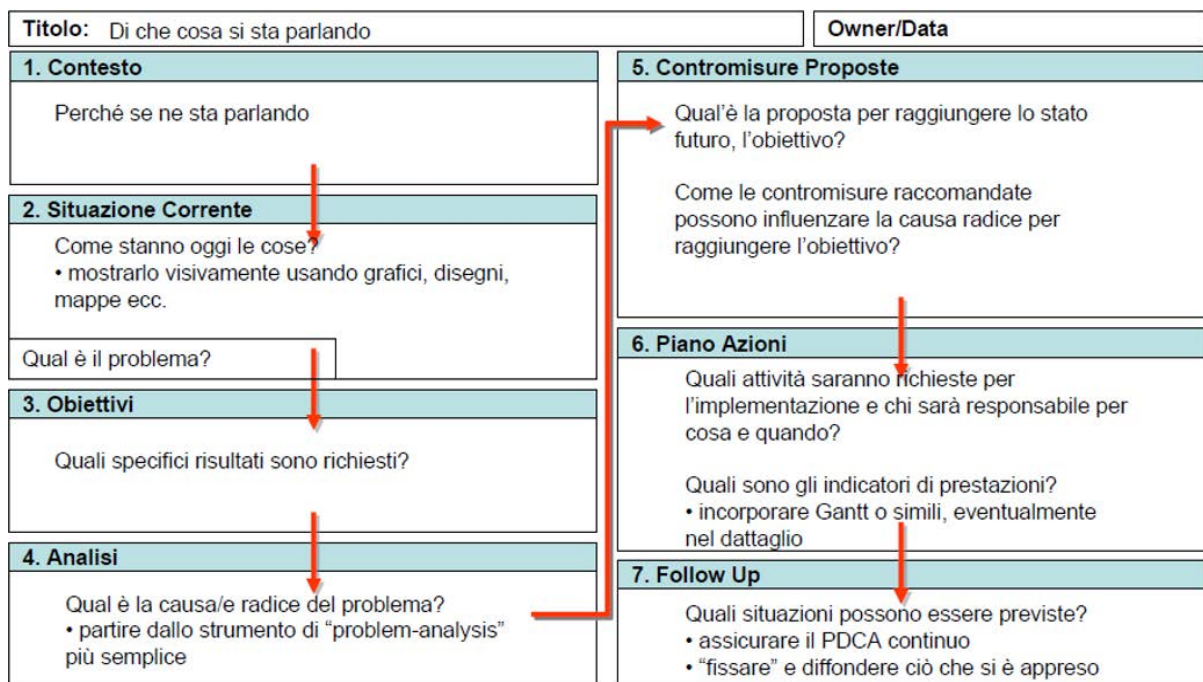


Fig. 3.4. Il modello generale di un piano A3 e la guida alla sua compilazione (CONSIDI)

Yamazumi Chart

Se si è precedentemente analizzato il lavoro nelle sue fasi rilevando i relativi tempi e si è studiata la domanda del cliente rilevando i parametri fondamentali allora si hanno sufficienti dati per lavorare sul bilanciamento del carico di lavoro, detto alla giapponese *Yamazumi*.

Il dato di partenza che è necessario per partire con questo lavoro è il cosiddetto *Takt Time* (TT), dato che già nella VSM va rappresentato e calcolato in tal modo:

$$TT = \frac{\text{Tempo di lavoro effettivo nel periodo}}{\text{Domanda del cliente nel periodo}} = \frac{T_{El}}{D}$$

Come si evince dalla sua formulazione il TT rappresenta una stima media della quantità di tempo di lavoro effettivo che si ha a disposizione tra una richiesta del cliente e quella successiva: per questo motivo è un tempo che viene ad essere il riferimento primo sul quale bilanciare il lavoro.

Va fatta una precisazione sul “tempo di lavoro effettivo nel periodo”. Si tratta del tempo in cui l'operatore è disponibile al lavoro sul pezzo, escludendo quindi pause, tempi morti e anche tempi di set-up (stando al saggio già citato di Leone e Rahn).

Non è però il TT il tempo che si userà poi nei calcoli del bilanciamento per la situazione *to be* futura: ci si baserà su un secondo tempo empiricamente ricavato dal TT stesso e sarà il Tempo Ciclo (T_C) su cui la linea verrà livellata. In letteratura (nello specifico in riferimento al libro di Duggan del 2013) il T_C viene tendenzialmente calcolato come:

$$T_C = 92-95\% TT$$

Questo in modo tale da avere un piccolo ma significativo margine di sicurezza nella progettazione del bilanciamento: progettando con un limite un po' più basso si ammortizzano molte delle piccole variabilità che causerebbero una situazione di lavoro in urgenza qualora si venissero a verificare.

Se si vuole rappresentare la situazione *as is* attuale sono sufficienti i dati fin qui reperiti: si crea un istogramma dei tempi di lavoro per ogni operatore e si confrontano le altezze delle colonne col tempo ciclo di riferimento.

In questo modo (Fig. 3.5) si rende visibile la situazione di bilanciamento o sbilanciamento attuale ed inoltre si fa sì che si possano individuare le fasi critiche che prendono il nome rispettivamente di:

- Vincolo se è una fase il cui tempo è maggiore del limite del T_c ;
- Collo di bottiglia per la fase di maggior durata tra quelle più brevi del T_c ;

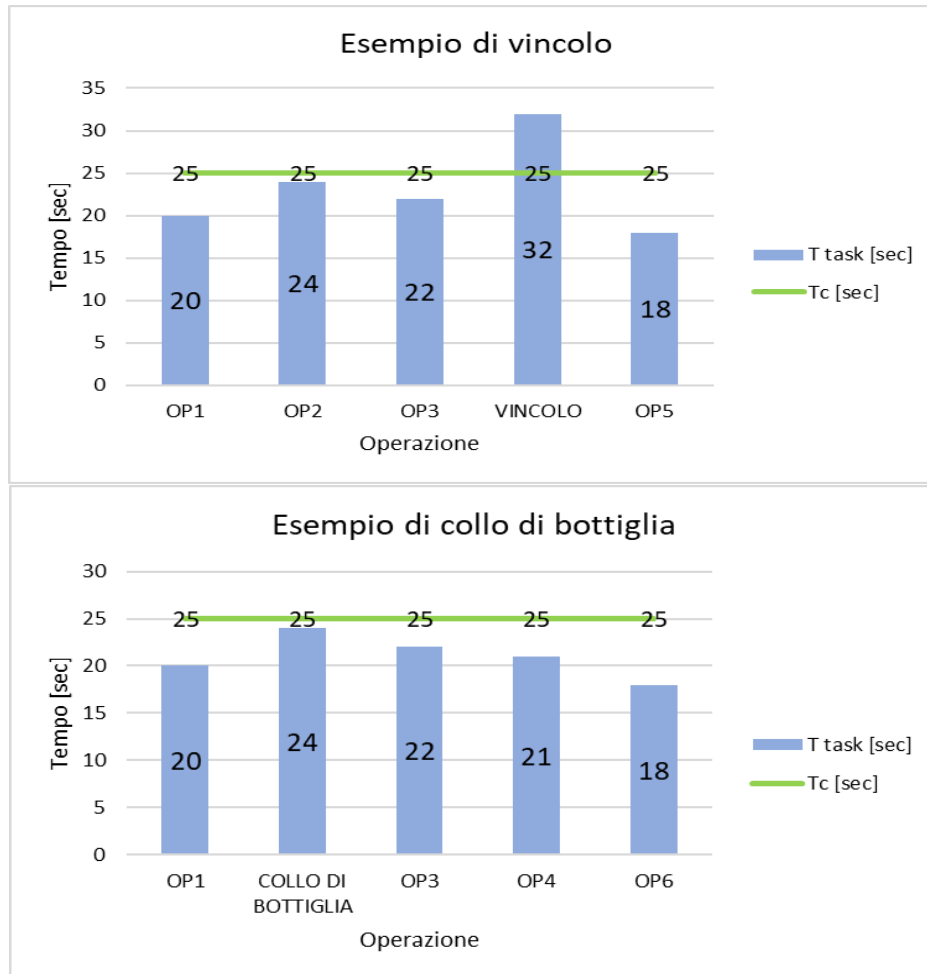


Fig. 3.5. “Yamazumi Chart” nel caso di vincolo e collo di bottiglia

Per operare il bilanciamento per la situazione *to be* desiderata serve invece un passo in più: i tempi che vanno inseriti nell’analisi di bilanciamento devono essere quelli dello *Standard Work*, ossia tempi standardizzati in funzione della nuova ergonomia e delle nuove procedure che sono state messe in atto con l’opera di miglioramento: questo sarà trattato in un seguente paragrafo.

Metodo 5S

Nella gran parte della letteratura questo è indicato come il punto di partenza per le attività di miglioramento che devono assicurare la sopravvivenza di un'azienda.

L'origine del nome deriva dalle parole giapponesi che vanno ad identificare i 5 pilastri alla base della metodologia, che si possono tradurre (talvolta con un po' di fantasia) con altrettanti termini in lingua italiana che inizino con la lettera "S":

- *Seiri* o "Separare"
- *Seiton* o "Sistemare"
- *Seiso* o "Splendere"
- *Seiketsu* o "Standardizzare"
- *Shitsuke* o "Sostenere"

Se i primi 3 pilastri sono nulla più che opera di ordinamento e pulizia dell'ambiente di lavoro, sono poi gli ultimi 2 quelli che assicurano una lunga vita e la possibilità di non tornare indietro nei propri passi, ma al contrario di proseguire sulla strada del miglioramento.

Si scende ora più nel dettaglio concettuale e pratico per ciascun pilastro facendo riferimento al libro "*Visual Management. Le 5 S per gestire a vista*" a cura del professor Fabrizio Bianchi.

1. "Separare"

Il primo pilastro pone l'attenzione sull'eliminazione del superfluo: rimuovere dal posto di lavoro tutti gli oggetti che non sono necessari per l'operazione che si sta compiendo.

Compito questo assai arduo dal momento che le persone tendono a collezionare oggetti perché ritengono che «potrebbero essere necessari in futuro» anche se l'uso reale è al momento ridotto al nulla. La reale motivazione è la paura di trovarsi impreparati di fronte a bisogni futuri non ancora conosciuti, ma ciò non fa altro che aumentare il disordine e gli sprechi se poi questa cattiva abitudine viene moltiplicata in tutta l'azienda.

Operativamente viene spesso utilizzato il “metodo del cartellino rosso”. Consiste nel apporre letteralmente un cartellino rosso (in quanto è un colore che spicca tra gli altri) sugli oggetti dei quali occorre valutarne l'utilità tenendo traccia della frequenza d'uso e quindi giungendo alla decisione di eliminare, riposizionare, ma anche in caso mantenere l'oggetto.

2. “Sistemare”

Questo pilastro riguarda la creazione di ordine nella postazione di lavoro, assegnando «ogni cosa al suo posto e ogni posto alla sua cosa»: organizzare gli oggetti necessari in modo tale da poterli utilizzare facilmente e mettere delle etichette così che sia facile trovarli e rimetterli al loro posto.

Il primo passo da operare è la scelta del posto giusto, avendo ben chiaro quindi il lavoro che si deve svolgere diviso nelle sue fasi per scegliere le posizioni degli oggetti in funzione anche del loro ordine di utilizzo.

Oltre a questo, si deve cercare anche di posizionare gli oggetti in modo ergonomico per ridurre movimentazioni ed affaticamenti dell'operatore per raggiungere gli stessi.

Il secondo passo è necessario per identificare al meglio il posto che è stato scelto: deve essere reso il più visibile e chiaro possibile, in modo tale che non vi siano dubbi su quale oggetto vada posizionato lì e che sia evidente nel caso in cui l'oggetto non sia ivi posto.

3. “Splendere”

La traduzione per questo pilastro è un po' forzata, si può comprendere meglio parlando di “pulire”: assicurarsi che tutto ciò che c'è nel reparto sia pulito, spazzando pavimenti e pulendo postazioni e macchinari.

In un'azienda manifatturiera la pulizia è strettamente legata alla possibilità di ottenere prodotti di qualità, inoltre “far pulizia” significa anche risparmiare tempo e fatica trovando dei modi per evitare che si accumulino sporco, polvere e scarti in reparto.

Operativamente la pulizia dovrebbe integrarsi con i compiti di manutenzione quotidiana, organizzandosi come definizione degli obiettivi, assegnando i compiti, definendo i metodi, preparando gli strumenti, pulire e infine mantenere e ispezionare lo stato ottenuto.

4. “Standardizzare”

Da questo pilastro si cambia il tipo di lavoro: se i primi 3 possono essere pensati come delle attività effettive, questo si riferisce al metodo utilizzato per far sì che quel che è stato fatto in precedenza diventi uno standard.

Lo scopo principale è di evitare che si torni indietro rispetto ai risultati ottenuti con i primi 3 pilastri, così da renderli un’abitudine quotidiana e da assicurare che essi siano messi in atto con regolarità.

Per applicare questo pilastro si parla di 3 passi fondamentali:

- Decidere chi è il responsabile di quali attività per mantenere le condizioni delle prime 3S;
- Evitare di fare passi indietro integrando il mantenimento delle prime 3S nelle attività quotidiane;
- Controllare la qualità con cui vengono mantenute le prime 3S.

5. “Sostenere”

La conclusione di questo lavoro non è di fatto una conclusione perché l’ultima “S” porta con sé un lavoro continuo per far diventare un’abitudine l’applicazione delle procedure corrette: è inutile investire tempo e sforzi in attività di riordino o di pulizia se poi manca la disciplina per mantenere con continuità le condizioni per applicare le 5S ogni giorno.

Per l’ultimo pilastro non si può parlare di implementazione in senso stretto in quanto l’impegno nelle 5S risiede nel cuore e nella mente delle persone e solo il loro comportamento può rendere visibile il risultato. Non si parla quindi di implementazione, piuttosto di creare le condizioni affinché sia incentivato il rispetto delle regole tramite, ad esempio:

- Consapevolezza dell’importanza delle 5S
- Tempo programmato dedicato alla implementazione delle 5S
- Supporto dal management tramite leadership e risorse
- Premi e riconoscimenti
- Soddisfazione ed entusiasmo col coinvolgimento delle persone

In conclusione, si evince come questo sia un metodo basato sul buon senso, anche piuttosto semplice all’apparenza. Eppure, spesso si sottovaluta

L'importanza e gli effetti benefici di applicarle con costanza, come spiega il professor Bianchi in queste righe:

«Il sistema 5S a volte sembra così ovvio che ce ne dimentichiamo l'importanza. In ogni caso resta il fatto che:

- *Un reparto di produzione pulito e ordinato ha una maggiore produttività;*
- *Un reparto di produzione pulito e ordinato produce meno pezzi difettosi;*
- *Un reparto di produzione pulito e ordinato rispetta meglio le date di consegna;*
- *Un reparto di produzione pulito e ordinato è un luogo molto più sicuro in cui lavorare»⁶ (Bianchi, 2010).*

SOP: «Standard Operating Procedure»

Con la sigla SOP si prende in considerazione tutto quel che concerne la definizione di lavoro standard che K. J. Duggan così enuncia:

«By standard work we mean that any operator following a prescribed method, with a proper workstation and proper tools, should be able to perform the amount of work required in the same amount of time, with perfect quality, without risk to health or safety [...] The key to creating standard work is developing consistent methods from operator balance charts»⁷(Duggan, 2013).

Dalle parole di Duggan si evince quindi che lo standard che si vuole creare deve garantire tempi e rischi ridotti e al contempo qualità elevata, il tutto con metodi consistenti e pertanto allo stesso livello per ogni operatore.

L'essenza delle *Standard Operating Procedures* sta nella stesura di una documentazione che sia condivisa e che definisca in maniera univoca quale sia l'ordine dei passaggi e il metodo di eseguire gli stessi; col fine di eliminare le differenze di prestazione tra gli operatori, portando il processo ad un livello di eccellenza massimizzato per le condizioni presenti.

Le SOP (in italiano Procedure Operative Standard) sono pertanto un metodo che costruisce una base comune per tutti su quello che è lo stato dell'arte per lo svolgimento di un particolare compito. Tale base è un riferimento per l'eliminazione della variabilità di processo che impatta negativamente sulla

⁶ Bianchi F., 2010, Visual management. Le 5 S per gestire a vista, Guerini e Associati, pag. 37

⁷ Duggan K. J., 2013, Creating Mixed Model Value Streams. Practical Lean Techniques for Building to Demand, CRC Press Taylor & Francis Group, pag. 142

consistenza dell'output e le SOP stesse possono essere il punto da cui partire per generare miglioramenti per il futuro.

Di fondamentale importanza per il buon mantenimento e rispetto delle SOP sono almeno questi due aspetti.

1. La definizione delle SOP non deve essere semplicemente calata dall'alto, da scelte del management. Le persone che eseguono il lavoro devono avere piena padronanza delle procedure e per questo devono essere le prime a contribuire alla loro stesura per poi essere allenate al loro rispetto.
2. La descrizione delle SOP deve essere esposta nella postazione di lavoro preferibilmente in un formato anche grafico che garantisca una maggiore immediatezza di comprensione; questa descrizione dovrebbe enfatizzare i passaggi chiave del ciclo nonché i controlli di qualità in esso richiesti.

KPI: «Key Performance Indicator»

Per quanto riguarda la fase di mantenimento e miglioramento continuo dei risultati ottenuti col progetto si agisce implementando certe «*misure delle performance chiave di un'azienda o di un processo*»⁸, i KPI appunto.

La definizione di questi indicatori passa attraverso la condivisione di tutte le parti che hanno un ruolo nel processo: devono essere chiari e compresi da tutti coloro che partecipano all'output del processo e quindi al risultato dei KPI. Pertanto, questi indicatori devono essere semplici e più comunicativi possibile rendendo evidente a tutti quale sia il loro significato e quale sia la direzione di miglioramento, ossia se, per risultare migliore, l'indice debba aumentare o diminuire (ad esempio un indice di produttività è evidente che maggiore esso sia meglio è, al contrario di un indice di tempo).

Avere dei KPI attivi su un processo ha ricadute positive sul medesimo:

- Il processo viene costantemente misurato e tenuto sotto controllo, pertanto ogni calo di prestazione può essere individuato ed analizzato nelle sue cause nonché nei sui effetti in maniera immediata;

⁸ Attolico L., 2012, *Innovazione lean. strategie per valorizzare persone, prodotti e processi*, Hoepli Editore, pag. 292

- Ogni persona che ha un ruolo nel processo, ma anche chi è semplice *stakeholder*, può avere traccia dell'andamento del processo stesso in ogni istante avendo sottomano il pannello di controllo che i KPI vanno a costituire;
- Se si sono fissati degli obiettivi per i KPI introdotti si ha anche un riferimento da raggiungere che porta nuove motivazioni nelle persone coinvolte.

4 IL LAVORO PRELIMINARE E LO STATO CORRENTE

Il primissimo intervento che si è attuato è stato di individuare quali fossero i codici che potranno essere inclusi nella produzione a flusso che si desiderava implementare. Per fare ciò si sono esaminati tutti i codici in funzione delle loro caratteristiche e questi sono stati segmentati secondo opzioni di tipo: Standard o Speciale.

Per la caratteristica “tipo di alimentazione”, ad esempio, l’opzione a 50Hz è definita standard, al contrario di quella a 60Hz che è definita speciale.

Prima di andare maggiormente nel dettaglio delle caratteristiche delle macchine è opportuno comprendere meglio come le macchine siano composte, ossia quali siano i componenti principali di ciascuna macchina e il loro funzionamento generale.

Le macchine sono dei deumidificatori industriali, composti quindi essenzialmente da un circuito frigo (Fig. 4.1) che collega: un compressore, un condensatore, un separatore di liquido ed un evaporatore.



Fig. 4.1. Una visuale laterale di una macchina in costruzione col circuito frigo completato

Oltre a questi componenti si ha sempre un ventilatore per muovere l'aria, un filtro per l'aspirazione, il quadro elettrico con tutti i cablaggi per il controllo dei vari moduli della macchina ed infine tutta la struttura della macchina: dal basamento alla scocca esterna formata da montanti e più pannelli.

I componenti di cui si è parlato sono comuni ad ogni macchina e necessari al suo funzionamento base, ma ad essi possono essere applicate modifiche o aggiunte che rendono la macchina diversa in maniera essenziale, in modo tale da compromettere la possibilità di comprendere ogni variante nel flusso produttivo per differenze sostanziali nel ciclo di assemblaggio.

Pertanto, sono stati esclusi quei codici le cui opzioni speciali necessitavano di lavorazioni ad hoc che si discostavano dalla maggioranza degli altri codici. Nessuna differenziazione è stata riscontrata quindi per la caratteristica "tipo di carrozzeria", in quanto la differenziazione per questa caratteristica avviene o per lavorazioni esterne (di verniciatura) o per acquisto di carrozzerie di materiale differente e non per lavorazioni interne alla linea.

Caso contrario invece per quanto riguarda la caratteristica "controllo temperatura", per la quale le opzioni "si" e "modula" sono state escluse dalle analisi successive: si tratta infatti di macchine che hanno la caratteristica speciale di controllare la temperatura dell'ambiente per le particolari necessità di utilizzo della macchina e questo è reso possibile dalla presenza di un'unità esterna alla macchina.

Questa unità esterna può agire ad intermittenza, attivandosi e spegnendosi a necessità nel momento in cui la temperatura stia andando fuori dal range desiderato (opzione "si"); in alternativa può agire in maniera costante e modulata (opzione "modula") mantenendo quindi la temperatura più stabile, oltre che nel range desiderato, rispetto alla unità esterna on/off.

Qualsiasi sia il tipo di unità esterna, però, le lavorazioni e la struttura della macchina cambiano sensibilmente, rendendo complesso mantenere a flusso queste macchine con quelle definite più standard e per questo motivo i codici comprensivi di unità esterna sono stati esclusi dalle analisi seguenti.

4.1 ANALISI ABC DI PARETO DEL VENDUTO

Come da standard dei progetti di questo genere si è partiti con un'analisi preliminare per comprendere al meglio i numeri di partenza a cui fare riferimento, ossia facendo un lavoro di estrazione di informazioni dai dati storici.

Sono stati estratti quindi dal gestionale di cui Fral fa uso tutti i dati necessari per l'analisi di Pareto per il venduto sia dell'anno 2017, del 2018 e anche del 2019 ovviamente limitandola alla tal data. Come risultato di questa estrazione è stato costruito un file Excel (Fig. 4.2) che costituisse un database per tutte le analisi ABC che si desiderava estrapolare.

