

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÁ DEGLI STUDI DI BOLOGNA

FACOLTÁ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Specialistica in INGEGNERIA GESTIONALE

Tesi di laurea in SISTEMI DI PRODUZIONE AVANZATI LS

Riconfigurazione delle linee di assemblaggio
manuale presso una azienda produttrice di
macchine per l'agricoltura: applicazione delle
5S e dei principi di Lean Production nella
transizione in ottica Pull

Laureando:
Michele Zanelli

Relatore:
Ch.mo Prof. Ing. **Emilio Ferrari**

Correlatori:
Prof. **Alberto Regattieri**
Dott. **Paolo Musso**
Sig. **Andrea Ferrarini**
Ing. **Enrico Asirelli**

Anno Accademico 2008/2009 - Sessione Seconda

*A chi, da dietro le quinte,
non mi ha mai fatto mancare il suo appoggio.*

Abstract:

“Lean Thinking” non è semplicemente una nuova metodologia organizzativa, ma rappresenta un nuovo modo di ragionare, teso ad accrescere la flessibilità dell’impresa attraverso un ripensamento dell’intero flusso di creazione del valore, dalla progettazione fino alla gestione degli ordini. Questo lavoro presenta i risultati che un’azienda produttrice di macchine per l’agricoltura, la Galignani di Russi, ha ottenuto in campo logistico e produttivo, grazie all’applicazione dei principi della Lean Production.

Indice

Introduzione	1
1 La Lean Production	3
1.1 Introduzione	3
1.2 Perché Lean?	4
1.3 I cinque Principi Snelli	5
1.3.1 Primo principio: il Valore al centro	5
1.3.2 Secondo principio: identificare il Flusso di valore	6
1.3.3 Terzo principio: far Scorrere il flusso	8
1.3.4 Quarto principio: Pull	9
1.3.5 Quinto principio: la Perfezione	11
1.4 Il Toyota Production System	12
1.4.1 I sette sprechi	13
1.4.2 Just In Time: il primo pilastro del TPS	15
1.4.3 Jidoka: il secondo pilastro del TPS	22
1.4.4 Heijunka	24
1.4.5 Standardized Work	27
1.4.6 Kaizen	27
2 La Gallignani	29
2.1 Storia dell'azienda	29
2.2 Cenni sulla fienagione	31
2.3 Le macchine Gallignani per la fienagione	34
2.3.1 Presse Tradizionali e Big Balers	35

2.3.2	Round Balers a camera fissa	37
2.3.3	Round Balers a camera variabile	42
2.4	Lo stabilimento di Russi e il sistema produttivo attuale	43
3	Il progetto Lean in Gallignani	47
3.1	Il cambio di rotta	47
3.2	Il progetto Lean per l'assemblaggio	50
3.2.1	Il flusso dei materiali nello stabilimento	50
3.2.2	La gestione dei materiali in base al valore	53
3.2.3	Strumenti per il rifornimento delle linee di produzione	62
3.3	Highlights su altri progetti	64
3.3.1	Progetto Free Pass	64
3.3.2	Standardizzazione e modularità	65
3.3.3	Formazione del personale	67
4	Riconfigurazione delle fasi di premontaggio	69
4.1	Generalità	69
4.2	Le 5S guidano l'analisi	72
4.2.1	Seiri: Separare e Selezionare	73
4.2.2	Seiton: Riordinare e Organizzare	73
4.2.3	Seiso: Pulire	75
4.2.4	Seiketsu: La ricerca degli standard	75
4.2.5	Shitsuke: Diffondere e Mantenere	79
5	Workshop delle fasi di premontaggio	83
5.1	Workshop gruppo di alimentazione	84
5.1.1	Analisi della situazione attuale	86
5.1.2	I primi passi dello studio e il file Supermarket	87
5.1.3	Analisi dei singoli codici	90
5.1.4	Preparazione dei cartelli kanban	102
5.1.5	Studio del nuovo Layout	104
5.1.6	S.O.E. - Sequence Of Events	107

5.1.7	La giornata di Workshop	109
5.1.8	Risultati ottenuti	114
5.2	Workshop Parte Mobile	117
5.2.1	La situazione attuale	119
5.2.2	I primi passi dello studio e il file Supermarket	120
5.2.3	Analisi dei singoli codici	121
5.2.4	Studio del nuovo Layout	124
5.2.5	S.O.E. - Sequence Of Events	128
5.2.6	Risultati ottenuti dopo la giornata di workshop	128
5.3	Workshop Carter e Deflettori	130
5.3.1	Analisi della situazione attuale	131
5.3.2	I primi passi dello studio e il file Supermarket	133
5.3.3	Analisi dei singoli codici	134
5.3.4	Migliorie al ciclo di montaggio	136
5.3.5	Studio del nuovo Layout	137
5.3.6	Risultati ottenuti dopo la giornata di workshop	138
	Conclusioni	141
	Bibliografia	147
	Sitografia	149
	A Allegati	151

Elenco delle figure

1.1	La casa del Toyota Production System	12
1.2	Schema di funzionamento del kanban	17
1.3	Linea Monoprodotto	20
1.4	Linea a lotti tradizionali	20
1.5	Linea Mix Model	21
1.6	Linea One Piece Flow	21
2.1	1945 - Prime macchine seminatrici Gallignani	30
2.2	Balla avvolta da un avvolgitore per insilato	33
2.3	La gamma dei prodotti Gallignani per la fienagione	35
2.4	Pressa 5690	36
2.5	Round Baler a camera fissa CH52	38
2.6	Camera fissa a catenaria e a rulli	40
2.7	Sequenza di funzionamento sul campo - Round Baler camera fissa	41
2.8	Sequenza di funzionamento sul campo - Round Baler a camera variabile	42
2.9	Lay-out stabilimento	45
3.1	Planning delle attività del Progetto Lean per l'area produttiva	49
3.2	Flusso logistico interno dei materiali prima del progetto	51
3.3	Nuovo flusso logistico interno dei materiali	52
3.4	Gestione dei codici di Bulloneria	55
3.5	Gestione dei Componenti	58

3.6	Il rifornimento delle linee col trenino logistico	63
4.1	Disposizione dei premontaggi della linea 2	71
4.2	Pannello attrezzi della fase di assemblaggio dell' Alimentatore	74
4.3	Contenitore kanban per rastrelliera	76
4.4	Circolo della qualità sul pannello miglioramento	80
5.1	Studio del carrello speciale per la verniciatura - raggruppa- mento kit per famiglie di pezzi	98
5.2	Layout del kit 4 del carrello verniciatura	99
5.3	Lista dei codici compresi nel kit 4, disposta sul carrello speciale	100
5.4	Carrello speciale per bilancere	101
5.5	Layout di massima della fase di premontaggio Alimentatori . .	105
5.6	Layout rastrelliera componenti su MS Excel	107
5.7	Selezione degli attrezzi	110
5.8	Pulizia della fase appena sgomberata	111
5.9	Ridisposizione della fase	112
5.10	Parte mobile di una pressa a camera variabile, sollevata	117
5.11	Layout zona Parte Mobile prima	125
5.12	Layout zona Parte Mobile dopo	127
5.13	Deflettore con rullo	130
5.14	Contenitori per carter prima dell'analisi	131
5.15	Contenitori per componenti dei deflettori prima dell'analisi . .	132
5.16	Carrello speciale kit telai	135
5.17	Morsetti per il serraggio rapido	136
5.18	Layout zona carter-deflettori - prima e dopo	138
A.1	Standardizzazione Round Baler a camera fissa e variabile . . .	152
A.2	Matrice delle competenze	153
A.3	Una pagina della lista dei contenitori standard	154
A.4	Una pagina della lista attrezzi area Alimentatore	155
A.5	Diagramma di Gantt per le varie parti del progetto Gallignani	156
A.6	Esempio di Sequence Of Events - zona cassa legatore	157

Elenco delle tabelle

1.1	Produzione per lotti	25
1.2	Produzione Heijunka	26
5.1	Tipi di alimentatore	85
5.2	Provenienza dei codici a seconda del valore e dell'eventuale trattamento di verniciatura	93
5.3	Giacenza media in valore per un lotto di 100 pezzi	115
5.4	Giacenza media in valore per tutti i pezzi	115
5.5	Modelli di parte mobile	121
5.6	Contenitori utilizzati	122
5.7	Risultati zona supercut	129
5.8	Contenitori utilizzati per la fase Carter	134
5.9	Contenitori utilizzati per la zona Deflettori	135
5.10	Risultati zona Carter-Deflettori	139

Introduzione

Questo lavoro si è svolto nell'ambito del progetto che Gallignani, azienda leader nella produzione e distribuzione di macchine agricole per la fienagione, sta svolgendo per meglio rispondere alle sfide di un mercato globale sempre più esigente. L'azienda, nel passato, ha sempre adottato una logica produttiva a lotti basata sulle previsioni di vendita. Tuttavia, le particolari condizioni di mercato e la necessità di garantire al cliente modelli sempre più innovativi e diversificati, rendono questa tipologia di produzione non più adeguata ed antieconomica, in quanto tende a creare elevate giacenze di materiali e prodotti finiti, obsolescenza di alcuni articoli, e conseguente immobilizzo di capitale che crea nel complesso un'alta tensione finanziaria. Per questo l'azienda ha deciso di intraprendere un percorso di trasformazione facendosi guidare dai principi della Lean Production.

L'elaborato inizia con una breve descrizione della Lean Production e degli strumenti che sono stati usati per il progetto.

Il secondo capitolo introduce l'azienda Gallignani, la sua storia ed i suoi prodotti, con una descrizione delle macchine presenti in gamma e del loro impiego in campo.

Il capitolo 3 apre la descrizione del percorso che Gallignani sta seguendo per la transizione in ottica Pull. Vengono descritti i progetti avviati, dedicando maggiore spazio alle scelte relative al progetto di ridimensionamento delle fasi di premontaggio, di cui mi sono direttamente occupato durante la permanenza in azienda.

Il capitolo 4 fornisce un'ampia descrizione delle "5S", strumento della Lean

Production che ha guidato ogni passo del ridimensionamento delle stazioni, dal primo sopralluogo in fase fino alla giornata di workshop, nel corso della quale le analisi precedentemente effettuate venivano messe in pratica.

L'ultimo capitolo descrive nel concreto tutti i passaggi che sono stati svolti per l'analisi delle fasi di premontaggio. In particolare sono state prese in esame le aree di assemblaggio di:

- Gruppo di alimentazione
- Parte Mobile
- Carter
- Deflettori

Le ultime due fasi vengono trattate insieme perchè, analizzandole in contemporanea, si è riusciti ad unirle in un'unica area.

Nella programmazione e svolgimento del progetto, l'azienda è stata accompagnata da una società di consulenza specializzata nelle tecniche della Lean Production, che ha continuamente affiancato il team dei referenti aziendali nella pianificazione delle attività e nella valutazione dei risultati ottenuti.

Si rende noto che i codici dei prodotti e i valori finanziari presenti nell'elaborato sono stati oscurati e sostituiti con asterischi (***) per tutelare informazioni riservate dell'azienda. Per valutare i risultati ottenuti si sono utilizzati dati percentuali, che risultano comunque indicativi dei miglioramenti apportati dal nuovo metodo di lavoro.

Capitolo 1

La Lean Production

1.1 Introduzione

“Se non riuscite rapidamente a ridurre della metà il tempo di sviluppo dei prodotti, del 75% quello richiesto dall’elaborazione degli ordini e del 90% i tempi di produzione, state sbagliando qualcosa”[9].

Iniziano così J. Womack e D.Jones il loro libro “Lean Thinking”, con uno slogan che appare decisamente ambizioso e scioccante, per sottolineare come l’applicazione dei principi della *Lean Production* possa portare dei risultati veramente importanti nei contesti in cui viene applicata.

La “Lean Production” è una nuova filosofia produttiva che nasce in Giappone sotto il nome di “Toyota Production System” tra il 1950 e il 1970, per opera di Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Eiji Toyoda, al tempo manager della casa automobilistica. Costoro svilupparono un nuovo modo di ragionare, teso ad accrescere la flessibilità dell’impresa attraverso un ripensamento dell’intero flusso di creazione del valore, dalla progettazione fino alla gestione degli ordini. Il “pensiero snello” non esprime concetti assolutamente nuovi, piuttosto si può considerare come una evoluzione dei modelli organizzativi che l’hanno preceduto (qualità totale, reingegnerizzazione dei processi, ecc.), ai quali riesce a dare una convincente sistematizzazione e integrazione. In particolare il termine lean vuole esprimere il fatto che i metodi produttivi giap-

ponesi riducono al minimo l'utilizzo delle risorse impiegate: risorse umane, capitale investito, spazio occupato, tempo, ecc...

Il cardine del pensiero snello è rappresentato dalla continua ricerca ed eliminazione degli sprechi allo scopo di produrre di più con un minor consumo di risorse.[16] L'eliminazione sistematica degli sprechi è possibile attraverso il perseguimento e l'implementazione di 5 principi, che costituiscono l'ossatura cui fare riferimento nell'azione di ripensamento dei processi aziendali.

1.2 Perché Lean?

La nuova filosofia Lean nasce per rispondere alle esigenze di un mercato in cui è necessario essere flessibili, orientati al cliente e rapidi nel fornire risposte agli stimoli esterni. E' evidente infatti come lo scenario competitivo entro il quale le imprese sono chiamate ad operare sia interessato da un continuo mutamento delle condizioni competitive che, oggi come non mai, richiedono profonde capacità di adattamento. Possiamo far risalire le determinanti di tali cambiamenti al processo della globalizzazione che, allargando l'arena competitiva di ogni impresa, ha permesso l'entrata in gioco di nuovi attori e la competizione a livello globale di imprese fino a quel momento non interdipendenti, creando infine una maggiore pressione competitiva e nuove regole di competizione. L'impresa del nuovo millennio deve fare fronte a questi mutamenti con pesanti ristrutturazioni, prevedendo nuovi assetti organizzativi che di norma comportano:

- maggiore velocità di risposta al mercato
- organizzazione gerarchica semplificata che vede i livelli più bassi assumere importanza sempre maggiore
- creazione di team trasversali con competenze diversificate orientati alla realizzazione di specifici progetti

L'attuale scenario economico richiede continuamente, tra l'altro, spirito di innovazione e prontezza nel cogliere nuove opportunità. Per queste ragioni

è essenziale che il funzionamento dell'impresa sia il più possibile semplice, lineare e diretto, eliminando le barriere fra le funzioni e integrando competenze e responsabilità. La filosofia Lean risponde a questa esigenza con una serie di strumenti che semplificano la gestione di tutti i processi che portano il prodotto dall'origine nelle mani dell'utilizzatore finale, eliminando gli sprechi e ridisegnando l'intero flusso del valore, ponendo al centro del processo il cliente finale.

1.3 I cinque Principi Snelli

In un sistema Lean tutto ruota attorno alla semplificazione del lavoro e alla caccia ed eliminazione degli sprechi (in giapponese “*Muda*”). Questi sprechi sono costituiti da tutte quelle attività, eseguite durante la produzione, che assorbono risorse senza creare *valore*: passi procedurali di cui non c'è bisogno, spostamenti di materiale e personale da un posto ad un altro senza motivo, imprecisioni nelle fasi di produzione meccanica di un pezzo che richiedono successive operazioni di rettifica o maschiatura, gruppi di persone in linea di montaggio ferme ad attendere il completamento della fase precedente, produzione di beni e servizi che non incontrano i bisogni dei clienti. Il pensiero snello è la risposta alle necessità evidenziate dalle imprese, perchè indica come fare sempre di più con sempre meno, combattendo i diversi *muda* che inevitabilmente ogni processo produttivo contiene. La transizione delle imprese verso una filosofia di gestione snella si articola in cinque passaggi (principi Lean), capisaldi a cui far riferimento quando ci si chiede se un certo aspetto si sposi o meno con la filosofia Lean.

1.3.1 Primo principio: il Valore al centro

Il punto di partenza per il pensiero snello è il concetto di *Valore*. Questo può essere definito solamente dal cliente finale. E assume significato solo nel momento in cui lo si esprime in termini di uno specifico prodotto (bene o servizio o, spesso, entrambi) in grado di soddisfare le esigenze del cliente a

un dato prezzo e in un dato momento. Tuttavia, nonostante siano gli stessi produttori a creare il valore tramite la creazione vera e propria del prodotto, si verifica che spesso non riescono a dare una chiara definizione di valore. Non riescono ad individuare, cioè, cosa per il cliente finale sia veramente importante, al di là di tutte quelle caratteristiche di cui un'impresa può dotare il proprio prodotto. Spesso si pensa che progetti complessi realizzati con impianti complessi siano esattamente ciò che il cliente desidera, che l'insistenza su raffinamenti e complicazioni aggiunga valore al proprio prodotto. Tuttavia queste caratteristiche aggiuntive possono non essere di alcun interesse per il cliente finale, anche se il prodotto finale risulta decisamente all'avanguardia rispetto a quello dei concorrenti.

Punto fondamentale di partenza per ogni impresa che voglia riprogettarsi in ottica Lean è dunque lo sforzo di ridefinire, partendo da uno stretto contatto col cliente finale, ciò che per quest'ultimo il proprio prodotto deve rappresentare e contenere, in modo da creare un prodotto le cui caratteristiche abbiano *Valore* per il cliente finale.

Uno strumento fondamentale della Lean che risponde al meglio a questa esigenza, è costituito dall'istituzione per ciascun prodotto di un team interfunzionale, che se ne occupi per tutta la sua vita utile. Questo team (composto da uomini di marketing, ingegneri di prodotto, di processo, ecc.) ha il compito di instaurare da subito un dialogo con i principali clienti, nel quale vengano ignorate tutte le vecchie soluzioni per rifocalizzarsi sul valore di cui il cliente ha effettivamente bisogno.

1.3.2 Secondo principio: identificare il Flusso di valore

Una volta definito il centro del problema, cioè cos'è il valore per il cliente, l'analisi si sposta sulle attività che riguardano la sua creazione. Il *Flusso di valore* è costituito dall'insieme delle azioni richieste per condurre un dato prodotto (bene o servizio o una combinazione dei due) attraverso i tre compiti critici del management di qualsiasi business: la *risoluzione dei problemi* dall'ideazione al lancio in produzione attraverso la progettazione di dettaglio

e l'ingegnerizzazione; la *gestione delle informazioni* dal ricevimento dell'ordine alla consegna; e la *trasformazione fisica* della materia prima in prodotto finito ¹.

Questa analisi parte dall'identificazione di tutte le attività comprese nella progettazione, ordine e produzione del prodotto, e nel dividere queste attività in tre categorie:

1. Attività che creano valore percepito dal cliente
2. Attività che non creano valore, ma che sono indispensabili, stanti gli attuali sistemi di produzione e gestione. Queste attività non possono essere immediatamente eliminate. Vengono dette *Muda* di tipo uno.
3. Attività che non creano valore e che possono essere eliminate da subito. Vengono dette *Muda* di tipo due.

Esempi di attività che creano valore sono la trasformazione fisica del prodotto, come la verniciatura di un pezzo meccanico o l'assemblaggio di più parti diverse. Attività del secondo tipo possono essere controlli eseguiti sul pezzo, come ispezioni sulle saldature per verificare di non avere problemi di accoppiamento. Infine, attività del terzo tipo sono tutti quegli sprechi relativi a doppie movimentazioni inutili dei pezzi, all'errato flusso di gestione delle modifiche sul pezzo, ecc.

I *Muda* di secondo tipo vanno immediatamente eliminati, agendo in modo diretto sull'esecuzione dell'attività stessa. In seguito si prenderà in considerazione il sistema di produzione e gestione in vigore, per apportare modifiche che consentano l'eliminazione di *Muda* di primo tipo.

Nel mercato di oggi capita inoltre che il flusso di valore attraverso il quale passa il prodotto contenga attività svolte non più da un'unica azienda, ma piuttosto da una rete di imprese che collaborano e si coordinano con dei contratti per portare il prodotto nelle mani del cliente finale. Ci si rende conto di quanto questo aspetto introduca maggiori difficoltà nella gestione del flusso

¹Womack e Jones - "Lean Thinking"

dovute al passaggio del prodotto tra i diversi enti, il che, potenzialmente, porta alla creazione di nuovi sprechi.

Alle imprese viene dunque richiesto di rivedere le proprie relazioni interaziendali, perseguendo qualche semplice principio che regoli il comportamento tra le aziende e la trasparenza per tutto ciò che riguarda i passi fatti lungo l'intero flusso del valore, cosicchè ciascun partecipante possa verificare se le altre aziende si comportino o meno secondo i principi concordati.

E' importante infine sottolineare due cose. Innanzitutto questa rivisitazione riguarda non solo le attività di trasformazione fisica del pezzo, ma anche tutte le operazioni di progettazione e gestione che ne fanno da supporto. In secondo luogo, per definire a quale categoria appartenga un'attività, è importante confrontarsi non con altre aziende di riferimento (concorrenti o simili), quanto all'idea perfetta di "attività a valore aggiunto", eseguendo un benchmarking con un concetto ideale piuttosto che con una realtà esistente.

1.3.3 Terzo principio: far Scorrere il flusso

Dopo aver definito il valore e dopo che il flusso di valore è stato completamente ricostruito eliminando ogni tipo di *Muda*, si arriva a considerare le attività del primo tipo, quelle che creano valore. L'obiettivo è fare in modo che queste attività creatrici di valore *fluiscono* in modo costante e continuo.

L'organizzazione tradizionale delle imprese vede la politica del *Batch and Queue*² come quella più adatta per perseguire scopi di economicità ed efficienza. La divisione per funzioni, la specializzazione del lavoro e i grandi lotti non si adattano però ai nuovi contesti organizzativi che devono far fronte ad un mercato capriccioso, in continuo mutamento e con gusti che cambiano rapidamente.

Le tre tipologie di attività sopraccitate (progettazione, gestione degli ordini e produzione) possono e devono essere fluidificate. Si rende necessario riflettere sui possibili modi di allineare tutti i passi necessari all'esecuzione di un

²L'espressione significa letteralmente «lotti sequenziati da accumuli intermedi» o, più semplicemente, lotti e code.

certo lavoro secondo un flusso costante, stabile e continuo: come organizzare il lavoro, che tipo di attrezzature ideare per facilitarlo, quale struttura creare per facilitare il flusso, che tipo di figure professionali cercare, quale natura debbano avere le aziende e quali siano i legami tra di esse e la società.

Per far fluire il valore è necessario procedere per singoli passi:

1. Concentrarsi innanzitutto sull'oggetto reale (il particolare progetto, il particolare ordine e il prodotto stesso) e non perderlo mai di vista.
2. Ignorare i confini tradizionali delle mansioni, delle professionalità e delle funzioni per creare un'impresa snella, che rimuova tutti gli ostacoli alla generazione di un flusso continuo per un dato prodotto o famiglia.
3. Ripensare le pratiche e le attrezzature riferite allo specifico lavoro per eliminare i flussi a ritroso, gli scarti e le fermate di qualsiasi genere, in modo che le tre aree di lavoro (progettazione, ordine e produzione) possano procedere con continuità.

La chiave di volta per sostenere questo approccio è dare la giusta collocazione a tutte le attività. Innanzitutto la progettazione e la produzione fisica, al contrario dell'attuale tendenza a costruire grandi strutture centralizzate e a dare all'esterno la produzione di un numero crescente di componenti, andrebbero collocate nel luogo più appropriato per servire il cliente. Spesso quindi la produzione in piccoli impianti, che siano vicini al cliente, permette di essere a contatto con le sue esigenze e di far scorrere il flusso in modo continuo, evitando la creazione di grandi magazzini, scorte elevate e movimentazioni massicce tipiche della produzione per lotti.

1.3.4 Quarto principio: Pull

La capacità di progettare, programmare e realizzare esattamente quello che il cliente vuole nel momento in cui lo vuole, permette di dimenticarsi delle previsioni di vendita per fare semplicemente quello di cui i clienti dicono di avere bisogno. Si permette così ai clienti di "tirare" il prodotto dall'azienda

anzichè spingere verso i clienti prodotti spesso indesiderati. Il termine *Pull* indica in sostanza che nessuno a monte dovrebbe produrre beni o servizi fino al momento in cui il cliente a valle li richiede. Le previsioni di vendita risultano utili solamente per il dimensionamento della capacità produttiva e dei depositi, ma, all'atto pratico della fornitura e della produzione, tutto viene gestito in ottica pull.

La Lean Production possiede diversi strumenti per implementare il pull. Il *Kanban*, spiegato in dettaglio nel seguito, ne è un esempio emblematico: in una linea di assemblaggio, solo il contenitore di un pezzo finito a valle della stazione, che viene svuotato, costituisce il segnale per far iniziare la produzione nella stazione a monte. Sarebbe insensato infatti “portarsi avanti” col lavoro producendo pezzi in più che il cliente potrebbe non desiderare.

Nei sistemi gestiti a previsione si verifica che, a seguito di un ordine del cliente a valle, si generi, procedendo a ritroso lungo la catena di fornitura, una domanda fittizia sempre maggiore, ovvero forti ondate di ordini che risalgono il flusso del valore senza alcun nesso con la domanda espressa dal cliente effettivo. A seguito di un ordine del cliente, infatti, il produttore tende ad alzare il livello delle scorte per essere sicuro di possedere il pezzo a seguito di nuovi ordini. Lo stesso faranno i suoi fornitori e così via fino alle aziende produttrici di materie prime. Questo crea una sorta di “effetto frusta” che a monte della catena rischia di far pervenire ordini spropositati rispetto alla reale richiesta del cliente, e per ciò, *Muda*. Tutto questo viene evitato in una gestione “Pull” della produzione, che fa avanzare solo le quantità realmente richieste dal cliente.

Una volta applicato questo principio nella propria azienda, un secondo passo è quello di estendere la metodologia di gestione a ritroso fino alle materie prime. Questo passo è decisamente complesso, perchè spesso ci si viene a scontrare coi numerosi vincoli tecnologici propri delle grandi industrie di processo.

Un altro beneficio immediato che apporta la gestione “Pull” è la stabilizzazione della domanda finale. Questo avviene perché è il cliente che ordina

quello che vuole e non l'azienda produttrice che, per eliminare le scorte dovute alla sovrapproduzione tipica dei lotti, applica delle campagne di sconti e promozioni per forzare la domanda verso un particolare tipo di prodotto.

1.3.5 Quinto principio: la Perfezione

Una volta definito accuratamente il *valore*, identificato il *flusso di valore*, fatto sì che i diversi passaggi *fluiscono* con continuità e che il cliente possa “*tirare*” il valore dell'impresa, ci si accorge che non c'è fine al processo di riduzione degli sforzi, degli spazi, del tempo e degli errori, se si vuole offrire un prodotto che sia sempre più vicino a quello che il cliente vuole. Ci si accorge insomma che la *perfezione* non è un'idea così lontana come sembra. I team di prodotto dedicati, in diretto contatto col cliente, possono infatti trovare il modo di definire sempre più chiaramente il valore e spesso apprendono modalità per innalzare sia il flusso che la trazione esercitata dai clienti stessi.

L'impulso più grande verso la perfezione è forse rappresentato dalla *trasparenza* tra gli enti che compongono un sistema di aziende snello. In una rete di questo tipo ciascuno (clienti, fornitori, distributori, ecc.) può vedere tutto e diventa quindi più facile scoprire nuovi modi per creare valore e per eliminare gli sprechi.

Per perseguire la strada della perfezione, la filosofia Lean invita ad apportare continui miglioramenti al sistema. Questi miglioramenti sono di due tipi: *kaikaku* e *kaizen*. Con *kaikaku* si intende un miglioramento radicale, dovuto, ad esempio, a grandi investimenti in attrezzature, macchinari o sistemi di gestione, mentre i *kaizen* sono una serie di miglioramenti piccoli e graduali che si susseguono in modo continuo. La combinazione continua di *kaikaku* e *kaizen* garantiscono il raggiungimento di miglioramenti infiniti.

1.4 Il Toyota Production System

La filosofia Lean, come già accennato in precedenza, ha le sue radici nel “Toyota Production System”, che nasce in Giappone tra gli anni '50 e '60 per mano di alcuni manager della Toyota, tra cui Sakichi Toyoda, Kiichiro Toyoda, ed in particolare dal giovane ingegnere Taiichi Ohno. Il Toyota Production System è un metodo di organizzazione della produzione derivato da una filosofia diversa e per alcuni aspetti alternativa alla produzione di massa, ovvero alla produzione in serie e spesso su larga scala basata sulla catena di montaggio di Henry Ford. Alla base del TPS si trova l'idea di “fare di più con meno”, cioè di utilizzare le (poche) risorse disponibili nel modo più produttivo possibile con l'obiettivo di incrementare drasticamente la produttività della fabbrica.

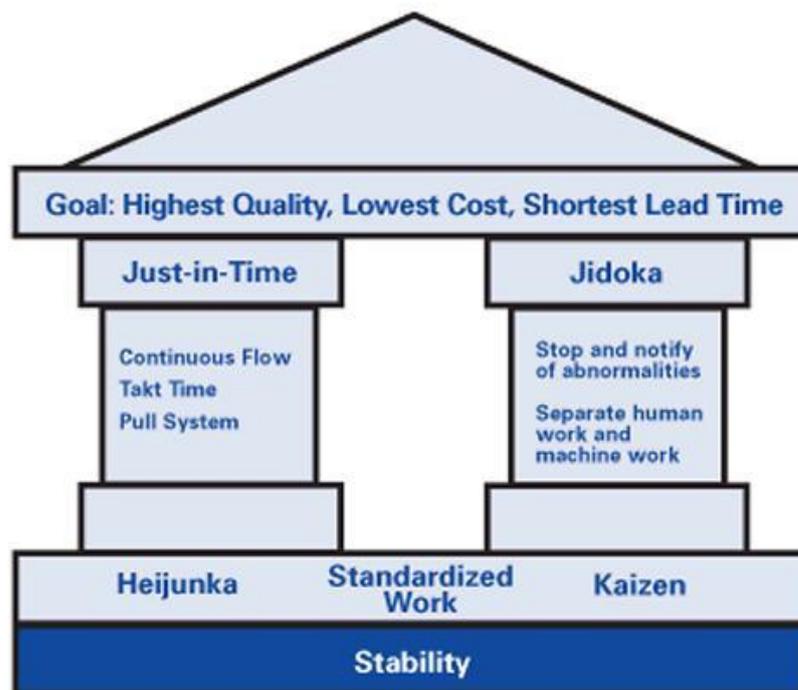


Figura 1.1: La casa del Toyota Production System

Il “Toyota Production System” viene spesso illustrato con una figura che

rappresenta una casa che si fonda su due pilastri: il Just-in-time e il Jidoka (vedi figura 1.1). L'obiettivo di questo sistema di produzione, indicato sul tetto della casa, è di raggiungere la migliore qualità, al prezzo più basso e nel minor tempo possibile. Questo sistema utilizza una serie di strumenti, esposti nel seguito, che seguono tutti il filo conduttore della caccia ed eliminazione degli sprechi (o *Muda* in giapponese).

Per perseguire l'eliminazione del *Muda* si opera su tutti gli aspetti del processo produttivo con un approccio basato sul miglioramento continuo e a piccoli passi, detto Kaizen. Gli straordinari risultati ottenuti utilizzando questa nuova filosofia produttiva hanno portato all'affermazione planetaria del TPS, ribattezzato anche Lean Production (Produzione Snella) per evidenziare l'aspetto di eliminazione di tutto ciò che essendo superfluo appesantisce il sistema generando costi anziché valore.

1.4.1 I sette sprechi

La caccia agli sprechi è il primo dei principi che danno vita a tutti gli strumenti da applicare per la creazione di una "Lean Organization".

Lo spreco è costituito da tutte quelle attività o modi di utilizzare le risorse che non forniscono al prodotto (o servizio) un valore aggiunto. Pertanto, tutto quanto non serve ad incrementare il valore del prodotto come viene percepito dal cliente e per cui il cliente è disposto a pagare, è considerato spreco e, in quanto tale, va eliminato.

Lo stesso Taiichi Ohno fornisce un elenco dei principali tipi di sprechi:

1. **Difetti.** Difetti della Qualità non permettono al cliente di accettare il bene prodotto. Lo sforzo impiegato per creare i difetti è spreco. Nuovi processi per la gestione dello spreco devono essere aggiunti per provare a recuperare una parte del valore dal prodotto che rischia di essere scartato al 100%.
2. **Sovraproduzione.** La sovrapproduzione è la produzione o l'acquisto di un oggetto prima che serva veramente. E' lo spreco più perico-

loso per l'azienda perché nasconde i problemi della produzione. La sovrapproduzione deve essere immagazzinata, gestita e protetta.

3. **Trasporti.** Le movimentazioni, oltre a non aggiungere valore al prodotto, rischiano di danneggiarlo, perderlo, ritardare la sua consegna ecc. Il trasporto non comporta nessuna trasformazione al prodotto che il cliente è disposto a pagare.
4. **Attesa.** Ci si riferisce sia al tempo trascorso dagli operatori in attesa che arrivino le risorse, sia al tempo che aspettano perché il prodotto sia portato alla stazione successiva, sia al tempo perso per settaggi di impianti ed attrezzature o per guasto alle macchine.
5. **Scorte.** Immagazzinare Materia Prima, Semi-lavorati (Work-In-Progress), o Prodotti Finiti, rappresenta un investimento in capitale che non ha prodotto ancora un ricavo. Le scorte, per la Lean Production, sono da ritenersi materiale utilizzato per nascondere problemi relativi all'instabilità del processo.
6. **Movimenti manuali.** Insieme dei movimenti inutili che vengono fatti dagli operatori durante la produzione di un particolare/prodotto.
7. **Eccesso di Performance.** Usare una risorsa più costosa di quanto è necessario per il lavoro, o aggiungere al prodotto features che non servono al cliente.

Le principali cause dei 7 tipi di sprechi sono individuabili nel lay-out male organizzato, nei lead time troppo lunghi, nell'inadeguatezza del processo produttivo, nella manutenzione inadeguata, nelle scarse procedure di lavoro, nella mancanza di formazione del personale, nella scarsa capacità di supervisione, nella errata progettazione del prodotto o del processo produttivo, nella mancanza di indicatori di Performance, nell'inefficiente pianificazione e programmazione della produzione, nell'inadeguatezza delle attrezzature, nella mancanza di organizzazione dello spazio di lavoro e nella qualità dei fornitori.

1.4.2 Just In Time: il primo pilastro del TPS

Un aspetto fondamentale del TPS, finalizzato all'eliminazione degli stock e delle giacenze di materiale in fabbrica, è il Just in time, ovvero un sistema di governo del flusso logistico basato sul concetto di produrre solo quando serve, vale a dire quando si manifesta la domanda del cliente che sta immediatamente a valle seguendo il flusso del processo. Questo modo di organizzare il lancio della produzione, unitamente all'adozione di lotti sempre più piccoli permessi dall'introduzione delle tecniche di set-up rapido (SMED), elimina o riduce drasticamente lo stazionamento del materiale fermo in attesa di essere lavorato, riducendo quindi il tempo totale di attraversamento che passa da giorni a ore.

Nella realtà il Just in Time è l'insieme di accorgimenti e di tecniche che consentono al sistema produttivo di "pulsare come pulsa il mercato" e nello stesso tempo ottenere il minimo livello di sprechi e una *Time Line* sempre più breve.[6]

Il Just in Time è formato da tre elementi:

- Sistema Pull
- Sistema One-Piece-Flow
- Takt Time

Sistema Pull

La produzione di tipo Pull si pone in contrapposizione ai sistemi tradizionali (Push), basati su programmi di produzione fissati in un tempo precedente e quindi inevitabilmente destinati a non rispecchiare l'effettiva domanda. Con il sistema Pull, invece, l'avanzamento del flusso produttivo è guidato dai clienti e non dall'Ufficio Programmazione. Ciò significa che nessuno a monte dovrebbe produrre beni o servizi fino al momento in cui il cliente a valle, sia interno che esterno, non li richiede.

La risposta tradizionale delle aziende al problema della pianificazione della produzione, è stata quella di gestire la complessità con sistemi di previsione e controllo altrettanto complessi. Questi sistemi si propongono di gestire una complessa rete di centri di lavoro, lotti di produzione, code di materiale e coordinazioni tra lavorazioni. Per fare questo ci si appoggia a sistemi informatici che devono disporre di un database costantemente aggiornato. Solitamente il controllo riesce solo parzialmente e il risultato è una lentezza del processo e un grande spreco di risorse.

La risposta della filosofia giapponese è diametralmente opposta rispetto a quella tradizionale. Essa individua in azienda due ruoli fondamentali:³

- *Cliente* che deve richiedere il materiale del quale ha bisogno per soddisfare le richieste di chi ha a valle senza ricorrere a previsioni.
- *Fornitore* che deve predisporre di una scorta tale da soddisfare le richieste del cliente.

Lo strumento pratico che governa questo sistema è il kanban (che in giapponese significa “cartellino”), un sistema basato sulla standardizzazione delle unità prodotte e trasportate e l’uso di un cartellino che accompagna il contenitore.

Il kanban è un sistema di informazione per il controllo delle quantità da produrre in ciascuna fase di lavoro. Si possono individuare diverse tipologie di kanban:

- Kanban di Produzione, che si divide in:
 1. kanban ordine di produzione (per produzione di unità singole)
 2. kanban segnale (per produzione a piccoli lotti)
- Kanban Prelievo:
 1. kanban prelievo (usato tra due linee successive)

³Si veda [6]

2. kanban fornitore (usato tra azienda e fornitore)

Il kanban fisicamente è un cartellino che accompagna i contenitori con i prodotti, corredato da una serie di informazioni:

- il nome del prodotto
- il suo codice identificativo
- la sua posizione di stoccaggio
- la capienza del contenitore
- la descrizione dell'operazione a monte
- la descrizione dell'operazione a valle

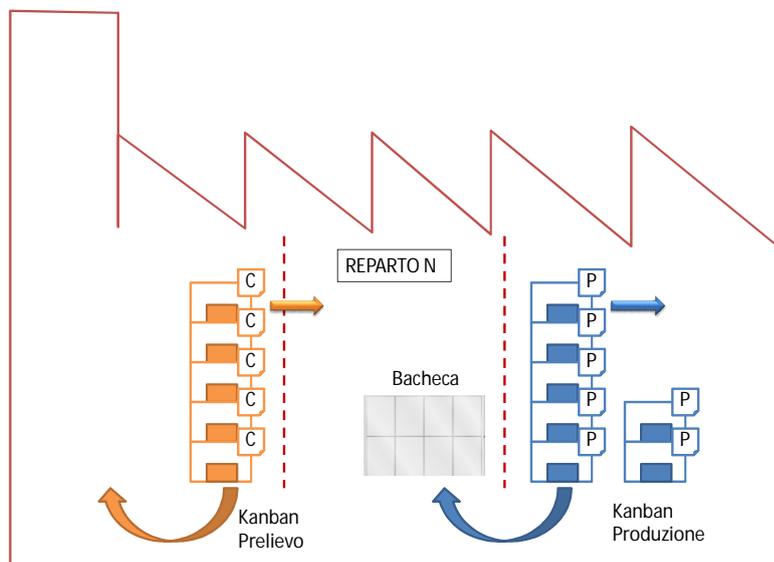


Figura 1.2: Schema di funzionamento del kanban

Supponiamo di considerare un reparto di lavorazione "N", con delle esigue scorte di grezzi e prodotti finiti rispettivamente a monte e a valle, contenute

in dei contenitori dotati ciascuno di un certo tipo di kanban (kanban prelievo per i contenitori a monte, kanban di produzione per i contenitori a valle). Il reparto “N” riceve un ordine di fornire materiale dalla stazione successiva. Deve perciò consegnare parte del materiale che ha lavorato (freccia blu in figura 1.2), stoccato nei contenitori dei prodotti già lavorati (contenitori P). Il kanban di produzione viene staccato dal contenitore prelevato ed inserito nella bacheca del reparto. Esso rappresenta l’ordine di produzione per il reparto “N”. Gli operatori del reparto necessitano di materia prima da lavorare e quindi prelevano i grezzi da lavorare dal piccolo magazzino interoperazionale a monte (contenitori C). I prodotti prelevati, nella quantità prefissata, vengono lavorati. A questo punto il kanban prelievo presente sul contenitore C assume il significato di ordine di prelievo dei prodotti finiti al reparto N-1, mentre il kanban di produzione presente in bacheca viene inserito nel contenitore dei prodotti che hanno terminato la lavorazione. Il livello di scorte a valle del processo è tornato in equilibrio. Il kanban prelievo viene inserito sul contenitore prelevato dal reparto precedente. Insieme al contenitore viene stoccato nell’area immediatamente a monte della lavorazione. Anche in questo caso l’equilibrio è stato ristabilito. Ora a cascata sono i reparti più a monte ad essere non in equilibrio. Il processo sopra descritto si itera in maniera analoga fino ai confini delle lavorazioni interne all’azienda e da qui ai fornitori con il kanban fornitore, seguendo sempre la stessa logica.

Una questione cruciale qualora si progetti un sistema di produzione just in time, riguarda il numero di kanban da mantenere in circolazione. Si tratta di dimensionare correttamente il loro numero per minimizzare il trade off tra oneri legati allo stoccaggio ed oneri legati a possibili mancate produzioni. Il modello ora presentato effettua il dimensionamento del numero dei kanban in funzione del consumo medio dei pezzi da lavorare, calcolati sullo storico del tempo di copertura, cioè il tempo in cui la macchina resta alimentata con i soli pezzi presenti nei contenitori, e dell’aggiunta di una scorta di sicurezza, indispensabile per coprire eventuali aumenti della domanda.

Siano:

M = consumo medio giornaliero dei pezzi (pezzi/tempo)

T = tempo di copertura (tempo)

SS = scorta di sicurezza, espressa in termini percentuali

Q = numero dei pezzi presenti in un contenitore (pezzi/contenitore)

La formula da applicare è la seguente:

$$N = \left\lceil \frac{M * T * (1 + SS)}{Q} \right\rceil$$

NB: M e T devono avere la stessa unità di misura temporale (ore, turno, giorno, settimana).

Peculiarità del Just-in-Time è l'estensione del meccanismo logistico presso i fornitori, che vengono completamente integrati nel sistema Pull. È evidente che il sistema funziona se il materiale fornito è conforme alle prescrizioni di qualità, altrimenti si bloccherebbe: si spiega quindi in questo modo la necessità di un livello altissimo della qualità, come se Just-in-time e Qualità fossero due facce della stessa medaglia.

Sistema One-Piece-Flow

Un pezzo alla volta è la soluzione ottimale per la riduzione della Time Line.[6]

Il sistema One Piece Flow è un modo per organizzare l'avanzamento dei materiali "uno alla volta", con la possibilità di cambiare modello di prodotto ad ogni passaggio. Idealmente noi vorremmo svolgere tutte le operazioni in One Piece Flow. Purtroppo, pur volendo, la tecnologia spesso non ce lo permette. Un primo esempio si ha quando le lavorazioni a monte del processo adottano macchine con Tempi Ciclo troppo lenti per i livelli produttivi dell'assemblaggio. Un secondo caso si ha quando nel processo esiste una lavorazione che ha tempi di set-up inevitabilmente più lunghi rispetto alle altre

fasi. In questa situazione se ci fosse One Piece Flow tutte le altre stazioni sarebbero inattive finché non viene finito il set-up della macchina in questione. Per questo il One Piece Flow è difficile da applicare e ci si rivolge a soluzioni intermedie. Generalmente si possono individuare quattro tipi di produzione:

- **Linea Monoprodotto**
- **Linea a lotti tradizionale**
- **Linea Mix Model**
- **Linea One Piece Flow**

Nella **linea monoprodotto** (figura 1.3) viene prodotta una sola tipologia di codice (A). La linea scorre in continuo senza bisogno di eseguire set-up. E' il caso delle grandi industrie di processo, e di impianti produttivi che prevedono linee dedicate ad un unico prodotto con grandi volumi di vendita.



Figura 1.3: Linea Monoprodotto

Nelle linee a **lotti tradizionali** (figura 1.4) vengono prodotte più tipologie di codice (A e B). Il lancio in produzione avviene “per lotti” di pezzi identici. Tra un lotto e l’altro la linea si ferma per dare tempo alle varie fasi di eseguire il set up delle macchine e al magazzino di eseguire il cambio dei componenti nelle stazioni di assemblaggio.

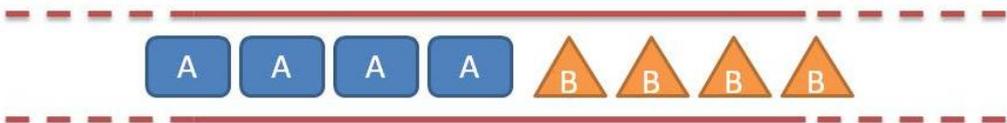


Figura 1.4: Linea a lotti tradizionali

Nella linea **Mix Model** (figura 1.5) vengono prodotti una serie di codici, alternati tra di loro in sequenze prefissate in modo che possano consentire un bilanciamento la linea. E' probabile infatti che i diversi prodotti richiedano tempi di produzione diversi, e per consentire di coordinare le varie velocità a cui deve andare la linea, è opportuno studiare sequenze di prodotti che si alternano tra di loro consentendo alla linea di avere carichi bilanciati sulle fasi.

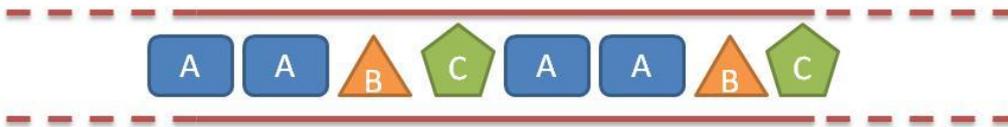


Figura 1.5: Linea Mix Model

Arriviamo infine alla linea **One Piece Flow** (figura 1.6), in cui i prodotti scorrono sulla linea uno alla volta, senza studiare sequenze fisse di produzione, a seconda di quello che è realmente richiesto dal mercato. Questa soluzione, di gran lunga più flessibile delle altre, è applicabile solo quando il set-up delle stazioni può essere eseguito in tempi zero e in assenza di vincoli tecnici e logistici che impediscono di cambiare tipologia di produzione immediatamente.



Figura 1.6: Linea One Piece Flow

Takt Time

Il Toyota Production System ha nel suo DNA la capacità di pulsare come pulsa il mercato. Il Takt Time è il parametro che lega la produzione al mercato. Il Takt Time è un numero che esprime un tempo: in questo tempo

deve essere ottenuta un'unità di prodotto. Si tratta in sostanza del ritmo della produzione.

Il Takt Time si calcola come:

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ totale\ disponibile/giorno}{Richiesta\ del\ cliente/giorno}$$

Il Takt Time non è da confondere con il Cycle Time (Il Tempo di Ciclo Totale), che è il tempo lavorativo necessario al completamento del processo analizzato.

Dalla conoscenza di entrambi si ricava un importante parametro della cella/processo: il numero di operatori necessari.

$$N\ di\ operatori = \frac{Tempo\ ciclo\ totale}{Takt\ Time}$$

1.4.3 Jidoka: il secondo pilastro del TPS

Il termine Jidoka può essere definito come “automazione con un tocco umano”. Il punto fondamentale del Jidoka è che la qualità deve essere costruita nel processo affinché l'output sia: qualità al 100%. Questo obiettivo è il solo accettabile e per essere raggiunto sono necessarie due condizioni:

- l'impianto o la macchina devono fermarsi quando la qualità non è più assicurata
- l'intervento sulla macchina o sull'impianto non deve in nessun modo alterare la qualità dell'output

Per garantire queste due condizioni il TPS propone di introdurre grandi dosi di “intelligenza umana” nel sistema produttivo per ottenere macchine “intelligenti”. Con il jidoka gli impianti e le macchine vengono dotati di dispositivi idonei di fermata, quando si è in condizioni di non-qualità. La fermata

in mancanza di qualità si applica anche alle linee di montaggio manuale. Ogni pezzo è controllato dall'operatore stesso subito dopo la realizzazione, spesso attraverso dispositivi che rendono il processo a prova di errore. Ogni addetto si sente responsabile della propria qualità, e non esistono controlli reciproci. Sia nelle linee manuali che in quelle automatizzate, l'operatore che rilevi un difetto è autorizzato a sospendere la linea, per evitare il proliferarsi delle anomalie. Il problema deve essere rilevato all'istante e l'arresto immediato del flusso consente una più agevole identificazione dell'origine del difetto. L'uomo è al centro del processo e gli operatori sono garanti del risultato finale, con grandi responsabilità operative: un grande divario rispetto al tradizionale approccio produttivo.

Nel Toyota Production System si parla di dispositivi Poka Yoke per impedire l'errore (assenza di qualità) negli interventi dell'operatore sulle macchine e gli impianti. I dispositivi Poka Yoke sono dei semplici accorgimenti che impediscono all'operatore di svolgere delle attività errate rispetto a quelle che dovrebbe eseguire per la produzione di un prodotto, impedendogli di sbagliare. Si tratta quindi di dime, blocchetti di controllo, tamponi di verifica dei fori, contenitori preformati sulle sagome dei componenti da trasportare, sensori collegati a pannelli di allarme, ecc. I migliori creatori di Poka Yoke sono gli stessi operatori e solo loro possono individuare le aree più nascoste dove esiste necessità di Poka Yoke.

Quando le due condizioni, citate nei punti sopra esposti, sono realizzate, si raggiunge l'obiettivo del Jidoka: eliminare il legame rigido tra uomo e macchina. La macchina non ha più bisogno dell'osservazione continua dell'uomo e quindi l'uomo può dedicarsi ad attività a valore aggiunto. Lo sblocco di questo legame è uno dei grandi contributi del nuovo sistema produttivo, che riduce o annulla in gran parte i *Muda* dovuti alle attese degli operatori.

1.4.4 Heijunka

Heijunka è il livellamento di produzione che equilibra il carico di lavoro all'interno della cella produttiva minimizzando, inoltre, le fluttuazioni di fornitura. Gli elementi principali della produzione Heijunka sono:

- Livellamento del volume di produzione
- Livellamento del mix di produzione

La produzione Heijunka assicura la distribuzione uniforme di manodopera, materiali e movimenti.

Heijunka è uno degli elementi più controintuitivi del Toyota Production System. Esso consiste fondamentalmente nel:

- polverizzare il più possibile i lotti di produzione, anche se vi fosse la possibilità di aggregarli
- mantenere costante il volume di output prodotto

Vediamo ora un esempio, tratto da [6], in cui si fa il confronto tra le due realtà produttive: Tradizionale e Pull.

Situazione con produzione tradizionale

Un sistema tradizionale:

- guarda un orizzonte lontano
- raccoglie i fabbisogni dei vari articoli
- minimizza il numero dei vari set-up producendo grandi lotti accumulati

Si prenda in considerazione la tabella 1.1, che descrive la produzione di 3 prodotti, A, B e C, in una politica produttiva a lotti.

Ogni giorno vengono prodotti 700 pezzi.

Il primo lotto (A) viene lanciato Lunedì e termina Mercoledì ($700 + 700 + 600 = 2000$ pezzi di A).

Giorno	Quantità	Codice
Lunedì	700	A
Martedì	700	A
Mercoledì	600	A
	100	B
Giovedì	700	B
Venerdì	200	B
	500	C

Tabella 1.1: Produzione per lotti

Il secondo lotto (B) viene lanciato Mercoledì e termina Venerdì ($100 + 700 + 200 = 1000$ pezzi di B).

Il terzo ed ultimo lotto (C) viene lanciato e termina Venerdì (500 pezzi di C).

La produzione è livellata perchè ogni giorno viene prodotta la stessa quantità di pezzi. In una stessa giornata, però, viene prodotta una sola tipologia di codice o, al più, due.

Situazione con produzione Pull - Heijunka

La produzione Heijunka:

- guarda un orizzonte vicino
- pianifica una sequenza di piccoli lotti standard che ripete con una frequenza proporzionale alle vendite
- consente di modificare la sequenza di produzione in caso di variazione delle vendite
- rivede periodicamente i volumi totali di vendita e regola di conseguenza l'output totale della linea

Un livellamento di tipo Heijunka, può produrre il risultato riportato in tabella 1.2.

Giorno	Quantità-Codice
Lunedì	200 A - 100 B - 100 C - 100 A - 100 B - 100 A
Martedì	200 A - 100 B - 100 C - 100 A - 100 B - 100 A
Mercoledì	200 A - 100 B - 100 C - 100 A - 100 B - 100 A
Giovedì	200 A - 100 B - 100 C - 100 A - 100 B - 100 A
Venerdì	200 A - 100 B - 100 C - 100 A - 100 B - 100 A

Tabella 1.2: Produzione Heijunka

Come si vede in tabella ogni giorno vengono prodotte tutte le tipologie di prodotto in modo che, a mano a mano che la produzione avanza, i primi clienti possono già essere serviti.