	A	B	O	P	Q	S
1	RifAnno	Anno	SottoClasse	Cd_AR	AR_Descrizione	TotMer
49	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1000	Deum FD160	26
50	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD160.1001	Deum. FD160 With HGD	34
51	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1002	Deum. FD160TO	1
52	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1004	Deum FD160 verniciato 200 Pa	2
53	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD160.1005	Deum FD160S inox TEDDINGTON	5
54	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1008	Deum. FD160 230 V 1 Ph 60 Hz verniciato	3
55	2019	2017	BASSA TEMPERATURA	FD160.1016	Deum. FD160 bassa temperatura	3
56	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1018	Deum FD160 verniciato	3
57	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1031	Deum FD160 verniciato con batterie 6 kW	1
59	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD160.1033	Deum. FD160 With HGD IP44	3
60	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1034	Deum FD160, 200 Pa, batteria 6 kW	1
61	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1035	Deum FD160 verniciato con filtro aria estr	1
63	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD160.1037	Deum. FD160TO With HGD 200Pa con filtro	1
64	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1038	Deum. FD160 inox con evaporatore vernici	2
66	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1040	Deum. FD160 4 kW in sola ventilazione, AT	1
67	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1041	DEUM. FD160 230 V 1 Ph 60 Hz VERNICIATC	1
68	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD160.1042	DEUM. FD160 WITH HGD AND LIGHT ALLAR	1
69	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD160.1043	Deum. FD160 With HGD con funzionament	1
70	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1044	Deum FD160 verniciato con filtro aria estr	1
71	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1045	Deum. FD160 4 kW con fan in solo riscalda	1
72	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD160.1046	Deum FD160, 200 Pa, con funzionamento i	1
77	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD240.1000	Deum. FD240	25
78	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD240.1001	Deum.FD240 With HGD	21
79	2019	2017	BASSA TEMPERATURA	FD240.1002	Deum.FD240 bassa temperatura	4
80	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD240.1007	Deum. FD240 200 Pa	3
81	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD240.1024	Deum. FD240 verniciato	2
83	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD240.1032	Deum. FD240 verniciato 230 V 1PH 60 Hz	3
84	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD240.1036	Deum.FD240 con batteria post, verniciato	1
85	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD240.1043	Deum.FD240 HGD verniciato q.e. interno	1
86	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD240.1044	Deum.FD240 evaporatore verniciato	2
88	2019	2017	AIR DEFROSTING	FD240.1056	Deum. FD240TO, 200 Pa verniciato	1
89	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD240.1057	Deum. FD240S, INOX, EVAPORATORE VERN	1
90	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD240.1058	Deum. FD240S, INOX, RES. 4 KW, EVAPORA	2
92	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD240.1060	Deum. FD240STO, INOX, EVAPORATORE VI	1
93	2019	2017	HOT GAS DEFROSTING	FD240.1061	Deum. FD240 HGD, RES. 4 KW CON FILTRO	1
96	2019	2017	BASSA TEMPERATURA	FD240.1064	DEUM.FD240 BASSA TEMPERATURA, INOX	1

Fig. 4.2. Il database di riferimento per le analisi ABC di Pareto

Come si nota dalla figura qui sopra il file è stato filtrato, in quanto dall'analisi sono stati esclusi i codici speciali che non sono adatti alla produzione a flusso.

Costruendo quindi delle tabelle pivot partendo dal file database generatore è stato possibile costruire le classificazioni ABC del venduto per codice per ogni anno: qui di fianco (Fig. 4.3) riporto a titolo di esempio la classificazione per i principali codici venduti nel corso del 2018.

Questa classificazione è stata utile per comprendere quali codici fossero i più impattanti sulla produzione in termini di numero di pezzi prodotti all'anno.

	A	B	C	D	E
1	Anno	2018	.		
3			% assoluta	% cumulata	Classe Pareto
4	Etichette di riga	Somma di TotMerce			
5	FD750	112	22,9%	22,9%	A
6	FD520.0045	63	12,9%	35,7%	A
7	FD360.0037	46	9,4%	45,1%	A
8	FD240.1000	40	8,2%	53,3%	A
9	FD160.1000	37	7,6%	60,8%	A
10	FD240.1001	24	4,9%	65,7%	A
11	FD240.1106	14	2,9%	68,6%	A
12	FD360	12	2,4%	71,0%	A
13	FD5205	8	1,6%	72,7%	A
14	FD3605	8	1,6%	74,3%	A
15	FD520	8	1,6%	75,9%	A
16	FD160.1001	7	1,4%	77,3%	A
17	FD240.1002	6	1,2%	78,6%	A
18	FD160.1033	6	1,2%	79,8%	A
19	FD240.1007	6	1,2%	81,0%	B
20	FD240.1024	6	1,2%	82,2%	B
21	FD360.0035	4	0,8%	83,1%	B
22	FD240.1097	4	0,8%	83,9%	B
23	FD360.0046	3	0,6%	84,5%	B
24	FD750.013	3	0,6%	85,1%	B
25	FD520.0005	3	0,6%	85,7%	B
26	FD240.1105	3	0,6%	86,3%	B
27	FD160.1018	3	0,6%	86,9%	B
28	FD160.1048	2	0,4%	87,3%	B
29	FD240.1084	2	0,4%	87,8%	B
30	FD360.0052	2	0,4%	88,2%	B
31	FD5205TO	2	0,4%	88,6%	B

Fig. 4.3. *Classificazione ABC del venduto del 2018*

Come si vede la tabella è stata costruita con la possibilità di filtrare per anno e costituita dai codici ordinati in maniera decrescente secondo le relative quantità vendute. Nella colonna immediatamente a destra è stata calcolata la percentuale assoluta delle vendite di ogni codice sul totale e ancora di seguito sono state sommate in maniera cumulativa tali percentuali.

Così facendo è stato calcolato il necessario per determinare la classe di appartenenza di ciascun codice. Questo passaggio è stato operato tramite una formula che riconducesse:

- Classe A, se la % cumulata dovesse essere $\leq 80\%$;
- Classe B, se la % cumulata dovesse essere $> 80\% \leq 95\%$;
- Classe C, se la % cumulata dovesse essere $> 95\%$.

Si è evidenziato dalle 3 analisi compiute che non ci fossero dei modelli di prodotto notevolmente predominanti sugli altri, pertanto si è deciso di proseguire il lavoro mantenendo come oggetto della analisi la famiglia

completa, senza dare rilevanza particolare ad alcun modello: la VSM che è stata costruita in seguito è stata infatti pensata per la famiglia degli industriali nella sua interezza.

Conseguenze della Analisi ABC

Scendendo più nel dettaglio del versato per periodo, mentre si estraevano i dati per la analisi di Pareto, è saltato all'occhio come i numeri delle vendite per i vari periodi fosse anche molto diversa: si passava da mesi le cui produzioni erano solo di 2 pezzi a produzioni di anche più di 70 pezzi mensili.

Si è dunque deciso di analizzare in maniera più dettagliata questi dati in quanto la messa a flusso della linea non può non tenere conto della variabilità o della stagionalità intrinseca nei prodotti.

All'interno del database estratto dal gestionale erano presenti anche tutti dati di vendita per ogni mese considerato nella analisi ABC, pertanto si è potuto costruire un semplice ma molto comunicativo grafico in Excel che viene riportato qui di seguito (Fig. 4.4).

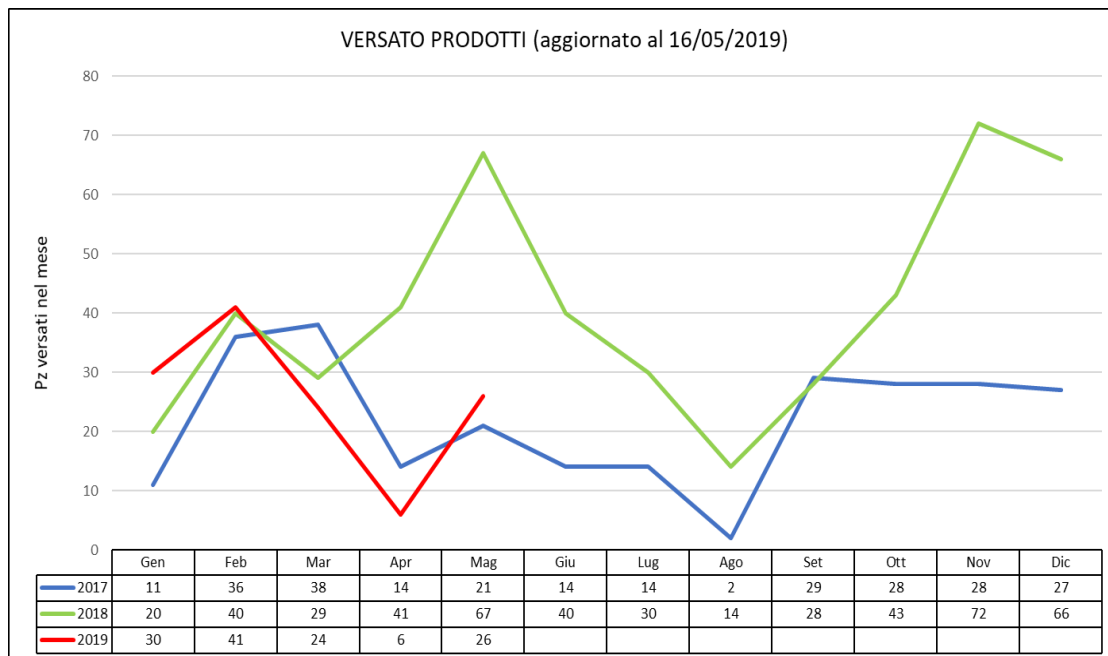


Fig. 4.4. Fluttuazione della produzione per gli ultimi 30 mesi

Le elevate pendenze dei grafici sono sintomo di variabilità spinta ed oltre a questo si può notare una certa stagionalità verso i mesi invernali. Queste

tendenze non possono essere ignorate e quindi si è deciso di tenerne conto nel momento in cui si dovranno bilanciare le attività in linea programmando il lavoro per dividerlo tra più operatori riuscendo così a lavorare con tempi ciclo diversi: in questo modo la pianificazione può via via scegliere quante risorse adibire alla linea in funzione del livello di domanda del periodo.

4.2 VALUE STREAM MAP (VSM)

Col fine di rendere chiaro e di mappare il flusso del valore si è lavorato alla costruzione della VSM per la famiglia degli industriali seguendo il modello standard che va a collocare i clienti in alto a destra, i fornitori in alto a sinistra, la pianificazione della produzione al centro della mappatura e le fasi del ciclo in basso.

L'immagine che segue (Fig. 4.5) è una foto della VSM preparata su un cartellone con matita (l'unica cosa scritta in penna è stata il titolo) e post-it, come da comandamento del *visual management*.

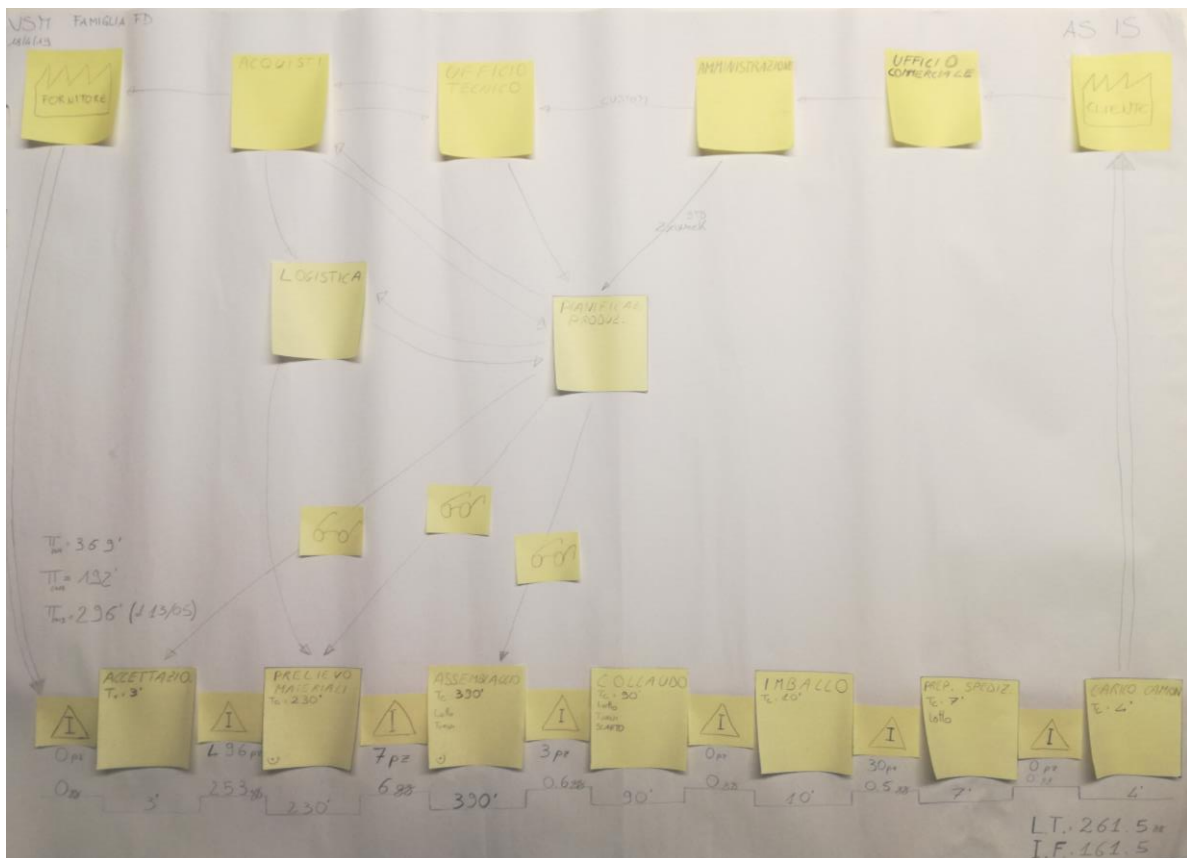


Fig. 4.5. La VSM della famiglia degli industriali

Ogni post-it grande rappresenta un'entità interna (ufficio tecnico, amministrazione, logistica...) o esterna all'azienda (fornitore, cliente) se è nella zona alta della mappa: queste sono collegate da flussi informativi riguardo la gestione dell'ordine cliente per portarlo in produzione.

I post-it piccoli rappresentanti un paio di occhiali indicano in controllo *go and see*, ossia che la pianificazione si muova sul posto a seguire quella fase in particolare.

I post-it piccoli con il simbolo \triangle vanno a rappresentare le giacenze intermedie tra due fasi, rappresentate da post-it più grandi che al loro interno contengono le informazioni salienti della fase come ad esempio il tempo ciclo.

La rilevazione dei tempi ciclo (T_c) è stata successiva sia al posizionamento di tutti i post-it sul foglio, sia all'analisi dei flussi informativi per la gestione degli ordini: i dati sono stati poi scritti sulla griglia negli scalini bassi, relativi ai tempi delle fasi.

1. Flussi informativi

La parte alta della VSM rappresenta come avviene la trasformazione della richiesta del cliente in ordine di produzione ed in ordini di acquisto di componenti.

Si ha innanzitutto l'Ufficio Commerciale che si interfaccia col cliente da un lato e con l'Amministrazione dall'altro: esso intrattiene le relazioni coi clienti, cattura le esigenze di quest'ultimo e conclude le vendite. Il risultato di questo passaggio è la creazione di un ordine di vendita verso il cliente di un codice prodotto che l'amministrazione inserisce poi nel gestionale.

In seguito, è l'Amministrazione a prendersi carico della prosecuzione del flusso informativo: qui si distinguono i casi di ordine di macchina standard o di ordine di macchina customizzata.

Nel primo caso l'Amministrazione si interfaccia con la Pianificazione della produzione per la creazione di un ordine di produzione. Con questo sono definite la data in cui verranno prelevati i componenti dal magazzino e la

data in cui verrà consegnato il prodotto finito dalla produzione, a seconda dei tempi di produzione necessari e delle risorse impegnate.

Nel secondo caso l'Amministrazione comunica con l'Ufficio Tecnico per la creazione di una nuova distinta base per il prodotto customizzato (5% dei casi secondo una media del mese di maggio) per poi creare un nuovo ordine di produzione, con la Pianificazione, una volta ottenuta la distinta.

A questo punto l'Ufficio Acquisti, partendo dall'ordine di produzione e dalle conseguenti richieste di componenti, genera gli ordini di acquisto dal fornitore per i componenti di cui non vi è scorta, per i materiali la cui scorta va al di sotto di un limite minimo fissato, ma anche per i nuovi componenti delle distinte customizzate qualora ve ne fossero (quindi interfacciando Ufficio Acquisti con Ufficio Tecnico). Oltre a ciò l'Ufficio acquisti sollecita e monitora i fornitori sulle consegne garantendo la puntualità delle stesse. Si interfaccia inoltre con l'Amministrazione per l'organizzazione dei ritiri dai fornitori con i corrieri od eventualmente si interfaccia con la Logistica per i ritiri con mezzi propri.

Successivamente, dallo stesso ordine di produzione, il reparto Logistica/Magazzino genera le liste di prelievo tramite missioni, e con esse il magazziniere andrà a prelevare i codici necessari per la produzione del prodotto finito.

2. Flussi Fisici

I Tc sono stati rilevati in maniera differente per ciascuna delle 7 fasi individuate nel flusso fisico rappresentato all'interno della VSM:

- Accettazione, tempo medio controllo bolla, 3 min.
Dato rilevato come media del carico delle bolle (12 totali della giornata) del 08/05/2019.
- Prelievo dei materiali, 230 min
Dato rilevato da cronometro di un prelievo con numero medio di componenti per un FD240 del 10/05/2019.
- Assemblaggio, 390 min
Dato preso come media dei tempi di produzione presi dal database del gestionale, il quale va dal 07/01/2019 al 10/05/2019 per un totale di 86 deumidificatori di cui è stato rilevato il tempo correttamente;

- Collaudo, 90 min
Tempo che è predefinito standard per la verifica del funzionamento della macchina, questa deve lavorare 90 minuti per verificarne il suo corretto funzionamento in tutte le sue parti;
- Imballo, 10 min
Tempo rilevato cronometricamente per un imballo di un FD520 in data 09/05/2019;
- Preparazione per la spedizione, 7 min
Dato derivante dalla rilevazione con cronometro di una preparazione per la spedizione e lo stoccaggio in baia di uscita in data 10/05/2019;
- Carico camion, 4 min
Tempo medio di carico di una spedizione, calcolato come media dei tempi dei carichi del 10/05/2019.

Il dato successivo che era necessario estrapolare era quello delle giacenze intermedie tra le fasi, ed anche questo lavoro è stato fatto in maniera diversa per ogni giacenza:

- Per il magazzino componenti si è contato quanti pezzi del componente a maggior costo erano presenti al momento in cui è stata impostata la VSM (in questo caso i compressori).
Alla data del 13/05/2019 sono stati contati 496 pezzi giacenti a magazzino dei compressori utilizzati per le macchine della famiglia FD;
- Per il materiale già prelevato si sono osservate le scorte nel bordo linea per un articolo di riferimento (in questo caso i basamenti delle macchine). Alla data del 13/05/2019, mentre si stava allestendo la VSM, si sono contati 7 basamenti giacenti nel bordo linea;
- Per il materiale pronto per il collaudo si sono contate le macchine che la produzione stava versando per la fase di collaudo al termine della giornata di lavoro del 13/05/2019, in tutto 3 pezzi;
- Per il materiale da imballare si è andati a verificare il numero di macchine che nella stessa data (13/05) avevano già passato il collaudo ed erano in attesa di essere imballate, 0 pezzi;
- Per il materiale da preparare alla spedizione sono state verificate le giacenze di prodotto finito che il software gestionale mostrava a

magazzino al termine della giornata del 13/05/2019, consistenti in 30 pezzi;

- Per il materiale da caricare sul camion si è andati a verificare la quantità di deumidificatori della famiglia FD che, nella medesima giornata del 13/05/2019, erano pronti per il carico e la spedizione, in tal caso il numero in questione era di 0 pezzi.

I dati acquisiti sono serviti poi per fare il calcolo dei 2 indici scritti in basso a destra nella VSM: *Lead Time* (LT) e Indice di Flusso (IF).

Per il calcolo del LT si sono trasformati i dati di giacenza tra le fasi in dati di tempo moltiplicandoli per il tempo ciclo della attività successiva. Il senso di questo calcolo è quello di trovare in quanto tempo la fase a valle di un certo livello di stock è in grado di consumare tutta la giacenza: in buona sostanza si trova così la copertura temporale che i livelli di giacenza attuali comportano. Più rapida è la fase (minore è quindi il suo Tc) allora minore sarà il dato della copertura, al contrario invece maggiore sarà il livello di stock tra le fasi allora più grande sarà la copertura temporale.

Questi tempi di copertura sono stati scritti sugli scalini alti della griglia posta sotto ai post-it e sono poi stati sommati ai tempi delle attività: ne è così risultato un tempo di attraversamento di 261,5 giorni.

Questo dato ha un significato ben preciso: un componente che entra in un determinato momento in stabilimento uscirà nella macchina finita solo oltre 261 giorni lavorativi, ossia dopo più di un anno solare.

- Il magazzino componenti è risultato con una copertura di:

$$496pz * 230min = \frac{114080min}{60min * 7,5h} = 253gg$$

- Per il materiale già prelevato si è calcolata una copertura di

$$7pz * 390min = \frac{2730min}{60min * 7,5h} = 6,066gg$$

- Il materiale pronto per il collaudo ha avuto come risultato:

$$3pz * 90min = \frac{270min}{60min * 7,5h} = 0,6gg$$

- Per il materiale da imballare la copertura è:

$$0pz * 10min = \frac{0min}{60min * 7,5h} = 0gg$$

- Per il materiale da preparare alla spedizione si conta una copertura di:

$$30pz * 7min = \frac{210min}{60min * 7,5h} = 0,466gg$$

- Il materiale da caricare sul camion ha dato la seguente copertura:

$$0pz * 4min = \frac{0min}{60min * 7,5h} = 0gg$$

Nel caso dell'IF invece è stato preso il LT appena calcolato e lo si è diviso per la somma dei tempi di tutte le fasi individuate nella VSM: si misura quante volte il LT è più grande del tempo di lavoro delle fasi, pertanto si misura quanto impatto abbiano i pezzi in *work in progress* tra le fasi.

Nel nostro caso è risultato un IF di 161,5.

L'ultimo dato che è riportato sulla VSM è il *Takt Time*, nel nostro caso è stato calcolato per i 3 anni di cui è stata fatta l'analisi ABC precedente: 2017, 2018 e 2019 (per quest'ultimo i dati sono limitati al 16/05/2019).

Per il calcolo del TT si è tenuto conto di 210 giorni lavorativi l'anno, ciascuno composto da 1 turno da 8 ore, mentre per il 2019 si sono contati i giorni lavorativi alla data presa come riferimento per l'analisi. Sono stati presi in considerazione i soli giorni lavorativi in quanto, così facendo, si è ottenuto un TT che mostrasse ogni quanto tempo di lavoro fosse mediamente richiesto un pezzo alla linea.

Per il calcolo del TT sono stati utilizzati anche i dati relativi alla domanda di prodotti degli anni 2017, 2018 e 2019 (parziale alla data di analisi).

- Domanda deumidificatori famiglia FD nell'anno 2017 = 262 pezzi;
- Domanda deumidificatori famiglia FD nell'anno 2018 = 490 pezzi;
- Domanda deumidificatori famiglia FD nell'anno 2019 = 123 pezzi;
(dato quest'ultimo parziale alla data del 13/05/2019)

Dalla formula che segue (laddove D_{anno} sta per la domanda relativa ad un anno specificato):

$$TT = \frac{210gg * 7,5h * 60min}{D_{anno}}$$

sono risultati quindi i seguenti:

$$TT_{2017} = 369 \text{ min} \quad TT_{2018} = 192 \text{ min} \quad TT_{2019} = 296 \text{ min}$$

Si nota evidentemente come dal 2017 al 2018 c'è stato un notevole incremento della domanda che è andata ad abbattere il TT e pertanto si conferma come uno dei motivi che hanno spinto ad intraprendere il progetto. Il TT evidenzia anche come nel primo periodo del 2019 la domanda è calata in media rispetto al totale del 2018, anche se ciò è probabilmente riconducibile alla elevata stagionalità dei prodotti che nei mesi primaverili ha dato scarsa domanda.

Con la VSM preparata ci si è poi potuti concentrare sulla fase critica della mappa, quella più lenta e che ha anche impatti sulle fasi adiacenti: l'assemblaggio.

4.3 ANALISI DEL CONTENUTO DI LAVORO

Il lavoro di miglioramento nella fase di assemblaggio della macchina non può iniziare se prima non si è analizzato il contenuto di lavoro e le fasi in cui esso si suddivide per ogni modello.

Il metodo che si è utilizzato per individuare le fasi di lavoro per i modelli è stato quello del *Video Recording*. Ossia si è ripreso con una telecamera fissa puntata sulla cella produttiva il lavoro degli operatori, potendo così avere modo di analizzare con calma e nel dettaglio tutti i procedimenti che sono necessari (o meno) all'assemblaggio dei vari modelli.

Una volta che si sono ripresi 2 giorni di produzione si sono estratti i filmati e si è potuto cominciare ad analizzarne il contenuto. Per fare ciò si è fatto uso di *Video Timer Pro* (Fig. 4.6), un programma di analisi di filmati grazie al quale si riesce ad associare a porzioni di video il nome di una fase di lavoro e la relativa tipologia di valore (a valore aggiunto, non a valore necessaria, non a valore eliminabile).

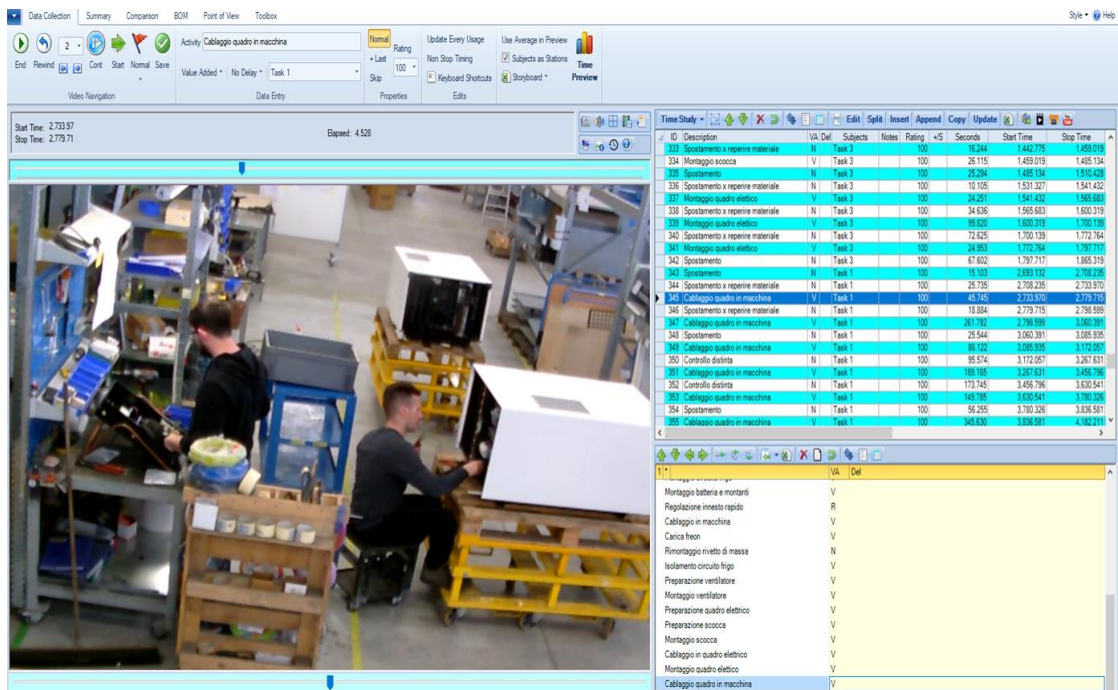


Fig. 4.6. Il lavoro di analisi delle fasi di lavoro su "Video Timer Pro"

Dall'analisi delle fasi di lavoro individuate è stato possibile determinare come tra i diversi modelli non vi fosse una differenza essenziale nei cicli di lavoro: la matrice prodotto-processo risultante (Fig. 4.7) infatti non ha alcuna differenza tra i modelli se non nel caso dell'assenza del montaggio del separatore di liquido per il modello FD160, il quale comunque necessita del montaggio di un condensatore in luogo di esso.

FASE/PRODOTTO	FD160	FD240	FD360	FD520	FD750
Preparazione carrello, posizionamento e costruzione fondo	X	X	X	X	X
Preparazione e montaggio pressostati	X	X	X	X	X
Isolamento vaschetta	X	X	X	X	X
Montaggio condensatore	X				
Preparazione e montaggio bombolino		X	X	X	X
Montaggio compressore	X	X	X	X	X
Preparazione, isolamento e montaggio batterie	X	X	X	X	X
Preparazione ventilatore	X	X	X	X	X
Taglio al flessibile	X	X	X	X	X
Preparazione scocca e pannelli	X	X	X	X	X
Preparazione circuito frigo a banco	X	X	X	X	X
Montaggio e saldatura circuito frigo in macchina	X	X	X	X	X
Isolamento tubi in macchina	X	X	X	X	X
Carica del gas refrigerante	X	X	X	X	X
Montaggio ventilatore	X	X	X	X	X
Montaggio montanti	X	X	X	X	X
Preparazione e montaggio quadro elettrico	X	X	X	X	X
Cablaggio nel quadro elettrico a banco	X	X	X	X	X
Cablaggio del quadro elettrico in macchina	X	X	X	X	X
Montaggio scocca e pannelli	X	X	X	X	X
Collaudo	X	X	X	X	X
Imballaggio e etichettatura	X	X	X	X	X

Fig. 4.7. *La matrice prodotto-processo*

Tra le funzioni del software c'è anche la possibilità di esportare in Excel sia il dettaglio complessivo delle attività per ogni rilevazione, ma anche il cumulato del tempo di un'attività sommando tutte le ripetizioni in cui si è manifestata. In questo modo è stato possibile classificare ogni attività col relativo tempo di lavoro complessivo.

Si è potuto quindi giungere a delle considerazioni.

1. La situazione rilevata in partenza (*as is*)

Il software *Video Timer Pro* offre anche la possibilità di distinguere l'attività identificata secondo l'operatore che la ha svolta: esportando quindi su Excel le fasi, coi relativi tempi si è creata la tabella seguente (Tabella 4.1) che

suddivide inoltre le attività tra VA (a valore aggiunto), NVA (non a valore aggiunto) e NVA-R (non a valore aggiunto ma necessarie).

Tabella 4.1. *La suddivisione delle attività rilevate*

FASE	VA [min]	NVA [min]	NVA-R [min]	Operatore
Preparazione batterie	12			OP1
Preparazione fondo e vaschetta	10			OP1
Preparazione scocca	16			OP2
Isolamenti batteria	7			OP1
Montaggio compressore	2			OP1
Preparazione e taglio al flessibile	10			OP1
Preparazione quadro elettrico	17			OP2
Preparazione ventilatore	6			OP1
Montaggio ventilatore	5			OP1
Preparazione pressostato	9			OP1
Montaggio componenti elettrici	1			OP1
Cablaggio in macchina	6			OP1
Isolamento tubi	2			OP1
Preparazione e saldatura circuito frigo	22			OP1
Montaggio circuito frigo	20			OP1
Carica freon	4			OP1
Isolamento circuito frigo	30			OP1
Montaggio montanti	3			OP1
Montaggio scocca	5			OP1
Cablaggio in quadro elettrico	34			OP2
Montaggio quadro elettrico	3			OP1
Cablaggio quadro in macchina	34			OP1
Collaudo	3			OP1
Montaggio ultimo pannello	2			OP1
Imballo	6			OP1
Carica freon (macchina)	31			MACCHINA
Raddrizzatura tubo			3	
Regolazione innesto rapido			2	
Modifiche schema elettrico			6	
Collaudo aggiuntivo			4	
Rimontaggio pannello		5		
Riordino postazione		11		
Spostamento		123		
Spostamento x reperire materiale		105		
Controllo distinta		19		
Attesa di ricevere materiale dal magazziniere		9		
Rimontaggio rivetto di massa		3		
TOTALE	300	275	15	

Si nota come il numero delle attività sia notevolmente sbilanciato nel verso dell'operatore 1 (il più esperto) che così svolge la maggior parte del lavoro, mentre il secondo operatore (più inesperto) svolge le attività che sono per lo più esterne al prodotto, sulla scocca e sul quadro elettrico.

Prendendo come base dati la tabella appena riportata è stato possibile costruire un grafico che illustri i tempi di lavoro per la situazione di partenza visibile nella figura seguente (Fig. 4.8).

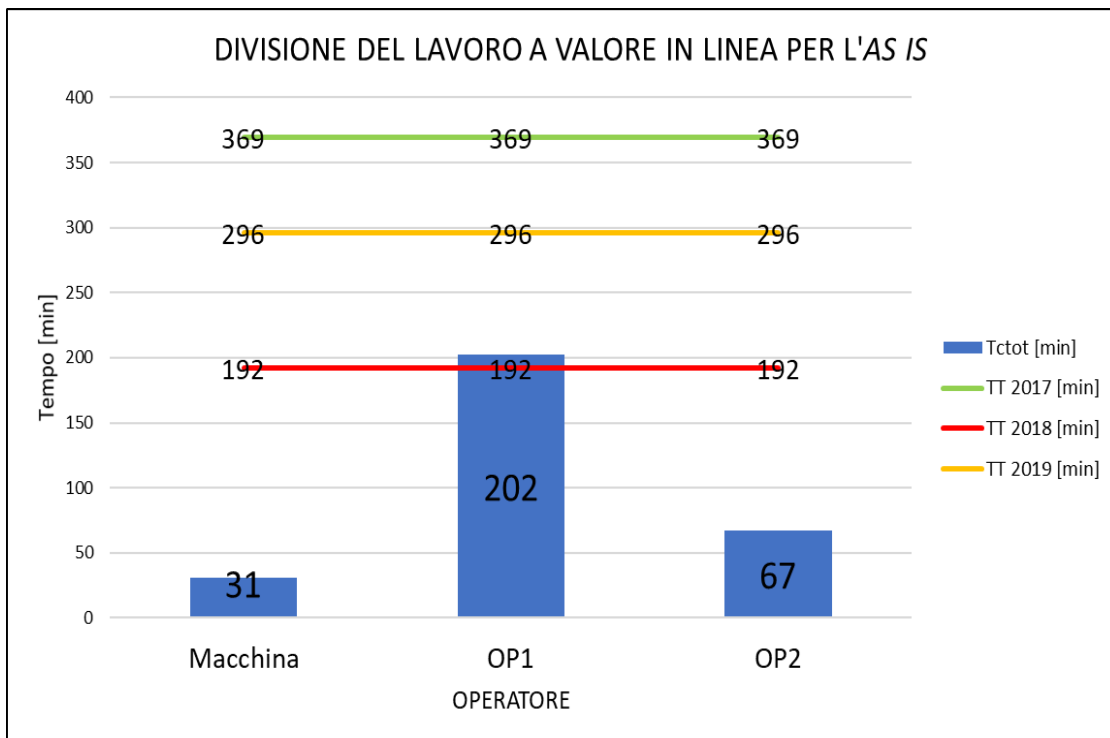


Fig. 4.8. La divisione delle attività VA per la situazione "as is"

Quel che appare chiaro anche ad un occhio poco allenato è che la situazione sia di grande sbilanciamento con il primo operatore che lavora per ben 202 minuti sulla macchina mentre il secondo lavora solo per poco più di un'ora. Inoltre, si vede come la gestione della macchina di carica del gas che lavora per circa 30 minuti sia mal gestita all'interno del bilanciamento.

ORIZZONTE TEMPORALE PER TOGLIERE O RIDURRE NVA

Altra cosa che va sottolineata è come il bilanciamento non sia sufficiente a stare al di sotto del TT più critico dei 3 rilevati, quello del 2018. Per di più, tenendo conto che si tratta solo di tempi VA, al momento di partenza la situazione con tutte le attività a non valore non è minimamente in grado di rispondere al livello di domanda che ci si potrebbe aspettare.

2. L'impatto delle attività a non valore aggiunto (NVA)

La successiva analisi che si è effettuata, avendo l'indicazione se una attività fosse a valore aggiunto o meno, è stata quella di individuare quale fosse

L'impatto complessivo delle NVA sulla produzione allo stato *as is*. Il risultato è riassunto dal grafico che segue (Fig. 4.9).

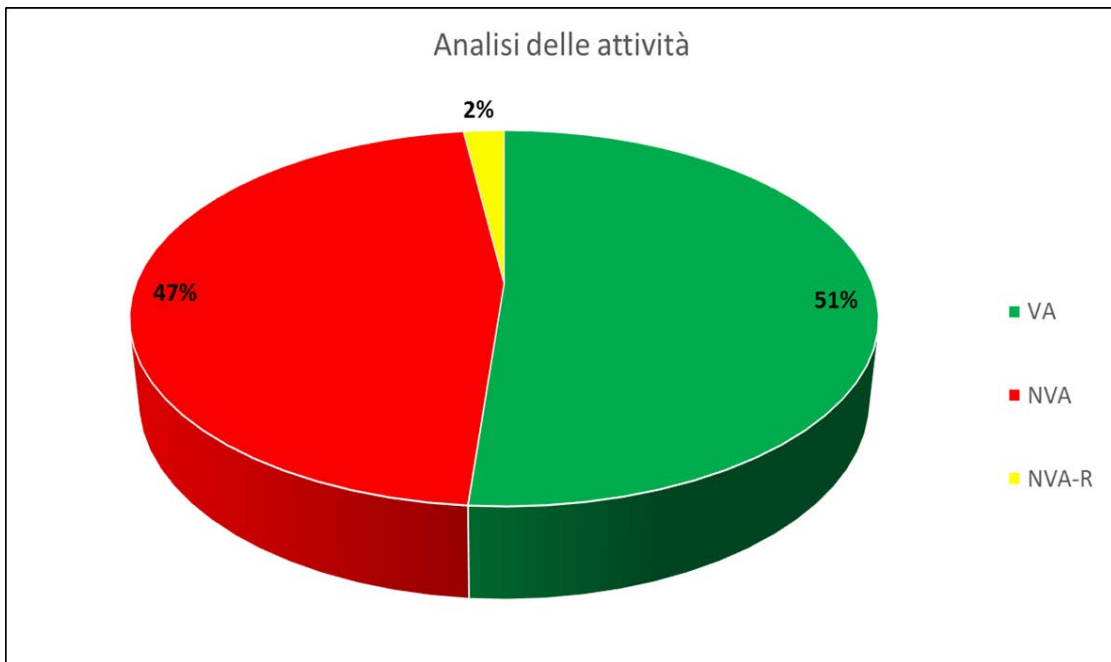


Fig. 4.9. La suddivisione delle attività "as is" in VA, NVA e NVA-R

Si tratta del 49% di tempo speso a non produrre valore, il 96% del quale (47% del totale) è eliminabile. Nello specifico, come già visto in precedenza almeno per le attività VA, si tratta di:

- 300 minuti di tempo VA
- 275 minuti di tempo NVA
- 15 minuti di tempo NVA-R

Ci si è quindi chiesti cosa comporti avere un tale ammontare di tempo male investito, giungendo a tali calcoli prendendo come riferimento l'anno 2018.

Si è considerato il tempo ciclo di assemblaggio medio di 390min preso dagli ultimi dati forniti dal gestionale di Fral e si sono considerati i 490 pezzi prodotti dei modelli della famiglia prodotti nel corso dell'anno 2018.

$$\text{Tempo}_{\text{per non creare valore}} = 275\text{min} * 490\text{pz} = 2245\text{h}$$

$$\frac{2245\text{h}}{8\text{h}} = 280 \text{ gg} > 1 \text{ risorsa uomo annua investita nel non valore}$$

$$\frac{2245\text{h} * 60\text{min}}{390\text{min}} = 345 \text{ macchine potenzialmente producibili}$$

I dati sono molto comunicativi in termini di mancata produzione: per 490 macchine prodotte più dei 2/3 (345) avrebbero potuto essere prodotte nello stesso periodo col tempo che è stato investito per non produrre valore. Da ciò è stato evidente come fosse assolutamente necessario concentrarsi sul NVA per ridurlo il più possibile ai minimi termini, guadagnandone sia in produttività qualora la domanda dovesse ancora crescere in futuro ma anche in risparmio di risorse per meglio investirle in attività a valore.

Nell'analizzare nel dettaglio quelle che sono le attività non a valore aggiunto, sempre dalle riprese video, ne è risultata la suddivisione che si può leggere nella Tabella 4.2.

Tabella 4.2. *La suddivisione delle attività NVA*

ATTIVITA NVA	Frequenza
Spostamento	44,7%
Spostamento per reperire materiale	38,2%
Controllo distinta	7,0%
Riordino postazione	4,0%
Attesa di ricevere materiale dal magazziniere	3,3%
Rimontaggio pannello	1,8%
Rimontaggio rivetto di massa	1,1%

Da questa analisi è evidente come l'impatto dell'83% dell'NVA sia tutto riconducibile agli spostamenti di vario genere che gli operatori si trovano ad affrontare, stando così lontani dalla loro postazione di lavoro anche per svariati minuti.

Lo spostamento più impattante risulta essere quello per muoversi o sostare in zone lontane dalla linea a causa di azioni esterne, come ad esempio lo spostamento verso un'altra linea produttiva per aiutare un altro operatore in una procedura di montaggio per cui sono necessarie più di 4 mani: questo genere di spostamenti è necessario siano eliminati al più presto, pertanto già dai primi giorni di lavoro sulla linea è stato decisamente abbattuto questo dato.

Per quanto riguarda gli spostamenti per reperire il materiale invece ci si è posti l'obiettivo di ridurli il più possibile nel momento in cui si andrà a

riprogettare le logiche di asservimento dei materiali alla linea (cfr. paragrafo 5.5).

L'obiettivo del lavoro successivo è stato quello di individuare come fossero differenziati gli spostamenti degli operatori all'interno della cella o dalla cella all'esterno, per puntare poi ad abatterli con i lavori successivi col fine di metterli nelle condizioni migliori possibili per essere concentrati unicamente sulle attività a valore di assemblaggio della macchina.

4.4 SPAGHETTI CHART

Per produrre la *Spaghetti Chart* è necessario conoscere innanzitutto i movimenti da rappresentare e nel caso in esame, avendo già più riprese video del lavoro in linea, è stato possibile riprendere in mano le immagini per tracciare su carta gli spostamenti sia dell'operatore come anche delle parti fisiche.

La scelta, in questo caso come anche lo era stato nel caso della VSM, è stata quella di rappresentare il tutto su carta senza mettersi a computer per fare lavori che sarebbero stati graficamente più puliti, ma avrebbero avuto meno effetto istruttivo.

Per estrarre la pianta della cella è stato richiesto il file AutoCAD DWG dello stabilimento ed è stato aperto sul lettore installato sul PC a disposizione. Del disegno complessivo è stata selezionata la sola area della cella e limitrofa ad essa, cancellando tutto il superfluo che per questa analisi non era necessario. Una volta stampata la pianta ottenuta sono stati tracciati i percorsi più battuti dall'operatore e dai materiali nell'area interessata seguendo le immagini delle riprese.

Per quanto riguarda le distanze percorse invece si sono fatte due stime diverse a seconda che si facesse riferimento alle parti o all'operatore.

- Lo spostamento delle parti è stato calcolato come moltiplicazione tra il numero di componenti utilizzati per un assemblaggio medio e la distanza media che questi percorrono ad ogni spostamento dalla loro collocazione in linea al loro posto in macchina.

Il dato sul numero di componenti lo si è ricavato da una distinta base di un deumidificatore medio (FD240.1002), quindi non troppo

semplice e nemmeno tanto complesso, prendendo il numero di componenti che la compongono (112 pezzi).

Il dato sulla distanza media è stato stimato invece dallo schema di base del layout della linea (visibile nella successiva Fig. 4.10), notando come la maggior parte dei componenti fossero compresi entro i 3 metri dalla posizione delle macchine.