I vantaggi di questo sistema si individuano in:

- *Tempi di consegna:* il livellamento non privilegia nessun prodotto in particolare, e tutti tendono ad avere lo stesso tempo di consegna.
- *Magazzini:* poichè i piccoli lotti vengono consumati in tempi brevi e vengono reintegrati da lotti altrettanto piccoli, i magazzini possono essere bassi o non esistere.
- *Risorse a Monte:* Piccoli lotti necessitano di poco materiale per volta. La loro distribuzione nel tempo consente un agevole ripristino del supermarket, che si può mantenere basso e proporzionale al consumo medio.
- *Assorbimento dei picchi di mercato:* il livellamento del mix consente, sul breve termine, di assorbire agevolmente fabbisogni improvvisi.
- *Mancanza di materiale:* in caso mancasse materiale, solo particolari modelli ne verrebbero coinvolti e il lavoro può continuare sugli altri modelli, modificando la sequenza di produzione nel breve termine. All'arrivo del materiale si riprende la produzione dei modelli sospesi, che continuerebbe fino quando il deficit non è stato colmato.

1.4.5 Standardized Work

Il Toyota Production System organizza tutti i lavori attorno al “movimento umano”, e crea una sequenza efficiente di produzione che eviti ogni *Muda*. Il lavoro organizzato in questo modo è chiamato “Lavoro standardizzato”, da non confondere con l’utilizzo di standard durante l’attività lavorativa. Il lavoro standardizzato consiste nell’applicazione di tre concetti:

1. Takt time
2. Working Sequence
3. Standard In-Process Stock

Il **Takt Time**, come già descritto, è il tempo che deve essere utilizzato per produrre un pezzo. Questo meccanismo di scansione del tempo è basato sulla schedulazione mensile della produzione.

Working Sequence si riferisce alla definizione di sequenze di operazioni univoche per uno stesso processo, che porta un operaio a produrre beni di qualità in modo efficiente, riducendo le scorte e i rischi di infortunio o malattia.

Standard In-Process Stock è la quantità minima di componenti che deve essere sempre a portata di mano per la produzione. Essa consente al lavoratore di fare il suo lavoro in modo continuo, eseguendo una stessa sequenza di operazioni ogni volta nello stesso ordine.

1.4.6 Kaizen

Kaizen è la parola che fu originariamente utilizzata per descrivere l’elemento chiave del Sistema di Produzione Toyota col significato di fare le cose nel modo in cui andrebbero fatte. Significa creare un’atmosfera di miglioramento continuo, cambiando il proprio punto di vista e il modo di pensare per fare qualcosa di meglio rispetto a quello che già si fa.

Nell’utilizzo pratico, il Kaizen descrive un ambiente in cui l’azienda e gli individui che vi lavorano si impegnano in maniera proattiva per migliorare

i processi. La base del miglioramento è quella di incoraggiare le persone ad apportare ogni giorno piccoli cambiamenti nella loro area di lavoro. L'effetto complessivo di tutti questi piccoli cambiamenti, nel tempo, diventa significativo, specialmente se tutte le persone ed i loro responsabili si impegnano in prima persona nel seguire questa filosofia.

I miglioramenti, di solito, non sono accompagnati dall'utilizzo di tecniche sofisticate o costose o dall'impiego di materiali particolari. Invece di investire più soldi nell'acquisto di nuovi macchinari o attrezzature, infatti, il Kaizen porta l'organizzazione a fare più attenzione a dettagli importanti che, spesso, vengono trascurati. I manager, dunque, vengono incoraggiati a migliorare l'efficienza delle infrastrutture già esistenti piuttosto che ad investire ulteriori risorse comprandone di nuove.

Capitolo 2

La Galignani

“Vogliamo essere per i nostri clienti un interlocutore di riferimento nella fornitura di attrezzature agricole. Da sempre ispirati dalla terra, offriamo qualità, innovazione e tecnologia per valorizzare e semplificare il lavoro dell’uomo attraverso macchine che rivoluzionano i processi produttivi agricoli.”¹

“Il forte legame con la terra, l’esperienza e la conoscenza del settore agricolo, il credere nelle proprie capacità e la volontà di superare gli ostacoli: sono questi i valori guida a cui ci affidiamo, ponendo il cliente al centro della nostra attività. La continua innovazione tecnologica, presente in tutto il processo produttivo dalla progettazione delle macchine alla costruzione delle stesse fino alla loro commercializzazione e la forte propensione al mercato, sono i punti di forza che ci hanno proiettato su nuove aree consolidando nel tempo una posizione di primo piano a livello internazionale.”²

2.1 Storia dell’azienda

La Galignani nasce a Russi di Ravenna nel 1922 come piccola bottega per le riparazioni d’attrezzi e utensili agricoli. La prima produzione di macchine

¹Mission del gruppo Galignani, da www.galignani.it

²I valori del gruppo Galignani, da www.galignani.it

agricole comincia nel 1930 con le seminatrici.



Figura 2.1: 1945 - Prime macchine seminatrici Gallignani

In occasione della fiera di Verona nel 1957 viene presentata la prima pressa-raccogliatrice e nel 1961 iniziano le prime esportazioni delle macchine. A partire dal 1975 vengono costruite le rotopresse che hanno portato la Gallignani in una posizione fra i leader a livello mondiale. Le macchine per la pressatura e l'imballaggio di prodotti agricoli continuano ad essere oggi il core business dell'azienda.

Nell'aprile del 1997 il Sistema Qualità Aziendale è stato certificato dal prestigioso ente DNV secondo la Norma UNI EN ISO 9001 attestando l'altissima qualità del processo produttivo. Nel luglio del 2002 Gallignani è stata fra le prime ad aver rinnovato la certificazione della propria organizzazione secondo i dettami della nuova normativa Vision 2000, passando così dal concetto di Assicurazione Qualità al Sistema di Gestione per la Qualità, in un'ottica di miglioramento continuo rivolto alla piena soddisfazione del cliente.

Nel 2001 Gallignani acquisisce il pacchetto di maggioranza della ditta SIGMA 4 SPA, apprezzata soprattutto a livello nazionale come produttrice di caricatori frontali.

Nel 2002 viene firmato l'accordo con il gruppo AGCO Corporation per

la fornitura di rotopresse personalizzate con il marchio Massey Ferguson e Fendt e nel 2005 la Galignani aggiunge un altro importante traguardo con la firma dell'accordo di partnership azionaria con LAVERDA SPA, leader italiano nella fabbricazione di mietitrebbia e appartenente al gruppo industriale ARGO.

Attualmente l'organizzazione dispone di uno stabilimento produttivo inaugurato nel 1999 con una superficie di 123.000 m^2 di cui 45.000 m^2 coperti occupando circa 200 addetti.

Oggi il gruppo Galignani conta quattro diverse divisioni:

- **Divisione fienagione:** progetta, produce e commercializza rotopresse, presse tradizionali, presse giganti, minirotopresse, avvolgitori e miniavvolgitori per l'imballaggio dei prodotti insilati.
- **Divisione distribuzione:** per la commercializzazione di prodotti complementari ai macchinari Galignani come ranghinatori, spandivoltafieno, falciatrici, falciacondizionatrici della FELLA.
- **Divisione seminatrici:** progetta, produce e commercializza una gamma completa di seminatrici pneumatiche di precisione.
- **Sigma 4:** specializzata nella costruzione di caricatori frontali, lame apripista e retroescavatori.

Il core business dell'azienda è la produzione di macchine per la fienagione, prodotte per intero nello stabilimento di Russi (RA).

2.2 Cenni sulla fienagione

Prima di passare all'illustrazione delle macchine Galignani, è importante avere le idee chiare sul processo agricolo in cui esse intervengono e sulla tipologia di prodotto che queste possono trattare.

La fienagione è un processo agricolo che consiste nella raccolta del foraggio totalmente o parzialmente essiccato, paglia e residui. Il foraggio include parecchi tipi di vegetale destinati all'alimentazione del bestiame, mentre la paglia è costituita dai residui della trebbiatura del riso o del grano. I prodotti vegetali possono essere raccolti in modi diversi a seconda della destinazione finale:

- Raccolta di foraggio verde (con un contenuto d'acqua che arriva al 70-80%) per l'alimentazione diretta;
- Raccolta di foraggio verde per l'insilamento;
- Raccolta di foraggio affienato in campo o semi-affienato con successiva essiccazione forzata (detta anche fienagione tradizionale, il contenuto d'acqua è del 20% circa per prodotti affienati e fino al 50% per prodotti semi-affienati).

Le operazioni che riguardano la raccolta del **foraggio verde** sono, nell'ordine:

1. Falciatura
2. Raccolta
3. Carico
4. Trasporto
5. Scarico nei punti di alimentazione del bestiame

La falciatura (o taglio) consiste nel recidere alla base gli steli dell'erba nella maniera più netta possibile.

Solitamente per la raccolta del foraggio verde per l'alimentazione diretta, si utilizzano delle macchine uniche, dette "falciatrice-trinciatrici" (o FTC), dotate di cassone di stoccaggio. Tra i prodotti raccolti in questo modo è frequente l'erba medica.

L'**insilamento** consiste nel conservare il foraggio sotto forma umida per ottenere delle fermentazioni microbiche anaerobiche in silo. Il ciclo di trattamento del verde per l'insilamento si compone di:

1. Falciatura
2. Trinciatura
3. Caricamento
4. Trasporto
5. Riempimento del silo
6. Copertura del silo

In alternativa all'utilizzo del silo, si può operare senza trinciatura mediante la tecnica della fasciatura di balle cilindriche con materiale plastico (polietilene non trasparente). Per avvolgere le balle si utilizzano macchine avvolgitrici, presenti tra l'altro nella gamma dei prodotti Gallignani.



Figura 2.2: Balla avvolta da un avvolgitore per insilato

Infine la **fienagione tradizionale**, utilizzata anche per trattare la paglia, si compone di:

1. Falciatura
2. Condizionamento
3. Andanatura
4. Spanditura del foraggio fino all'ottenimento del prodotto secco finale e ri-andanatura
5. Raccolta e pressatura in balle

Falciatura e condizionamento, spesso eseguite dalla stessa macchina, consistono nel taglio e nello schiacciamento degli steli in modo da facilitare l'essiccazione del foraggio. Le macchine lasciano il prodotto disposto su andane, cumuli di foraggio in strisce sul campo, per impedire il rinvenimento in condizioni notturne o di pioggia. A questo punto intervengono i ranghinatori, che rivoltano il prodotto per favorire il passaggio d'aria e l'essiccazione ridisponendolo poi in andane. La successiva operazione è quella di raccolta e pressatura del prodotto tramite macchine dette "Presse tradizionali" o "Rotopresse", a seconda che si voglia ottenere una balla quadrata o cilindrica.

2.3 Le macchine Gallignani per la fienagione

La gamma di macchine Gallignani per la fienagione comprende:

- **Presse tradizionali e Big Balers** per balle rettangolari di piccole e grandi dimensioni.
- **Rotopresse a camera fissa** per balle cilindriche
- **Rotopresse a camera variabile** per balle cilindriche
- **Avvolgitori**
- **Mini Rotopresse e Mini Avvolgitori**
- **Macchine combinate Rotopressa-Avvolgitore**

Tutti questi prodotti, ad eccezione delle Big Balers, vengono prodotte nello stabilimento di Russi. I prodotti di punta della gamma Gallignani sono le Presse tradizionali e le Rotopresse (o Round Balers) a camera fissa e a camera variabile.

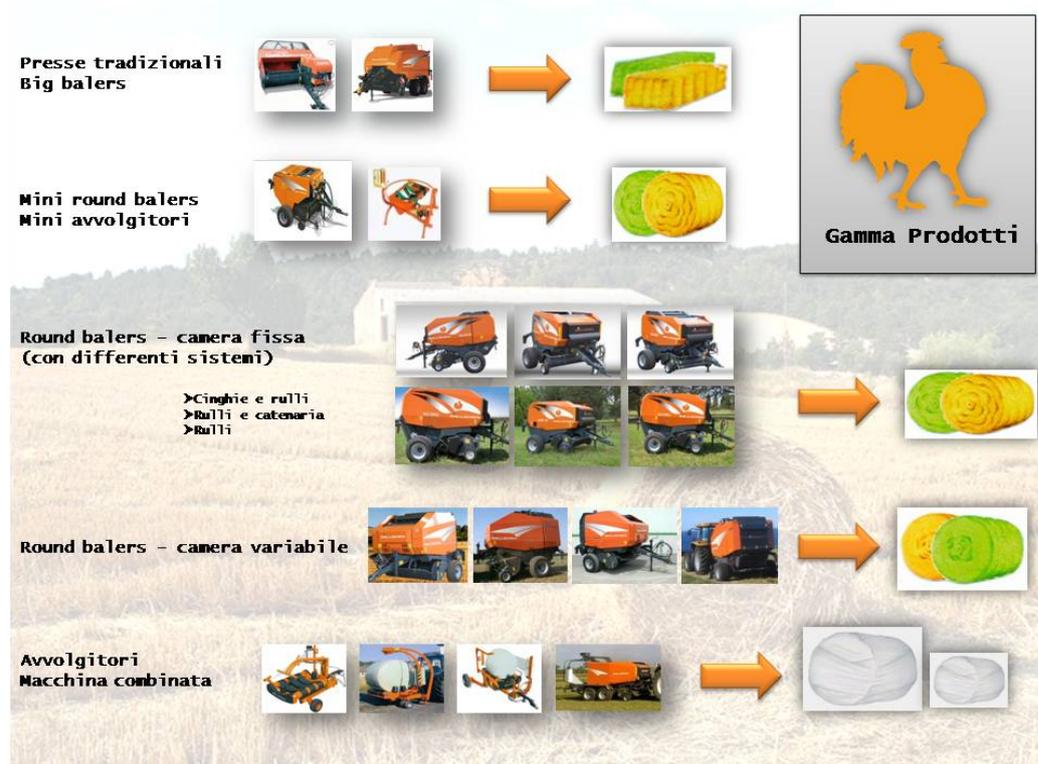


Figura 2.3: La gamma dei prodotti Gallignani per la fienagione

2.3.1 Presse Tradizionali e Big Balers

Le **presse tradizionali** raccolgono il fieno disposto sul campo in andane e già affienato, con percentuali di umidità che non superano quindi il 25%. La macchina viene trainata da un trattore che corre lateralmente lungo l'andana, così da non doverla calpestare. Le balle tipicamente hanno dimensioni di 460mm x 360mm x 1000mm e un peso che va dai 25 ai 45 kg a seconda della densità prescelta. Il moto degli organi interni della macchina avviene

per il collegamento della stessa alla presa di forza del trattore tramite albero cardanico.

Gli elementi principali che costituiscono una macchina imballatrice sono:

- *Pick-up* (o *raccoglitore*)
- *Alimentatore*
- *Camera di compressione*
- *Legatore a filo*



Figura 2.4: Pressa 5690

Il *Raccoglitore* è costituito da denti metallici montati su un tamburo rotante che sollevano il prodotto dal terreno e lo passano all'alimentatore. La larghezza del raccoglitore (misurata come distanza tra il primo e l'ultimo dente) varia da 1,55 a 1,80 metri.

L'*alimentatore*, costituito da coclee e forche oscillanti, trasporta il prodotto alla bocca di immissione, dove appositi denti infaldatori lo spingono all'interno della camera di compressione.

Nella *camera di compressione* entrano in azione dei pistoni che comprimono il prodotto tramite un moto alternativo con frequenza di circa 60-120 colpi al minuto. La densità della palla è variabile a seconda della regolazione della convergenza della camera, che determina la resistenza al movimento della palla stessa all'interno della camera.

In uscita la palla rimane a contatto con un disco a forma di stella, che, ruotando al passaggio della palla, misura la lunghezza della stessa. Quando viene raggiunta la lunghezza impostata viene attivato il meccanismo di *legatura* della palla, costituito da un meccanismo che permette di intrecciare rapidamente un filo (generalmente di materiale plastico ma a volte anche metallico) attorno ad essa. La macchina procede nel lavoro in modo continuo senza interruzioni, poichè la palla pronta viene espulsa per il sopraggiungere di quella successiva che la spinge fuori dalla camera.

La capacità operativa di lavoro di queste macchine si aggira attorno alle 2-3 t/h.

A questo punto le balle pronte vengono rimosse dal campo tramite trattore munito di forche frontali e stoccate in appositi magazzini.

Le **Big Balers**, impiegate per lo più per la pressatura di paglia e fieno destinati alla commercializzazione, si possono raggiungere dimensioni molto maggiori, fino a circa 1220mm x 1290mm x 2400mm. Anche queste macchine sono trainate e necessitano di trattori con potenza di 70 kW per balle medie e fino ad oltre 100 kW per balle giganti.

Il ritmo di lavoro si aggira attorno alle 20 balle l'ora del peso di 1000kg cadauna. La capacità operativa di lavoro può arrivare quindi alle 20 t/h. Questa tipologia di macchina si adatta alle grandi distese presenti tipicamente nel continente americano.

2.3.2 Round Balers a camera fissa

Le rotopresse si possono considerare un'evoluzione delle presse tradizionali. La palla cilindrica, infatti, possiede alcuni importanti vantaggi rispetto a



Figura 2.5: Round Baler a camera fissa CH52

quelle a sezione rettangolare. In primo luogo le balle cilindriche possono raggiungere dimensioni e densità maggiori, il che si traduce in una riduzione del numero di balle prodotte rispetto alle presse tradizionali. Questo comporta notevoli vantaggi in fase di movimentazione, trasporto e accatastamento del prodotto. In secondo luogo la forma cilindrica della palla consente, in caso di pioggia, lo scivolamento dell'acqua lungo le sue pareti compatte e proprio per questo non necessitano di una tempestiva raccolta.

Le Round Baler a camera fissa sono costituite da:

- *Pick-up* frontale (o *raccoglitore*)
- *Alimentatore*
- *Camera di compressione* cilindrica di dimensioni costanti
- *Legatore* a filo o rete

Il *pick-up*, disponibile in varie larghezze, è costituito, come per le presse

tradizionali, da denti metallici montati su un tamburo rotante che sollevano il prodotto dal terreno e lo passano all'alimentatore.

L'*alimentatore*, uno degli organi principali di questo tipo di macchine, può essere di cinque tipi diversi:

1. **Infaldatore semplice:** meccanismo costituito da una fila di forche oscillanti montate su un albero e guidate da una camma che spingono il prodotto all'interno della camera di compressione.
2. **Infaldatore doppio:** meccanismo simile al precedente con doppia fila di forche oscillanti (brevetto Galignani).
3. **Alimentatore rotativo:** meccanismo costituito da un rotore cilindrico dotato di pinne che ruotando attorno al suo asse con moto continuo spinge il prodotto all'interno della camera.
4. **Supercut:** dispositivo di taglio e spinta del prodotto nella camera, costituito da 14 coltelli e un rotore cilindrico dotato di 14 coppie di pinne. Durante il moto del rotore il coltello passa attraverso la coppia di pinne tagliando il prodotto e spingendolo poi all'interno della camera.
5. **Powercut:** dispositivo di taglio e spinta del prodotto analogo al precedente, dotato di 25 coltelli per un taglio più sottile del prodotto.

La *camera di compressione*, di forma cilindrica, è costituita da una parte anteriore fissa ricoperta di rulli che ruotano con moto continuo attorno al proprio asse, e da una parte posteriore mobile che viene aperta verso l'alto per lo scarico della balla sul terreno. Le Rotopresse a camera fissa sono distinte in due grandi famiglie a seconda della composizione della parte mobile della camera, la quale può essere costituita da rulli come la parte anteriore (nel caso si trattino per lo più prodotti umidi), o da una catenaria con barre di metallo (nel caso di utilizzo per prodotti meno umidi, come insilato o paglia).

Il ciclo di lavoro della macchina, illustrato nella figura 2.7, si può riassumere nei seguenti passi. Il prodotto, dopo essere stato alzato dal pick-up,

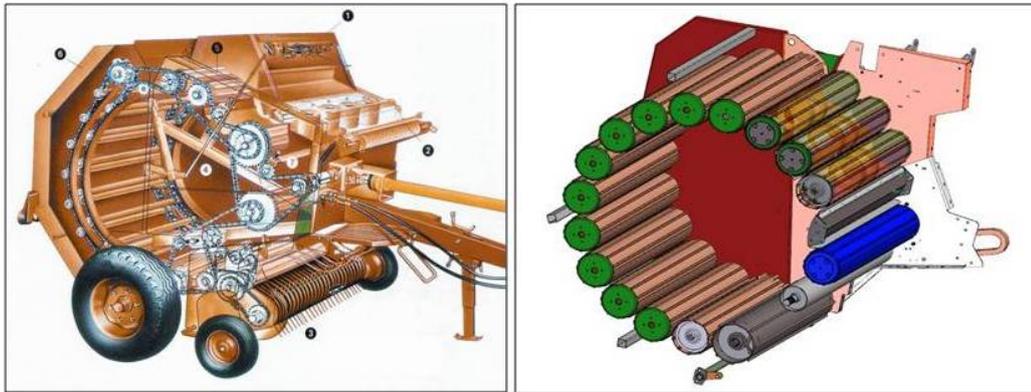


Figura 2.6: Camera fissa a catenaria e a rulli

viene spinto (ed eventualmente tagliato) dall'alimentatore nella camera di compressione e si avvolge liberamente fino al suo riempimento (riquadro 1). A questo punto, tutta la massa introdotta è sottoposta a rotazione, e gli strati esterni del prodotto vengono pressati progressivamente verso il centro della palla in formazione (riquadro 2). Quando la densità richiesta è stata raggiunta, la macchina si arresta e il sistema di legatura (a filo o rete) avvolge la palla ancora in rotazione (riquadro 3). La pressione richiesta viene misurata come forza sui ganci che tengono chiuso il portellone. A legatura terminata, la parte posteriore della camera di compressione viene aperta a comando dell'operatore o automaticamente e la palla espulsa sul terreno (riquadro 4).

Le balle prodotte con macchine a camera fissa vengono dette “a cuore tenero” perchè la pressatura, che comincia quando la camera è completamente riempita, avviene soprattutto sulla superficie esterna. Il nucleo meno denso può risultare utile nel caso di conservazione di fieno non ben secco o da sottoporre ancora a essiccazione artificiale. Questo tipo di palla è riconoscibile dalla caratteristica forma a stella del centro.

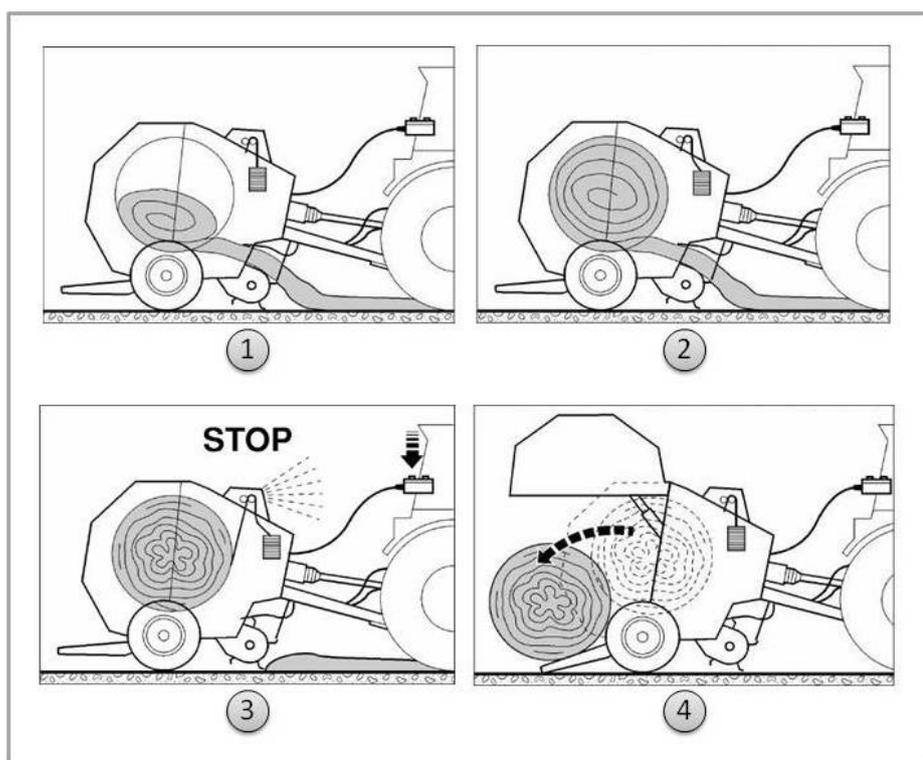


Figura 2.7: Sequenza di funzionamento sul campo - Round Baler camera fissa

2.3.3 Round Balers a camera variabile

Le Rotopresse a camera variabile si differenziano da quelle a camera fissa per la composizione della parte mobile, in questo caso non più formata da rulli o catene, ma da cinghie in gomma piatte e parallele, azionate da una serie di rulli disposti alla periferia della camera. Il volume della camera è individuato dal percorso che compiono le cinghie al suo interno: all'inizio del ciclo le cinghie sono a riposo, ripiegate mediante un braccio di tensionamento in modo da lasciare a disposizione del primo materiale introdotto un volume limitato ma sufficiente per la formazione del nucleo della palla (riquadro 1). Poi, quando il materiale viene progressivamente raccolto, la palla cresce di dimensione e spinge le cinghie verso le pareti della camera, aumentandone le dimensioni (riquadro 2). Quando la palla raggiunge la dimensione massima si trova circondata dalle cinghie (riquadro 3). A questo punto interviene il meccanismo di legatura che, analogamente al caso delle camere fisse, può essere a filo o a rete. Infine la palla viene espulsa tramite sollevamento della camera posteriore.