Pertanto, come segue:

$$112pz * 2,5m = 280m$$

- Lo spostamento degli operatori è stato calcolato moltiplicando il tempo di spostamento rilevato dell'operatore, di 7375 secondi (da $275min * 44,7\% * 60sec/min$) per una velocità media di camminata che consideri una distanza percorsa di 2,5 chilometri (2500 metri) in un'ora di tempo (3600 secondi).

$$7375s * \frac{2500m}{3600s} = 5120m$$

Avendo accumulato tutto quello che serviva è stato possibile rappresentare la *Spaghetti Chart* che segue (Fig. 4.10)

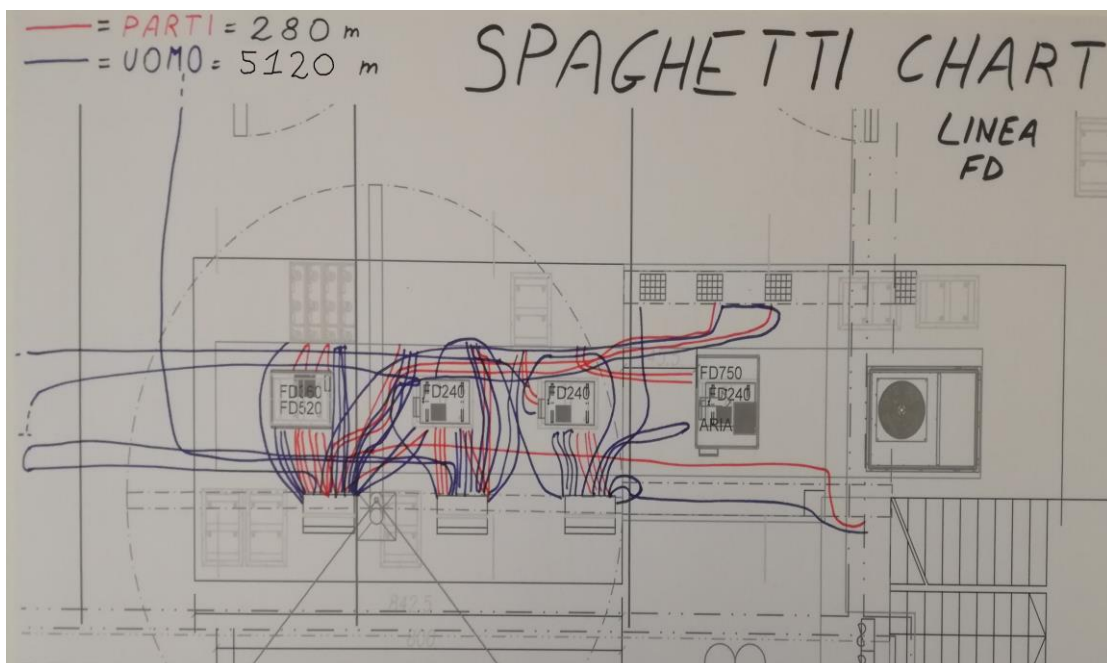


Fig. 4.10. Il diagramma degli spostamenti: la “Spaghetti Chart”

Come si nota le linee blu dello “spostamento uomo” si dirigono anche fuori dall’area della linea, mentre quelle rosse dello “spostamento parti” restano ivi contenute. Questo in quanto si è deciso di considerare lo spostamento parti solo limitato al movimento dal bordo linea o dalla cesta di prelievo alla postazione di lavoro o al prodotto in lavorazione.

Le parti infatti come si nota hanno spostamenti piuttosto brevi (ad eccezione degli spostamenti di componenti posti giacenti al lato opposto di dove poi viene di fatto consumato) e numerosi.

Al contrario si può notare come gli spostamenti dell’operatore sono più prolungati, ma altrettanto numerosi. Infatti, sono tanti quanti gli spostamenti delle parti, ma raddoppiati dal viaggio a vuoto per raggiungerle. Oltre a questi spostamenti per il recupero dei componenti vi sono anche alcuni spostamenti esterni alla linea dovuti a ricerche di materiale, come anche al recupero della macchina di generazione del vuoto e carica del gas refrigerante, nonché spostamenti verso l’alto della figura per raggiungere la postazione di taglio degli isolamenti.

4.5 REPORT A3

L’analisi dei problemi e delle loro cause è stata così condotta sino al punto descritto. In questo modo ci si è trovati ad avere una visione complessiva delle problematiche e delle zone su cui agire per il proseguo del progetto.

Col fine di riassumere il tutto in un formato breve ma utile ed efficace si è scelto di impostare un modello A3 di impronta *lean*. Essendo l’architettura del metodo allineata con il ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) di Deming ed essendo terminata la fase preliminare di analisi dell’*as is* (assimilabile al momento del *plan*) si è potuti procedere alla compilazione dei campi che si limitano al tale momento.

Si riporta pertanto la versione del foglio A3 al momento conclusivo della fase *plan* (Fig. 4.11).

Titolo: FAR FLUIRE LA LINEA DI ASSEMBLAGGIO INDUSTRIALI FD	
Qual è il problema? <ul style="list-style-type: none"> ➤ Carente organizzazione del lavoro in linea ➤ Allungamento del tempo di attraversamento (o Lead Time, LT) ➤ Conseguenti ricadute negative sulla pianificazione della produzione che con una stima approssimativa delle tempistiche di produzione non riesce: <ul style="list-style-type: none"> • Ad essere precisa nell'indicare le date di consegna per i clienti • A fornire obiettivi guida per la produzione 	Contromisure proposte:
Situazione attuale: Inesistente uno standard per: <ul style="list-style-type: none"> • La procedura di assemblaggio • La divisione del lavoro con più risorse in linea Mancante ottimizzazione di: <ul style="list-style-type: none"> • Gestione delle scorte a bordo linea • Layout che minimizzi gli spostamenti di parti e uomo • Tempi delle attività non bilanciati Dati ricavati da riprese delle attività nel Gemba, interviste a operatori e pianificazione della produzione	Piano:
Situazione attesa: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Riduzione dei tempi di assemblaggio e del Lead Time complessivo ➤ Implementazione di uno standard di lavoro ➤ Pianificazione che, sostenuta da dati più precisi, dia date di consegna realistiche e obiettivi di produz. 	
Analisi delle cause: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Assenti analisi della attività produttiva (anche solo di tempi) finalizzate all'ottimizzazione della stessa ➤ Numerosi spostamenti degli operatori, la cui attenzione sovente si distoglie dalla produzione a valore 	Follow Up:
Responsabile: Luigi Salomoni	Approvato da : LS Data: 13-05-2019

Fig. 4.11. Il report A3 al termine della analisi “as is”

Come si vede si è utilizzata la struttura standard di un A3 ed all'interno delle varie sezioni si sono riportati i risultati delle analisi condotte. Dalla descrizione del problema d'origine delle motivazioni del progetto, passando per una analisi della situazione presente (grazie alla VSM ed alla analisi del contenuto di lavoro) e per una descrizione della situazione desiderata e finendo con una analisi delle cause (dalla *Spaghetti Chart* e dalla analisi del contenuto di lavoro).

Così conclusasi la parte di analisi dal piano appena impostato si è ripartiti con il lavoro per il miglioramento e per il raggiungimento della situazione attesa.

5 IL PIANO D'AZIONE

La seconda macro-fase del progetto condotto consiste nel lavoro vero e proprio per il miglioramento della linea e per questo motivo è la più critica. La gran parte delle attività di questa fase del progetto è necessariamente condotta a contatto con le persone che sono in linea e deve essere svolta con l'ottica di far comprendere l'importanza e i benefici della tal attività.

Data la complessità (derivante proprio dal lavoro in team) e la vastità delle attività previste è stato necessario cominciare il lavoro con una parte di pianificazione.

5.1 PIANIFICAZIONE DEL LAVORO E REPORT A3

In precedenza, era stata terminata la parte sinistra del modello A3 considerato, corrispondente alla fase *plan* del ciclo di Deming. Nel momento di cominciare lo svolgimento del progetto è stato naturale proseguire nella compilazione dell'A3 per quanto riguarda la fase del *do*, pertanto illustrare i metodi e le modalità di azione intrapresi per far avanzare il progetto. La stesura del foglio A3 è proseguita quindi giungendo al risultato mostrato qui di seguito nella figura Fig. 5.1.


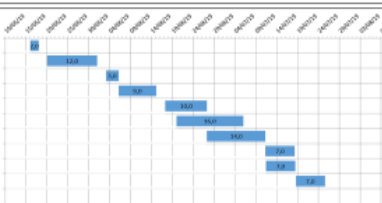
		A3	Autore: Luigi Salomoni
			Data: 13-05-2019
			Versione:
Titolo: FAR FLUIRE LA LINEA DI ASSEMBLAGGIO INDUSTRIALI FD			
Qual è il problema? <ul style="list-style-type: none"> ➤ Carente organizzazione del lavoro in linea ➤ Allungamento del tempo di attraversamento (o Lead Time, LT) ➤ Conseguenti ricadute negative sulla pianificazione della produzione che con una stima approssimativa delle tempistiche di produzione non riesce: <ul style="list-style-type: none"> • Ad essere precisa nell'indicare le date di consegna per i clienti • A fornire obiettivi guida per la produzione 		Contromisure proposte: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Implementare un sistema di pianificazione e controllo degli obiettivi che sia sfidante e basato su dati ricavati dalla analisi delle attività produttive ➤ Ridurre il numero e il tempo delle attività a non valore creando le condizioni per concentrare il lavoro sulle attività a valore aggiunto: <ul style="list-style-type: none"> • Riducendo gli spostamenti • Massimizzando il tempo investito per ottenere valore ➤ Ottimizzazione della divisione delle attività produttive per ridurre il tempo ciclo di produzione (Tc) 	
Situazione attuale: Inesistente uno standard per: <ul style="list-style-type: none"> • La procedura di assemblaggio • La divisione del lavoro con più risorse in linea Mancante ottimizzazione di: <ul style="list-style-type: none"> • Gestione delle scorte a bordo linea • Layout che minimizzi gli spostamenti di parti e uomo • Tempi delle attività non bilanciati Dati ricavati da riprese delle attività nel Gemba, interviste a operatori e pianificazione della produzione		Piano: LINEA FD 	
Situazione attesa: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Riduzione dei tempi di assemblaggio e del Lead Time complessivo ➤ Implementazione di uno standard di lavoro ➤ Pianificazione che, sostenuta da dati più precisi, dia date di consegna realistiche e obiettivi di produz. 		Follow Up:	
Analisi delle cause: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Assenti analisi della attività produttiva (anche solo di tempi) finalizzate all'ottimizzazione della stessa ➤ Numerosi spostamenti degli operatori, la cui attenzione sovente si distoglie dalla produzione a valore 			
Responsabile: Luigi Salomoni		Approvato da : LS Data: 13-05-2019	

Fig. 5.1. Il report A3 per il lavoro da condurre nella fase di "do"

L'insieme delle contromisure, visibile nella seguente Fig. 5.2, è stato incentrato sui problemi rilevati dalla analisi, quali la mancanza di una pianificazione esaustiva e guidante, l'alta frequenza di attività a non valore e lo scarso bilanciamento del lavoro tra operatori.

Contromisure proposte:

- Implementare un sistema di pianificazione e controllo degli obiettivi che sia sfidante e basato su dati ricavati dalla analisi delle attività produttive
- Ridurre il numero e il tempo delle attività a non valore creando le condizioni per concentrare il lavoro sulle attività a valore aggiunto:
 - Riducendo gli spostamenti
 - Massimizzando il tempo investito per ottenere valore
- Ottimizzazione della divisione delle attività produttive per ridurre il tempo ciclo di produzione (Tc)

Fig. 5.2. *L'insieme delle contromisure proposte per la risoluzione dei problemi riscontrati*

Ciascuna delle contromisure è stata pensata per risolvere uno dei problemi rilevati:

- Il sistema di pianificazione e controllo degli obiettivi per avere una maggior coscienza sulla comunicazione delle date di consegna e sugli obiettivi di produzione;
- La riduzione delle attività a non valore aggiunto (NVA) per tamponare l'allungamento del LT di produzione;
- L'ottimizzazione della divisione delle attività produttive tramite un bilanciamento per riorganizzare, con nuova efficienza, il lavoro in linea e per abbattere ulteriormente i tempi di produzione complessivi.

Per ogni contromisura elencata è stata programmata un'attività e a ciascuna di esse è stata assegnata una stima di tempo per la sua lavorazione in modo tale che si potesse poi costruire un piano completo che servisse da guida nel momento in cui ci si fosse trovati a non avere una chiara idea dei tempi e dell'avanzamento del progetto.

Il risultato è stato un grafico Gantt su Excel costruito inizialmente con stime, ma che poi è stato possibile aggiornare con tutti i progressi che col passare delle attività si manifestavano. Inoltre, si è potuto tenere traccia di quante

attività venivano mantenute nello stesso momento, impedendo così di aggiungere un eccessivo carico di lavoro che facesse slittare il termine del progetto avanti nel tempo. Questo soprattutto per il fatto che le risorse impegnate nelle varie attività erano sempre unitarie, ad eccezione delle attività di lavoro in linea per le quali erano impegnati anche gli operatori. Si aveva, invece, un incontro su base settimanale con un consulente di Considi per aggiornarsi sui risultati e sulle mosse successive su cui lavorare durante la settimana. Il Gantt ha avuto la funzione di gestione dell'avanzamento del progetto e pertanto è stato poi riportato all'interno del report A3 nella sezione del "piano". Considerando che l'unità di misura in esso espressa sono "giorni", si mostra quindi il Gantt più nel dettaglio (Fig. 5.3).

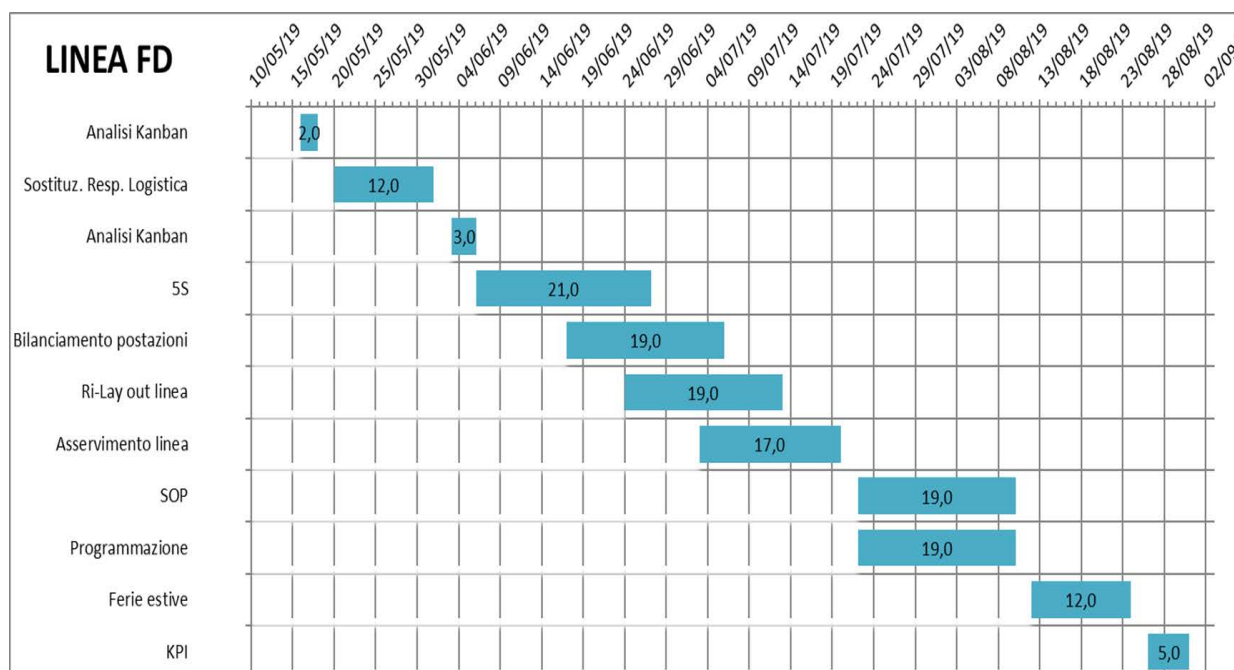


Fig. 5.3. Il piano Gantt di progetto delle attività di miglioramento

C'è da notare come la seconda attività non facesse parte del progetto, in quanto nel corso dell'esperienza di tirocinio in Fral sono state condotte anche altre attività parallele al progetto qui in esame. Alcune delle attività hanno portato, come si legge dal piano Gantt, a sostituire nelle sue mansioni il responsabile della logistica di Fral per un paio di settimane.

Dato l'onere dell'impegno non è stato possibile fare progressi nel progetto per quelle due settimane, pertanto nel Gantt di progetto è stata segnata come attività che ha fatto slittare in avanti le altre.

La prima attività proiettata verso i miglioramenti e quindi verso la situazione *to be* desiderata è stata una analisi per determinare quali codici potessero essere candidati ad essere residenti a bordo della linea produttiva con una gestione tramite *kanban*.

5.2 CROSS ANALYSIS

Per iniziare ad avere una visione sul *to be* a cui si ambisce era necessario avere un'idea del numero e del tipo di codici che si sarebbero voluti tenere giacenti a bordo linea piuttosto che gestirli a chiamata per ogni commessa. Il metodo che è stato utilizzato per raggiungere l'obiettivo è una analisi di Pareto incrociata, altrimenti detta *cross analysis*.

Le due classificazioni di Pareto di cui si è fatto uso per l'analisi sono:

- Classificazione delle quantità dei consumi
- Classificazione della frequenza di consumo

La base dati che è stata utilizzata la si è estratta dal gestionale di Fral e fa riferimento al periodo dal 01/01/2019 al 13/05/2019. L'analisi non è stata allargata al periodo antecedente in quanto i dati sarebbero stati da prelevare dal gestionale che Fral utilizzava fino all'anno precedente e il tempo che sarebbe stato necessario per estrarre i dati ed analizzarne la completezza si è stimato essere ben più consistente del tempo previsto e, inoltre, ciò non avrebbe assicurato in ogni caso una base dati sufficientemente completa.

La recente installazione del nuovo software gestionale è accompagnata logicamente da una ancor scarsa personalizzazione e quindi l'estrazione dei dati di prelevamento dei componenti non è stato possibile farla in maniera massiva.

Il metodo alternativo è stato di prendere singolarmente ogni ordine di produzione di prodotti della famiglia ed esportare in Excel la propria distinta di prelievo con relative date e quantità. In questo modo si è venuto a creare un database completo di righe di prelievo di oltre 4 mesi, di cui si riporta un piccolo estratto qui di seguito (Fig. 5.4).

Data Prel.	WEEK	Qtà Prel.	Codice	Descriz.	Num. O.P.
08/01/2019	2	3	AS.FD190.000	Semilavorato basamento FD160-FD240 con m	12
08/01/2019	2	3	FDL19012.1.W1V	COPERCHIO RAL 9010 BUC.	12
08/01/2019	2	3	FDL19012.2.W1V	TAMPONAMENTO COP/ PAN LAT RAL 9010 BUC	12
08/01/2019	2	3	FDL19014.1	CONTRO FILTRO 130/190 LAM GREZZO	12
08/01/2019	2	3	FDL19014.W1V	PORTA FILTRO 130/190 RAL 9010 BUC.	12
08/01/2019	2	3	FDL19025.W1V	Griglia mandata RAL9010 BUCC.	12
08/01/2019	2	3	FDL19032.W1V	V12 Pann.lat. Dx RAL9010 BUCC.	12
08/01/2019	2	3	FDL19033.W1V	V12 Pann.lat. Sx con foro RAL9010 BUCC.	12
08/01/2019	2	3	FDL19034	V12 Quadro elettrico	12
08/01/2019	2	3	FDL19035.W1V	V12 Mantello posteriore RAL9010 BUCC.	12
08/01/2019	2	3	FDL19036.W1V	V12 Mantello anteriore RAL9010 BUCC. lat	12
08/01/2019	2	3	FDL320123	Omega inferiore nuovo pressostato	12
08/01/2019	2	3	FDL320124	Omega superiore nuovo pressostato	12
08/01/2019	2	3	FDP19004	VAS. CONV. CONDENSA EVAP.130/190	12
08/01/2019	2	3	FDP2618/B	Pan Com 26/36/66 RETTANGOLARE X FDW TAG	12
08/01/2019	2	3	X300475	Passacavo DG 48 a membrana	12
10/01/2019	2	9	010044	DADOFLANG.M10	12
10/01/2019	2	9	010120	perno M8/M10 X L62 mm FISSAGGO COMP.RO	12
10/01/2019	2	3	020009	D9/9 245W 3Vel. 6p 50-60 Hz ErP 2015	12
10/01/2019	2	3	020047	KIT MONT. DDE 9" + 4 GOMMINI	12
10/01/2019	2	6	020100	Spirale X Cablaggio	12
10/01/2019	2	12	020105	Passacavo Fittings D=25	12
10/01/2019	2	3	020200	Deumidostato	12
10/01/2019	2	3	020219	CONTATTORI LC1D18M7C 7.5KW 400V 3 PH	12
10/01/2019	2	3	020220.1	PORTA FUS SEZ. PCF 10 X 38 2/P (130)	12
10/01/2019	2	6	020225	FUS CH10 AM 20A 500V	12
10/01/2019	2	3	020238	T1-EN 25X60 G CANALA CABLAGGI	12
10/01/2019	2	27	020318	MORSETTO PASSANTE GRIGIO CBC4./GR	12
10/01/2019	2	6	020319	MORSETTO PASSANTE BLU CBC.4(EX)I	12
10/01/2019	2	6	020326	MORSETTO DI TERRA ATEX CQ403 TE.6/O	12
10/01/2019	2	3	020341	Relè di potenza 30 A	12
10/01/2019	2	3	020349	CONDENSATORE DI MARCIA 50 µF	12

Fig. 5.4. Il database delle righe di prelievo su cui costruire la Cross Analysis

Il passo successivo è stato affrontare la vera e propria *Cross Analysis* e si è partiti da una tabella pivot sul database simile, almeno per quanto riguarda i primi passaggi, a quella già costruita per la analisi ABC del venduto.

Preliminarmente a ciò si è fatto un filtro sul foglio database per escludere dall'analisi con la pivot le righe dei codici che vengono già gestiti con riordino a *kanban* tramite 2 cassetine che ruotano "vuota per piena". Si tratta essenzialmente di minuteria (viti, dadi, rivetti...) che viene caricata su due cassetine per codice su un carrellino a bordo linea e che viene consumata una cassetina alla volta. Non appena la prima cassetta viene svuotata si inizia a consumare la seconda e nel frattempo si effettua il riordino per la prima portando la cassetta in un apposito buffer contenitore, in attesa che il magazzino incaricato passi a caricarla.

Quello appena spiegato è il metodo di gestione (tra l'altro non sempre rispettato) precedente al lavoro sulla linea, nell'*as is*. In seguito, saranno apportate delle piccole migliorie anche a questa gestione (confronta paragrafo 5.5).

Ad ogni modo quindi dall'analisi è stata esclusa la gestione di tutta questa minuteria e la tabella pivot costruita è risultata la seguente (Fig. 5.5).

Somma di Qtà Pr		WEEK							Consumi		Frequenza		
Codice	Descriz.	2	3	18	19	Totale	% sul Totale	Prog. Totale	% Prog. Totali	ABC consumi	Frequenza Consumi	ABC Frequenza	MTS / MTO
020318	MORSETTO PASSANTE GRIGIO CBC4./	90	117	51		1177	10,85%	1.177	10,85%	A	16	a	KB
020326	MORSETTO DI TERRA ATEX CQ403 TE	18	26	8		270	2,49%	1.447	13,34%	A	16	a	KB
020225	FUS CH10 AM 20A 500V	18	20	6		262	2,42%	1.709	15,76%	A	16	a	KB
040014	BUSSOLE NYLON GUIDA VITI	48	32			256	2,36%	1.965	18,12%	A	9	m	KB
020319	MORSETTO PASSANTE BLU CBC.4(EX)I	18	24	8		235	2,17%	2.200	20,29%	A	16	a	KB
FDI19000	LAST. PAN. LAT. FD130/190	10	16	6		190	1,75%	2.390	22,04%	A	16	a	KB
030014	Bobina Elettrov.Castel 220 V-50/60Hz	2	14	4		138	1,27%	2.528	23,31%	A	12	m	KB
040013	Angolo smussato in nylon 40/25	8	32			128	1,18%	2.656	24,49%	A	7	b	KB??
020341	Relè di potenza 30 A	8	10	3		112	1,03%	2.883	26,59%	A	16	a	KB
FDL320141	Cab.Collegamento Quadro-Pressosta	8	10	3		111	1,02%	2.994	27,61%	A	16	a	KB
I030047	Pressostato LPS Riarmo Aut. 0,7-1,8 B	8	10	3		109	1,01%	3.103	28,62%	A	16	a	KB
FDL320151	Cab.Cavo Termostato	8	10	3		109	1,01%	3.212	29,62%	A	16	a	KB
030045	FILTRO ODS 4308/M12SFF 12A CARTU	8	9	3		109	1,01%	3.321	30,63%	A	16	a	KB
030828	MECCANISMO VALVOLA DI CARICA 8	4				108	1,00%	3.429	31,62%	A	11	m	KB
030042	ELETROVALV. 1068/12S D.12	2	8			107	0,99%	3.536	32,61%	A	11	m	KB
020219	CONTATTORI LC1D18M7C 7.5KW 400V	6	8	3		103	0,95%	3.849	35,49%	A	16	a	KB
FDL320124	Omega superiore nuovo pressostato	6	8			103	0,95%	3.952	36,44%	A	14	m	KB
030252	TERMOSTATO K50 TARATURA FISSA	8	6	3		103	0,95%	4.055	37,39%	A	16	a	KB
FDL320123	Omega inferiore nuovo pressostato	6	8			102	0,94%	4.157	38,34%	A	14	m	KB
FDE203	ETC. VERTICALE FD190 CON SIMBOLI	6	7	1		102	0,94%	4.259	39,28%	A	16	a	KB
020200	Deumidostato	6	7	1		101	0,93%	4.360	40,21%	A	16	a	KB
FDP2618/B	Pan Com 26/36/66 RETTANGOLARE X	6	3	1		101	0,93%	4.461	41,14%	A	16	a	KB
X300475	Passacavo DG 48 a membrana	6	3	1		101	0,93%	4.562	42,07%	A	16	a	KB
FDI19050	IMBALLO FD130/190	5	8	3		95	0,88%	4.657	42,95%	A	16	a	KB
FDL190139	Cavo Ventilatore	5	8	3		95	0,88%	4.752	43,82%	A	16	a	KB
FDP19004	VAS. CONV. CONDENZA EVAP.130/15	5	4	2	1	95	0,88%	4.847	44,70%	A	17	a	KB
I030304	Pressostato HPS Riarmo Man. 42-33 B	5	8	3		95	0,88%	4.942	45,57%	A	16	a	KB

Fig. 5.5. La tabella pivot che incrocia le due analisi ABC di consumi e frequenza

Come si vede sono state inserite delle colonne, una per ogni settimana dell'anno, ed all'interno di ciascuna casella sono state sommate le quantità prelevate per il codice nella tal settimana. La colonna "totale" invece somma tutte le quantità delle settimane prese in esame.

Quindi di conseguenza sono state inserite le colonne di analisi dei consumi, ordinando i codici per il totale di prelievi e creando le colonne che ne facessero il progressivo cumulativo ed il calcolo delle percentuali sul totale e progressive totali.

Per il calcolo della "ABC consumi" si è creata una formula del tutto uguale a quella già descritte per l'analisi ABC sul venduto di cui si è scritto nel capitolo 5.1: pertanto i codici che rientravano nel primo 80% della percentuale progressiva globale sono risultati di classe A e così di conseguenza le altre due classi (da 80% a 95% classe B ed il restante 5% da 95% a 100% per la classe C).

Le colonne successive sono utili all'analisi ABC sulla frequenza di consumo. Questo si è fatto impostando una formula per la colonna "frequenza consumi" che calcolasse per che numero di settimane vi sia stato almeno un prelievo. Si noti che essendo solo 18 le settimane prese in esame (da "week 2" a "week 19") il numero non potesse essere maggiore di 18.

Il calcolo della "ABC Frequenza" è stato impostato tramite una formula che restituisse:

- Classe a (alta), se la "frequenza consumi" dovesse essere stata ≥ 16 ;
- Classe m (media), se la "frequenza consumi" dovesse essere stata ≥ 9 e < 16 ;
- Classe b (bassa), se la "frequenza consumi" dovesse essere stata < 9 .

Si noti come le soglie scelte siano piuttosto alte:

- ✓ $> 15/18 = 83,3\%$ per essere considerato ad alta frequenza;
- ✓ $< 9/18 = 50\%$ per essere considerato a bassa frequenza.

Questo perché l'analisi è stata impostata con l'obiettivo di ridurre l'ingombro dei componenti giacenti a bordo linea, di conseguenza mantenendo solamente quelli con un elevato indice di frequenza e che quindi si muovono sovente, bandendo quindi tutti gli sprechi legati alle sorte non movimentate: lo spazio è poco e lo si voleva sfruttare al meglio e solo per le i codici maggiormente interessanti.

A questo punto si è giunti ad aver assegnato a ciascun codice sia una classe di quantità di consumo sia una classe di frequenza di consumi. In questo modo si sono potute considerare le 9 classi incrociate. A seconda della classe incrociata si è optato per diverse scelte di gestione tramite una formula in Excel.

1. Scelta "Kanban" (KB), ossia una gestione con giacenza a bordo linea prelevata con gestione *kanban*.

Questa scelta sarebbe stata restituita nei casi in cui:

- Classe consumi A e classe frequenza a;
- Classe consumi A e classe frequenza m;
- Classe consumi B e classe frequenza a.

2. Scelta di probabile “Kanban” (KB??), ossia da valutare più approfonditamente considerando anche altri aspetti se sia il caso di gestire a *kanban* anche questi codici.

Questa scelta sarebbe stata restituita nei casi in cui:

- Classe consumi A e classe frequenza b;
- Classe consumi B e classe frequenza m;
- Classe consumi C e classe frequenza a.

3. Scelta “Prelievo” (PREL), ossia una gestione a commessa del prelievo del codice, che sarà quindi dedicato per ciascun ordine di produzione diverso che sarà mandato in produzione.

Questa scelta sarebbe stata restituita nei casi in cui:

- Classe consumi B e classe frequenza b;
- Classe consumi C e classe frequenza m;
- Classe consumi C e classe frequenza a.

Per sintetizzare quanto appena spiegato può essere utile la seguente immagine (Fig. 5.6) che, tramite una tabella a doppia entrata 3x3, mostra tutti gli incroci possibili.

		CONSUMI				
		A	B	C		
FREQUENZA	a	KB	KB	KB??	KB	= KANBAN
	m	KB	KB??	PREL	KB??	= KANBAN?
	b	KB??	PREL	PREL	PREL	= PRELIEVO

Fig. 5.6. Tutti gli incroci possibili tra classi di consumo e classi di frequenza

Al termine della analisi si è notato come i codici candidati alla gestione a *kanban* fossero numerosi, precisamente 74. Una quantità questa decisamente eccessiva per gli spazi in cui ci si voleva contenere nella costruzione della linea. L'obiettivo di valutare però una stima del numero di codici che si sarebbero potuti considerare per il bordo linea è stato raggiunto e visto l'elevato numero si è momentaneamente abbandonata l'idea di costruire la linea con postazioni di lavoro e materiali giacenti a *kanban* tutti dallo stesso lato.

Sebbene si potesse guadagnare in immediatezza del prelievo dei materiali dalla postazione di lavoro e riduzione degli spostamenti, il compromesso di allungare decisamente la linea (e quindi i relativi spostamenti longitudinali) non ripagava sufficientemente il guadagno in spostamenti trasversali alla linea e pertanto la scelta di impostare postazioni di lavoro e componenti tutti dallo stesso lato non è stata ulteriormente valutata.

Se quindi la *Cross Analysis* la si poteva reputare terminata, il lavoro per la scelta dei codici definitivi da gestire a bordo linea con riordino a *kanban* non lo si poteva dare per concluso. Se ne riparlerà nel paragrafo 6.5 dedicato al ri-layout della linea produttiva.

5.3 LAVORO SULLE 5S

Il primo contatto che si è deciso di affrontare sulla linea è stato quello di un lavoro di gruppo che portasse come benefici:

- Il consolidamento del gruppo di lavoro
- Una riduzione sensibile del numero di oggetti in linea
- La costruzione di un ambiente più agevole e piacevole per il lavoro

Il metodo che si è seguito è stato quello consigliato da Considi e già sperimentato in passato nel progetto precedente avuto in Fral.

Per la fase preliminare al progetto si è andati in linea produttiva al termine di un ordine di produzione e si sono radunati gli operatori che hanno lavorato sulle macchine della famiglia negli ultimi mesi. Con loro è stato compilato un modello di Audit che conducesse ad analizzare con spirito critico le condizioni di vari aspetti che interessano il lavoro.

Le categorie in cui si dividono le domande sono:

- ✓ Macchine
- ✓ Attrezzature
- ✓ Scorte a bordo linea
- ✓ Area
- ✓ Sicurezza
- ✓ Plus

Ad ogni domanda posta si poteva rispondere con sì oppure no. Ad esempio, si chiedeva se le macchine fossero pulite (senza macchie di olio, residuati di lavoro) o anche se le scorte a bordo linea fossero allocati in appositi contenitori o pallet.

Avendo 6 categorie ed essendo 5 le domande poste per ogni categoria, il massimo dei “sì” poteva essere 30 (da $5 \times 6 = 30$).

Essendo il “sì” sempre indicatore di risposta positiva, allora contando il numero complessivo dei “sì” e facendo il rapporto con i 30 complessivi si poteva calcolare la percentuale di avanzamento nelle condizioni di lavoro sulle 5S.

In altri termini, valeva la seguente formula:

$$\% \text{ avanzamento} = \frac{n^{\circ} \text{ totale "sì"}}{30}$$

Pertanto, ragionando con gli operatori in maniera critica ed analizzando affondo se le condizioni della domanda posta fossero davvero tutte rispettate per rispondere “sì”, si è giunti ad un risultato iniziale di 11 su 30 “sì”:

$$\% \text{ avanzamento} = \frac{11}{30} = 36,6\%$$

Le principali problematiche evidenziate dal primo audit erano state di scarso ordine ed etichettatura di attrezzature, di scorte a bordo linea e DPI (Dispositivi di Protezione Individuale), nonché mancanza di un piano di gestione delle macchine condivise da tutta la produzione ed anche eccesso di cose inutili sparse nell’area produttiva: da qui pertanto si è iniziato a lavorare con ordine sulle 5S.

Al termine della giornata di Audit sono state scattate anche alcune foto dell’area come era in quel momento (Fig. 5.7), prima ancora di cominciare con la prima “S”: quelle saranno poi le foto con cui si andranno a confrontare la situazione *as is* con quella *to be*.



Fig. 5.7. Le foto della linea prima del lavoro 5S

Come si nota dalle foto l'area risultava spesso ingombra da materiale ed attrezzature fuori luogo tanto da rendere le operazioni di lavoro talvolta difficili anche solo da eseguire: per questo motivo si è iniziato subito pochi giorni dopo con le operazioni per la prima "S", ossia "separare".

Area attrezzature e carrello viteria

1. "Separare"

Per cominciare con il lavoro di separazione sono state portate lontano dall'area tutti i carrelli, i pallet ed il materiale superfluo, riuscendo così a liberare la zona produttiva.

Si è presa di mira inizialmente la zona dove si tenevano attrezzi vari e viteria, le quali cose stavano rispettivamente su una scaffalatura (o sparsi in giro) e su un carrello.

a. Carrello viteria

Per il carrello della viteria si è innanzitutto svuotato tutto e quindi sono state prese singolarmente tutte le scatole dei vari codici esaminando se queste fossero state usate o meno nell'ultimo periodo. In precedenza, infatti, erano state segnalate con dei bollini tutte le scatole di codici che venivano di volta

in volta utilizzati, così che quando è stato il momento di selezionare quelle più utilizzate il tutto è risultato più agevole e quantificato in quanto si potevano identificare facilmente i codici più utilizzati dal numero di bollini sul contenitore.

Nonostante la varietà di viti sia notevole in generale a causa di distinte basi non molto standardizzate sotto quel punto di vista con questo lavoro di separazione si è passati da 73 componenti sul carrello a 65, con una riduzione quindi dell'11%.

b. Scaffalatura attrezzi

Allo stesso modo è stata svuotata l'intera scaffalatura nella quale si erano ammassati attrezzi, componenti e dime di vario genere e dubbia utilità.

Una volta che tutto il contenuto della scaffalatura era disposto a terra è stato immediato vedere gli scarti da buttare subito e che erano nascosti tra gli scaffali. Con essi poi sono stati eliminate varie cose che non avevano più motivo di stare in linea, quale ad esempio un cablaggio per il collaudo di una vecchia macchina monofase che è stata modificata con alimentazione trifase. Altri componenti come, ad esempio, certe dime per macchine particolari sono state tolte dallo scaffale e riposizionate nelle aree che si dedicano all'assemblaggio di tali macchine. Hanno subito un diverso destino gli attrezzi che erano in alternativa sicuramente necessari o per i quali vi erano delle perplessità.

Gli articoli per i quali non vi era dubbio riguardo la loro permanenza in linea sono stati posizionati sulla scaffalatura (in attesa della seconda "S"), mentre gli articoli per cui vi era dubbio si è optato per una diversa destinazione: l'area rossa.

L'area rossa la si è identificata con un europallet (80 cm x 120 cm) posizionato a poca distanza dalla linea produttiva su cui è stato applicato un cartello con l'apposita scritta e al di sopra del quale è stato appoggiato tutto ciò che non era evidentemente necessario, ma la cui utilità per assemblare le macchine poteva essere comunque non prescindibile.

Questo è stato pensato anche per trovare un compromesso con gli operatori più scettici riguardo certe scelte, lasciando loro la possibilità di andare a prendere gli attrezzi dall'area rossa qualora fossero stati necessari: data

L'ovvia scomodità di doverli andare a recuperare gli operatori si sono ritrovati a criticare seriamente l'utilità del contenuto dell'area rossa, tanto che solo un attrezzo è stati poi reintegrato a scaffale a seguito di qualche settimana di produzione. Si tratta di un allargatubi necessario in quanto alcuni tubi che arrivano in produzione non sono perfetti e quindi come soluzione momentanea è stato purtroppo necessario tenere disponibile l'attrezzo.

Dopo 3 settimane dalla costruzione dell'area rossa questa è stata smantellata ed il contenuto che era rimasto lì fermo è stato riposizionato laddove se ne fosse trovato bisogno o in alternativa buttato.

2. “Sistemare”

a. Carrello viteria

Rimasta così la viteria necessaria si è scelto come riposizionare tutti i contenitori (doppi per ogni codice data la gestione a *kanban* degli stessi) sul carrello apposito.

Le uniche preferenze sulle postazioni sono state assegnate a quei codici che sono veramente alto rotanti essendo presenti su tutte le macchine, che pertanto necessitano di una posizione di facile prelevamento.

Oltre a questo, sono state definite delle locazioni interne al carrello: come si vede dall'immagine (Fig. 5.8) è stata creata un'etichetta che identifichi la postazione sul ripiano ed inoltre è stato rinominato ogni ripiano con un numero progressivo per identificare il livello d'altezza. Così facendo, assegnando ad ogni contenitore una posizione identificata con una ulteriore etichetta sul contenitore stesso, si è giunti ad avere una postazione univocamente definita per ciascun codice nel carrello.



Fig. 5.8. *Il risultato del carrello della viteria dopo il lavoro operativo delle prime 3S*

Inoltre, le stesse etichette delle locazioni che si vedono frontalmente sul carrello sono state incollate allo stesso modo sul retro del carrello, permettendo così la ricarica del *kanban* da parte del magazziniere da dietro la linea di produzione.

b. Scaffalatura attrezzi

Si è cominciato a lavorare sulla seconda “S” per la scaffalatura degli attrezzi nel momento in cui ci si è trovati con tutte le attrezzature che erano rimaste a terra (pertanto definite necessarie) ed è stato necessario rimetterle sulla scaffalatura.

Innanzitutto, si è notato come le cose rimaste fossero decisamente meno di quelle che inizialmente affollavano la scaffalatura. Il pensiero immediatamente successivo è stato ragionare su come sistemare le attrezzature soprattutto in funzione della comodità di prelievo di esse. Si sono trovate quindi postazioni dedicate per ciascun oggetto avendoli riposti

tutti con abbondante spazio che li separasse ora che era diminuita notevolmente la quantità che provocava disordine.

Oltre a ciò si è deciso di definire in modo univoco e assoluto che posto fosse assegnato a quale oggetto apponendo un'etichetta sullo scaffale con su scritto il nome dell'attrezzo da porre lì e, in seguito, si è deciso di rendere il tutto ancor più parlante apponendo anche un'etichetta sull'attrezzo stesso definendo, anche per chi non fosse per nulla esperto, cosa fosse quell'oggetto.

In questo modo si è ottenuto uno scaffale suddiviso per ciascun oggetto su di esso posizionato e pertanto comunicativo del suo contenuto.

3. “Splendere”

La terza “S” è quella che si concentra sulla pulizia dell'ambiente di lavoro. Proprio in riferimento ad essa, infatti, ogni cosa che è stata presa in mano nel momento in cui si stava lavorando sulle prime 2S è stata pulita nel modo migliore possibile.

Le casse sono state tutte ripulite da macchie con alcool, gli attrezzi come il flessibile sono stati spolverati con aria compressa, i cavi per i collaudi sono stati spolverati e riposti sulle cassette già pulite e così via per ogni cosa si è riposta sullo scaffale. Allo stesso modo prima di riposizionare la viteria sui ripiani del carrello sono stati puliti tutti i contenitori e i ripiani stessi.

Ovviamente anche lo scaffale stesso in acciaio è stato pulito con passate di alcool che togliessero lo sporco ed il grasso di lavoro, facendolo così risultare più lucido ed adatto all'ambiente che si voleva creare. Per concludere il tutto posi si è anche spazzato da terra tutto il residuo di lavoro che si poteva trovare: pezzi di filo elettrico, rivetti, polvere e quant'altro è stato tutto liberato e gettato negli appositi contenitori di rifiuto.

4. “Standardizzare”

Per quanto riguarda la parte di creazione dello standard propria della quarta “S” si è utilizzato un metodo che Considi aveva già utilizzato in Fral. Si è creato un tabellone che riportasse al suo interno tutti i documenti chiave del progetto di miglioramento in ottica 5S attivo sulla linea ed è stato posizionato proprio in vicinanza della linea produttiva.

La presenza del tabellone rappresenta la creazione dello standard nel compilare periodicamente tutti i documenti che attestano il buon procedimento del lavoro.

Nella seguente immagine si riporta il tabellone esposto in linea (Fig. 5.9).