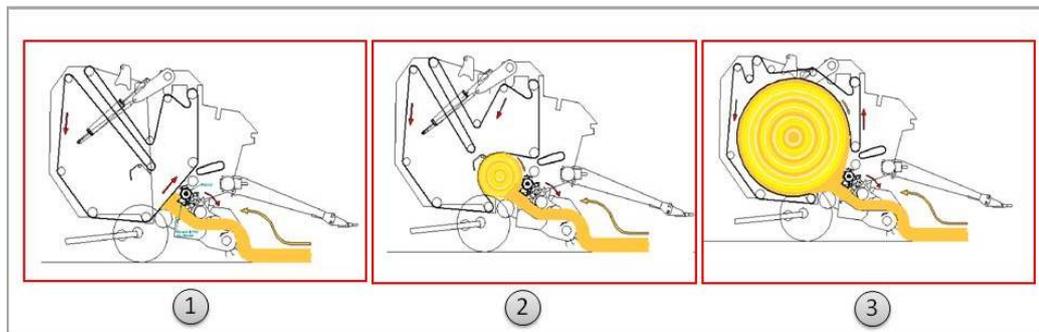


Figura 2.8: Sequenza di funzionamento sul campo - Round Baler a camera variabile

A differenza delle altre rotopresse, la compressione del prodotto è uniforme e costante per tutta la fase di formazione della palla. Per tale motivo questa tipologia di palla viene detta “a cuore duro”, e si presenta con la ca-

ratteristica forma a spirale nel centro, ad indicare strati progressivamente compressi.

Le cinghie delle macchine a camera variabile sono solitamente cinque, affiancate l'una con l'altra, di lunghezza di circa 15 metri cadauna. Il numero dispari di cinghie consente di averne una nel mezzo per evitare la creazione di una cresta centrale sulla superficie della balla. Le cinghie, infine, possono essere giuntate con un perno, se più economiche, o "endless", più costose ma con migliori prestazioni. In questo tipo di macchine è possibile formare balle anche senza aver raggiunto il diametro massimo, raggiungendo quindi la dimensione preferita. E' possibile inoltre impostare 3 livelli di densità diversa per ogni balla agendo sulla centralina di comando posta nel trattore, la quale regola la tensione dell'organo tenditore che oppone resistenza all'allargamento delle cinghie verso la parete interna della macchina. Il quadro di comando è provvisto sovente di indicatori di riempimento della camera, in modo che il conducente possa guidare la macchina sull'andana per realizzare una pressatura omogenea.

La capacità operativa di lavoro di queste macchine si aggira sulle 15-30 balle/ora con un peso variabile da 300 a 1500 kg/balla, a seconda del tipo di prodotto e delle condizioni di raccolta. La potenza mediamente assorbita si aggira sui 25-30 kW, e per ciò occorre l'accoppiamento con trattatrici di 40-50 kW di potenza massima al motore.

2.4 Lo stabilimento di Russi e il sistema produttivo attuale

Tutte le macchine Gallignani, fatto salvo per le Big Balers, vengono costruite ed assemblate per intero nello stabilimento di Russi. Lo stabilimento ha una superficie di 123000 m^2 di cui 45000 m^2 coperti e occupa circa 180 addetti. Gallignani produce in totale più di 25 modelli di macchina differenti per la fienagione, ciascuno con un'ampia serie di varianti. La produzione, basata su previsioni di vendita future, è di tipo "a lotti" di dimensione eco-

nomica di 60 macchine circa. Una particolarità del prodotto dell'azienda è la sua forte stagionalità: nelle zone europee le macchine vengono utilizzate in campo da maggio a settembre, quindi il 70% delle vendite è concentrato nei mesi primaverili, a meno di qualche piccola commessa per l'emisfero australe. Questa tipologia di produzione comporta elevati tempi di set-up (solitamente l'allestimento del nuovo lotto richiede due giorni lavorativi). Inoltre la vasta gamma, tra l'altro in continua espansione, rende necessaria una produzione con lotti sempre più ridotti, il che rende non economica la scelta della filosofia produttiva "a lotti".

Il reparto di montaggio comprende 3 linee trainate da una catena a moto continuo. Inoltre tra la Linea 2 e la Linea 3 sono presenti delle fasi di pre-montaggio di "blocchi" di componenti, il cui assemblaggio è stato portato fuori dalla linea per la necessità di maschere particolarmente ingombranti o per i tempi di montaggio troppo lunghi. Nella linea 1 vengono lanciati i lotti di macchine Round Balers a camera fissa, sia a rulli che a catenaria. Nella Linea 2 Round Balers a camera variabile. Nella linea 3 principalmente Presse Tradizionali e, all'occorrenza, Avvolgitori, Mini-Avvolgitori e Mini-Balers.

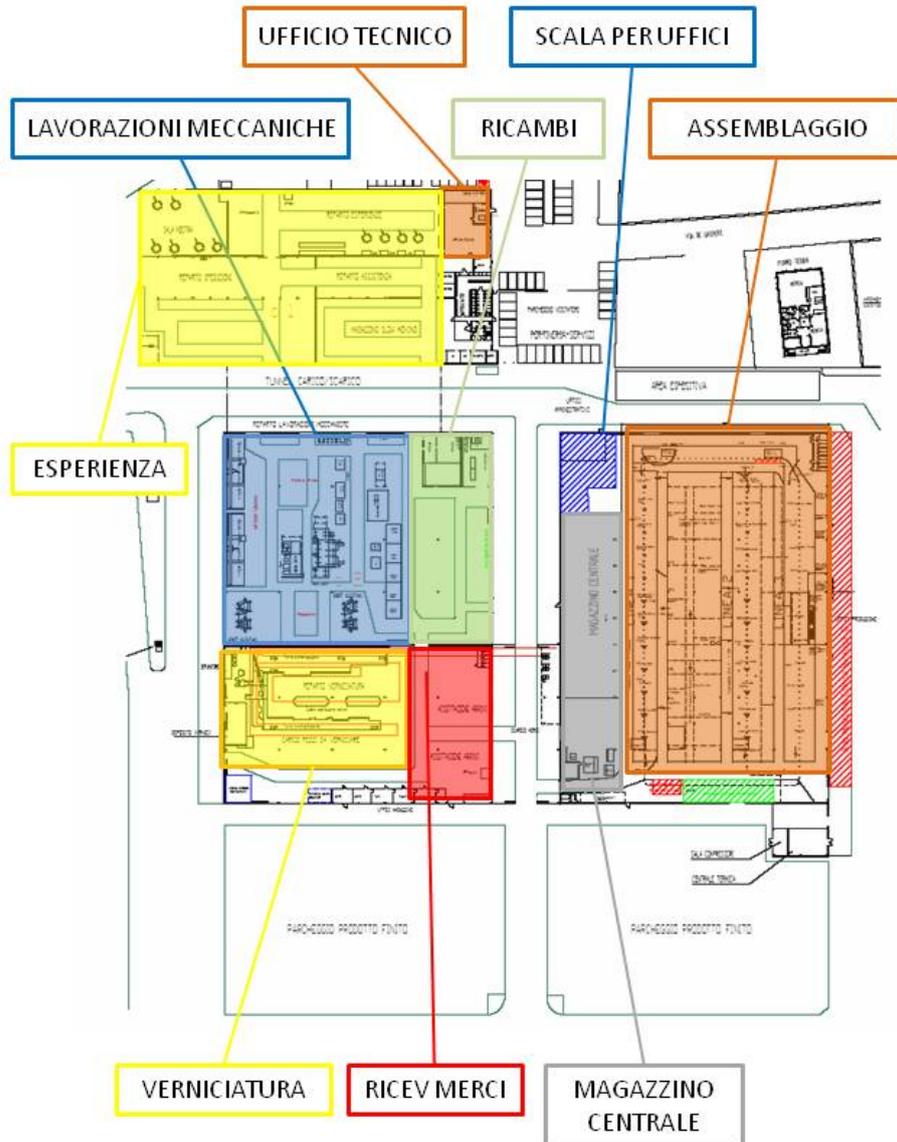


Figura 2.9: Lay-out stabilimento

Capitolo 3

Il progetto Lean in Gallignani

3.1 Il cambio di rotta

Durante tutta la sua storia la Gallignani ha basato il suo successo sull'esperienza, la qualità e la specificità dei prodotti proposti per l'agricoltura. La produzione "a lotti" è sempre stata la metodologia produttiva prescelta dalla Gallignani, poichè si sposava bene con la sua strategia di produrre grandi volumi di macchine dello stesso modello. Negli ultimi anni, tuttavia, l'evoluzione tecnologica e le esigenze di mercato hanno portato Gallignani ad ampliare la sua gamma introducendo nuovi modelli e nuove varianti per rispondere al meglio alle esigenze mutevoli dell'agricoltore. Questi cambiamenti hanno reso sempre meno conveniente e, negli ultimi anni, decisamente anti-economica, la produzione per lotti che costringeva l'azienda a "ingessare" la produzione su certi modelli di macchina fino a che il lotto non era completato. Per riuscire a garantire al cliente la disponibilità di molti modelli diversi si era inoltre dipendenti dalle previsioni di vendita dell'ufficio commerciale, che sono sempre più difficili da eseguire dato il costante e consistente aumento di varianti per ogni modello da prevedere. I modelli di macchina prodotti venivano messi a piazzale in attesa dell'ordine del cliente e prima della consegna, che avveniva spesso dopo parecchi mesi (se non parecchi anni) dalla fine della produzione, la macchina doveva essere presa nuovamente in mano,

o per delle modifiche richieste del cliente, o semplicemente per dei ritocchi necessari per riparare ai piccoli danni che causano le intemperie alla macchina (soprattutto sui carter) dopo essere state ferme a piazzale per parecchio tempo.

Un altro problema fondamentale di questa politica era l'ingente quantità di materiale da mettere a magazzino perchè l'azienda fosse pronta a mettere in produzione un lotto di macchine di un certo tipo. Se questo si unisce al fatto che le varianti di macchine (in continuo aumento) sono più di 100, si può ben immaginare il valore enorme contenuto a magazzino. Questo valore si traduce in costo dal momento in cui l'azienda è costretta ad immobilizzare del capitale indebitandosi con banche e finanziatori. Inoltre si pensi allo spreco che veniva prodotto quando, a seguito di una modifica su un disegno eseguita dall'ufficio tecnico, tutti i pezzi usati per il lotto dovevano essere rottamati e altrettanti nuovi dovevano esserne prodotti.

Tutti questi fattori (che sono solo i principali di una lunga serie) hanno portato l'azienda a decidere per una svolta radicale del suo sistema di organizzazione e produzione, e di avviare dei progetti che si snodino su vari ambiti, seguendo i principi della "Lean Production". Tra questi si citano:

1. Progetto Qualità
2. Progetto Free Pass fornitori
3. Progetto Linea e Premontaggi
4. Progetto Lavorazioni meccaniche
5. Progetto Formazione
6. Progetto Comunicazione

I progetti individuati sono stati programmati, e sono tuttora in corso d'opera, con l'aiuto di una società di consulenza (*Asset* di Milano) con la quale si stanno implementando i principi della Lean Production. In seguito verranno descritti i progetti riguardanti l'area logistica e produttiva, con particolare

attenzione al progetto n. 3, di riconfigurazione delle fasi di premontaggio e della linea, verso i quali si è rivolto il mio lavoro di tesi. A livello organizzativo mi sono inserito nel Team, trasversale alle funzioni aziendali classiche, che guidava l'azienda nella transizione al nuovo sistema produttivo.

Per programmare le varie fasi dei progetti sopra elencati, è stato redatto un diagramma di Gantt, mostrato in allegato A.5. In esso sono state elencate tutte le attività di cui si componeva ogni progetto e sono stati assegnati i lavori individuati ai membri del team. Il diagramma di Gantt (compilato su foglio elettronico) ha fatto da base per la costruzione di un secondo diagramma, su foglio A0 con post-it di diverso colore che rappresentano le attività e l'avanzamento. Il diagramma è stato appeso nell'ufficio del responsabile della produzione, sede degli incontri del team, in modo che fosse visibile a tutti per tenere presente l'obiettivo generale del progetto e il punto del percorso che si stava affrontando.



Figura 3.1: Planning delle attività del Progetto Lean per l'area produttiva

3.2 Il progetto Lean per l'assemblaggio

L'**obiettivo** che Gallignani si è data nell'intraprendere il progetto Lean Production, è quello di creare un'azienda snella, pronta a reagire in tempi rapidi al mercato tramite la produzione di più modelli di macchina diversi lo stesso giorno, sulla stessa linea. Per fare questo si propone di riconfigurare il tipo di produzione passando da politica "a lotti" a produzione "a flusso tirato", ridisegnando quindi la gestione interna dei materiali e costruendo delle solide relazioni di fornitura che permettano una gestione snella del flusso logistico in entrata all'azienda, con consegne più piccole e più frequenti (Just In Time). Con tali cambiamenti l'azienda vuole eliminare il magazzino e tutti gli oneri finanziari che ne conseguono, creando un punto di disaccoppiamento snello tra fornitori e impianto di produzione, il cosiddetto "Supermarket". Il progetto di transizione alla Lean è stato avviato per la linea 2 e i relativi premontaggi. Su questa linea è ora possibile produrre, grazie ad un grande lavoro di standardizzazione dei componenti ad opera dell'ufficio tecnico, Round Balers sia a camera fissa che a camera variabile.

3.2.1 Il flusso dei materiali nello stabilimento

Il vecchio flusso logistico dei materiali prevedeva un magazzino centrale (trilaterale) e vari magazzini collaterali (magazzino verticale Modula, depositi esterni e interni dislocati in varie posizioni), attraverso i quali transitavano tutti i materiali prima di arrivare in linea. Le parti messe a stock provenivano sia da fornitori esterni (pezzi commerciali o componenti a disegno) che dall'interno, dal reparto lavorazioni meccaniche (dotato anch'esso di un proprio magazzino), dopo l'operazione di verniciatura del pezzo. Nel momento in cui veniva lanciato l'assemblaggio di un nuovo lotto, il magazzino centrale riforniva le linee portando tutto l'occorrente per produrre il lotto intero all'interno delle stazioni di assemblaggio. Questa operazione di cambio lotto richiedeva in genere fino a due giorni lavorativi di fermo linea. Quando poi, durante la lavorazione, era necessario che dei componenti venissero assemblati con l'a-

iuto di presse, come nel caso di accoppiamenti tra ingranaggi e cuscinetti, i pezzi sciolti venivano portati a mano dall'operatore alla macchina pressatrice più vicina, pressati, e riportati indietro assemblati.

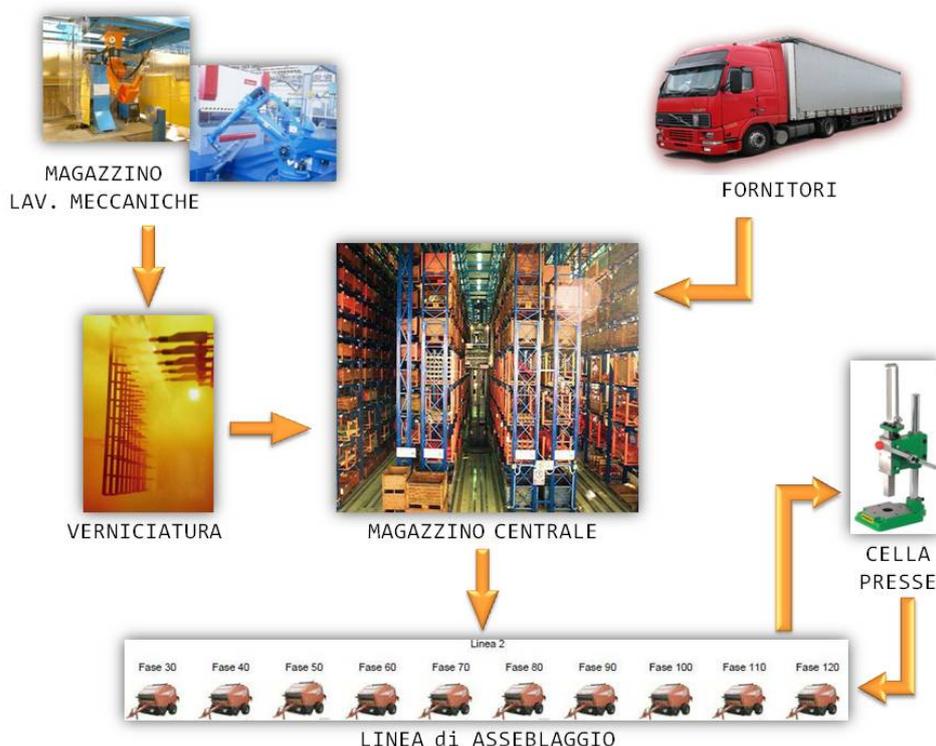


Figura 3.2: Flusso logistico interno dei materiali prima del progetto

Uno dei passi fondamentali del progetto Lean è quello di rivedere completamente la gestione del rifornimento alle linee rendendolo più flessibile e snello, e permettendo di assemblare le macchine appena vengono “tirate” dal cliente finale, senza aspettare la fine del lotto precedente e senza perdere giorni per effettuare cambi lotto. Per fare questo, in primo luogo è importante che nelle stazioni (o fasi) di assemblaggio non siano presenti solamente i componenti per fare un lotto di un unico tipo di macchina, bensì pochi pezzi per ogni variante di macchina che può essere assemblata in quella stazione. Si decide quindi di dotare la stazione di un certo numero di componenti che consenta di non fermare la produzione per un certo periodo di tempo (che,

come verrà descritto in seguito, nel nostro caso corrisponde a due giornate lavorative).

Il rifornimento alle linee avviene con due tipi di gestione diverse:

- a **Kanban**: in linea sono presenti generalmente due contenitori pieni per ogni codice; appena uno è vuoto viene prelevato dai magazzinieri, riempito al Supermarket e infine riportato in linea. Questi pezzi vengono inseriti in cassette e contenitori standard.
- **Syncro**: i pezzi ingombranti, molto costosi o verniciati, vengono chiamati in linea solo quando servono, cioè quando il piano di produzione, congelato di settimana in settimana, indica la produzione di questo tipo di macchina. Per contenere questi pezzi vengono generalmente studiati contenitori speciali che si adattano alla morfologia del componente.

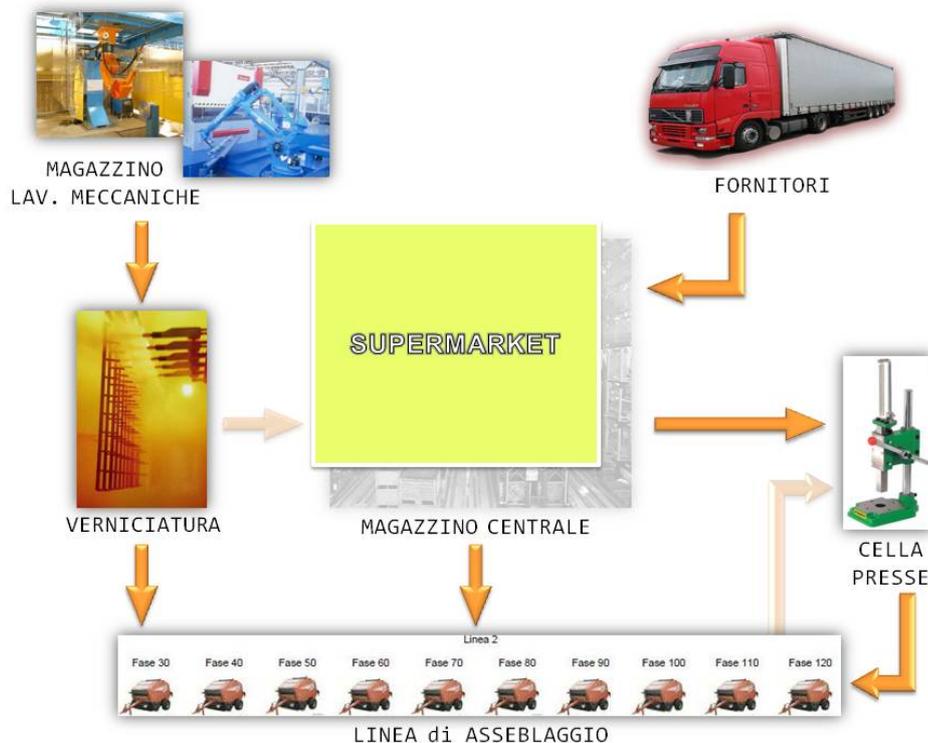


Figura 3.3: Nuovo flusso logistico interno dei materiali

Come si vede in figura 3.3, i pezzi provenienti dal magazzino delle lavorazioni meccaniche, i quali vanno sempre trattati con verniciatura grigia, non passano più da magazzino e vengono verniciati solo quando il piano di produzione prevede l'assemblaggio di quel componente. Il lead time di verniciatura è circa 4 ore, quindi è necessario "ordinare" i pezzi il giorno prima dell'assemblaggio tramite appositi cartellini *kanban*. Dopo essere stati scaricati in contenitori adatti alla loro morfologia, i pezzi verniciati vengono portati direttamente in linea.

E' previsto che in futuro il magazzino centrale venga smantellato per lasciare posto al Supermarket, punto di disaccoppiamento tra fornitori e linea, nel quale vengono riempiti i contenitori *kanban* da portare in linea. Il nome "Supermarket" deriva dalla particolare morfologia che assume questo tipo di magazzino e dall'utilizzo che ne viene fatto, simile in tutti gli aspetti a un supermercato. Il rifornimento dei materiali viene fatto prelevando da questo magazzino, organizzato per celle a seconda della fase di assemblaggio che servono, tutti i codici per riempire le cassette vuote, gesto che evoca il prelievo della merce a scaffale tipico della "spesa" in un supermercato. La creazione del Supermarket verrà descritta nei capitoli successivi.

In ultima analisi, si prevede di raggruppare tutte le macchine pressatrici presenti in azienda in un'unica "cella presse" all'interno dello stabilimento, nella quale conferiscano tutti i componenti da pressare. La nuova cella presse sarà un ulteriore fornitore interno delle linee per il riempimento di contenitori *kanban* a Supermarket.

3.2.2 La gestione dei materiali in base al valore

La riorganizzazione del flusso dei materiali è stato uno dei punti centrali dello studio, ricorrente in molte delle riunioni decisionali svolte assieme alla società di consulenza. Punto focale del problema era stabilire come dovevano essere gestiti i materiali lungo tutta la loro catena logistica, a partire dai fornitori fino ad arrivare al rifornimento del materiale in linea. Il flusso del valore di ogni codice andava riorganizzato tenendo conto del suo valore, del peso,

della sua tipologia, del tipo di fornitore (compresa la sua collocazione geografica e il suo lead time di consegna e produzione), della criticità del pezzo per il prodotto finito, dei suoi ingombri, ecc. Le decisioni devono riguardare tutti i passaggi in cui si muove un codice fino al suo arrivo in linea: gestione presso il fornitore esterno (o interno), gestione della ricezione della merce a magazzino, gestione del rifornimento sulle linee. Il parametro fondamentale che discrimina tra le diverse tipologie di gestione deve essere naturalmente il “valore” del codice, poichè, oltre ad essere un indicatore dell’importanza e della strategicità del codice per l’azienda, ad esso sono collegate molte scelte di natura finanziaria che risultano fondamentali per ottimizzare le risorse ed eliminare gli sprechi.

Innanzitutto si è proceduto ad una distinzione di fondo. Tutti i codici sono stati raggruppati in due grandi famiglie:

- **Bulloneria:** viteria, dadi, rondelle, grower, spine, ecc.
- **Componenti:** tutti gli altri codici, commerciali e a disegno.

Per quanto riguarda la **Bulloneria**, essendo costituita da codici di bassissimo valore, si è scelto di evitare tutti gli oneri relativi all’evasione degli ordini e alla gestione logistica in fase di ricevimento merce e rifornimento alle linee, affidando l’esclusiva ad un unico fornitore locale che si occupi totalmente del rifornimento dei codici, andando regolarmente in linea a prelevare i contenitori vuoti e riempire quelli pieni.

In linea sono presenti 2 contenitori kanban per ogni codice, il primo “IN USO”, rivolto verso l’operatore, e l’altro “DI SCORTA”, posto dietro al primo in modo speculare. Non appena viene esaurito il primo contenitore, l’operatore porta verso di sé il secondo e lascia da parte il contenitore vuoto. Quando il fornitore viene in linea, preleva i contenitori vuoti e li sostituisce con contenitori pieni. Il fornitore esterno è libero di organizzarsi nel modo a lui più congeniale, prevedendo ad esempio delle cassette kanban già pronte nel suo magazzino per i codici ad alta rotazione e “pacchi di confezionamento” già predisposti per i codici a rotazione minore, purchè garantisca la presenza

BULLONERIA	VALORE DEL CODICE	IN LINEA (pre-montaggi compresi)	A SUPERMARKET	AL FORNITORE
	Qualsiasi (in genere sempre < 2,5 €/macch)	KANBAN esterno doppia cassetta	X	KANBAN esterno

Figura 3.4: Gestione dei codici di Bulloneria

del materiale in linea in modo continuo, come stabilito nel contratto. Come si nota nella figura 3.4, questa gestione evita il passaggio dei codici di bulloneria dal magazzino centrale (trasformato in “Supermarket” con l’avvio del progetto), permettendo al fornitore di andare direttamente in linea per eseguire il rifornimento. Questa scelta permette di sottoscrivere contratti vantaggiosi col fornitore che può godere dell’esclusiva ed evita una serie di costi di gestione di questi materiali che, tra l’altro, non hanno alcun valore né economico né strategico per l’impresa, la quale deve dirigere le sue risorse verso aspetti più importanti.

I **componenti**, al contrario, possono avere valore strategico ed economico molto diverso tra di loro ed è opportuno pertanto creare delle distinzioni su cui costruire le regole per poterli gestire. Innanzitutto si sono create tre fasce di valore:

1. *Basso valore*: tutti i codici il cui valore non supera i 2,5 euro a mac-

china¹

2. *Medio valore*: tutti i codici il cui valore è compreso tra i 2,5 e i 10 euro a macchina
3. *Alto valore*: tutti i codici il cui valore supera i 10 euro a macchina

Per ogni fascia di valore è stata scelta una filosofia di gestione a cui riferirsi per ogni codice che ricade all'interno di essa, a meno di vincoli stringenti dovuti a particolarità del pezzo o del fornitore. Per ogni codice si è andato a stabilire innanzitutto la giacenza da mantenere in linea, a Supermarket e presso il fornitore. In secondo luogo si è stabilita la metodologia con la quale era opportuno eseguire l'approvvigionamento del codice, sia presso il fornitore esterno, sia come modalità di rifornimento interno delle linee.

E' fondamentale sottolineare una delle scelte di base che fanno da sfondo a tutta l'analisi che sta per essere descritta: l'azienda, dopo l'introduzione e l'affinamento delle tecniche Lean, si propone di aumentare il suo ritmo di produzione del 50%, arrivando a produrre 6 macchine al giorno per ogni linea (mantenendo costante il WIP) di qualsiasi modello, a seconda della richiesta del cliente finale. Questo traguardo ambizioso non verrà sicuramente raggiunto nel giro del primo anno di introduzione della Lean Production, in cui si continuerà ad andare al ritmo di 3-4 macchine al giorno, ma si è deciso comunque di studiare da subito le fasi di montaggio per renderle capaci di passare a ritmo 6 in tempo zero.

Per il rifornimento in linea del materiale da Supermarket si è scelto di considerare un lead time di una giornata lavorativa, tempo abbastanza cautelativo rispetto a quello realmente necessario. Per questo si è scelto di mantenere in fase di montaggio un quantitativo minimo di materiale che permetta di produrre qualsiasi tipo di variante di macchina senza interruzione per due giorni consecutivi. In fase, quindi, sarà presente una giacenza iniziale che

¹In caso di ripetizione dello stesso codice sulla stessa macchina, il valore del singolo codice viene moltiplicato per il coefficiente di utilizzo maggiore tra tutte le varianti di macchina su cui viene montato, relativamente alla stazione di assemblaggio in questione

permette la produzione di 12 macchine di qualsiasi modello. Questa giacenza, che come si nota è alta rispetto a quello che realmente viene utilizzato (la scorta è del 100%), verrà abbassata quando l'azienda si sarà abituata a lavorare con la nuova filosofia.

Per quanto concerne la giacenza da mantenere a Supermarket e presso il fornitore esterno, questa varia a seconda del lead time che lo stesso fornitore riesce a garantire, e dalle particolari caratteristiche del prodotto fornito.

Per ogni fascia di valore verrà ora descritta la metodologia con cui l'azienda si propone di trattare i codici e le motivazioni che hanno portato a tali scelte.

Codici a Basso Valore

I codici a basso valore sono generalmente pezzi commerciali di piccole dimensioni che possono essere inseriti nelle cassette standard di misura più piccola (123x149x233). Il loro basso valore, come per la bulloneria, suggerisce di investire meno risorse possibili per la loro gestione: spesso i costi di gestione di questi componenti rischiano di superare di gran lunga il loro valore commerciale. Per questo, dove possibile, i codici a basso valore vengono inseriti in linea in cassette kanban standard, della misura più piccola possibile. La tipologia di gestione per l'operatore addetto al montaggio, prevede ancora una volta la "doppia cassetta" kanban ("IN USO" e "DI SCORTA") come nel caso della bulloneria. Per evitare costi di gestione inutili su codici di basso valore, si è scelto di non contare i pezzi contenuti nella cassetta kanban, ma più semplicemente di riempire la cassetta finché non è piena. In questo modo, quando la cassetta vuota arriva nell'area Supermarket per essere riempita, il magazziniere riempirà la cassetta a "manciate" fino al suo totale riempimento. Questo permette di non perdere tempo a contare pezzi di bassissimo valore.

A Supermarket verrà mantenuta una quantità pari ad un lotto economico minimo di acquisto che garantisca una copertura per tutto il lead time di approvvigionamento. Il materiale, per il momento, continua ad essere ordinato

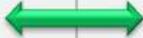
	VALORE DEL CODICE	IN LINEA (pre-montaggi compresi)	A SUPERMARKET	AL FORNITORE
COMPONENTI	< 2,5 €/macch	KANBAN NON contato (giacenza 2 gg)	KANBAN doppia cassetta	
			 Ordine MRP	
	< 10 €/macch	KANBAN Contato (giacenza 2 gg)	KANBAN quantità fissa $Giac = LT_{consegna} * consumo + SS$	KANBAN: il fornitore ha un supermarket $Giac = LT_{produzione} * consumo + SS$
		 Milk Run		
	> 10 €/macch o Grandi dimensioni o Specifici modello	SYNCRO Secondo il piano di produzione		
		 Segnale Syncro		

Figura 3.5: Gestione dei Componenti

ad MRP, perchè la priorità dell'azienda è di stringere contratti con fornitori più strategici, dedicandosi solo in un secondo momento all'analisi di come portare a kanban anche tutti i codici commerciali di basso valore.

Codici a Medio Valore

I codici a medio valore sono generalmente pezzi a disegno di piccole o medie dimensioni, che possono essere generalmente inseriti nelle cassette standard di misura piccola (123x149x233) o grande (200x209x345), a parte qualche caso in cui si hanno pesi elevati o morfologie particolari che rendono necessari contenitori in ferro di dimensioni maggiori. La soglia di peso scelta per le cassette standard è di 10 kg a cassetta, per evitare che l'operatore si affatichi o peggio si infortuni a seguito di uno sforzo troppo elevato (il limite per legge è fissato a 20 kg). Il limite è stato fissato perchè queste cassette, che in fase vengono disposte su una rastrelliera, devono essere sollevate dall'operatore ogni volta che devono essere agganciate alla rastrelliera, a seguito dell'esaurimento del materiale "IN USO" e del prelievo della cassetta kanban "DI SCORTA" (sono inoltre da considerare tutti i sollevamenti che deve compiere il magazziniere quando riporta in fase le cassette kanban durante il rifornimento alle linee). I contenitori metallici (di dimensioni 890x870x1050), oltre ad essere più grandi delle cassette, sono appoggiati su supporti dotati di ruote, e possono quindi essere portati in fase tramite un gancio di traino, senza necessità di essere sollevati.

La gestione di questi codici rimane comunque a "doppia cassetta" kanban, con la differenza che il materiale adesso viene contato, prevedendo una giacenza in fase che garantisca la produzione senza interruzioni di 12 macchine di ogni tipo (6 nella parte "IN USO" e 6 nella parte "DI SCORTA") senza mettere in linea materiale in eccesso, poichè il valore di questi codici risulta più elevato e subentra il rischio di impegnare risorse finanziarie senza motivo. Se non è possibile far rientrare il codice nelle cassette standard per problemi di peso o di volume, si provvede a sdoppiare la cassetta o, in ultima analisi, utilizzare un contenitore metallico.

La giacenza dei componenti a Supermarket varia a seconda del lead time di approvvigionamento presso il fornitore. In generale viene calcolata come:

$$Giacenza = L.T._{consegna} * consumo + S.S.$$

Il lead time di consegna dei fornitori è mediamente di un mese. La scorta di sicurezza è del 15%, destinata ad abbassarsi quando il nuovo sistema sarà andato a regime.

Un'altra via per abbassare la giacenza, oltre a diminuire le scorte di sicurezza, è costituita dalla diminuzione del lead time di consegna dei fornitori. Per fare questo l'azienda si sta impegnando a stipulare contratti di *Free Pass* coi fornitori di questa tipologia di codice, che prevedano, oltre alla garanzia di qualità che eviti successivi controlli all'atto del ricevimento merci, la presenza di un Supermarket anche presso il fornitore, il quale deve mantenere pronta per la spedizione una scorta pari a:

$$Giacenza = L.T._{produzione} * consumo + S.S.$$

Per il rifornimento di codici di medio valore, l'azienda sta svolgendo uno studio, ancora in fase embrionale, per attivare un altro strumento proprio della Lean Production: il "Milk Run". In futuro, invece di farsi spedire un corriere da ogni singolo fornitore, l'azienda manderà un proprio veicolo unico a fare il giro dei singoli fornitori, depositando a ciascuno il kanban vuoto e ritirando quello pieno. I fornitori devono essere coperti tutti almeno una volta ogni settimana, a seconda del consumo che si fa del loro codice, dedicando giorni diversi della settimana a zone geografiche diverse. Naturalmente questo discorso può essere fatto per fornitori relativamente vicini all'azienda, che hanno cioè sede in provincia o al limite in regione, e per questo l'azienda punta a valorizzare i fornitori della zona. Quest'analisi si compone innanzitutto della selezione dei fornitori disposti a lavorare con la nuova filosofia produttiva e, in un secondo momento, nel raggruppamento dei fornitori in "aree geografiche" che devono essere coperte nello stesso giorno della settimana.

Codici ad Alto Valore

I codici ad alto valore sono solitamente pezzi che hanno subito più lavorazioni meccaniche, hanno dimensioni ingombranti e tipicamente sono verniciati. Altre volte possono essere semplicemente componenti commerciali dal costo superiore ai 10 euro per macchina. Per questi codici si abbandona la gestione a kanban, per adottare la gestione “Sincronizzata” (o “Syncro”), che prevede la presenza del pezzo in fase di assemblaggio solo se “ordinato” il giorno precedente dall’operatore sulla base del piano di produzione (congelato di settimana in settimana). Il motivo per cui il pezzo non viene tenuto in giacenza nella fase è semplice: essendo il valore del pezzo molto alto, tenerlo in fase (assieme a tutte le sue varianti per ogni modello di macchina) senza che venga utilizzato, costituisce un’immobilizzazione inutile e molto elevata di capitale, e rappresenta pertanto uno spreco di risorse che non aggiunge nulla alla creazione del valore per il cliente finale. Per questo i componenti ad alto valore vengono portati in fase solo nel momento in cui devono essere assemblati.

Questa gestione viene adottata anche per tutti quei pezzi che sono molto ingombranti (come le fiancate della macchina, i carter, le ruote, ecc.) la cui giacenza in fase e nel supermarket sarebbe molto complicata. Questi pezzi vengono quindi stoccati in apposite aree esterne allo stabilimento o rimangono nel magazzino delle lavorazioni meccaniche in attesa della chiamata per essere verniciati.

La gestione Syncro risulta particolarmente adatta in quei casi in cui si hanno dei codici costosi e specifici per modelli che vengono prodotti in quantità minime durante l’anno. E’ infatti inutile lasciare in fase per mesi dei codici, per di più costosi, che non vengono montati, poichè costituiscono un’impegno di denaro, un ingombro di spazio e può essere che vadano incontro a urti o deterioramenti di vario genere.

Nella realtà dei fatti, spesso le cose coincidono: i prodotti molto costosi sono, nel 90% dei casi, anche ingombranti e specifici per modello, per cui la gestione Syncro risulta adatta per tutta la serie di motivi appena esposti.

Per questi codici vengono fatti costruire dei carrelli speciali (dotati anch'essi di ruote) che possano accogliere uno o più kit diversi, a seconda del modello di macchina che si vuole andare a produrre. Questi carrelli vengono portati in fase di assemblaggio previo riempimento con tutti quei pezzi di alto valore che sono necessari per il montaggio della macchina "ordinata" dal lavoratore il giorno prima.

La modalità con cui questi pezzi vengono "chiamati" in fase, riprende il concetto di cartellino kanban: a fine giornata, l'operatore guarda sul piano di produzione cosa è previsto per il giorno successivo al seguente, preleva un cartellino kanban dal proprio pannello attrezzi per ogni kit che deve "ordinare"² e lo lascia in una postazione dove viene ritirato dai magazzinieri. I cartellini possono essere plastificati (se il kit proviene dal magazzino) o di metallo (se il kit deve provenire dalla verniciatura, in modo che possa essere attaccato in testa alla catena del ciclo di verniciatura, dove vengono appesi i codici da verniciare presenti nel kit).

Si noti come il sistema di gestione Syncro comporti una forte assunzione di responsabilità da parte dell'operatore: mentre nella politica "a lotti" ogni lavoratore si trovava già in fase il materiale portato dai magazzinieri, ora diventa lui il responsabile della chiamata del materiale che gli servirà per il giorno successivo. Il lavoratore dovrebbe quindi sentirsi più partecipe alla gestione del proprio lavoro, e assumere una maggiore responsabilità in caso di svolgimento meritevole o meno del suo lavoro.

3.2.3 Strumenti per il rifornimento delle linee di produzione

Abbiamo ripetuto più volte che ogni contenitore presente in fase di assemblaggio è dotato di ruote. Questa caratteristica, oltre a permettere di avvicinare i contenitori al banco di lavoro e a dare la possibilità di riconfigurare il layout della stazione in tempo zero, è utile per permettere ad un

²NB: L'operatore conosce esattamente, grazie ad opportune liste presenti in fase, cosa contiene ogni kit e su che macchina quel kit dev'essere montato

“trenino logistico” di effettuare il rifornimento agganciando i vari contenitori come fossero dei vagoni. Il vecchio sistema prevedeva la presenza di muletti elettrici a forche, guidati da un operatore (dai 2 ai 6 muletti, a seconda del ritmo di produzione), che giravano per lo stabilimento trasportando i pezzi su pallet di legno o in grossi cesti metallici. Con l'avvento del nuovo sistema logistico, i muletti vanno a sparire per lasciare il posto ad un unico trenino che gira in continuo all'interno dello stabilimento.

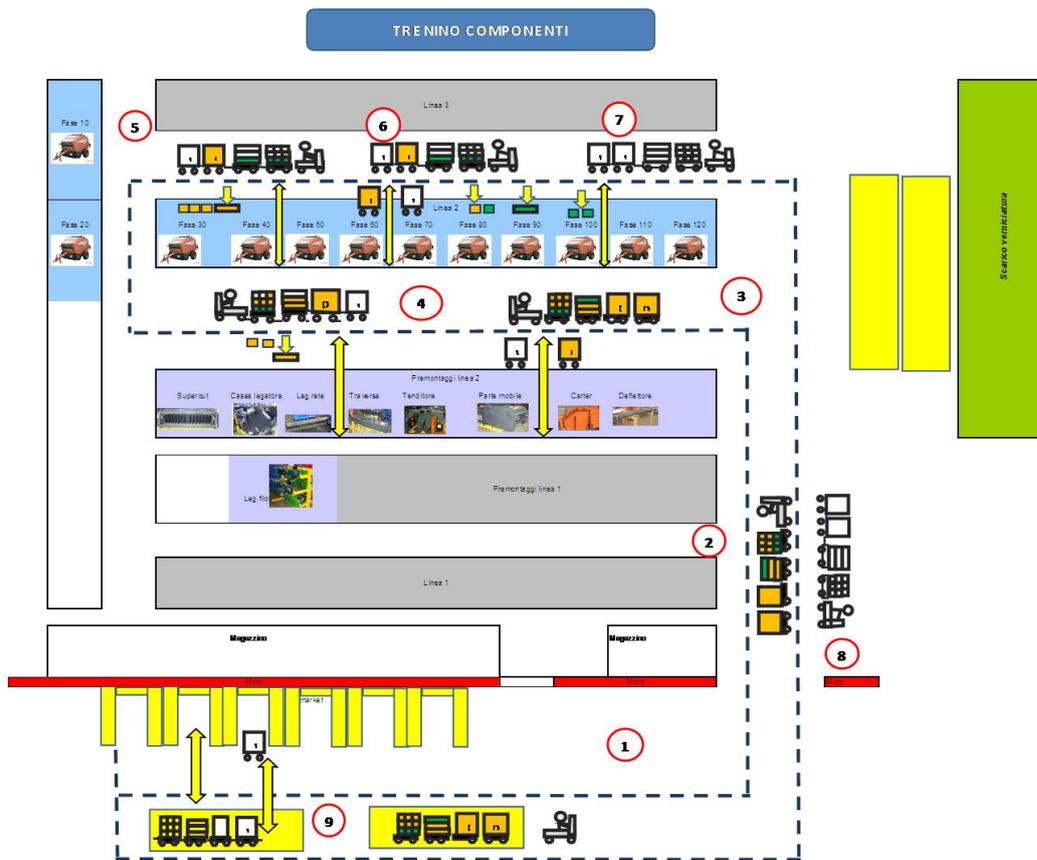


Figura 3.6: Il rifornimento delle linee col trenino logistico

La corsa del trenino comincia dalla zona Supermarket (in basso nella figura 3.6), dove i contenitori vuoti, appena raccolti in linea, che formano i vagoni del treno, vengono riempiti col relativo materiale. A questo punto il trenino percorre il giro dello stabilimento, depositando i contenitori pie-

ni nella giusta fase di assemblaggio e ritirando quelli vuoti. Il trenino può caricare vagoni pieni anche nei pressi dello scarico della verniciatura (zona in verde sulla destra), dove i pezzi, appena raffreddati, vengono depositati direttamente nei contenitori speciali adatti ad accoglierli. Nella maggior parte dei casi si tratta di kit di verniciatura chiamati dall'operatore nei giorni precedenti (gestione Syncro). Altre volte sono contenitori kanban metallici, ad esempio per la verniciatura di ingranaggi o di altri componenti poco costosi (compresi nella fascia di valore tra i 2,5 e i 10 euro per macchina). In entrambi i casi questi contenitori vengono portati direttamente nella fase di assemblaggio dal trenino, senza passare dal Supermarket.

3.3 Highlights su altri progetti

3.3.1 Progetto Free Pass

Il “Free Pass” è un’altro degli strumenti fondamentali che può rientrare nei progetti di Lean Production, utile per velocizzare e semplificare le procedure di approvvigionamento di materiale dai fornitori, così da rendere l’azienda sempre più snella e pronta a reagire in tempi rapidi alle esigenze del cliente finale. Il progetto Free Pass ha come obiettivo quello di strutturare un adeguato rapporto tra Gallignani e Fornitore, in modo da permettere alle forniture accesso diretto alle linee di montaggio. Il progetto si è applicato ai fornitori di particolari a disegno, a partire da quelli che avevano un fatturato maggiore per Gallignani. L’azienda ha così selezionato alcuni fornitori “pilota” (n. 17) coi quali avviare gli accordi, e ha inviato loro una lettera in cui si fissava un incontro per discutere degli scenari futuri. Durante l’incontro col fornitore, guidato dal direttore dell’ufficio Acquisti e del responsabile della Qualità, gli si spiegava l’importanza strategica che questo progetto aveva per Gallignani, lavorando molto su coinvolgimento e motivazione: è assolutamente necessario, per ottenere positivi risultati da tale progetto, che tra Gallignani e Fornitore si instauri un ancor più stretto rapporto di collaborazione. Naturalmente Gallignani garantirà al Fornitore il necessario supporto

tecnico/gestionale, beneficio che potrà corrispondere anche ad una crescita per il fornitore stesso.

Ogni fornitore che rientra nella nuova gestione, dovrà essere valutato da parte di Qualità e Acquisti per conoscere il livello di affidabilità tecnica che lo caratterizza. L'analisi verterà sui seguenti aspetti:

- dati di non conformità degli anni precedenti
- dati dell'organizzazione
- parco macchine, controlli di processo
- gestione della strumentazione di misura
- scelta di codici "test"

Nel caso in cui si riscontrino aspetti non soddisfacenti, occorrerà concordare con Fornitore opportune azioni correttive che specifichino il tipo di intervento e le relative tempistiche entro le quali si deve raggiungere la soluzione del problema. Come già avviene attualmente, anche le forniture Free Pass verranno monitorate, sia presso Controllo Qualità (a campione) che durante il montaggio delle macchine.

Nel caso, assolutamente negativo, in cui si riscontrino non conformità su lotti Free Pass, verrà ripristinato immediatamente il controllo in accettazione con evidenti aggravii di costi per Gallignani e Fornitore.

Ad integrazione del Contratto di Fornitura, Gallignani ha messo a punto apposito Accordo che andrà a regolamentare la gestione della fornitura in tutti i suoi aspetti

3.3.2 Standardizzazione e modularità

Raggiungere degli alti livelli di standardizzazione è fondamentale per tutte le aziende che vogliono implementare i principi della Lean. E' importante sottolineare che questa deve riguardare l'intero processo e non solo alcune

delle sue parti, perchè è un'arma potente contro il proliferare di errori di montaggio, sbagli nelle procedure e sprechi in generale.

Negli uffici la standardizzazione delle procedure consente di rendere veloci tutte le pratiche relative alla gestione del prodotto, dei clienti e dei fornitori, e permette inoltre di essere capaci di rispondere con prontezza a situazioni impreviste, grazie alla presenza di operazioni già predefinite che indichino come muoversi in queste situazioni.

In progettazione si è lavorato molto sulla standardizzazione. E' stato già detto che Gallignani nella sua gamma ha più di 100 prodotti tra modelli e loro varianti. Questi modelli sono nati nel corso della storia dell'azienda per venire incontro alle esigenze del cliente e per questo provengono tutti da progetti completamente diversi. Il grande lavoro dell'ufficio tecnico è stato di unificare, per quanto possibile, i progetti delle macchine Round Balers a camera fissa e a camera variabile, per creare dei moduli principali (modulo pick-up, modulo alimentatore, modulo legatore, ecc.) che potessero essere montati su qualsiasi modello di rotopressa.³ Questo permette innanzitutto di raggiungere economie nella produzione meccanica dei pezzi, poichè, riducendo il numero di componenti diversi, è necessario eseguire meno ri-attrezzaggi sui robot di taglio, piegatura e saldatura. Inoltre la quantità di pezzi standard prodotta dai robot, essendo maggiore, permette di raggiungere economie di scala.

Nel reparto di assemblaggio, dove si sono svolti gli eventi kaizen, la standardizzazione ha avuto largo spazio. In primo luogo l'introduzione dei moduli standard nelle macchine diminuisce i rischi di errore in fase di assemblaggio, poichè gli operatori devono scontrarsi con meno varianti di prodotto. Altri standard che sono stati introdotti nel reparto di montaggio riguardano le dimensioni dei contenitori per portare i pezzi, i colori scelti per i carrelli mobili e le maschere fisse presenti in fase (che aiutano l'operatore a lavorare in condizioni di maggior sicurezza), la tipologia di gestione del rifornimento alle linee, ecc. Tutti queste scelte verranno spiegate in dettaglio nel capitolo

³Vedi allegato A.1

successivo, quando verranno illustrati i *kaizen* delle stazioni di premontaggio.

3.3.3 Formazione del personale

L'ostacolo maggiore al cambiamento è sempre rappresentato dalla resistenza delle persone, che, per paura di non riuscire a sviluppare le nuove competenze, per paura di trovarsi spaesate dal nuovo metodo di lavoro a cui sono abituate da anni, per il timore di perdere le posizioni e le attitudini consolidate, o semplicemente per pigrizia, si oppongono al diverso modo di pensare. Con l'aiuto della società di consulenza che segue il progetto si sono dunque programmati dei corsi di addestramento alla nuova mentalità rivolti a tutti i livelli dell'azienda, a cominciare dai responsabili di ogni reparto. L'approccio stabilito per la formazione degli operai è stato però di tipo diverso: poichè l'azienda nel suo passato aveva già tentato di avviare un progetto sulla produzione snella, non andato poi a buon fine, si aveva buona ragione di credere che gli operatori, già scettici di fronte a qualsiasi forma di cambiamento dopo anni che si erano abituati ad un certo tipo di produzione, si sarebbero opposti con decisione al nuovo progetto. Per questo si è scelto di procedere coi primi interventi *kaizen* costituendo, di volta in volta, dei team che comprendessero solamente l'operaio (o gli operai) che lavoravano in quella fase di assemblaggio, in modo da spiegare in modo più diretto il nuovo sistema di gestione, e da raggiungere con loro soluzioni migliorative riguardanti le proprie postazioni di lavoro. E' dimostrato infatti che è meglio agire e mostrare subito i risultati per coinvolgere maggiormente e convincere gli operatori del nuovo modo di produzione, piuttosto che concentrarsi troppo su aspetti teorici in una fase di introduzione nella quale la scarsa familiarità con gli argomenti non può consentire un'adeguata assimilazione dei principi base.

Un altro aspetto fondamentale nella formazione dell'operatore è la sua flessibilità nelle lavorazioni che può compiere. E' importante infatti, per evitare che la linea si fermi in caso di assenza di un lavoratore, che ogni operaio riesca ad assumere le competenze per lavorare in più fasi diverse. Per questo

all'inizio del progetto si è proceduto ad una mappatura delle competenze degli operatori, costruendo una matrice in MS Excel che indicasse nelle righe i nominativi degli operai e nelle colonne le diverse fasi di montaggio.⁴ Se l'operaio era in grado di lavorare in una certa fase di montaggio, la cella di incontro tra riga e colonna veniva contrassegnata con una "X". Grazie a questo lavoro è stato possibile evidenziare alcune fasi "critiche", poichè solo una o due persone erano in grado di eseguirle. In caso di assenza di queste persone, naturalmente, la linea avrebbe dovuto fermarsi. In base a queste conoscenze si è deciso di organizzare dei corsi di formazione consistenti nell'affiancamento durante il lavoro per quelle fasi particolarmente critiche per scarsità di personale idoneo.

⁴vedi allegato A.2

Capitolo 4

Riconfigurazione delle fasi di premontaggio

4.1 Generalità

Oggetto dell'attività più avanti descritta è la Linea 2, adibita alla produzione di macchine Round Baler a camera fissa e a camera variabile. L'analisi alla linea 2 è partita dallo studio delle fasi di "premontaggio", che nella fattispecie costituiscono tutte le fasi in cui vengono assemblate parti modulari che devono essere montate su ogni macchina Round Baler, sia a camera fissa che a camera variabile. Questi semilavorati vengono prodotti in una "pre-fase", e non in linea, perchè richiedono attrezzature particolari, maschere particolari, hanno tempi di montaggio molto lunghi o contengono pezzi molto ingombranti, e tutto questo può portare problemi se spostato in linea. I moduli gestiti in premontaggio sono: modulo alimentazione (supercut, powercut o rotore), modulo legatore (a rete e/o a filo), modulo traversa, modulo tenditore, modulo parte mobile, modulo carter e modulo deflettore.

La fase di premontaggio è disposta parallelamente alla fase in cui il modulo viene assemblato in linea. Così, una volta completato, il modulo viene disposto su un carrello speciale disegnato appositamente per accogliere quel pezzo e posto su ruote, in modo che possa essere spinto in linea dall'operatore

quando il ciclo di montaggio lo richiede.

Esiste inoltre un motivo strategico per la predisposizione di aree di premontaggio: accorciare le linee e portare tutte le parti “comuni” alle varie macchine fuori dalla linea, in modo che una volta pronte possano essere montate sulla macchina specifica. Tutto questo per rendere la linea quanto più flessibile e pronta a rispondere al mercato.

Nelle fasi di assemblaggio, al momento dell’avvio del progetto, erano presenti grandi contenitori che potevano accogliere tutti i pezzi per produrre un lotto di macchina. L’attività di riconfigurazione ha lo scopo di sostituire a questi grandi contenitori delle cassette più piccole che contengano tutti i pezzi per garantire la produzione di due soli giorni di lavoro, ma per tutte le varianti di macchina producibili. Questo passo strategico consente di essere pronti a mettere in produzione la macchina che il cliente desidera, nel momento in cui la desidera, senza sprecare giorni di lavoro per eseguire onerosi cambi di lotto.