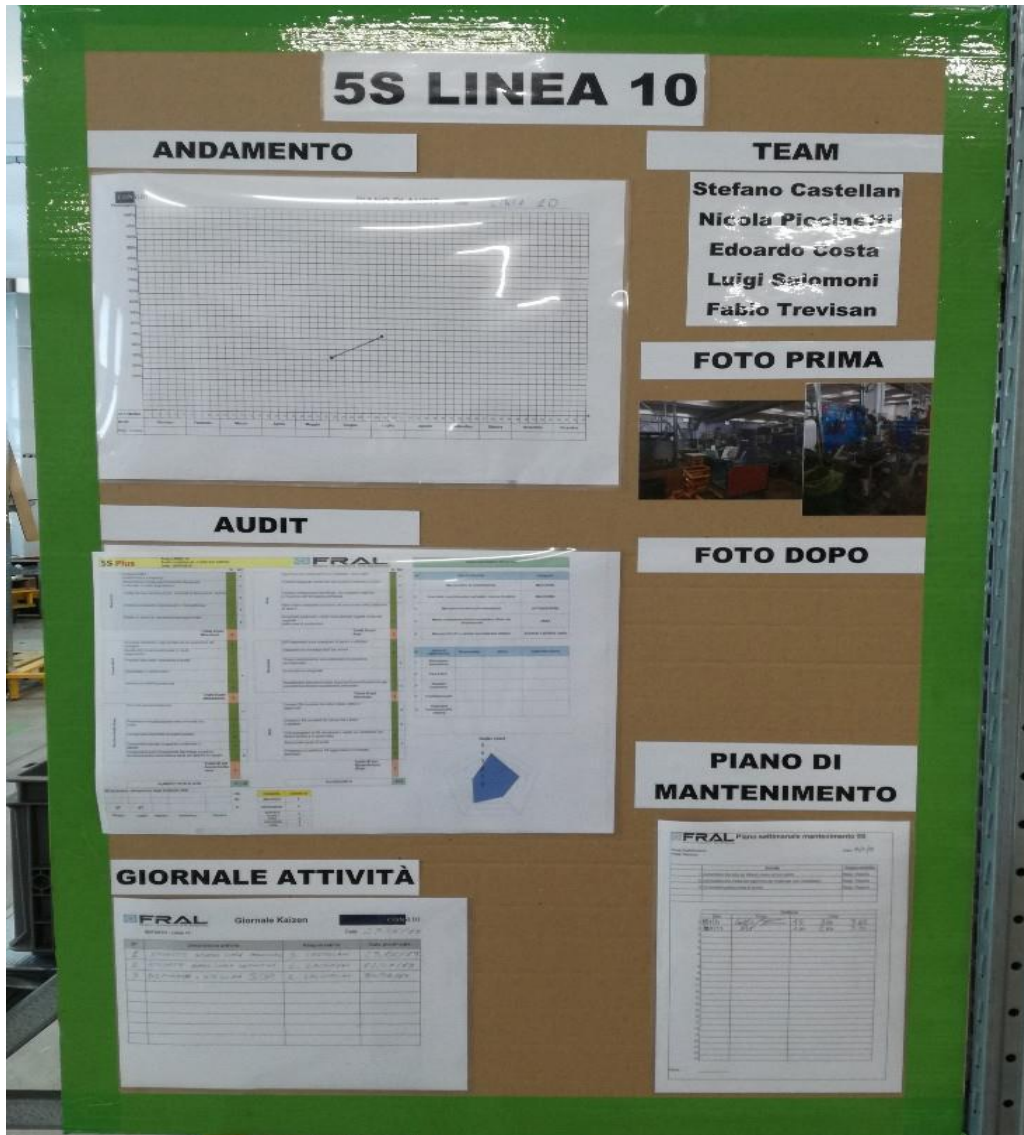


Fig. 5.9. Il tabellone di riferimento per il progetto sulle 5S

Ogni sezione del tabellone rappresenta una fase da seguire periodicamente nello standard creato: dallo svolgimento dell'audit alla traccia dell'andamento nel tempo passando per il giornale delle attività pianificate nelle ultime sedute di audit.

- “Andamento” è un grafico che riporta orizzontalmente le settimane di un anno solare e verticalmente un punteggio percentuale. Si può così rappresentare la crescita del punteggio percentuale di risposte affermative nel corso dei successivi audit.
- “Audit” è il documento sul quale si svolge l’incontro di valutazione delle condizioni del lavoro sulla linea. Contiene le domande da porsi per giungere al punteggio finale da segnare nel report “andamento”.
- “Giornale attività” è un documento dove sono riportate le attività di miglioramento che sono emerse come necessarie dagli audit e che sono già state pianificate con un responsabile ed una data stimata di fine.
- “Team” è la rappresentazione dei partecipanti alla squadra dedicata al progetto 5S.
- “Foto prima” rappresenta la testimonianza di quale fosse il punto di partenza prima dell’inizio del lavoro di 5S.
- “Foto dopo” rappresenta la testimonianza di come è il punto di arrivo dopo il lavoro delle 5S (nel momento dello scatto della foto il lavoro era in corso di svolgimento quindi ancora privo delle foto conclusive).
- “Piano di mantenimento” è un documento da compilare settimanalmente che verifichi il rispetto delle regole concordate riguardo le 5S (come essere responsabile del fatto che ogni oggetto sia al suo posto al momento della verifica).

Seguendo quindi il ciclo di Deming si parte con l’analisi dei problemi e delle cause di essi per pianificare il da farsi (*plan*), si prosegue con l’esecuzione del piano (*do*) e in seguito col controllo dei risultati ottenuti (*check*), finendo poi con l’analisi durante nuovo audit della nuova situazione per valutare ulteriori azioni di miglioramento (*act*). Con questo processo ben chiaro da seguire e segnalato col tabellone 5S si è cercato di creare lo standard che sopravvivesse nel tempo.

5. “Sostenere”

Per far sopravvivere nel tempo il progetto 5S è necessario impostare in piano di mantenimento che sia seguito periodicamente da più partecipanti al progetto.

Non è un caso infatti che nel tabellone già mostrato vi siano le sezioni “team” e “piano di mantenimento”. Essendo la quinta “S” più orientata alle persone rispetto a tutte le precedenti, l’averne l’elenco dei principali impegnati nel progetto riportato sul tabellone porta responsabilità, che va poi dimostrata nel momento in cui si andrà a compilare il “piano di mantenimento”.

La compilazione del foglio del piano di mantenimento è stata programmata con cadenza settimanale e a rotazione per i membri del team di lavoro: ogni settimana l’incaricato a verificare e garantire che le condizioni della linea siano in linea con il rispetto delle 5S è un componente diverso del team.

In questo modo si conta di riuscire a responsabilizzare ogni singolo componente del team e ad aiutare ciascuno a comprendere l’importanza di rispettare le regole per continuare sulla strada giusta intrapresa.

Postazioni di lavoro

La settimana successiva al lavoro appena descritto è stata fatta una prova di bilanciamento delle fasi e grazie a questa si è potuto verificare sul campo stesso quali fossero gli attrezzi necessari per ciascuna fase di lavoro identificata.

Seguendo la prova step by step sono state annotate su un foglio di carta tutte le attrezzature e gli strumenti che venivano utilizzati fase per fase, riuscendo poi a costruire un file Excel che riportasse le fasi divise per operatori e, di conseguenza, anche quali fossero gli strumenti necessari ad entrambi gli operatori stando alle fasi svolte da ciascuno. Con questo foglio come riferimento si è proceduto con un altro lavoro di 5S, stavolta incentrato sulle postazioni di lavoro ed i relativi strumenti.

Sostanzialmente è stato seguito lo stesso processo che si è testato poche settimane prima per le altre due aree. Quindi la prima e la terza “S” sono state affrontate con lo stesso spirito, mentre per la seconda (generalmente più specifica per ciascun lavoro) va specificato meglio.

Nella fase di riposizionamento e riordino degli strumenti da appendere sulla postazione di lavoro si sono tenuti in considerazione unicamente quelli segnati sul foglio compilato durante la prova di bilanciamento. Si sono quindi rimossi tutti i ganci lasciando la griglia azzurra che si vede in figura (Fig. 5.10)

vuota. In seguito, sono stati riposizionati secondo un ordine che riducesse al minimo gli ingombri di un attrezzo con l'altro, facilitando la semplicità e l'immediatezza di prelevamento degli stessi.



Fig. 5.10. *Una delle postazioni di lavoro una volta riordinate*

Avendo così trovato ed impostato un ordine si è poi scelto di esporre sulla postazione la foto che è stata scattata in quel momento, per almeno due motivi:

- Essere di monito di come dovrebbe essere la postazione di lavoro in ogni momento;
- Dare la possibilità con un colpo d'occhio di capire esattamente se manchi qualcosa e, nel tal caso, cosa manchi sulla postazione.

Per quanto riguarda invece le ultime due “S” invece sono state pensate allo stesso modo per quest’area come anche per le precedenti: il tabellone 5S ed il piano di mantenimento sono stati ampliati all’analisi anche delle postazioni di lavoro.

5.4 BILANCIAMENTO DELLE FASI DI LAVORO

Seguendo il programma prestabilito, l'attività successiva da affrontare è quella di costruire un bilanciamento equilibrato per le fasi di lavoro già individuate in precedenza. Oltre alle fasi, dal lavoro descritto nel paragrafo 5.3 si sono presi come validi anche i tempi necessari alla lavorazione per ciascuna di esse. Con ciò le attività restanti per portare a compimento un bilanciamento sono state:

- Analisi delle precedenze tra le fasi
- Ottimizzazione del bilanciamento
- Prova del bilanciamento costruito

Analisi delle precedenze tra le fasi

Prima di pensare a qualsiasi tentativo di bilanciamento è stato necessario valutare se esistessero dei vincoli di precedenza tra le fasi di lavoro, ossia se vi fossero certe operazioni che dovessero essere compiute necessariamente prima di altre.

Tornando quindi ad osservare i video raccolti, interpellando anche gli operatori che da più tempo avevano avuto a che fare con l'assemblaggio di queste macchine, si è giunti a stilare la seguente lista delle precedenze per fase di lavoro (Tabella 5.1).

Tabella 5.1. *Le relazioni di precedenza tra le fasi di lavoro*

Elenco precedenze		
		Precedenze
A	Preparazione pressostato	-
B	Preparazione fondo e vaschetta	-
C	Montaggio pressostato e altri componenti	A/B
D	Preparazione batterie	B
E	Montaggio compressore	B
F	Isolamento tubi	-
G	Preparazione e saldatura circuito frigo	F
H	Montaggio circuito frigo e saldatura	B/C/D/E/G
I	Carica freon (SOLO AZIONI OPERATORE)	H
J	Taglio al flessibile e montaggio (MASCHERATO)	B
K	Preparazione ventilatore (MASCHERATO)	-
L	Montaggio ventilatore (MASCHERATO)	B/K
M	Isolamenti batteria (MASCHERATO)	D
N	Controllo perdite freon	I
O	Isolamento circuito frigo	N
P	Montaggio montanti	O
Q	Passaggio cavi in macchina	L
R	Costruzione quadro elettrico	J
S	Cablaggio in quadro elettrico	R
T	Montaggio quadro elettrico	P/R
U	Cablaggio quadro in macchina	Q/S/T
V	Preparazione scocca	-
W	Montaggio scocca	U/V
X	Collaudo	W
Y	Montaggio ultimo pannello	X
Z	Imballo	Y

Alcune di queste precedenze sono dovute a vincoli consequenziali in senso stretto: non si può infatti montare il compressore in macchina se non si è prima preparato il fondo della stessa. Altre invece sono legate più a vincoli strutturali della macchina che impediscono un lavoro svolto in condizioni di agio. Ad esempio, si è reputata la fase di “isolamento circuito frigo” precedente al “montaggio montanti” in quanto i montanti ostacolerebbero i movimenti necessari all’operatore per isolare con efficacia ed efficienza.

Ricavate queste precedenze si è cominciato ad analizzare quale fosse un possibile bilanciamento che fosse il migliore possibile, stanti i vincoli appena descritti.

Ottimizzazione del bilanciamento

Il fine che si cercava di raggiungere era un bilanciamento equilibrato che rispettasse la cadenza imposta dal Takt Time. Pertanto, si è verificato come:

$$\frac{\text{Tempo totale assemblaggio}}{TT_{2018}} = \frac{300min}{192min} = 1,5625$$

Da questo calcolo si evidenzia come il numero minimo di operatori necessari per rispettare il ritmo del TT sia 2, ossia l'intero superiore di 1,5625.

Si noti come l'ipotesi di adoperare ben 3 operatori sia decisamente eccessiva rispetto al TT (peraltro è stato preso il TT più breve), per questo motivo l'idea di far lavorare 3 operatori è stata lasciata da parte, almeno per il momento.

Identificato quindi il numero ottimale di operatori, si è spostata l'attenzione sulle fasi di lavorazione. Nella individuazione delle fasi se ne è registrata una che ha un notevole peso e che è diventata centrale nel lavoro di bilanciamento: si tratta della fase di creazione del vuoto e di carica del gas refrigerante, fase che è svolta da un impianto mobile. Nella gestione di questa fase si sono avute 2 criticità essenzialmente:

- La durata notevole della fase (circa 30 minuti);
- La zona dove si trova l'impianto mobile, condivisa con le altre linee produttive, posta dal lato della postazione del primo operatore.

A causa della prima criticità era necessario trovare altre fasi che potessero essere svolte in tempo mascherato durante il lavoro della macchina di carica. Al contrario la seconda criticità ha suggerito come sarebbe stato più indicato operare la carica con l'impianto mobile già in prima postazione, eliminando così per l'operatore della postazione opposta spostamenti ulteriori non necessari per recuperare la macchina di carica aggirando la linea produttiva, ma anche cancellando, in alternativa, le difficoltà che egli avrebbe avuto ad attraversare la linea in compagnia dell'impianto mobile.

Le soluzioni che si sono pensate, e poi anche attuate, sono state rispettivamente:

- Operare le fasi senza precedenze stringenti riguardanti il circuito frigo per occupare il tempo di lavoro della macchina di carica con altro tempo di lavoro dell'operatore;
- Cercare di giungere alla fase di carica del gas refrigerante nella prima postazione di lavoro, operando prima di tutto le fasi necessariamente antecedenti ad essa e tralasciando le altre.

Seguendo quindi queste due regole si è cominciato a disporre le fasi inizialmente seguendo le precedenze per utilizzare l'impianto mobile il prima possibile ed una volta giunti a questo si è osservato a quanto tempo di lavoro si fosse giunti. Notando come ancora ci fosse margine di circa mezz'ora di tempo per giungere alla metà del tempo ciclo si è reso subito evidente come questo potesse già essere un bilanciamento di cui essere soddisfatti. Per concludere quindi si sono scelte quali fasi potessero coprire il tempo di lavoro della macchina di carica ed in seguito stilate secondo precedenze le fasi per il secondo operatore.

Il risultato di tutto questo lavoro è il seguente diagramma di bilanciamento (Fig. 5.11).

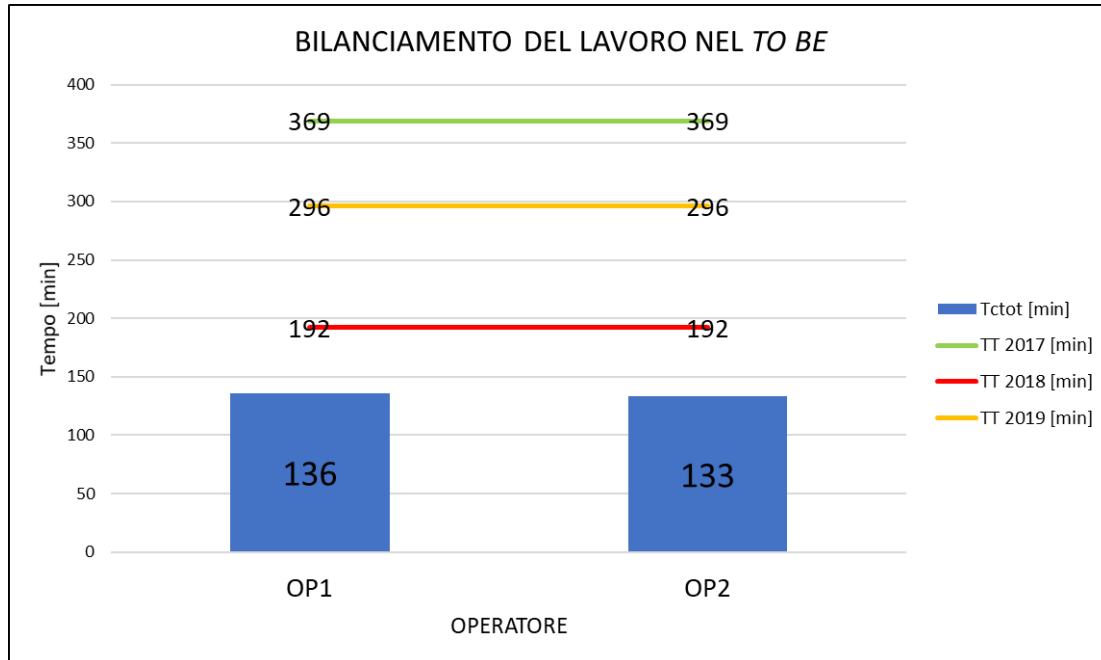


Fig. 5.11. Il diagramma "yamazumi" ottenuto per il "to be" desiderato

Come si può notare dal confronto con il diagramma dell'*as is* non vi è più il tempo di carica della macchina. Questo per evidenziare che nel *to be* tale

tempo è mascherato da fasi di lavoro del primo operatore, lasciando quindi un tempo a valore di $300-31=269$ minuti= $136+133$.

Per confrontare più nel dettaglio le attività dei due operatori si può prendere in esame il grafico seguente (Fig. 5.12) che riporta un Diagramma di Gantt nel quale sono descritte le attività svolte da ciascun operatore, in contemporanea, per due macchine prodotte a flusso.

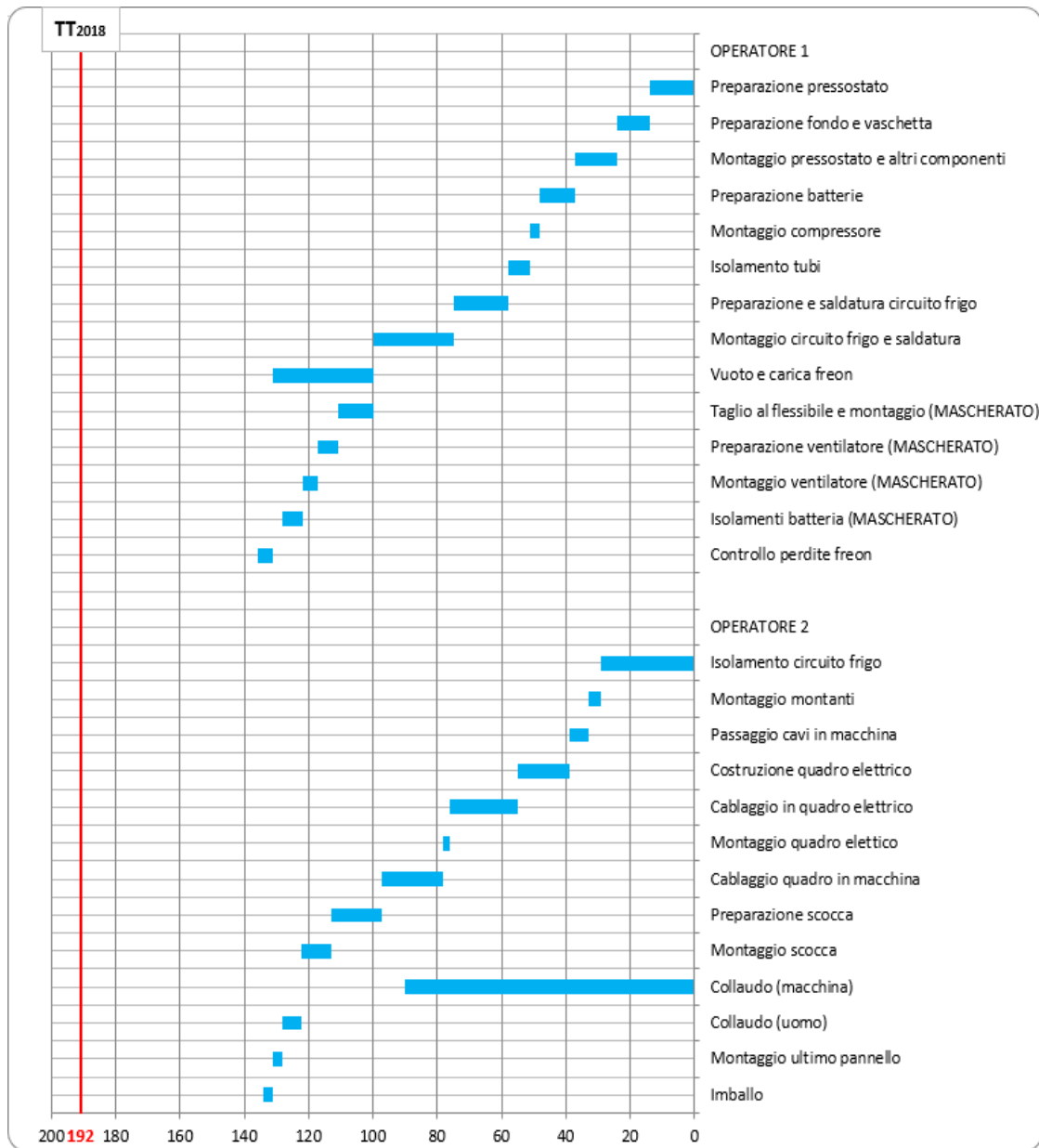


Fig. 5.12. Il Gantt delle fasi di lavoro per l'assemblaggio di due macchine in parallelo

Come detto e come ora si nota il tempo di carica del prodotto è stato quasi completamente occupato con attività che non avevano particolari esigenze di

essere posizionate precedentemente o a seguito di altre. Oltre a ciò si vede come la carica è compito del primo operatore e per di più il tempo di lavoro complessivo dei due operatori è molto simile.

Va specificato meglio come siano gestite le ultime 3 fasi che si vedono staccate dalle altre nel diagramma: queste sono tutte successive al collaudo.

La fase di collaudo è poi suddivisa in due parti:

- una in cui l'operatore lavora sulla macchina per far partire, monitorare e concludere il collaudo, detta "Collaudo (uomo)";
- una che ha una durata di 90 minuti ed è indicata in figura come "Collaudo (macchina)".

Il secondo operatore, una volta montata la scocca sulla prima macchina, andrà a mettere in collaudo la stessa lasciandola poi lavorare per il tempo necessario (90 minuti) mentre comincia la lavorazione della successiva di nuovo con la prima delle fasi a lui assegnate.

La prima macchina finita sarà lasciata in collaudo e nel frattempo l'operatore completerà la seconda. Terminata questa imballerà la precedente e metterà in collaudo la successiva e così via, ricavando così in sostanza una terza fase di collaudo bilanciata con le prime due.

Prova del bilanciamento costruito

A termine del lavoro a tavolino di bilanciamento sono stati mostrati i risultati ottenuti sia agli operatori interessati che al management e da entrambe le parti si è manifestata la volontà di fare una prova di bilanciamento sul campo.

Va detto che cronologicamente questa prima prova è stata svolta precedentemente al lavoro di 5S sulle postazioni di lavoro e ancor prima del lavoro di ri-layout della linea e del bordo linea di materiali e componenti. La prova era infatti finalizzata alla sola fattibilità di bilanciamento per quanto riguarda le tempistiche in gioco.

Si è quindi accordato col responsabile di produzione di fare questa prova prendendo un ordine di produzione di 2 macchine: la prova è stata tenuta come segue.

Essendo essa finalizzata unicamente alla controprova che il lavoro in linea fosse ben bilanciato ci si è messi nella situazione ideale: il prelievo dei materiali per la commessa è stato completato il giorno precedente e tutti i componenti (compresi quelli gestiti in bordo linea) erano stati portati in linea. Per concludere l'assestamento si era controllato che non vi fosse nessun componente mancante la mattina prima di cominciare la prova.