Per riconfigurare le stazioni si è sempre fatto riferimento alle *5S*, strumento basilare della Lean Production che ha fatto da guida per tutte le attività svolte durante l’analisi. La riconfigurazione della fase di premontaggio partiva con la costituzione di un piccolo team di lavoro che comprendesse l’operaio, uomini del Team che teneva le fila del progetto, personale della Qualità e talvolta personale del magazzino. Il lavoro si concludeva con un *evento kaizen*, chiamato “Workshop”, in cui l’area veniva fisicamente sgombrata, ripulita e risistemata in base ai risultati dell’analisi appena svolta. Il tempo per lo studio e l’esecuzione di ogni Workshop era di circa un mese, seguito da un periodo di affiancamento all’operatore in cui venivano sistemati i piccoli (e talvolta grandi) errori commessi in fase di analisi. Tuttavia, a seguito della recente riduzione dei volumi di produzione dovuta alla crisi che attanaglia il settore dell’agricoltura, i tempi si sono spesso dilatati rispetto ai progetti iniziali.

Il mio lavoro di tesi si è svolto sulle fasi di premontaggio di **carter e deflettori** (poi uniti in un’unica area grazie ai risparmi di spazio creati dal

lavoro di analisi), **alimentazione** e **parte mobile**. In seguito verranno descritti innanzitutto i workshop relativi alle ultime due fasi citate, ritenuti interessanti in merito alle scelte che si sono dovute fare, e verranno poi illustrate le peculiarità delle fasi di carter e deflettori rispetto alle precedenti.

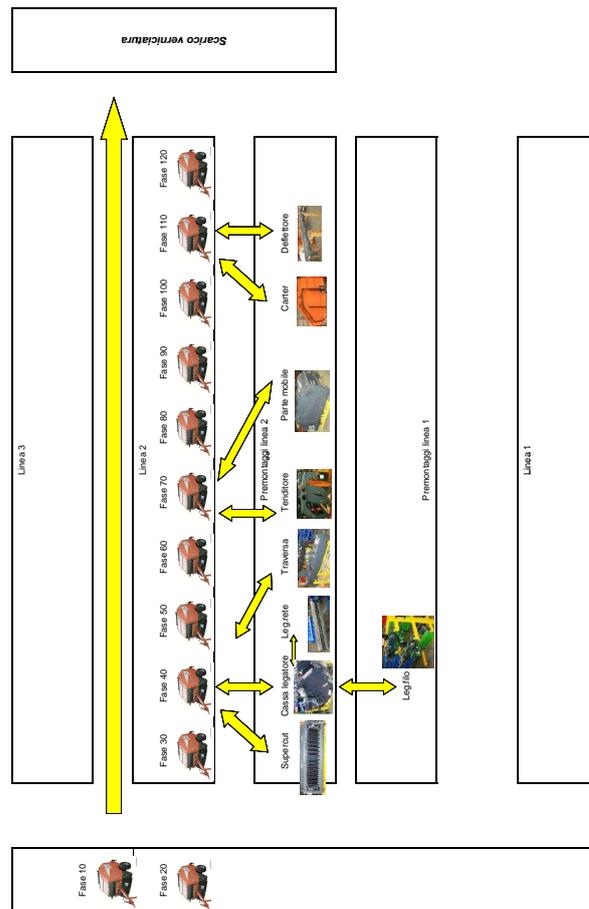


Figura 4.1: Disposizione dei premontaggi della linea 2

La figura 4.1 descrive le posizioni delle fasi di premontaggio rispetto alle fasi della linea, prima dell'avvio del progetto. Alcune fasi di premontaggio

sono state spostate o scambiate, in modo da essere il più possibile affiancate alla fase della linea che deve accogliere il gruppo premontato completo.

4.2 Le 5S guidano l'analisi

Il termine “guidare” è emblematico dell'importanza che viene data alle 5S durante tutto lo studio della nuova fase di montaggio. Durante la descrizione dei lavori, nei capitoli successivi, questi concetti verranno ripresi più volte e sarà illustrato nel dettaglio come sono stati implementati, soprattutto nella giornata di “Workshop”, nella quale il Team, costituito appositamente per la riconfigurazione della fase, deve mettere in pratica i risultati emersi dagli studi eseguiti fino a quel momento. In particolar modo la scelta degli standard ha riguardato una grossa fetta dei lavori di riconfigurazione. Il concetto che sta alla base delle “5S” è semplice: sistemazione, ordine e pulizia sono essenziali per raggiungere l'eccellenza, e senza di esse non può essere garantita la sicurezza, la qualità, l'efficienza produttiva e il benessere di chi lavora.

Le 5S sono uno degli strumenti fondamentali della Lean Production per il raggiungimento degli obiettivi suddetti:

1. Seiri: Separare e Selezionare
2. Seiton: Riordinare e Organizzare
3. Seiso: Pulire
4. Seiketsu: La ricerca degli standard
5. Shitsuke: Diffondere e Mantenere

In generale, ecco alcuni esempi di come le 5S siano entrate a far parte del progetto.

4.2.1 Seiri: Separare e Selezionare

Separare necessario e superfluo ed eliminare il superfluo. Il primo passo nello studio di ogni nuova stazione di assemblaggio è il prendere contatto con gli sprechi attraverso l'ispezione iniziale. Per quanto riguarda il caso Gallignani, uno degli sprechi maggiori era costituito dall'elevato numero di attrezzi inutili presenti in fase. Durante l'osservazione dell'operatore al lavoro sono stati quindi individuati tutti e soli gli attrezzi utilizzati e la rispettiva posizione sul layout su cui venivano chiamati in causa. Si è provveduto a costruire, per ogni fase studiata, una lista degli attrezzi (un esempio è stato riportato in allegato A.4) che contenesse nome dell'attrezzo, foto, quantità ed eventuali note sull'uso che ne veniva fatto (se, ad esempio, poteva essere sostituito da un altro attrezzo che rendesse più agevole l'assemblaggio del gruppo). Quest'analisi ha sempre evidenziato che gli attrezzi necessari e sufficienti per portare a termine la lavorazione erano sempre meno del 50% di quelli presenti in fase. Questa sovrabbondanza costituisce uno spreco di risorse rispetto al denaro utilizzato per acquistare gli attrezzi, ma soprattutto rispetto al tempo perso durante il montaggio per cercare gli attrezzi necessari in mezzo ad un vero e proprio "mucchio" di altri, spesso inutili.

4.2.2 Seiton: Riordinare e Organizzare

Una volta selezionati gli elementi utili ed eliminato il superfluo, è opportuno ordinare i materiali in posizioni ben definite per eliminare i tempi di ricerca. Si procede quindi con lo studio della posizione migliore per utensili, attrezzature e materiali, fissando con chiarezza le singole posizioni e favorendo il mantenimento del nuovo ordine stabilito. Per quanto riguarda gli attrezzi, ad esempio, si è scelto di costruire dei pannelli verticali su cui potessero essere appesi tramite dei ganci removibili.

Ogni gancio aveva un'etichetta per descrivere che attrezzo ricopriva quella posizione. In questo modo, se un'operatore, all'inizio della sua giornata lavo-

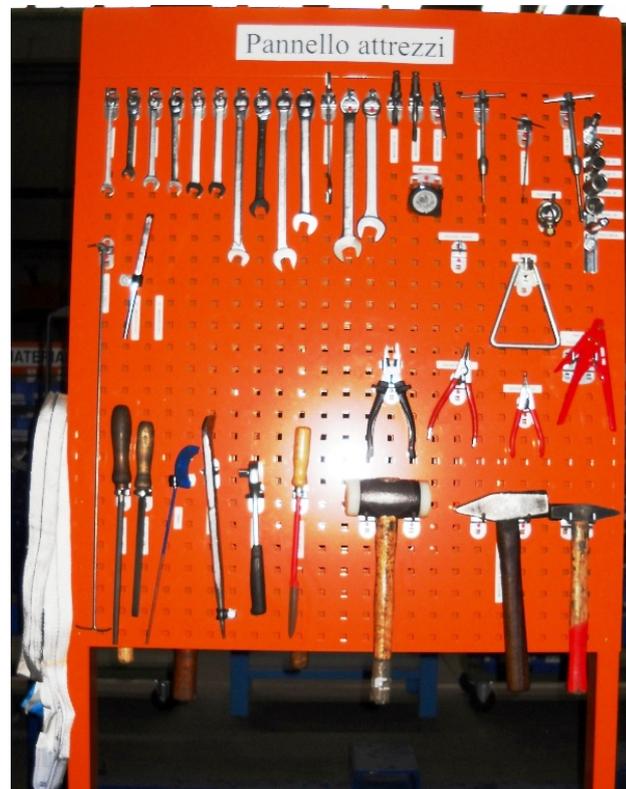


Figura 4.2: Pannello attrezzi della fase di assemblaggio dell' Alimentatore

rativa, notava un gancio vuoto, sapeva esattamente che attrezzo gli mancava per non interrompere a metà il lavoro di assemblaggio.

Analogamente, si è cercato di disporre tutti i componenti in rastrelliere di cassette e di raggrupparle, per quanto possibile, per tipologia di codice (Bul-loneria vs. Componenti¹) e per tipologia di pezzo finito. Anche i banchetti di lavoro sono stati resi “essenziali”, con la presenza unica di una morsa, una lampada e di alcune fondine per le pistole ad aria compressa, evitando tutta quella serie di ripiani, cassetti e appoggi di vario genere, che venivano sempre riempiti con materiale di ogni tipo, tipicamente abbandonato e dimenticato per anni.

¹vedi capitolo precedente per la descrizione delle diverse gestioni dei materiali

4.2.3 Seiso: Pulire

Pulire ed ordinare sistematicamente le varie aree di lavoro, aiuta a scoprire i problemi che evitano al valore di “fluire” nella stazione di assemblaggio. E' necessario analizzare le sorgenti di disordine e sporco per poterle eliminare definitivamente. La pulizia del posto di lavoro deve essere svolta dallo stesso operaio che ci lavora, ed è indispensabile per garantire la sicurezza, la qualità, l'efficienza produttiva e il benessere di chi lavora. Per mantenere il posto di lavoro pulito si prevede che, alla fine di ogni giornata lavorativa, ogni operatore “curi” la propria postazione di lavoro pulendola e riordinandola. In questo modo le attrezzature e i componenti presenti in fase non rischiano di essere danneggiati o smarriti. Inoltre, all'inizio della nuova giornata lavorativa, ogni operatore che si trovi ad operare in quella fase di assemblaggio può contare su una stazione pulita, efficiente e perfettamente predisposta per le lavorazioni da svolgere. Tutto ciò va nella direzione di fornire ad ogni lavoratore le condizioni migliori per svolgere la propria attività.

4.2.4 Seiketsu: La ricerca degli standard

Nell'analisi di ogni singolo codice, l'obiettivo è quello di adeguare la sua gestione agli standard prestabiliti. In particolare si fa riferimento agli standard scelti per il tipo di gestione del rifornimento del materiale (kanban o sincronizzata²), al tipo di contenitore in cui viene inserito il codice, e al numero di pezzi che devono essere presenti in fase.

Primo standard: la scelta del ritmo di produzione per tutte le fasi

Punto di partenza fondamentale è quello della scelta del ritmo di produzione della linea, che fa da riferimento per l'analisi di tutte le stazioni di montaggio. L'obiettivo, da subito ambizioso ma che si vuole raggiungere nel lungo termine, è avere un *Takt Time* di 6 macchine al giorno per ogni linea (quando attualmente ne vengono predotte 3 o 4, a seconda del modello del

²vedi capitolo 3 per la spiegazione dei vari tipi di gestione in base al valore del codice

lotto). Stimando un giorno lavorativo come tempo per il rifornimento del materiale in linea, si è scelto di mantenere in fase di montaggio un quantitativo minimo di materiale che permetta di produrre senza interruzione qualsiasi tipo di variante di macchina per due giorni consecutivi (quindi 12 macchine di qualsiasi tipologia). Questa giacenza verrà abbassata quando l'azienda si sarà abituata a lavorare con la nuova filosofia.

Secondo standard: tipologia di Kanban

Nel capitolo 1 sono state descritte diverse implementazioni del kanban. La via preferita dall'azienda è quella del “contenitore kanban” con gestione a doppia cassetta pieno/vuoto. Il kanban (figura 4.3) è rappresentato quindi dalla cassetta stessa, sulla quale vengono attaccate delle etichette che descrivono il contenuto, la provenienza e la destinazione.

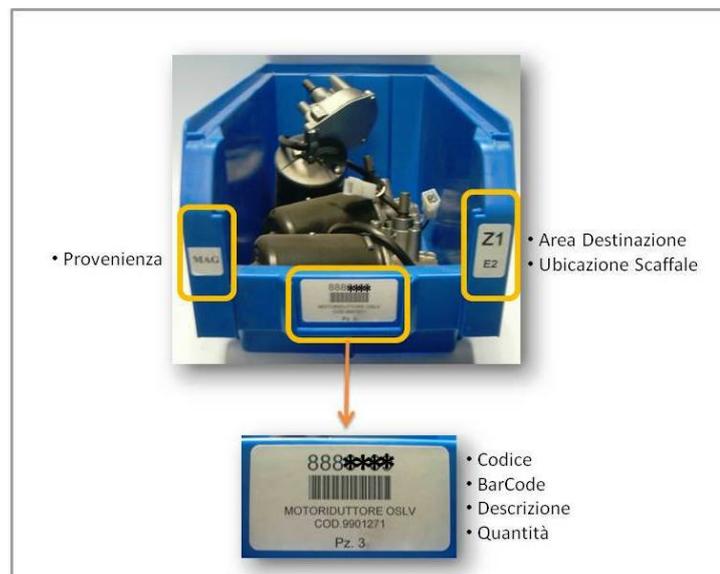


Figura 4.3: Contenitore kanban per rastrelliera

Anche per i pezzi di dimensioni o peso maggiore, che vengono contenuti in cesti metallici standard, il kanban è affisso sul contenitore e le informazioni che porta con sé sono le medesime del caso precedente. La gestione è sempre a “doppia cassetta”: appena un contenitore viene esaurito, si prende quello

pieno disposto sul retro e si continua il lavoro. Il trenino logistico passa per le linee a raccogliere i contenitori vuoti, li porta a Supermarket dove vengono riempiti, e li ripone in fase dietro al contenitore attualmente in uso.

Per i pezzi gestiti in modo syncro, che devono essere verniciati “su chiamata”, sono stati realizzati dei cartellini metallici, che l'operatore usa per “ordinare” al reparto verniciatura i pezzi che gli serviranno per la giornata successiva, a seconda di cosa prevede il piano di produzione. Questi cartellini vengono attaccati al pezzo durante il ciclo di verniciatura, in modo tale che, quando il pezzo verniciato viene scaricato nel punto preposto, gli addetti sappiano con esattezza di che pezzo si tratta, per posizionarlo direttamente nel giusto contenitore kanban, col quale verrà portato in fase.

Terzo standard: dimensione dei contenitori

Altro standard fondamentale è la dimensione dei contenitori utilizzati. I materiali, nella vecchia gestione, erano accumulati in cassoni di varie forme e dimensioni e riempiti fino all'orlo, oppure, nel caso avessero grandi ingombri, venivano portati in fase su dei pallet di legno. Con l'avvento della Lean Production si è scelto di prendere in mano questa questione e di decidere degli standard in modo da portare ordine nella stazione di lavoro: rastrelliere di cassette di dimensioni standard (come quella della figura 4.3), contenitori metallici cubici, contenitori lunghi per alberi, contenitori “a bocca di lupo” per pezzi ingombranti di forme irregolari, ecc. Tutte le tipologie di contenitore vengono disposte su supporti dotati di ruote, in modo che durante il rifornimento alle linee siano trasportabili in fase di assemblaggio come vagoni di un trenino logistico. Le ruote permettono inoltre grande flessibilità per future riconfigurazioni del layout e forniscono la possibilità all'operatore di tirare a sé i contenitori per posizionarli nel modo più comodo possibile durante la lavorazione. In allegato A.3 viene presentata una pagina della lista dei contenitori standard definiti per il progetto.

Quarto standard: gestione degli attrezzi

Lo standard scelto per la gestione degli attrezzi è l'utilizzo di "pannelli" verticali, in cui tutti e soli gli attrezzi necessari per la lavorazione in quella particolare fase di assemblaggio, sono appesi tramite dei gancetti removibili. In questo modo gli attrezzi risultano più comodi da prelevare e soprattutto, non essendo mischiati con gli altri nei carretti previsti dal vecchio sistema di gestione, sono molto più veloci da trovare nel momento in cui servono. Il vantaggio principale risiede però nell'immediatezza con cui si riconosce se sono presenti tutti gli attrezzi per eseguire il montaggio all'inizio di una giornata di lavoro: se un gancetto del pannello attrezzi rimane vuoto, l'operaio capisce dall'inizio che manca un attrezzo senza il quale sarà costretto ad interrompere la lavorazione. Questo impedisce di iniziare la lavorazione senza avere tutti gli elementi per poterla portare a termine. Inoltre, se in futuro dovessero servire altri attrezzi diversi da quelli già presenti, risulta facile e veloce aggiungerne inserendo altri ganci. Il pannello, come tutte le attrezzature poste in fase, è dotato di ruote e può dunque essere trainato vicino al banco di lavoro o alla maschera di montaggio per rendere più comoda la lavorazione.

Quinto standard: gestione visuale per la sicurezza

Ogni stazione deve essere "identica" alle altre in termini di organizzazione del lavoro, poiché, in caso di *Job Rotation*, ogni operatore deve riuscire ad orientarsi nella nuova fase di lavoro. Con questo si è scelto di dare dei riferimenti "visuali" uguali per tutte le stazioni: rastrelliere standard, pannelli attrezzi di tipo identico, contenitori uguali ecc. Tra questi riferimenti una grande importanza è rivestita dai colori, che assumono un potere segnaletico in termini di gestione dei materiali e in termini di sicurezza per il lavoratore. Tutte le maschere e i banchi di lavoro "fissi" all'interno della stazione hanno colore blu: quando l'operatore vede questo colore capisce che si tratta di postazioni che non si possono spostare nella fase. Per contro, tutti i carrelli dedicati al trasporto di pezzi ingombranti e i supporti dei contenitori dotati

di ruote, solo colorati di giallo, un colore che a livello visivo impone un certo stato di “allerta” nell’operatore, che capisce che un certo componente non è fissato al suolo. La posizione sul layout di ogni elemento presente in fase (carrello, banco di lavoro, maschera, rastrelliera, pannello attrezzi, ecc.) è segnalato sul pavimento con del nastro adesivo che lo percorre lungo tutto il suo ingombro, cosicchè l’operatore abbia un ulteriore riferimento per evitare urti durante gli spostamenti nella fase di lavoro. Ancora una volta i colori del nastro sono blu e giallo, con lo stesso significato già esposto per le maschere fisse e i carrelli mobili.

Sesto standard: gestione dei gruppi pressati

E’ facile immaginare come in queste macchine agricole si faccia largo uso di ingranaggi e catene, per la parte di trasmissione del moto, di alimentazione e taglio del prodotto, di pressatura nella camera, ecc. Questo richiede più volte l’utilizzo di macchine utensili per l’accoppiamento di ingranaggi (o per lo più rulli) con cuscinetti a sfera. Ad oggi, per le fasi già rivisitate, sono stati rilevati 37 “gruppi pressati”, ma il numero è destinato a crescere con la continuazione dell’analisi. Per questi gruppi erano individuabili diverse tipologie di gestione: alcuni venivano pressati all’esterno e arrivavano completi dal fornitore, altri venivano pressati a piccoli lotti e preparati in cassoni messi a magazzino, ma la maggior parte venivano portati in fase separati, per poi essere portati nella macchina più vicina dall’operaio presente in fase, pressati e riportati indietro. Si è scelto di unificare queste diverse gestioni creando un’unica area all’interno dello stabilimento dotata di macchine utensili per la pressatura. Tutti i componenti da pressare devono innanzitutto essere portati dal Supermarket a questa cella, che fungerà da fornitore interno per le varie fasi di assemblaggio.

4.2.5 Shitsuke: Diffondere e Mantenere

Una volta raggiunti i risultati, è importante fare in modo che si mantengano nel tempo, diffondendo le conoscenze acquisite a tutti gli addetti,

monitorando le prestazioni e fissando sempre nuovi obiettivi di miglioramento.



Figura 4.4: Circolo della qualità sul pannello miglioramento

Questo discorso ha ancora più valore se inserito in un progetto ambizioso che porta dei metodi di lavoro completamente diversi da quello a cui gli operai sono stati abituati da parecchi anni: seguire e accompagnare tutti i lavoratori verso, durante e dopo la transizione alla nuova filosofia, aiuta a trovare nuovi traguardi e a correggere errori che inevitabilmente vengono compiuti nelle fasi di studio.

In particolar modo, Gallignani ha previsto il posizionamento di un “pannello miglioramento” (figura 4.4) all’interno di ogni fase di assemblaggio, in cui, settimanalmente, vengono raccolti i problemi riscontrati in settimana durante la lavorazione. Nella pratica si verifica che la funzione “Qualità” effettua un sopralluogo a settimana in ogni fase, e segna su una apposita

lista affissa sul pannello tutti i problemi che gli operatori denotano durante il lavoro, che possono andare da problemi di disegno sul componente a problemi logistici di rifornimento dei pezzi. Ad ogni riga di registrazione corrisponde la data di comunicazione del problema, una possibile soluzione proposta, il nome dell'operatore che ha riscontrato il problema e un "circolo" diviso in 4 spicchi che vengono colorati mano a mano che questa soluzione viene raggiunta. Questa metodologia, tanto semplice quanto efficace, permette di gestire in modo "visivo" tutti i problemi riscontrati nella stazione, e di giungere alla loro soluzione senza il rischio che vengano dimenticati a seguito dello smarrimento di una comunicazione cartacea o, ancora peggio, a seguito del passaparola tra le varie funzioni aziendali, che spesso sostituisce le vie formali nella richiesta di modifiche.

Capitolo 5

Workshop delle fasi di premontaggio

In questo capitolo verranno descritti dettagliatamente i passi che sono stati seguiti per il ridimensionamento delle fasi di premontaggio analizzate. In particolare verranno illustrate le fasi di assemblaggio del gruppo di alimentazione, della parte mobile della macchina, dei carter e dei deflettori.

Ogni paragrafo che seguirà avrà come oggetto la descrizione del lavoro eseguito su una delle quattro fasi. Ogni paragrafo si concluderà con la spiegazione della giornata di workshop, evento conclusivo dello studio in cui la fase viene fisicamente riorganizzata in base ai risultati dell'analisi appena compiuta.

Con la descrizione del primo dei 4 workshop, verranno esposte alcune delle scelte di base che hanno di fatto accompagnato lo studio di tutte le fasi di assemblaggio. Per questo motivo verrà dato ampio spazio all'analisi della prima stazione, mentre per le altre ci si concentrerà sugli aspetti che le caratterizzano rispetto alle altre e sulle scelte fondamentali riguardanti le situazioni particolari che si sono verificate. Gli ultimi due workshop, carter e deflettori, verranno trattati insieme perchè, grazie ad un lavoro attento del

team di analisi, si è riusciti ad accorpate le stazioni riducendo drasticamente lo spazio necessario ed ottenendo altri significativi vantaggi.

5.1 Workshop gruppo di alimentazione

Il gruppo di alimentazione (o, più semplicemente, l'alimentatore) delle macchine Round Baler, è quell'organo che spinge nella camera di compressione (eventualmente sminuzzandolo) il prodotto verde o secco, una volta che è stato sollevato dal pick-up. Si colloca nella parte anteriore della macchina, in basso, tra il pick-up e la camera di compressione. Esistono 5 varianti di alimentatori per le macchine Round Baler, riassunti in tabella 5.1.

In questa fase di premontaggio vengono assemblati gli alimentatori a rotore con pinne (supercut, powercut e alimentatore rotativo). Gli altri alimentatori, infaldatore semplice e doppio, sono attualmente realizzati all'esterno ma si sta svolgendo un progetto parallelo per l'internalizzazione. Tuttavia l'infaldatore è basato su un concetto completamente diverso dal rotore con pinne, e i progetti delle due tipologie di alimentazione non sono compatibili né in termini di sequenza di montaggio, né di componenti, né di attrezzature e di maschere. Per questo si è scelto di sviluppare un'area aggiuntiva, che verrà progettata in futuro, nella quale saranno presenti le attrezzature dedicate all'assemblaggio di questa tipologia di alimentatore.

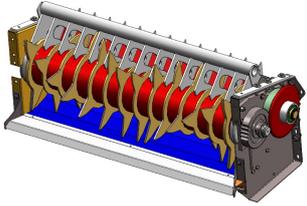
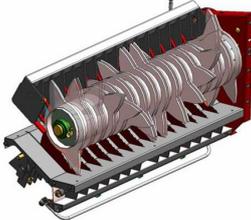
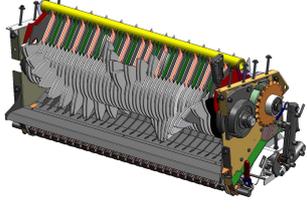
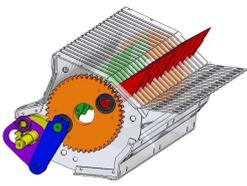
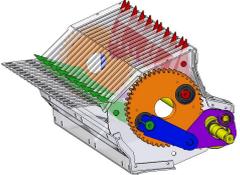
	<p>Alimentatore Rotativo: rotore cilindrico dotato di pinne che ruotando attorno al suo asse con moto continuo, spingono il prodotto all'interno della camera di compressione</p>
	<p>Supercut: dispositivo di taglio e spinta del prodotto nella camera costituito da 14 coltelli e un rotore cilindrico dotato di 14 coppie di pinne. I coltelli tagliano il prodotto e le pinne lo spingono all'interno della camera</p>
	<p>Powercut: dispositivo di taglio e spinta del prodotto nella camera costituito da 25 coltelli e un rotore cilindrico dotato di 25 coppie di pinne. I coltelli tagliano il prodotto e le pinne lo spingono all'interno della camera</p>
	<p>Infaldatore Semplice: meccanismo costituito da una fila di forche oscillanti montate su un albero e guidate da una camma che spingono il prodotto all'interno della camera di compressione</p>
	<p>Infaldatore Doppio: meccanismo costituito da due file di forche oscillanti montate su un albero e guidate da una camma che spingono il prodotto all'interno della camera di compressione (Brevetto Gallignani)</p>

Tabella 5.1: Tipi di alimentatore

5.1.1 Analisi della situazione attuale

Come già accennato in precedenza, l'area, al momento dell'inizio dell'analisi, conteneva tutti e soli i pezzi che consentivano di completare un unico lotto di macchine di un certo tipo. Questi pezzi erano raccolti in contenitori di dimensioni 590x700x670 accatastati uno sopra l'altro. I pezzi più ingombranti (come il rotore, i pianali e gli alberi) erano accatastati su pallet di legno portati in fase da un muletto. In fase erano presenti due maschere uguali in modo da permettere il lavoro contemporaneo di due operatori. Il modulo di alimentazione, infatti, è uno dei più onerosi in termini di tempo necessario per il montaggio: circa 3,5 ore per l'Alimentatore Rotativo, circa 4,5 per il Supercut, e circa 5,5 ore per il Powercut. E' stato spesso detto "circa" perchè effettivamente questo premontaggio presentava delle componenti aleatorie non indifferenti, che potevano far variare il tempo di montaggio anche di 30 minuti (cioè del 10-15% del tempo standard). Questa variazione è dovuta alla presenza di diversi accoppiamenti, purtroppo spesso da "adattare" durante l'assemblaggio. Anche in questa direzione si è lavorato, provvedendo a comunicare all'ufficio tecnico, tramite la funzione Qualità, le piccole modifiche per permettere un'assemblaggio semplificato (Design for Assembly).