Con tutto il materiale già prelevato ci si è accorti di come esso venisse portato in linea dal magazziniere senza una logica che seguisse la successione delle fasi. Pertanto, prima di cominciare, si sono divisi tutti i componenti su due ceste: una che avesse il materiale dedicato al primo operatore ed una per il secondo, inoltre si è cercato di disporre il materiale seguendo la sequenza di prelievo.

A questo punto si è esposta su ciascuna delle 2 postazioni di lavoro la sequenza delle fasi per ciascuna delle due macro-fasi (come si nota ad esempio nella figura 6.8 del paragrafo 6.4.3) in modo tale da avere una traccia da seguire.

In seguito, si è cominciato a seguire la prova nel *gemba* con un operatore che svolgeva le prime fasi mentre in compagnia di altri due operatori si teneva il tempo e si annotavano vari spunti di miglioramento anche sulla postazione dei materiali a bordo linea (utili per la successiva fase di ri-layout della linea).

Al termine della prima macro-fase il secondo operatore ha preso in consegna la macchina per concluderla, mentre il primo ha ricominciato ad assemblare la successiva. Nel frattempo, in compagnia del terzo operatore, si è proseguito il lavoro di rilevazione tempi e di analisi critica.

Come previsto nel momento in cui il secondo operatore aveva terminato l'assemblaggio ed era pronto per far partire il collaudo, il primo operatore era in procinto di ultimare il suo lavoro. Questo tempo morto, che il secondo operatore si è trovato ad avere nel corso della prova, sarebbe stato investito, in una situazione di flusso continuo, per chiudere il collaudo ed ultimare la macchina che ipoteticamente si fosse assemblata in precedenza.

Nel momento in cui poi, dopo pochi minuti, anche il primo operatore aveva terminato il suo lavoro il secondo operatore ha ultimato la seconda macchina

mentre con i due operatori scarichi si è ultimata anche l'analisi delle problematiche riscontrate.

La prova in conclusione si è rivelata un successo per ciò che era stata concepita: il bilanciamento si era dimostrato corretto ed inoltre, dalla rilevazione cronometrica dei tempi delle fasi, tutti i tempi sono stati sufficientemente vicini a quelli rilevati nell'analisi delle fasi. Nessuno di questi si discostava di più del 10% dal tempo già rilevato nella precedente analisi.

Oltre a questo successo però si è manifestato un problema di altro genere: gli operatori hanno confidato come questa situazione perfetta fosse non rappresentativa della realtà di tutti i giorni. Sovente ci si trovava con componenti mancanti in linea, come anche il prelievo dei materiali disordinato nelle ceste provocasse una notevole perdita di tempo per l'operatore che si doveva arrangiare nel sistemarsi i materiali.

Da qui è nato il dubbio che, probabilmente, il lavoro successivo a questo di messa a flusso interno alla linea sarebbe stato un lavoro sul prelievo dei materiali e sul rifornimento della linea.

5.5 REVISIONE DELLE LOGICHE DI ALIMENTAZIONE DELLA LINEA

La necessità di avere il materiale ed i componenti necessari alle fasi di lavoro vicini alla postazione di lavoro risulta evidente sia dalla prova di bilanciamento appena descritta come anche dalla *Spaghetti Chart* stilata nella fase di analisi dell'*as is*. Per questi motivi si è deciso innanzitutto di ristrutturare il bordo linea.

Creazione nuovo bordo linea

Innanzitutto, dalla *Cross Analysis* (paragrafo 6.2) si erano ricavati i possibili candidati alla gestione tramite *kanban* a bordo linea, ma essendo essi veramente tanti e di svariate dimensioni si è optato innanzitutto per il ridurre il numero dei candidati alla sola classe "A" come consumi e alla classe "a" come frequenza.

Con questa lista di codici quindi si è andati in magazzino per comprendere bene l'ingombro e valutare le quantità da gestire. I componenti che producevano un ingombro maggiore erano i basamenti delle macchine. Si è

quindi deciso di pensare le quantità di gestione del *kanban* basandosi sulla gestione dei basamenti.

L'idea che è nata è partita dal fatto che il numero di basamenti che potavano essere portati a bordo linea erano al massimo 8, altrimenti si sarebbe dovuta cambiare la scaffalatura del bordo linea. Tra l'altro sapendo che il tempo ciclo è di circa 2 ore di tempo a valore è immediato notare come in un giorno di produzione di soli modelli di un tipo verrebbero consumati 4 basamenti.

Pertanto, si è deciso di dimensionare in questo modo tutti i *kanban* del bordo linea: la quantità di riordino sarebbe stata quella corrispondente al consumo massimo giornaliero considerando la produzione del modello rispettivo a ciascun componente, mentre la quantità massima giacente a bordo linea sarebbe stata doppia avendo 2 *kanban*.

Con questa idea quindi si sono innanzitutto sostituiti (sia fisicamente che poi anche nella gestione del software gestionale) tutti i codici che avrebbero cambiato gestione: da giacenti a bordo linea a prelievo dedicato e viceversa. Successivamente si è provato a riposizionare i nuovi codici gestiti a *kanban* sul bordo linea secondo le necessità delle fasi produttive divise per postazioni di lavoro.

Se per i componenti per la prima postazione è stato semplice in quanto i componenti erano poco numerosi (la gran parte dei componenti per il primo operatore venivano gestiti a prelievo dedicato, come il compressore, il ventilatore etc.) per quanto riguarda i componenti della seconda postazione si è notato come lo spazio fosse stretto anche considerando che si doveva tener conto dell'ingombro della cesta del materiale a prelievo.

La soluzione la si è trovata notando che gran parte dei componenti erano dedicati alla costruzione della parte elettrica del deumidificatore e peraltro questi componenti si sarebbero utilizzati vicino alla postazione di lavoro per la costruzione del quadro elettrico, ma anche vicino al deumidificatore per il cablaggio in macchina. Questa bivalenza dei componenti ha suggerito la creazione di un carrello ove si posizionassero tutti i componenti elettrici gestiti a bordo linea, con più piani gestiti con logica *kanban* "vuoto per pieno".

Questa gestione “vuoto per pieno” consiste nel consumo di tutta una fornitura del componente fino al suo termine (vuota), per poi cominciare il consumo della seconda (piena) nel frattempo in cui la prima venga ricaricata dal magazziniere incaricato. Quindi la gestione sarà per piani: ogni componente elettrico avrà il suo contenitore dedicato e tutti questi saranno posti su un piano di un carrello mobile. Quando un contenitore risulterà vuoto verrà riordinato e nel frattempo sarà consumato il contenitore gemello giacente sul piano inferiore o superiore dipendentemente da quale sia quello svuotato.

Questa gestione “vuoto per pieno” è stata costituita per molti dei codici gestiti a bordo linea: sono stati creati 2 cartellini *kanban* per ciascun codice ai quali sono stati associati un posto sullo scaffale del bordo linea o in alternativa sul contenitore qualora vi fosse.

Nelle seguenti immagini si possono vedere un cartellino *kanban* (Fig. 5.13) e una porzione del bordo linea con i cartellini posizionati (Fig. 5.14).



Fig. 5.13. *Il cartellino kanban*



Fig. 5.14. *Il bordo linea risultante*

Per il riordino di questi componenti è stata posizionata in testa alla linea una cassetta che contenga tutti i cartellini ed è stato incaricato un magazziniere di passare almeno una volta al giorno a controllare la presenza di eventuali cartellini da ricaricare. Per il momento è stato deciso di operare così in quanto il lungo *takt time* non impone rifornimenti tempestivi, ma in futuro si è paventata l'idea di implementare un qualche segnale luminoso o audio che

richiami l'attenzione del magazziniere nel momento in cui vi sia un ordine di prelievo.

Nel momento di coinvolgere i magazzinieri per spiegare la nuova gestione dei materiali e dei componenti è emersa una mancanza: nel ricaricare i componenti dal retro del bordo linea i magazzinieri hanno espresso la perplessità di non sapere esattamente quali siano le postazioni dove riposizionare i contenitori o i componenti sfusi.

Mancava in effetti un indicatore di postazione per i vari codici ed in queste condizioni il magazziniere più sbrigativo avrebbe semplicemente posizionato i materiali nel posto libero più comodo, senza seguire la logica con la quale si era riassemblato il bordo linea. Per risolvere questa mancanza si sono create delle etichette con su scritti codice e descrizione dell'articolo, sono state incollate sulla scaffalatura e sul carrello dei componenti elettrici dalla parte posteriore da dove il magazziniere incaricato potrà ricaricare i componenti con più sicurezza ed ordine.

Gestione del prelievo per commessa

Per quanto riguarda i materiali che restano ancora gestiti col prelievo da magazzino per commessa si è deciso soltanto di gestire in maniera più ordinata quel che già era operato.

La prima innovazione è stata l'indicazione di preparare due ceste distinte che il magazziniere incaricato della missione di prelievo per l'ordine di produzione andrà a preparare, per ora, guidato solo da una lista cartacea che si stamperà in maniera autonoma dal pc in dotazione al magazzino.

Le due ceste saranno:

- Una per il primo operatore e conterrà tutto il necessario per le prime fasi produttive, questa sarà posizionata in testa alla linea.
- Una per il secondo operatore e conterrà i codici rimanenti per concludere il deumidificatore, sarà posizionata nel posto a lei dedicato sotto la scaffalatura del bordo linea antistante alla seconda postazione di lavoro.

Queste ceste inoltre sono state rinnovate ordinandone di personalizzate: le dimensioni e gli ingombri sono stati pensati per contenere non più di 3 pezzi

per ogni componente, ossia ogni cesta è stata dimensionata per un prelievo di massimo 3 pezzi. Questo per limitare gli ingombri a bordo della linea nonché per mantenere un livello di WIP contenuto.

Inoltre, le ceste avranno al loro interno una divisione ben chiara per ciascun articolo: il compressore ad esempio avrà il suo vano indicato e lì il magazziniere andrà a riporlo, come l'operatore saprà di trovarlo esattamente in quel vano al momento del prelievo per montarlo. Così per ciascun componente, limitando così il disordine e rendendo subito evidenti eventuali mancanze di materiale.

5.6 SOP: «STANDARD OPERATING PROCEDURE»

Si era compreso immediatamente come le procedure standard di montaggio dei deumidificatori della famiglia sarebbero risultate complesse da preparare, essendo le macchine prodotte in tempi di assemblaggio di più ore.

Per di più c'è da considerare come i diversi modelli della famiglia abbiano parti della macchina diverse tra essi a tal punto che la procedura di montaggio per quella fase risulta essere molto diversa da un codice all'altro. Ad esempio, lo stesso montaggio del basamento per le macchine piccole della famiglia (FD160 e FD240) comporta semplicemente il posizionamento dello stesso su un carrello con un bancale e il montaggio del rivetto di massa. Questo a differenza delle macchine più grandi (FD360, FD520 e FD750) per le quali vanno montati e rivettati sul basamento anche dei profili in alluminio con degli angolari.

Per questi motivi si è pensato di preparare almeno due procedure standard:

1. Per i deumidificatori FD160 e FD240
2. Per i deumidificatori FD360, FD520 e FD750

Il formato in cui si è deciso di produrre queste SOP è quello di un file PDF, che può essere quindi anche stampato in forma di libretto da esibire nel *gemba*. Nel libretto sono indicate passo per passo tutte le azioni da compiere e le modalità in cui eseguirle per assemblare la macchina.

Per fare ciò si è ripercorso il video registrato con gli operatori, il responsabile di produzione e anche con uno dei soci di Fral per definire insieme quali

fossero, in base alle esperienze, le migliori modalità di azione per ciascuna fase di assemblaggio e se vi fossero degli standard tecnici da rimarcare all'interno delle SOP (quali le dimensioni dei pezzi di isolamenti da tagliare a banco).

Così facendo si era giunti, dopo alcune ore di incontro, ad uno standard condiviso da stilare poi passo per passo nel file. Essendo però stato necessario più tempo del previsto per fare ciò solo per i deumidificatori FD160 e FD240 ed essendo quello in cui si svolgeva questo lavoro il periodo di alta stagione per Fral (mesi estivi), si è deciso di posticipare la stesura delle SOP per i codici delle macchine più potenti ai mesi successivi.

Successivamente a ciò, nel mentre procedeva con la scrittura più estesa della procedura concordata, ci si è posti il problema delle immagini da allegare a ciascun punto della sequenza di montaggio.

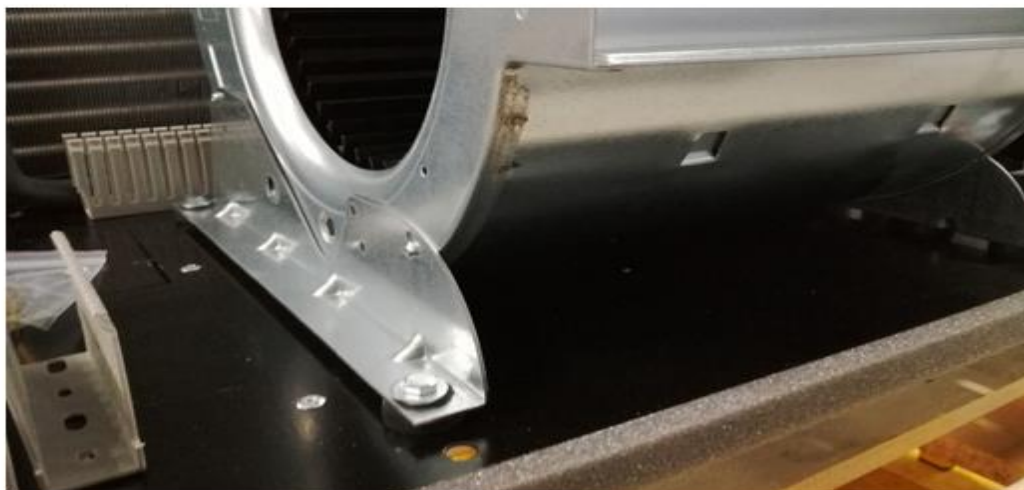
La prima idea è stata quella di inserire in corrispondenza di ogni punto un'immagine dell'esplosivo del deumidificatore che, di punto in punto, veniva assemblato fino a giungere al prodotto finito all'ultimo di essi. Per avere questo logicamente era necessario che l'ufficio tecnico potesse fornire i disegni, pertanto ci si è rivolti al responsabile d'area.

Purtroppo, è stato risposto che allo stato attuale dei disegni disponibili il tempo da dedicare ad un progetto simile sarebbe stato tale da togliere troppo tempo ai progetti in urgenza. Quindi è stato riferito che non si sarebbe avuto nulla di pronto per diversi mesi, così facendo decadere l'idea che si era avuta.

La soluzione alternativa è stata di scattare delle foto durante un assemblaggio di una macchina ed usare queste come immagini da associare alla sequenza di montaggio.

Si riporta quindi di seguito, a titolo di esempio, una pagina del documento che riporta la procedura standardizzata di montaggio e fissaggio del ventilatore in macchina (Fig. 5.15).

16. Posizionare il ventilatore in macchina, montare gli appositi 4 piedini in gomma e centrarli sui fori con inserti appositi.



Fissare inizialmente a mano con viti 010005 e rondella compresa nel kit 020047 per poi stringere col trapano a percussione fino a che i piedini siano solo mediamente compressi, non fissare quindi troppo stretto.



Fig. 5.15. Una porzione delle SOP: il montaggio del ventilatore

5.7 KPI: «KEY PERFORMANCE INDICATORS»

Monitorare continuamente i progressi e gli eventuali intoppi è l'obiettivo che ci si era posti nel momento in cui si rifletteva sulla stesura degli indicatori di performance. Per monitorare gli avanzamenti e i progressi della linea è stato necessario impostare un sistema basico per la pianificazione del lavoro in

linea, in modo da avere dei dati previsti e preventivati da cui poi rilevare i KPI desiderati.

Pianificazione

Un importante obiettivo era quello di riuscire ad implementare un piano di produzione basato sullo standard di assemblaggio creato.

Si voleva essere capaci di seguire con più accuratezza l'avanzamento della produzione sapendo con sufficiente precisione quali fossero le commesse in programma, il loro ordine di uscita in produzione e il tempo di svolgimento per ciascuna di queste nonché per le fasi interne ad essi.

L'aspirazione di Fral è quella di avere una pianificazione della produzione che, sfruttando le funzioni del nuovo software gestionale, generi automaticamente proposte di pianificazione che siano il più possibile allineate alla massimizzazione del rispetto delle date di consegna richieste dal cliente. Questa aspirazione è logicamente realizzabile solo nel momento in cui i dati che si forniscono in input al software gestionale sono i più precisi ed accurati possibile, il che in senso estensivo è ancora un obiettivo di lungo termine per Fral non essendovi una standardizzazione diffusa lungo tutto lo stabilimento.

Ciononostante, per quanto riguarda almeno questa famiglia di prodotti, con il progetto che è stato svolto si è giunti ad un buon livello di standardizzazione e di informazioni disponibili. L'idea quindi di poter partire con un primo tentativo di schematizzazione della pianificazione sulla linea da ora messa a flusso poteva essere buona per fungere da apripista per le successive.

Si è quindi costruito un foglio di calcolo che fungesse da guida alla pianificazione degli ordini di produzione per quanto riguarda le macchine della famiglia. Tale foglio di calcolo è strutturato come nella figura seguente (Fig. 5.16).

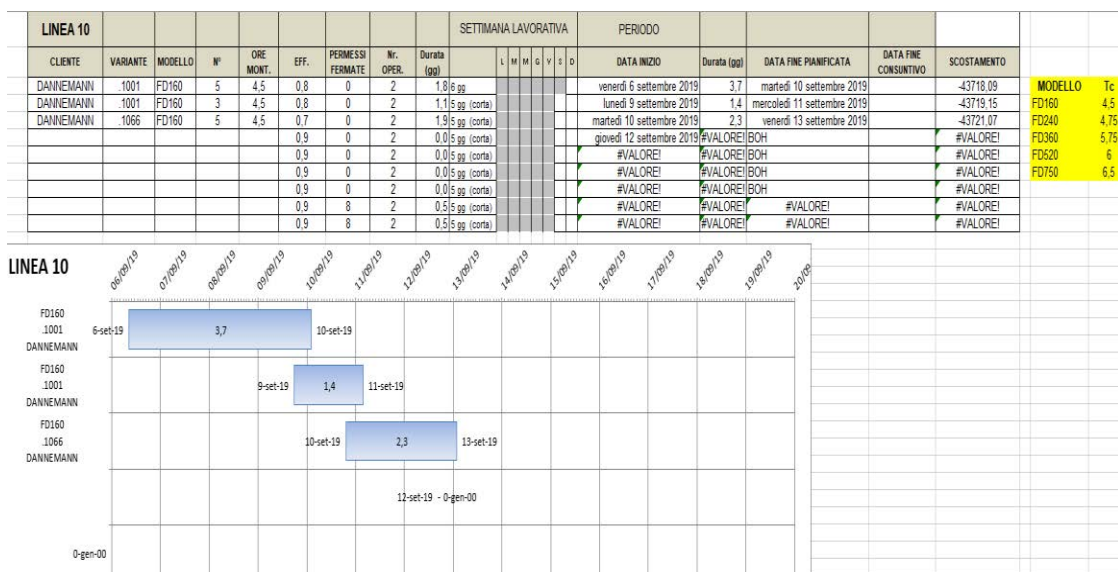


Fig. 5.16. Il modello del piano di produzione creato per i modelli della famiglia

Il piano riportato è costruito su base settimanale e gli ordini che vengono riportati in esso sono ordini già analizzati per quanto riguarda l'eventualità di componenti mancanti. Il periodo che si riporta quindi nel piano è da considerarsi congelato per l'eventuale aggiunta di altri ordini di produzione.

Come si vede a destra, evidenziati in giallo, ci sono i tempi standard (espressi in ore) per i modelli base della famiglia in esame che sono richiamati nelle colonne del "modello" e delle "ore montaggio". Si sono create colonne anche per visualizzare il cliente di riferimento e la variante del modello.

Le colonne su cui si può agire invece sono:

- Il numero di macchine da produrre per la commessa;
- L'efficienza produttiva, funzione di variabili come la variante di prodotto, l'esperienza degli operatori e così via;
- I permessi o le fermate concessi nell'arco della produzione;
- Il numero di operatori che si vanno ad impegnare sulla linea produttiva per il dato ordine di produzione.

Tutti questi dati di input vanno ad essere utilizzati per il calcolo della durata dell'ordine di produzione come tempo effettivo (espressa in giorni). Questa poi viene ritoccata, per considerare i giorni di chiusura di stabilimento, in una durata complessiva. Da quest'ultima si ricavano le date di fine pianificata della produzione per ciascuna commessa.

Questi dati sono quindi rappresentati in maniera grafica e visuale su un Gantt che può essere reso visibile anche agli operatori interessati, per dare loro un obiettivo da seguire e un'indicazione se siano o meno in linea con l'obiettivo stesso.

Da tale piano si può pertanto conoscere meglio, nel momento della pianificazione, la situazione di saturazione della linea e così rendersi conto se sia possibile pianificare un ordine per una certa data, magari aumentando parametri come l'efficienza o il numero di operatori, o se non vi sia modo di soddisfare talune richieste.

Una volta che è stato costruito ed implementato questo piano si è provveduto a ricavare i primi KPI per la linea in questione.

Indicatori di performance

Per la creazione dei KPI si è preso come modello di riferimento un semplice diagramma basato su alcune date fondamentali nella ricezione ed evasione di un ordine dal cliente. Modello, questo, visibile nella seguente Fig. 5.17.