In fase erano anche presenti due banchi di premontaggio dotati di morsa, usati per assemblare piccoli sottogruppi che poi venivano montati direttamente sull'alimentatore posizionato sulla maschera.

Gli attrezzi usati per il montaggio erano accumulati in cassette all'interno di un carrello dotato di ruote. Il carrello conteneva anche una serie di attrezzi che non servivano in quella fase, e spesso si verificava che mancassero alcuni attrezzi che invece servivano. In fase vengono usate anche numerose pistole ad aria compressa per l'avvitamento, l'alesatura, la foratura e la molatura dei pezzi.

5.1.2 I primi passi dello studio e il file Supermarket

L'analisi è cominciata con la costituzione di un team di lavoro composto da alcuni membri del "Team Lean", alcuni membri della società di consulenza che segue il progetto, l'operaio che lavora in quella fase e un membro del reparto qualità. Tutto ha inizio con il sopralluogo in fase e con la spiegazione al lavoratore di alcuni passi fondamentali del progetto, rimanendo sul generale e lasciando i dettagli ad un secondo momento. A questo punto si è osservato il lavoratore svolgere il suo normale lavoro, prendendo nota di tutti gli interventi che possono essere fatti per rendere più veloce il lavoro ed evitare gli sprechi, aiutandosi anche con foto o brevi video che descrivano il problema, ma soprattutto chiedendo all'operatore stesso quali siano i problemi in cui spesso si imbatte durante l'assemblaggio.

Capita sempre, in questa prima fase, che emergano degli spunti molto interessanti. Si scoprono comunicazioni che l'operatore aveva già provato a dare numerose volte, ci si stupisce nel vedere che spesso gli attrezzi che si usano non sono quelli ottimali, che i pezzi molte volte mancano e l'operatore deve andare a cercarli in un'altra fase dello stabilimento, siano pure una manciata di viti di un certo tipo. Quello che però colpisce maggiormente è l'inventiva dei lavoratori che, per facilitarli nell'assemblaggio, hanno prodotto degli attrezzi "fatti a mano" molto pratici e incredibilmente adatti alla lavorazione da eseguire, seppur possano essere rudimentali. Questa inventiva dei lavoratori deve essere sfruttata per studiare soluzioni in un campo in cui, inevitabilmente, essi sono i maestri.

Dopo questa osservazione iniziale, si passa all'estrazione dalla distinta base di tutti i codici che vanno montati in quella fase e le relative quantità di utilizzo per ogni modello. I dati, che spesso contengono degli errori, vanno verificati sul campo provvedendo alla costruzione di una lista di componenti che vengono spuntati ogni volta che l'operatore usa quel pezzo durante il montaggio.

Lo stesso viene fatto per gli attrezzi: durante il montaggio vengono registrati tutti gli attrezzi che vengono utilizzati, in che posizione del layout

vengono utilizzati, e ci si segnano eventualmente alcune note che possono rendere più agile l'assemblaggio (ad esempio, capita spesso che una chiave normale possa essere sostituita da una a cricchetto con notevoli risparmi di tempo in fase di montaggio).

Dopo l'estrazione dei codici dal sistema aziendale, si è proceduto con la preparazione di un file in MS Excel, specificatamente sviluppato grazie all'esperienza del Team Lean, che contenga tutte le informazioni necessarie per lo studio e il dimensionamento della fase, e che permetta la facilitazione dell'analisi tramite l'inserimento di alcuni calcoli automatici nelle varie celle. Questo file, denominato "File Supermarket" per far riferimento al layout finale della stazione di assemblaggio, contiene:

1. La lista dei codici a 7 cifre
2. La descrizione del codice
3. Il fornitore
4. Il tipo di codice (bulloneria o componente)
5. I coefficienti di utilizzo di ogni componente per la produzione di 1 alimentatore, per ogni variante di gruppo di alimentazione
6. Il coefficiente di utilizzo massimo del codice tra le varie varianti
7. Il peso del codice, che servirà per stabilire una soglia di peso oltre la quale i componenti devono essere messi in più contenitori
8. Il costo unitario del codice, che servirà per stabilire il tipo di gestione con cui trattarlo
9. Il costo totale di quel componente per ogni modello, calcolato come prodotto tra il coefficiente di utilizzo per ogni modello e il costo unitario del pezzo
10. Il tipo di contenitore (possibilmente standard) scelto per contenerlo a seconda del peso e della morfologia del pezzo

11. La provenienza del codice (da magazzino, dalla cella presse, dalla verniciatura, ecc)
12. La destinazione del codice, cioè la collocazione sulla mappatura del layout della stazione
13. La quantità di pezzi scelta per cassetta
14. Il massimo consumo giornaliero previsto in pezzi, calcolato in automatico e usato per stabilire di quanti pezzi deve essere dotata la fase
15. Il consumo giornaliero previsto in cassette, calcolato in automatico a seconda del numero di pezzi che si decidono di inserire in ogni cassetta
16. La giacenza prevista all'interno della fase di assemblaggio, espressa in numero di pezzi per ogni codice e in numero di cassette per ogni codice. Anch'essa calcolata in automatico
17. La giacenza prevista all'interno della fase di assemblaggio, espressa in valore per codice e in valore per ogni cassetta. Calcolata in automatico
18. Il peso complessivo della cassetta, calcolato in automatico
19. La rotazione annua del pezzo
20. Eventuali note

L'analisi si può dire conclusa quando tutti questi campi vengono completamente riempiti. Questo implica che si è analizzato ogni codice in termini di valore, dimensioni e peso, e che si è scelto come gestirlo lungo tutto il suo ciclo logistico.

Il file Supermarket è stato innanzitutto riempito con la lista dei codici usati nella fase, con le relative descrizioni e il fornitore del pezzo. Poi è stata creata una colonna per ogni variante di gruppo di alimentazione. In questo caso i modelli erano 6:

- Supercut con inversore per macchine CR32

- Supercut senza inversore per macchine CR32
- Supercut fisso per macchine CH e GAV
- Supercut basculante per macchine CH e GAV
- Powercut basculante per macchine CH e GAV
- Alimentatore Rotativo per macchine CH e GAV

Si noti che, per il momento, la fase di assemblaggio viene studiata per produrre alimentatori sia per macchine CH e GAV (per cui si sta svolgendo il progetto Lean), che per macchine CR32 (rotopresse a camera fissa destinate ad essere sostituite dalle CH). L'esempio di questa fase di assemblaggio è emblematico del lavoro di standardizzazione di cui si parlava nei capitoli precedenti: per le macchine CH e GAV, camera fissa e variabile di nuova generazione, l'alimentatore è identico. Le ultime 4 varianti di alimentatore non differiscono infatti per il modello di macchina su cui vengono montate, bensì per la composizione di 2 caratteristiche opzionali: la tipologia di sistema di taglio (Supercut a 14 coltelli, Powercut a 25 coltelli e Alimentatore Rotativo), e la possibilità per l'alimentatore di basculare per seguire al meglio la conformazione del terreno. La presenza del dispositivo inversore, che consente lo sgolfamento automatico della macchina tramite l'inversione del moto del rotore, è prevista su tutte le macchine di nuova generazione. Nel file Supermarket si configura quindi una matrice di coefficienti in cui viene indicato, grazie ai dati estratti dal sistema informativo aziendale, il coefficiente di utilizzo di ogni codice (nelle righe), su ognuna delle varianti di alimentatore (nelle 6 colonne).

5.1.3 Analisi dei singoli codici

Si è già detto che per la Linea 2, dove si sta svolgendo lo studio, si vuole tendere ad un ritmo di produzione di 6 macchine al giorno, e che si è scelto, considerando una giornata (8 ore) come necessaria e sufficiente per

il rifornimento del materiale in linea, di mantenere in fase di montaggio un quantitativo minimo di materiale che permetta di produrre senza interruzione qualsiasi tipo di variante di macchina per due giorni consecutivi. In definitiva in linea si avrà materiale “IN USO” per produrre 6 macchine di ogni tipo e materiale “DI SCORTA” per produrre altre 6 macchine ($6+6=12$ macchine al giorno, scorta del 100%).

La scelta di tenere in fase il materiale per produrre tutti i modelli di macchina, permette di variare immediatamente il mix produttivo senza aspettare lunghi tempi per il rifornimento del materiale in linea, e permette quindi di reagire velocemente all’eventuale variazione degli ordini del mercato. E’ previsto che la giacenza presente in fase si abbassi, ma solo quando l’azienda si sarà adattata al nuovo flusso logistico e certi automatismi verranno assorbiti dai lavoratori. Per questo nelle fasi iniziali del progetto è opportuno tutelarsi maggiormente e adottare una scorta maggiore del necessario. La scelta della quantità per ogni codice, che deve essere posta in fase, si basa sul massimo dei coefficienti di utilizzo del codice tra le diverse varianti di alimentatore. Per questo il file Supermarket contiene una colonna che indica il massimo tra i coefficienti di utilizzo, base da cui parte l’analisi dei singoli codici.

Suddivisione di Bulloneria e Componenti

I codici all’interno del file “Supermarket” possono essere di due tipologie:

- **Bulloneria:** viteria, dadi, rondelle, spine elastiche, grower, seeger, ecc.
- **Componenti:** tutti gli altri codici, di produzione interna (dal reparto di lavorazioni meccaniche) o esterna (fornitori).

Per tutti i codici di **bulloneria** si è scelto di unificare i diversi fornitori e affidare l’incarico della gestione dei rifornimenti ad un unico partner, il quale, di settimana in settimana, viene direttamente in linea a prelevare i contenitori kanban vuoti e a riportare quelli pieni. In questo modo l’azienda vuole sgravarsi dei costi di gestione del materiale di basso valore. A questo tipo di codice è stata dedicata una rastrelliera di cassette kanban per ogni fase,

gestita completamente dal fornitore esterno. Al fornitore è stato consegnato un file contenente i consumi per ogni codice, in modo che possa, a seconda dei suoi pacchi di confezionamento, decidere la quantità corretta da mettere in ogni cassetta.

I **componenti** richiedono invece un'analisi molto approfondita perchè raggruppano codici molto diversi fra di loro, in termini di valore, morfologia, peso, modalità di gestione, ecc. Innanzitutto, nel file Supermarket, si vanno ad individuare con la formattazione condizionale automatica le tre classi di componenti in base al valore:

1. A basso valore (colore verde)
2. A medio valore (colore giallo)
3. Ad alto valore (colore rosso)

Si ricorda che le soglie per stabilire a che fascia di valore appartenga un certo componente sono 2,5 euro per macchina tra basso e medio valore, e 10 euro per macchina tra medio ed alto valore¹.

A questo punto dell'analisi, il file Supermarket del gruppo alimentare contiene 255 codici, di cui 104 codici di bulloneria e 151 componenti. Tra i componenti si individuano 44 codici a basso valore, 40 codici a medio valore e 67 codici ad alto valore.

Provenienza dei componenti

In un secondo momento si va ad individuare la provenienza di ogni componente, cioè da dove viene prelevato per essere portato in fase. Sostanzialmente si individuano 4 possibilità:

- Da *Magazzino* (cioè dal Supermarket)
- Direttamente dalla *verniciatura*

¹Per una descrizione più approfondita si rimanda al capitolo 3

- Dalla cella *Presse*
- Da un'altra *fase* di premontaggio

Per prima cosa, tutti quei componenti (per lo più ingranaggi e supporti) che vanno accoppiati con dei cuscinetti tramite macchine pressatrici, devono essere portati in fase direttamente dalla “cella Presse”, già pronti per essere montati. In questo modo si evitano passaggi inutili: invece di riportare indietro alla cella Presse i codici sciolti appena arrivati dal magazzino (come accadeva nella gestione precedente), il Supermarket rifornisce direttamente la cella Presse, che a sua volta rifornisce la fase di assemblaggio, senza bisogno che l'operatore al montaggio interrompa il suo lavoro per andare a pressare i componenti che lo richiedono.

In questa fase sono presenti 2 ingranaggi, in cui va inserita una boccola e un cuscinetto, un supporto e il braccio inversore. Questi codici vengono tolti dal file Supermarket dell'area Alimentatori, poichè non è ad essa che devono essere destinati, ma alla cella Presse. Al loro posto vengono creati e inseriti codici di un livello superiore che raggruppino tutti i componenti che fanno parte di quel gruppo. I codici dei gruppi pressati avranno provenienza dalle “*Presse*”.

Per stabilire la provenienza di tutti gli altri codici bisogna innanzitutto considerare il loro valore e se devono subire o meno il trattamento di verniciatura.

In tabella 5.2 è espressa tutta la casistica possibile.

Verniciato	Basso Valore	Medio Valore	Alto Valore
SI	<i>MAGAZZINO</i>	<i>da valutare</i>	<i>VERNICIATURA</i>
NO	<i>MAGAZZINO</i>	<i>MAGAZZINO</i>	<i>MAGAZZINO</i>

Tabella 5.2: Provenienza dei codici a seconda del valore e dell'eventuale trattamento di verniciatura

I componenti a basso valore provengono sempre dal Supermarket, a prescindere se debbano subire o meno un trattamento di verniciatura. In quest'ultimo caso, quando il contenitore posto a Supermarket è in esaurimento, viene lanciato un piccolo lotto di pezzi in verniciatura per ripristinarne il livello.

I componenti ad alto valore che devono essere verniciati sono principalmente, per questa fase di assemblaggio, i rotori con pinne, i raschietti, i piani di alimentazione (lamiere di dimensioni che vanno da 1200x400 mm a 1300x600 mm), le barre di supporto (di lunghezza 1300 mm), le fiancate dell'alimentatore e i relativi supporti. La maggior parte di questi pezzi è ingombrante e ha un peso molto elevato (i rotori pesano circa 300 kg).

Trattandosi di pezzi ad alto valore, è opportuno che vengano portati in fase solo "su chiamata" dell'operatore, quando previsti dal piano di produzione, come vuole la gestione Syncro. La scelta importante che è stata fatta è di rendere Syncro anche l'operazione di verniciatura: anche la verniciatura quindi viene fatta solo a seguito della chiamata dell'operatore. Il flusso logistico interno allo stabilimento di questi pezzi è dunque il seguente: il pezzo viene conservato nel magazzino delle lavorazioni meccaniche e, se chiamato dall'operatore, viene prelevato, messo in verniciatura, deposto nel suo carrello speciale nel punto di scarico della verniciatura, e da qui portato direttamente in linea senza passare prima dal Supermarket. Sincronizzando anche la verniciatura è possibile evitare la movimentazione inutile nella quale il pezzo appena verniciato viene riportato in magazzino. Inoltre, trattandosi di pezzi spesso pesanti e molto ingombranti, si evita di tenere occupati grandi spazi a Supermarket.

Per i pezzi di medio valore, è opportuno valutare di volta in volta se farli provenire dal magazzino o direttamente dalla verniciatura, trattandosi di una situazione ibrida tra quelle appena descritte.

Per quanto riguarda i componenti dell'area Alimentatori, 117 codici provengono dal magazzino, 4 dalle presse e 30 dalla verniciatura. Tra i codici

provenienti dalla verniciatura si contano 4 codici a medio valore e 26 ad alto valore.

Scelta di quantità e tipo di contenitore

La quantità da mantenere in fase, per ogni codice, dipende dal valore del codice e dal tipo di gestione che si è scelto di adottare in quel caso (Kanban o Syncro). In questa analisi si considerano solamente i Componenti, avendo dapprima stabilito che la Bulloneria viene gestita dal fornitore esterno a partire dalla programmazione delle quantità.

I codici gestiti a *kanban* prevedono in ogni caso la presenza di due contenitori identici, uno “IN USO” e uno “DI SCORTA”, che viene utilizzato quando il primo è esaurito. Quando l’operatore esaurisce il primo contenitore, porta il secondo nella posizione “IN USO”, vicino a lui, e continua il suo lavoro. Intanto il trenino logistico viene a ritirare il contenitore vuoto, per riempirlo e infine riportarlo in fase nella posizione dedicata al contenitore “DI SCORTA”.

I codici gestiti in modalità *Syncro*, non prevedono invece doppia cassetta, e vengono portati in fase solo quando chiamati. I contenitori che vengono utilizzati sono spesso studiati appositamente per il pezzo da contenere, poiché spesso sono di peso e dimensioni elevate.

Per i codici a *basso valore* (fascia verde), gestiti sempre a *kanban* e che nella quasi totalità dei casi hanno dimensioni inferiori agli $1-2\text{ cm}^2$, si è scelto di utilizzare cassette di dimensioni standard $123 \times 149 \times 233\text{ mm}$, nelle quali i componenti vengono posti senza essere contati, finché la cassetta non risulta riempita del tutto. La scelta di non contare questi codici deriva dalla volontà di dedicare meno risorse possibile alla gestione di codici di valore basso, e dalla considerazione che, quindi, è meglio riempire le cassette “a manciate” invece di soffermarsi ogni volta a contare i pezzi. Le cassette vengono poste su apposite rastrelliere a due lati, il primo per il materiale “IN USO”, il secondo,

speculare al primo, per il materiale “DI SCORTA”, identico al primo per il tipo di contenitore e la quantità.

I codici a *medio valore* (fascia gialla), gestiti anch’essi a *kanban*, prevedono sempre il doppio contenitore presente in fase, ma questa volta hanno una quantità precisa, per non mantenere in fase del materiale che adesso ha già un valore non basso. La quantità da mantenere in ogni contenitore deve consentire di produrre almeno 6 macchine al giorno (più altre 6 nel contenitore di scorta), qualsiasi sia il loro tipo. Per questo la quantità nel contenitore “IN USO” deve essere pari a 6 volte il coefficiente di impiego del pezzo sul modello che ne richiede di più, tra tutti quelli producibili in fase. La stessa quantità deve essere inserita nel contenitore di scorta. Il tipo di contenitore da assegnare al pezzo dipende dal suo peso e dalla sua forma. Si cerca innanzitutto di utilizzare contenitori di piccole dimensioni per occupare meno spazio in fase e se, per problemi di peso o di forma, il pezzo non ci dovesse stare, si valuta se è opportuno suddividere la giacenza in due contenitori piccoli o se assegnare al componente dei contenitori più grandi. L’ordine di assegnazione è sempre:

- Cassetta media Fami 123x149x233 mm
- Cassetta grande Fami 200x209x345 mm
- Contenitore metallico piccolo 590x700x670 mm
- Contenitore metallico grande 890X870X1050 mm
- Contenitori speciali

Nel caso in cui alcuni componenti occupino poco spazio anche nel contenitore più piccolo, è possibile prevedere delle cassette in cui lo spazio è condiviso tra 2 codici. Se si sceglie questa via è necessario che i 2 codici vengano montati sempre sugli stessi modelli di macchina, in modo che all’esaurirsi di uno si esaurisca anche l’altro.

I codici ad alto valore, per cui si adotta una gestione Syncro, non prevedono la gestione a doppia cassetta, ma “ad ordine” a seconda del piano di

produzione. Per questo in fase viene semplicemente creato uno spazio in cui arriveranno i codici chiamati dall'operatore quando necessari. Ricordando che questi codici hanno spesso dimensioni e peso importanti, la soluzione spesso adottata, soprattutto per la zona di assemblaggio degli alimentatori, è la costruzione di KIT di componenti, relativi ad un certo modello di alimentatore, che vengano portati in fase singolarmente su un carrello studiato specificatamente per accoglierli. E' di fondamentale importanza che la provenienza dei pezzi contenuti in questi carrelli sia sempre la stessa, Magazzino o Verniciatura, in modo che il carrello non debba fare spola tra magazzino e scarico della verniciatura ogni volta che deve essere riempito.

I carrelli speciali per i KIT

Per la fase dei gruppi di alimentazione sono stati studiati due carrelli speciali: uno proveniente dalla verniciatura e uno dal magazzino. Il carrello contenente i kit provenienti dalla verniciatura è stato studiato analizzando le tipologie di componenti che dovevano essere trasportate, cercando di raggrupparle per "famiglie" in base all'uso e alla forma dei pezzi. In particolare il carrello deve contenere 5 KIT diversi. Il sesto KIT, quello per produrre l'alimentatore Powercut, non è stato considerato poiché il numero di Powercut prodotti all'anno è talmente basso (si parla di 3 o 4 l'anno) che conviene studiare un ulteriore carrello speciale che contenga tutto e solo il materiale per produrre questo tipo di alimentatore, da portare in fase solo quando serve.

I componenti dei 5 KIT sono stati raggruppati per tipologia ed è stato assegnato loro un "piano ideale" del carrello. Ogni piano quindi contiene un pezzo, della stessa tipologia per tutti i kit, ma di codice diverso a seconda del kit a cui appartiene. La composizione dei vari piani del carrello è stata descritta con una matrice su foglio elettronico che indichi nelle varie righe le tipologie di codice, nelle colonne l'identificativo della macchina su cui va montato il kit, e negli incroci il codice del componente che occupa quel piano per quel kit. Questo file è stato consegnato ad un fornitore partner che è stato incaricato di studiare la creazione vera e propria del carrello.

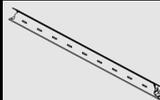
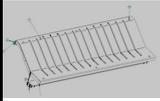
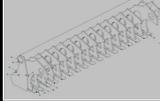
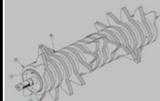
			CR NO INV	CR INV	SCF	SCB	ROT
PIANO OGGETTI PICCOLI		Ingranaggio Z=30	332XXXX	332XXXX	332XXXX	332XXXX	332XXXX
		Piastra	332XXXX	332XXXX	332XXXX	332XXXX	332XXXX
		MARTINETTO A DISEGNO (2 per macchina)	885XXXX	885XXXX	885XXXX	885XXXX	
PIANO LAMIERINI		Lamiera anteriore ds.	332XXXX	332XXXX			
		Lamiera anteriore sn.	332XXXX	332XXXX			
PIANO SUPPORTI		SUPPORTO DS.			390XXXX	340XXXX	390XXXX
		SUPPORTO SN.			390XXXX	390XXXX	390XXXX
PIANO FIANCATE		FIANCATA dx	332XXXX	332XXXX	340XXXX	340XXXX	390XXXX
		FIANCATA sx	332XXXX	332XXXX	340XXXX	340XXXX	340XXXX
		Bilancere	332XXXX	332XXXX	332XXXX	332XXXX	
PIANO OGGETTI LUNGHE STRETTI		Piani lunghi e stretti	332XXXX	332XXXX	340XXXX	340XXXX	340XXXX
			332XXXX	332XXXX	390XXXX	390XXXX	390XXXX
PIANO OGGETTI LUNGHE LARGHI		Piani alimentazione	332XXXX	332XXXX	332XXXX	332XXXX	390XXXX
PIANO RASCHIETTI		RASCHIETTO	342XXXX	342XXXX	390XXXX	390XXXX	390XXXX
PIANO ROTORI		ROTORE	390XXXX	390XXXX	340XXXX	340XXXX	390XXXX

Figura 5.1: Studio del carrello speciale per la verniciatura - raggruppamento kit per famiglie di pezzi

Il fornitore, a cui sono stati consegnati anche tutti gli esemplari da mettere nel carrello e i relativi disegni tecnici, studia il carrello per renderlo più pratico e meno ingombrante possibile. Per questo l'iniziale configurazione dei "piani ideali", progettata nella matrice prima descritta, può variare nella realizzazione dei "piani reali". La matrice per lo studio del carrello speciale è indicata in figura 5.1.

Il carrello studiato è adatto per accogliere 1 kit per volta, e viene chiama-

to in fase a seconda di quale modello di alimentatore deve essere prodotto. Il flusso logistico per il rifornimento del KIT prevede dunque che l'operatore in fase di montaggio, a fine giornata, guardi il piano di produzione ed ordini, con appositi cartellini kanban metallici, i 6 kit necessari per la produzione nel giorno successivo al prossimo. La logistica, il giorno seguente, ritira i cartellini e li porta all'inizio del ciclo di verniciatura. Così, tutti i componenti appartenenti al kit ordinato, vengono appesi alla catena di verniciatura, preceduti dal cartellino metallico che identifica il nome e la fase di destinazione del kit, da un operaio addetto dotato di liste che descrivono quali codici contengono tutti i kit. Allo scarico della verniciatura (dopo 4 ore) il kit viene scaricato sul carrello speciale e portato in fase di assemblaggio. Sul carrello viene appesa una lista di tutti i kit che può accogliere un certo carrello con l'elenco di tutti i pezzi che li compongono (nella figura 5.3 è possibile vedere la lista del kit 4, per l'assemblaggio del Supercut basculante) e un disegno che indica il layout del carrello, in modo che l'operaio riesca immediatamente a rilevare dove vanno depositati i vari pezzi dei kit in quel caso (nella figura 5.2 è indicato il layout del carrello quando accoglie il kit 4).