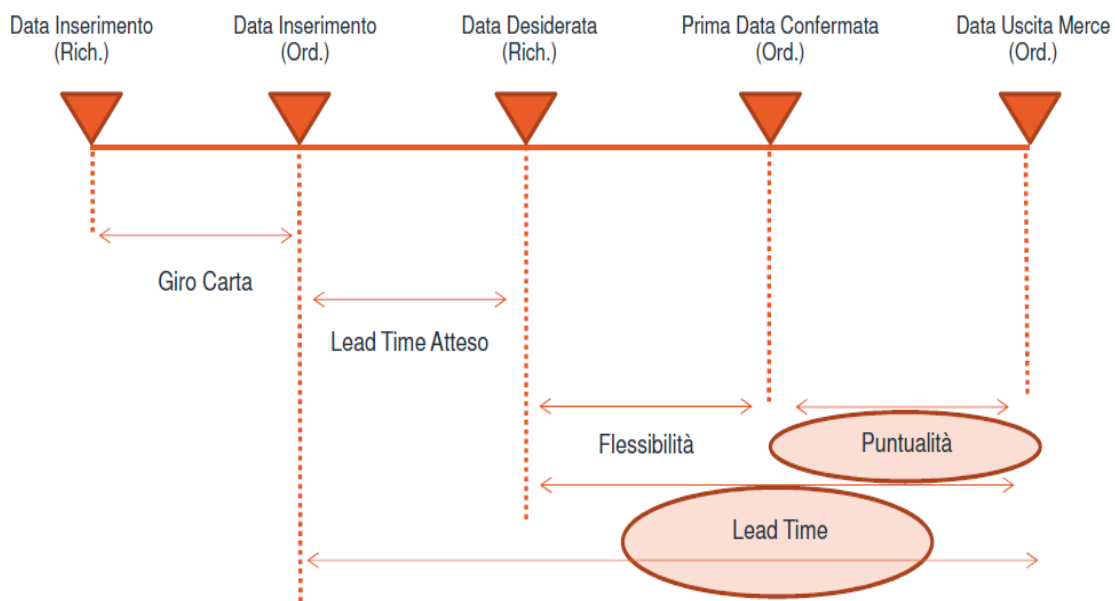


Fig. 5.17. Schema dei tempi di evasione di un ordine cliente (CONSIDI)

Le date in figura rappresentano rispettivamente:

- Data inserimento (Rich.) = data in cui il cliente compie la richiesta all'ufficio commerciale;

- Data Inserimento (Ord.) = data in cui viene creato l'ordine di produzione associato alla richiesta del cliente;
- Data Desiderata (Rich.) = data che il cliente richiede come consegna inizialmente;
- Prima Data Confermata (Ord.) = data di consegna stimata per l'ordine di produzione e comunicata al cliente;
- Data Uscita Merce (Ord.) = data in cui l'ordine viene caricato e le macchine sono concluse e pronte da spedire.

In questo diagramma sono poi evidenziati i vari tempi che intercorrono tra le date scritte. Tra questi sono stati presi i primi KPI per la linea.

Prendendo spunto anche dal piano mostrato in Fig. 5.13 è stato immediato calcolare il primo dei KPI, infatti esso è strettamente legato ai dati presenti nel foglio di pianificazione. Tant'è che questo indicatore è stato introdotto proprio in coda al piano, nelle ultime due colonne.

L'indicatore detto "scostamento" si calcola come:

$$\textit{Scostamento} = \textit{Data fine consuntivo} - \textit{Data fine pianificata}$$

Questo indicatore misura in buona sostanza la capacità di seguire il piano predeterminato, andando a calcolare la differenza tra il momento di chiusura effettiva di un ordine e il momento di chiusura pianificata.

Risulta essere quindi l'indicatore principale per quanto riguarda la pianificazione della produzione, in quanto tiene conto della bontà delle previsioni che si fanno e quindi anche del rispetto delle consegne fissate.

Va evidenziato il fatto che questo indicatore non misura affatto la bontà dell'assemblaggio, in quanto la data di fine pianificata è presa come:

$$\textit{Data fine pianificata} = \textit{Data inizio} + \textit{Durata}$$

Laddove la data di inizio è presa dalla data fine pianificata della commessa precedente. Pertanto, l'indicatore evidenzia il ritardo (o l'anticipo) non riferito alla sola commessa in esame, ma anche alle precedenti. Se la commessa ha avuto una durata coerente con le aspettative, ma è iniziata 2 ore in ritardo a causa di intoppi nella precedente, allora l'indicatore *Scostamento* rileverà comunque un valore di ritardo di 2 ore. Esso riporta

quindi uno scostamento generale (momentaneo) sulla pianificazione settimanale complessiva, e non sulla commessa singola.

Come si può evincere dalle date che la delimitano, quello che è stato definito “*Scostamento*” è identificabile con la “puntualità” nella figura di riferimento (5.15). Si è lasciato comunque l’indicatore di “scostamento” nel piano aggiornato settimanalmente (andandolo quindi ad azzerare ogni settimana) per tenere traccia dei ritardi generali nell’inseguimento del programma pianificato. Col fine di tenere più strettamente sotto controllo anche i tempi di produzione è stato invece introdotto un altro KPI, un altro scostamento.

$$\text{Scostamento}' = \text{Data fine consuntivo} - \text{Data inizio consuntivo}$$

Questo scostamento, a differenza del precedente, si basa sui dati consuntivi, quindi ignora la pianificazione vista in precedenza: misura in maniera esclusiva le performance di assemblaggio della macchina. Per ogni macchina si hanno disponibili i tempi obiettivo, pertanto è lì che si confrontano le varie commesse. Questo *Scostamento'* è anche interpretabile come un *Lead Time* di assemblaggio.

Al contrario il *Lead Time* complessivo della figura (compreso il giro carta) è il tempo di attesa complessivo del cliente o il LT di evasione dell’ordine d’acquisto: quello che nel nostro caso si è deciso di non misurare come KPI almeno per il momento.

Il terzo KPI che si voleva introdurre è un *Lead Time* diverso: se una prima idea poteva essere quella di voler misurare il *Lead Time* di evasione dell’ordine cliente totale, si è poi preferito in realtà fermarsi alla misura del tempo di evasione dell’ordine di produzione già generato.

Pertanto, il tempo di attraversamento che si prende in considerazione è quello evidenziato nella figura con il tondino arancione, ossia il *LT di evasione dell’ordine di produzione*. Va dal momento in cui si conferma l’ordine del cliente, creando l’ordine di produzione, al momento in cui la macchina è conclusa e pronta per essere spedita al cliente.

In questo modo si sono andati a creare 3 indicatori che guardino sia alla valutazione e al mantenimento del buon lavoro svolto durante il progetto, ma anche che siano proiettati alla misurazione di performance di processi

che non sono stati rivalutati nel corso del presente progetto (quali il “giro carta” e la gestione dei materiali in entrata dagli acquisti). L’idea infatti è ampliare poi il lavoro di riduzione di sprechi e di ottimizzazione anche ai processi a monte e a valle della fase di assemblaggio nella VSM (paragrafo 5.2).

6 CONCLUSIONI

Il progetto che si è presentato ha avuto la durata di 6 mesi complessivi di lavoro.

Il primo mese è stato speso in attività di lavoro nel *gemba* come operatore prima e magazziniere poi, per comprendere la gestione dei materiali, i vari flussi di materiali e l'organizzazione generale.

In seguito, il progetto è entrato nel vivo con l'analisi della situazione *as is* concentrata sulla sola area della famiglia scelta: quella dei deumidificatori industriali modello FD. Individuate così le aree di criticità tramite le metodologie illustrate (Analisi ABC di Pareto, *Value Stream Mapping*, *Yamazumi Chart*, *Spaghetti Chart* e Piano A3) si è passati all'azione per ogni area del progetto.

L'analisi *as is* che si è presentata è stata via via concentrata più sull'area di interesse del progetto: la fase di assemblaggio. L'Analisi ABC è servita per analizzare i numeri di vendita della famiglia e per verificare la presenza di significativi trend. La costruzione della VSM è stata utile per l'individuazione dei flussi generali (sia fisici che informativi) che concernono la famiglia.

Queste prime due analisi sono state quindi preliminari e omnicomprensive, non strettamente attinenti alla parte soggetto del lavoro, ma necessarie per costruire una base dati per il lavoro che si andrà a svolgere.

Dall'analisi del contenuto di lavoro nella fase di assemblaggio invece si è cominciato a concentrarsi sulla parte centrale del progetto, ricavando i dati sui tempi e sulla divisione delle fasi di lavoro della situazione di partenza e sui quali poi lavorare per proiettarsi alla situazione *to be*. Affiancando questi ad un'analisi degli spostamenti (identificati come il *muda* preponderante per l'*as is*) tramite la costruzione di una *Spaghetti Chart* si è costruita la panoramica necessaria al confronto con la situazione *to be* desiderata.

Per definire in maniera corretta e precisa gli obiettivi e i passaggi per il cambiamento da una situazione all'altra si è andati ad impostare un piano costruito sul modello degli A3. Con esso è stato quindi preparato un piano d'azione costituito di più fasi che, stimate le tempistiche per ciascuna di esse, sono state riportate su un Diagramma Gantt di progetto.

La prima fase in programma è stata ancora una fase di analisi. Infatti, si è andati alla ricerca di quei codici appartenenti alle distinte base dei vari modelli della famiglia che fossero caratterizzati dai sufficienti numeri di frequenza di consumo e consumo stesso in termini assoluti per essere gestiti con giacenza a bordo linea in ottica *kanban*. Per fare ciò si è condotta una *Cross Analysis* basata sul consumo dei componenti da inizio 2019 fino alla data presente (maggio 2019). I risultati dell'analisi sono stati utili per identificare sin da subito quali potessero essere i codici candidati ad una gestione con giacenza a bordo linea, per avere idea degli ingombri da gestire nelle successive fasi di progettazione.

La fase di lavoro successiva nel progetto è stata quella che ha dato il via ad un cantiere 5S sulla linea produttiva. L'intento era quello di ottenere immediatamente una riduzione degli ingombri di materiale ed attrezzatura in linea e di creare le basi di ordine, pulizia e standardizzazione che poi si potessero mantenere anche nei periodi seguenti. L'operazione ha portato una riduzione dei codici di viteria a bordo linea dell'11% ed inoltre ha permesso di liberare spazio, occupato da vecchi componenti inutilizzati, sullo scaffale affianco alle postazioni, rendendolo meno caotico e più ordinato. In aggiunta anche le postazioni di lavoro sono state ripulite dal non necessario ed ordinate secondo una logica che seguisse il ciclo di assemblaggio che si stava progettando già per la successiva fase.

Infatti, nel frattempo, si stava progettando un nuovo bilanciamento delle fasi di lavoro utilizzando i dati sui tempi e sulle precedenze tra fasi di assemblaggio già rilevati.

Nell'ottimizzazione di questo bilanciamento non si sono utilizzati metodi sofisticati per la generazione della sequenza ottimale, in quanto il numero di fasi limitato e l'altresì limitato numero di operatori che saranno dedicati alla linea (massimo 3) ha reso semplice individuare quali fossero le fasi appartenenti al percorso critico dell'assemblaggio e quali fossero le fasi che non avessero particolari limiti per l'assegnazione ad una o all'altra stazione di lavoro. Si è pertanto scelto di utilizzare un metodo più qualitativo piuttosto che uno più quantitativo e rigoroso, omettendo così la spiegazione e l'applicazione di metodi che sono citati in letteratura per la risoluzione di problemi come quello presentato (quali SALBP-1, SALBP-2 o il metodo di Kottas-Lau).

In ogni caso, infatti, il bilanciamento delle fasi che ne è risultato è decisamente soddisfacente. La saturazione degli operatori è infatti:

$$\begin{aligned} \text{OP1.} \quad & \frac{136min}{136min} = 100\% \text{ (è il collo di bottiglia che determina il } T_c) \\ \text{OP2.} \quad & \frac{133min}{136min} = 97,8\% \end{aligned}$$

Si è giunti quindi, come descritto, ad un bilanciamento che risultava essere in linea con le necessità imposte dal TT. Di questo bilanciamento è stata poi messa in pratica una prova che ne verificasse la bontà ed i miglioramenti ottenuti dalla situazione di partenza. Al termine della prova sono stati comparati i due tempi, quello dell'*as is* e quello rilevato sulla prova stessa.

- Tempo medio di assemblaggio per un FD160.1000 = 375 min (dati da software gestionale)
- Tempo di assemblaggio per un FD160.1000 = 270 min

Da ciò quindi si evidenzia un recupero di tempo di assemblaggio pari a:

$$\text{Risparmio tempo di assemblaggio} = 100\% - \frac{270min}{375min} = 28\%$$

Per concludere il lavoro sulla linea era rimasta la sola riorganizzazione del bordo linea con la disposizione dei nuovi codici da gestire e l'eliminazione e lo stoccaggio a magazzino dei codici non più gestiti, oltre al riposizionamento di quelli che si sarebbero conservati. Si sono andati a posizionare nelle vicinanze della postazione in cui saranno consumati tutti i codici che sono stati selezionati, andando quindi a diminuire gli spostamenti rilevati nella *Spaghetti Chart*. Lo spazio occupato è invariato rispetto alla situazione precedente, due scaffalature da due piani più il posto a terra:

- $1,2m * 0,8m = 1,92m^2$ per la prima postazione (2 posti pallet);
- $1,2m * 0,8m = 1,92m^2$ per la seconda postazione (2 posti pallet).

In questo spazio però è stato trovato posto anche per:

1. La cassetta coi cartellini *kanban* in testa alla linea, sul primo scaffale;
2. Il posto per la cesta del prelievo dedicato nel secondo scaffale.

Per quanto riguarda il prelievo per commessa, col fine di gestire meglio lo spazio nelle ceste che sono allestite per il prelievo dedicato a commessa e

facilitare il prelievo all'operatore, si sono create delle politiche di prelievo per il magazzino, che si trovi a preparare i componenti in maniera suddivisa per postazione di lavoro (ciascuna avrà la sua missione di prelievo dedicata ed indipendente dall'altra) ed in maniera intelligente seguendo le fasi di lavoro predisposte: una sorta di primo tentativo di prelievo per kit di assemblaggio.

Riguardo a tale prelievo sarebbe opportuno verificare se vi sia stato un miglioramento nelle prestazioni di tempo ed efficienza nello spazio impegnato.

Per quanto riguarda le prestazioni di tempo:

- 230min di prelievo per 1 pezzo di FD240 (del 10/05/2019);
- 140min di prelievo per 1 pezzo di FD240 (del 26/09/2019), diviso a sua volta in:
 - 80 minuti per la postazione 1
 - 60 minuti per la postazione 2

$$\text{Risparmio tempo di prelievo} = 100\% - \frac{140\text{min}}{230\text{min}} = 39,13\%$$

Riguardo le prestazioni di spazio occupato invece sarà più opportuno rivalutare i miglioramenti ottenuti nel momento in cui si avranno a disposizione le ceste ad hoc per il prelievo.

Per sopperire alla mancanza di standardizzazione nel metodo di lavoro per l'assemblaggio si sono impostate le procedure standard operative (SOP, dall'inglese *Standard Operating Procedure*) per almeno due versioni dei modelli della famiglia. Con queste procedure si vuole anche essere in grado di formare efficacemente le nuove risorse che in futuro si approcceranno al lavoro su questa linea, fornendo loro uno standard da seguire rendendo quindi meno complesso il lavoro di apprendimento.

In conclusione, si è proceduti alla creazione di un piano su un foglio di calcolo per la pianificazione del lavoro in linea, usufruendo dei tempi standard ricavati per i modelli della famiglia. Lo scopo anche in questo caso era duplice:

- Essere in grado di prevedere il carico di lavoro per la linea, verificando la fattibilità produttiva di una commessa per una tale data;

- Ricavare degli indicatori di performance (o KPI da *Key Performance Indicator* per gli anglosassoni) per misurare le prestazioni consuntive della linea, nonché per monitorare lo stato di avanzamento del lavoro.

Del lavoro sulla linea è possibile ancora avere sviluppi ed ulteriori obiettivi. La prima cosa che resta da fare per il proseguo del lavoro è la stesura completa delle SOP per i modelli che sono stati lasciati da parte per il momento, andando così a concludere il progetto nella sua interezza.

In seguito al completamento del lavoro in ciascuna delle fasi in cui era stato diviso inizialmente, sarà necessario concentrare i propri sforzi sul mantenimento dei risultati ottenuti. Sarà necessario proseguire con il lavoro di analisi e monitoraggio del lavoro di 5S per non tornare indietro nei risultati già raggiunti, ma bensì puntando a miglioramenti sempre nuovi.

La successiva operazione che può essere messa in atto per la linea oggetto di questo studio è una nuova analisi su una nuova famiglia di prodotti che è funzionalmente simile a quella già esaminata, risultando quindi avere un ciclo di assemblaggio molto vicino a quello messo a flusso. Pertanto, è plausibile proseguire nella analisi più dettagliata delle fasi di produzione nonché dei tempi di queste stesse col fine di ampliare la produttività della linea studiata a questa nuova famiglia di macchine industriali.

Tralasciando però il lavoro di continuo sviluppo della linea dei deumidificatori industriali, le azioni future saranno dirette anche ad una riproposizione del lavoro già messo in atto per la linea descritta anche per altre linee produttive di Fral. Con questo si avrà il coinvolgimento di persone che si avvicinano una prima volta a questo genere di impegno affiancate a persone che già hanno sperimentato un progetto simile e che quindi possono essere di sostegno al progetto.

Allo stesso tempo, l'esperienza accumulata nella pratica di certe metodologie di analisi (vedi la *Cross Analysis*) porterà ad un'applicazione più diffusa delle stesse: ad esempio si potrà portare un'analisi per la rivalutazione quantitativa dei un *kanban* per il reparto cablaggi. Si parla di rivalutazione in quanto già esiste una gestione con cartellino di produzione per alcuni codici di cablaggi, ma non è stata costruita in maniera rigorosa o valutata per l'intera gamma dei codici. Con un'analisi più accurata, pertanto, si potrà costruire una gestione

più precisa del reparto cablaggi, che ad oggi si è sovente ritrovato a non soddisfare con efficacia la domanda del cliente interno.

7 APPENDICI

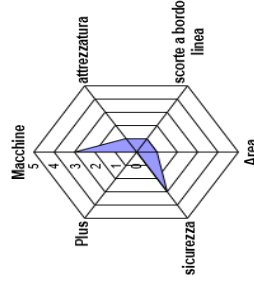
Si riporta il foglio del modello di audit 5S di cui si è parlato nel paragrafo 5.3.1, con all'interno le relative domande per la valutazione dei progressi.

5S Plus		Area: Audit condotto da: Data:		CONSDI		FRAL RIGHT HUMIDITY ON DEMAND		NON CONFORMITÀ RILEVATE		
Macchine	SI	NO	Area	SI	NO	N°	Non Conformità	Status	Data di fine azione	
	Totale SI per Macchine									Totale SI per Area
In buono stato (performance e aspetto)	x		Area		x					
Attrezzature in aree appositamente designate e allocate in modo ergonomico	x				x					
Pulite (senza macchie di olio, residui di lavorazioni, trucioli...)	x				x					
Protezioni presenti e funzionanti in modo efficace	x				x					
Esiste un piano di manutenzione programmata	x				x					
Totale SI per Macchine		3		Totale SI per Area		1				
Attrezzature	In buone condizioni, appropriate per le operazioni da svolgere	x	Sicurezza		x					
	Quelle non in uso posizionate in modo ergonomico	x			x					
	Presenti solo nella necessaria quantità	x			x					
	Etichettate in modo chiaro	x			x					
	Aventi una definita posizione	x			x					
Totale SI per Attrezzature		1		Totale SI per Sicurezza		3				
						N°	Azione miglioram.	Status	Data di fine azione	
						1				
						2				
						3				
						4				

Score a bordo linea		Plus		5	
Con una precisa locazione	x	Canterii 5S correlati da action plans visibili e aggiornati	x		
Presente la visualizzazione max e min del loro livello	x	Cartelloni 5S correlati da foto prima e dopo il cantiere	x		
Componenti controllati da logica kanban	x	Cicli successivi di 5S schedulati e visibili sul cartellone con azioni da fare e in quale data	x		
Componenti allocati in appositi containers o pallets	x	Schedulate azioni di audit	x		
Componenti sono chiaramente identificati e tutta la documentazione associata è facile da reperire in reparto	x	Presente un cartellone 5S aggiornato e in formato standard	x		
Totale SI per Score bordo linea	1	Totale SI per Mantenimento (Plus)	0		
NUMERO TOTALE DI SI	9 / 30	PUNTEGGIO %	30%		
5S Summary - Andamento degli audit nei mesi					
	100	categoria	numero si		
	50	Macchine	3		
	0	attrezzatura	1		
		score a	1		
		Area	1		
		sicurezza	3		
		Plus	0		
Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	

Radar chart

Numero di



8 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Attolico L., 2012, Innovazione lean. Strategie per valorizzare persone, prodotti e processi, Hoepli Editore
- Bianchi F., 2010, Visual management. Le 5 S per gestire a vista, Guerini e Associati
- Duggan K. J., 2013, Creating Mixed Model Value Streams. Practical Lean Techniques for Building to Demand, CRC Press Taylor & Francis Group
- Leone G., Rahn R. D., 2014, The Complete Guide to Mixed Model Line Design. Designing the Perfect Value Stream, Flow Publishing

SITOGRAFIA

- <https://ushistoryeras.weebly.com/>; The Progressive Era and Imperialism; data consultazione pagina 30/04/2019
- <https://alchetron.com/Kiichiro-Toyoda>; Kiichirō Toyoda; data consultazione pagina 30/04/2019
- <https://www.allaboutlean.com/ohno-25-years/>; Twenty-five Years after Ōhno – A Look Back; data consultazione pagina 30/04/2019
- <https://www.tesionline.it/appunto/Differenze-tra-produzione-di-massa-e-produzione-snella-della-giapponese-Toyota/78/3>; Differenze tra produzione di massa e produzione snella della giapponese Toyota; data consultazione pagina 30/04/2019
- <https://ingegneriaagileesnella.wordpress.com/2015/08/22/6-principi-lean-value-value-stream-flow-pull-perfection/>; 5 principi LEAN – VALUE, VALUE STREAM, FLOW, PULL, PERFECTION; data ultimo aggiornamento pagina 22/08/2015
- <https://italiandirectory.eu/lean-manufacturing-the-7-critical-causes-of-waste/>; Lean manufacturing: the 7 critical causes of waste; data ultimo aggiornamento pagina 17/10/2015
- https://www.researchgate.net/figure/Single-model-line-mixed-model-line-and-multimodel-line_fig11_282538544; Single-model line,

mixed-model line, and multimodel line; data consultazione pagina 19/05/2019

- <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/spaghetti-chart.html>; Spaghetti Chart – Leanmanufacturing.it; Chiarini & Associati S.r.l.; data consultazione pagina 04/06/2019
- <https://www.fral.it/it/prodotti>; Products | Fral Srl; data consultazione pagina 01/07/2019
- <https://empwaynek.wordpress.com/2014/04/14/the-sea/>; The sea and the rocks; Management Briefs; data consultazione pagina 02/07/2019