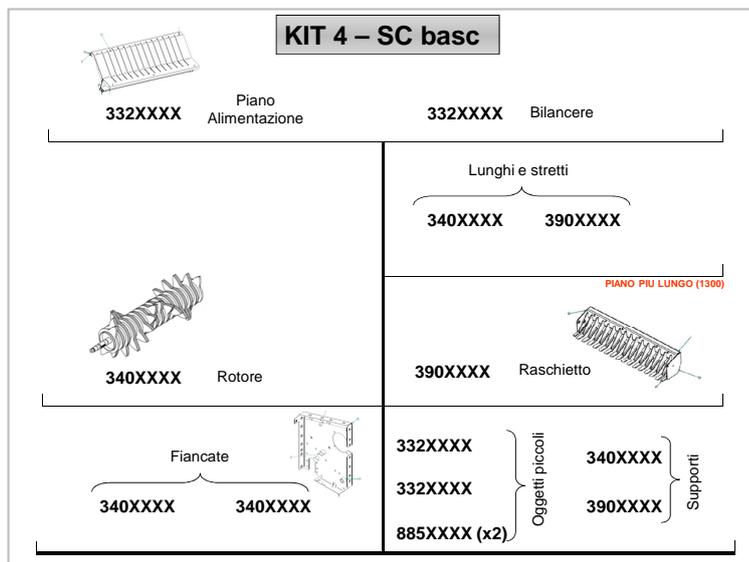


Figura 5.2: Layout del kit 4 del carrello verniciatura

U12 K4	GAV-CH		
	SUPERCUT		
	BASCULANTE		
332XXXX		Pz. 1	INGRANAGGIO Z=30
332XXXX		Pz. 1	PIANO ALIMENTAZIONE
332XXXX		Pz. 1	BILANCERE
332XXXX		Pz. 1	PIASTRA
340XXXX		Pz. 1	PROLUNGA PIANO ALIMENTAZIONE
340XXXX		Pz. 1	FIANC.DS SC99 14C PER GAV-3300
340XXXX		Pz. 1	FIANC.SN SC99 14C PER GAV-3300
340XXXX		Pz. 1	ROTORE COMPL.SC99 14C GAV-3300
390XXXX		Pz. 1	PROLUNGA POST.PIANO DI ALIM.
340XXXX		Pz. 1	SUPPORTO
390XXXX		Pz. 1	SUPPORTO SN.
390XXXX		Pz. 1	RASCHIETTO
885XXXX		Pz. 2	MARTINETTO A DISEGNO

Figura 5.3: Lista dei codici compresi nel kit 4, disposta sul carrello speciale

Più del 70% delle macchine prodotte sulla Linea 2, richiedono la presenza dell'alimentatore Supercut, di tipo fisso o basculante. Il ciclo di montaggio

del Supercut richiede, nelle fasi iniziali, la preparazione di un breve premontaggio, costituito da un bilancere che sorregge i 14 supporti per le molle che guidano ciascuna un coltello del Supercut (sistema di taglio che ha appunto 14 coltelli). Questo premontaggio richiede un banco di lavoro dotato di morsa, 5 codici di bulloneria, e 7 codici di componentistica, in quantità 14 ciascuno (a parte i due alberi centrali, 1 per ogni bilancere). Per questo motivo è stato studiato un secondo kit, proveniente da magazzino, che contenga $14 \times 6 = 84$ pezzi di ogni codice necessario per produrre il Supercut. Lo spazio dedicato in fase a questo kit è naturalmente dietro al banco di premontaggio, in modo che l'operatore riesca a raggiungere i pezzi semplicemente girandosi, senza dover compiere alcun passo (*Muda* di tipo 2). Il carrello è disposto su ruote, su supporti di mezza altezza, in modo che l'operatore non sia costretto a piegarsi per prelevare i pezzi dal contenitore. Questo caso è emblematico di come la Lean Production permetta di raggiungere le soluzioni migliori col minor uso di risorse. Il carrello speciale per questo kit, infatti, è stato costruito semplicemente adattando contenitori standard già presenti in azienda, adattandoli al caso particolare in cui ci si è trovati, grazie alla fantasia degli attrezzisti che facevano parte del team.



Figura 5.4: Carrello speciale per bilancere

5.1.4 Preparazione dei cartelli kanban

Una volta assegnato un contenitore ad ogni codice e le relative quantità di pezzi che deve tenere all'interno, il file supermarket si può dire completato. La fase successiva consiste nella realizzazione pratica dei cartelli kanban. Questi cartelli possono essere di diversi tipi, a seconda dei contenitori su cui viaggiano e del tipo di gestione con cui vengono trattati.

Ogni kanban deve contenere le seguenti informazioni:

- Codice del pezzo (e bar code)
- Descrizione
- Quantità
- Provenienza del codice
- Destinazione (area e posizione)

Un primo tipo di kanban è quello utilizzato per le cassette di dimensioni standard (medie e grandi) da appendere alle rastrelliere. La gestione di questi codici è “vuoto per pieno” col kanban che è rappresentato dal contenitore stesso. Alla cassetta viene quindi applicata un'etichetta al centro contenente il codice, il bar code e la quantità; sulla sinistra della cassetta viene applicata un'etichetta recante la provenienza (MAG, VERN, o Presse) e sulla destra un'altra recante la destinazione (posizione nel layout di fase e coordinate nella rastrelliera del tutto simili al gioco “battaglia navale”). L'etichetta rimane solidale al contenitore, anche quando viene rimosso dalla rastrelliera per essere riempito dalla logistica.

Un secondo tipo di kanban è costituito da un foglio A4 plastificato, usato per i contenitori più grandi, come quelli metallici e quelli speciali per i KIT, dove l'etichetta non riesce ad essere attaccata. Anche in questo caso la gestione del cartellino è identica: il kanban rimane solidale al contenitore metallico che diventa lui stesso “contenitore kanban”. Le informazioni contenute nel cartellino e il tipo di gestione “a doppio contenitore - pieno per vuoto”, sono i medesimi del caso precedente.

L'ultimo tipo di cartellino kanban è quello dedicato ai pezzi che si devono verniciare. Il cartellino in questo caso non è solidale al contenitore, ma è stato pensato in modo che possa seguire il pezzo interessato per tutto il ciclo di verniciatura. E' stato scelto quindi di costruire dei cartellini metallici che possano resistere alle alte temperature dei forni di verniciatura, in modo che possano essere attaccati al pezzo da verniciare per tutto il tragitto della catena fino allo scarico. I cartellini indicano il codice da verniciare, la quantità e l'area di destinazione del pezzo. La stessa area di destinazione sarà scritta sul contenitore del pezzo, in modo che il verniciatore, allo scarico della verniciatura, sappia riconoscere su quale carrello depositare il codice. Questa metodologia viene usata anche per i KIT di verniciatura: in questo caso, invece di individuare nel cartellino un unico codice, viene individuato un kit. La combinazione univoca "Numero del kit - destinazione", sancisce su quale carrello speciale debbano essere scaricati i pezzi. Anche il carrello speciale avrà quindi affisso un cartello A4 plastificato, ad esso solidale, con scritto KIT VERNICIATURA ALIMENTATORI, la provenienza (VERN) e la destinazione del kit.

Si ricorda che i cartellini verniciati possono essere usati per entrambe le tipologie di gestione dei pezzi: a kanban e Syncro. Nel caso di gestione a kanban, non appena il contenitore "IN USO" rimane vuoto, il cartellino deve essere subito inviato alla verniciatura, per dare l'ordine al verniciatore di agganciare alla catena di verniciatura il quantitativo di pezzi che consente di riempire il contenitore. Nel caso di gestione Syncro, ad esempio per un KIT, quando il carrello speciale viene svuotato, il cartellino non deve essere inviato automaticamente alla verniciatura, poichè l'ordine del nuovo kit deve dipendere dal piano di produzione. L'operaio, dopo la visione del piano, deciderà quale cartellino inviare in verniciatura a seconda della produzione prevista per i giorni seguenti. Per evitare che il lavoratore si sbagli e, dopo che il carrello si è svuotato, invii il cartellino del kit in modo automatico, cioè senza guardare il piano di produzione, è stato stabilito che i cartellini gestiti in modo Syncro siano di forma rettangolare, mentre i cartellini gestiti a

kanban siano rotondi. In questo modo, quando un contenitore viene svuotato, se il cartellino è rotondo l'operatore sa che deve inviarlo direttamente alla verniciatura, se invece il cartellino è rettangolare, sa che deve appenderlo al pannello attrezzi, guardare cosa prevede il pieno di produzione per i giorni successivi, e solo allora inviare in verniciatura il cartellino del kit relativo al macchinario da produrre.

5.1.5 Studio del nuovo Layout

Una volta stabiliti tutti i contenitori necessari, è possibile cominciare a studiare come sia meglio posizionarli all'interno della fase. Gli obiettivi che ci si pone con lo studio del layout sono:

- Far scorrere il pezzo in modo lineare.
- Avvicinare il più possibile bulloneria e componenti ai banchi di lavoro in cui vengono utilizzati.
- Garantire la massima comodità e sicurezza dell'operatore.

Si è cominciato da un'analisi delle attrezzature, delle maschere e dei banchi di premontaggio presenti in fase. Il vecchio layout di fase prevedeva due maschere identiche per la produzione in contemporanea di due gruppi di alimentazione, poiché il tempo di produzione degli alimentatori è di gran lunga superiore al takt time della linea. In particolare per un alimentatore rotativo sono richieste 3,5 ore di montaggio, 4,5 ore per il Supercut e fino a 6 ore per il Powercut. Con due operatori che lavoravano in contemporanea su due maschere si riusciva a mantenere il ritmo di produzione della linea di 3,5-4 macchine al giorno. Attorno alle maschere erano disposti dei contenitori metallici, impilati uno sull'altro, che contenevano ciascuno tutti i pezzi di un certo componente per produrre il lotto. Questi contenitori erano disposti ai bordi della fase, per cui, se un certo codice era vicino alla prima maschera, era dalla parte opposta rispetto alla seconda, e l'operatore all'occorrenza doveva percorrere tutta la lunghezza della fase per andare a reperirlo. Infine,

in fase erano presenti due carrelli che contenevano gli attrezzi dei due operatori, e due banchi di lavoro dotati di morsa per l'assemblaggio del bilancere (prima operazione nel ciclo di montaggio dell'alimentatore) e di altri piccoli premontaggi.

Nel nuovo layout si è innanzitutto cercato di fare in modo che tutti i componenti per produrre l'alimentatore fossero vicini a ciascuna delle due maschere di assemblaggio, e non solo ad una, come avveniva nel vecchio layout. Si è scelto quindi di progettare la fase in modo "speculare", perchè ogni maschera avesse vicino tutti i codici. Per questo motivo, le rastrelliere che contengono la bulloneria e i componenti sono state sdoppiate e disposte ai lati delle maschere in modo speculare (come si vede in figura 5.5).

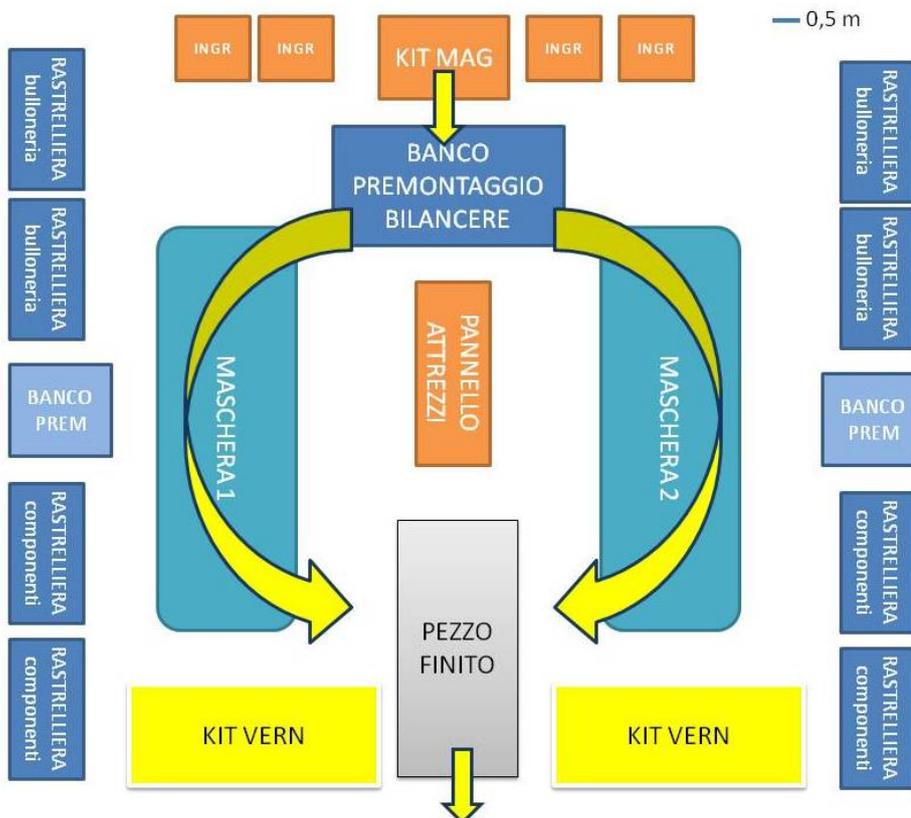


Figura 5.5: Layout di massima della fase di premontaggio Alimentatori

Per non raddoppiare la giacenza in fase, si è scelto di dimezzare le quantità di pezzi, per ogni codice, contenuti nelle rastrelliere (da 6 macchine a 3 macchine in ogni cassetta). In questo modo la fase è predisposta per produrre sempre 6 macchine al giorno, 3 su ognuna delle due maschere. Naturalmente, poichè il tempo attualmente necessario per produrre un alimentatore non consente di assemblare più di 4 gruppi al giorno, sarà necessario lavorare anche sui metodi di lavoro per abbassare il tempo di produzione dell'alimentatore, e riuscire così a seguire il ritmo della linea. Tuttavia, come detto in precedenza, l'obiettivo delle 6 macchine al giorno lo si vuole raggiungere nel lungo termine, quindi, per il momento, è importante disporre la fase in modo che si possa passare ad un ritmo di produzione di 6 macchine al giorno in tempo zero.

Lo stesso discorso vale per il carrello speciale del KIT di verniciatura, che nel layout ha due spazi identici dedicati (in giallo in figura 5.5), uno per la prima maschera ed uno per la seconda. In questo modo risulta possibile avere due kit diversi in fase, in modo che i due operatori possano assemblare contemporaneamente due modelli diversi.

In fase è poi presente il KIT da magazzino (di cui è già stata mostrata una foto in figura 5.4), che contiene tutti i pezzi per l'assemblaggio del bilancere, prima parte del ciclo di montaggio dell'alimentatore. Il percorso del gruppo di alimentazione durante il suo montaggio comincia dunque da questo banco, prosegue in una delle due maschere di assemblaggio, e viene infine scaricato su un carrello per il pezzo finito, col quale viene spinto in linea. Dalle frecce gialle in figura è facile capire come il flusso del pezzo sia lineare e non richieda all'operatore spostamenti da una parte all'altra della fase, come invece accadeva nella vecchia onfigurazione del layout.

Anche per le rastrelliere dei componenti e della bulloneria, viene studiato un layout, assegnando a ciascun contenitore delle coordinate simili alla battaglia navale, in modo da avere una banca dati in cui la diversa disposizione dei contenitori è mappata con precisione. Lo studio della disposizione delle

cassette sulla rastrelliera ha inoltre l'obiettivo di affinare codici che vengono usati nello stesso modello di alimentatore, in modo che l'operatore, durante il montaggio, non debba perdere tempo a cercare i pezzi in mezzo ai contenitori della rastrelliera.

	A	B	C	D	E	F	G
7	310XXXX	330XXXX	340XXXX	340XXXX	340XXXX	390XXXX	390XXXX
	RINFORZO	SUPPORTO	LAMIERA SOSTEGNO CHIAVE	LAMIERA APPOGGIO CHIAVE	PIASTRINA	SUPPORTO	LAMIERA
	Riempimento	12	3	3	6	12	Riempimento
6	3917XXXX	3917XXXX	3917XXXX	3917XXXX	390XXXX	390XXXX	390XXXX
	LAMIERA AMAS 030	SUPPORTO	ECCENTRICO	SOFFIETTO	PIATTO IN LAMIERA	PIATTO	RINFORZO CHIUSURA
	3	3	3	3	Riempimento	Riempimento	Riempimento
5	887XXXX	887XXXX	888XXXX	888XXXX	888XXXX	888XXXX	888XXXX
	MOLLA A DISEGNO	MOLLA A DISEGNO	PIASTRINA+OCCHIELLO- AMA 00246	STROZZATORE	FILTRO CAHOZZI	CUSCINETTO	PIASTRINA
	Riempimento	Riempimento	Riempimento	Riempimento	Riempimento	Riempimento	Riempimento
4	888XXXX						
	DECALCOMANIA						
3							
2	3417XXXX	3417XXXX	3417XXXX	3417XXXX	3417XXXX		
	CHIUSURA - GALL	CHIUSURA - GALL	CHIUSURA - GALL	CHIUSURA - GALL	CHIUSURA - GALL	LAMIERA	
	3	3	3	3	3	3	
1	390XXXX	390XXXX	390XXXX	888XXXX	889XXXX		
	SUPPORTO	LAMIERA	RINFORZO	BOCCOLA	MOLLA A GAS N1150-285-10		
	3	12	18	Riempimento	6		
	A	B	C	D	E		

Figura 5.6: Layout rastrelliera componenti su MS Excel

5.1.6 S.O.E. - Sequence Of Events

Cogliendo l'occasione dello studio delle fasi di assemblaggio per il progetto, si è svolta un'analisi sui metodi di lavoro per creare dei cicli, da tenere in fase, in cui venga descritta dettagliatamente tutte le operazioni della sequen-

za di montaggio. In questo modo, quando verrà messa in atto la job rotation (si ricorda che in un sistema Lean gli operatori devono essere flessibili e devono poter lavorare in una qualsiasi delle diverse fasi di assemblaggio), si fornisce uno strumento di riferimento per il montaggio anche agli operatori meno esperti per quella fase.

Durante il montaggio, un membro del team è stato affiancato all'operatore con l'obiettivo di riportare la sequenza delle operazioni e di individuare eventuali azioni correttive e miglioramenti.

Per ogni operazione ci si è chiesto:

- Cosa fa l'operatore (quell'attività aggiunge valore al prodotto o è *Muda*?)
- Chi la esegue (serve una persona con particolari caratteristiche fisiche o mentali?)
- Dove viene eseguita (può essere spostata in un posto migliore?)
- Quando la si esegue (in che punto del ciclo di montaggio? quali vincoli di precedenza?)
- Come viene eseguita (si può fare - meglio - in altri modi?)

Dopo aver completato una documentazione integrale del ciclo, si ricercano delle soluzioni che migliorino il metodo di assemblaggio, semplificandolo e razionalizzandolo.

Dopo questa analisi si procede con la costruzione della Sequence of Events (S.O.E.), una lista di attività messe in sequenza, che mostrino il ciclo di montaggio di un certo gruppo, assemblato in quella fase di lavoro. Nelle varie colonne della S.O.E. sono indicate le attività da eseguire in sequenza, una foto che illustri la parte a cui si fa riferimento, il codice del particolare, gli attrezzi necessari, il numero di operatori necessari, il tempo standard dell'operazione ed eventuali note. Nell'allegato A.6 è mostrato un esempio di S.O.E. messo a punto per l'area di assemblaggio della cassa legatore. Il ciclo dell'area alimentatori è attualmente in fase di preparazione.

5.1.7 La giornata di Workshop

Per “giornata di Workshop” si intende il giorno, programmato fin dall’avvio dell’analisi di una nuova fase, in cui tutti gli studi compiuti nelle settimane precedenti vengono messi in pratica. In questa giornata il team di lavoro “scende in campo” e riconfigura la stazione sotto la nuova ottica Lean. In sostanza tutte le maschere, le attrezzature e i contenitori presenti in fase vengono rimossi, la fase viene pulita e infine ridisposta secondo il nuovo layout. Ogni attività compiuta nella giornata di workshop, è l’applicazione nella realtà di ciascuna delle “5S”. Per questo motivo, nella descrizione di tutti i passaggi, ci faremo guidare da questo strumento della Lean Production.

Seiri - Separare e Selezionare

La prima attività svolta all’inizio dei lavori, è stata di rimuovere tutti gli elementi presenti in fase: maschere, banchi di lavoro, attrezzature, carrelli, contenitori, pallet, ecc. Nella rimozione di questi oggetti si è cominciato già ad effettuare una prima suddivisione del materiale: quello che serve e quello inutile, da eliminare o da riportare in magazzino. Per prima cosa si è cominciato a selezionare gli attrezzi, tenendo da parte solo quelli che servivano per il montaggio dell’alimentatore.

Gli attrezzi erano contenuti principalmente dentro cassettiere su ruote, date in dotazione a ciascun operaio. In esse erano contenuti attrezzi di ogni tipo, in modo che l’operaio, se doveva lavorare in una diversa fase di assemblaggio, potesse portarsi dietro il suo carretto e lavorare coi suoi attrezzi. Le attrezzature più specifiche per la lavorazione nella fase, erano invece tenute accatastate sui banchi di lavoro o nei ripiani sotto di essi. Questa metodologia di lavoro prevedeva che gli operai avessero nel loro carretto una grande quantità di attrezzi, per poter operare nelle diverse fasi di assemblaggio. In questo modo, però, l’azienda si vedeva costretta ad acquistare parecchi attrezzi per ogni operaio, spesso non utilizzati, con notevole impiego di risorse. Col nuovo sistema si è invece voluto dotare la “fase”, piuttosto che “l’operaio”, degli attrezzi che servono per le lavorazioni in essa: i carretti degli attrezzi



Figura 5.7: Selezione degli attrezzi

sono stati svuotati e al loro posto sono stati creati dei pannelli verticali su cui vengono agganciati tutti e soli gli attrezzi per lavorare in quella fase. La fase di assemblaggio degli alimentatori è stata dotata di doppi attrezzi, in modo tale da consentire la lavorazione contemporanea dei due operai.

Gli attrezzi sono stati appesi al pannello tramite dei ganci removibili, disposti dagli stessi operai nel modo più comodo per l'utilizzo durante la lavorazione. I ganci, inoltre, costituiscono un segnale visivo per l'operatore nel momento in cui comincia la lavorazione: se un gancio rimane vuoto significa che manca un attrezzo e che la lavorazione, se iniziata, deve essere interrotta a metà. Inoltre in questo modo gli attrezzi sono facilmente individuabili, al contrario del caso in cui si trovino mischiati a molti altri nelle vecchie cassettiere (vedi figura 5.7).

Un'altra selezione eseguita è quella che riguarda i componenti presenti in fase: le cassette delle rastrelliere, i contenitori metallici e i carrelli speciali sono stati riempiti delle giuste quantità di pezzi a seconda dell'indicazione

dell'etichetta kanban, e il rimanente avanzato è stato riportato al magazzino centrale.

Seiso - Pulire

Una volta che l'area è stata completamente sgomberata si passa alla pulizia della sua superficie.



Figura 5.8: Pulizia della fase appena sgomberata

La precedente disposizione dei contenitori, accumulati in terra uno sopra l'altro, favoriva l'accumularsi di sporcizia, il che, oltre a creare un ambiente poco gradevole per l'operatore che ci lavora, potrebbe causare problemi di sicurezza e rischio di danneggiamento o smarrimento di componenti e attrezzature. La nuova disposizione, invece, che prevede di mettere tutti i contenitori, il pannello attrezzi, i kit di componenti e le rastrelliere su ruote, favorisce il mantenimento di una postazione pulita ed efficiente, per fornire al lavoratore le migliori condizioni per svolgere la propria attività.

Seiton - Riordinare e Organizzare

Una volta che la stazione è stata pulita, che i contenitori sono stati riempiti e che il pannello attrezzi è stato predisposto, i vari elementi possono essere riportati in fase, e ridisposti secondo il nuovo layout esposto precedentemente.



Figura 5.9: Redisposizione della fase

Nel disporre fisicamente le attrezzature in fase, il team si può accorgere di soluzioni di layout ancora migliori rispetto a quella studiata in precedenza sulla carta. A questo punto, fare diverse prove di layout risulta pressochè immediato, in quanto tutti i contenitori presenti in fase sono dotati di ruote e possono essere facilmente spostati. In figura 5.9 si possono vedere le foto della stazione prima e dopo la riorganizzazione.

Seiketsu - La ricerca degli standard

Nella progettazione e realizzazione della nuova fase è stato dato largo spazio alla ricerca di standard per una gestione semplificata di tutto il flusso del valore. Come già spiegato in dettaglio nel capitolo precedente, le principali scelte in merito agli standard da adottare, hanno toccato la scelta del ritmo di produzione su cui basarsi per il dimensionamento di tutte le stazioni, la scelta del tipo di kanban, la dimensione dei contenitori, la gestione degli at-

trezzi, l'unificazione della gestione dei gruppi pressati, la gestione visuale per la sicurezza dell'operatore, ecc. Un altro standard che viene implementato in questo frangente del workshop, una volta assegnato ad ogni elemento una propria collocazione a seconda del layout stabilito, è la predisposizione di strisce colorate di colori standard, gialle e blu, a terra attorno a tutti questi elementi, che abbiano un valore segnaletico per l'operatore: le strisce gialle indicano le postazioni fisse, come i banchi di lavoro, il pannello attrezzi e le rastrelliere, e le strisce blu le postazioni dei contenitori su ruote, siano essi kanban o contenitori speciali, che provengono dal magazzino durante il rifornimento. In questo modo basta un semplice sguardo per riconoscere se ogni contenitore è nella sua giusta collocazione. Inoltre le strisce aiutano l'operatore ad avere un riferimento visuale a terra che indichi loro gli ingombri di tutti gli elementi presenti in fase, rendendo più facile il riconoscimento degli oggetti per evitare urti. In generale si può dire che questo intervento aiuti ad aumentare la sicurezza della postazione di lavoro.

Shitsuke - Diffondere e Mantenere

La Lean Production non è un metodo di lavoro "Plug and Play". Perché funzioni correttamente è importantissimo sostenere la sua introduzione e le fasi successive con continui sopralluoghi e interventi nelle fasi. Capiterà di sicuro, all'avvio della produzione col nuovo sistema, prevista per l'inizio del 2010, che si manifestino problemi di varia natura. Un primo problema sarà sicuramente legato alla difficoltà di adattamento degli operai che, avendo lavorato in un certo modo per anni, saranno piuttosto restii ad accettare il nuovo sistema di produzione. In secondo luogo, nella fase di studio, per quanto le analisi possano essere state eseguite in modo scrupoloso, è probabile che siano stati commessi dei piccoli errori di valutazione, che emergeranno solamente quando la produzione avrà inizio. Per fare in modo che il progetto prenda quota senza rischiare di fallire, sarà importante che il team costituito mantenga un affiancamento costante con gli operatori di linea, in modo da prendersi carico immediatamente della risoluzione dei problemi che emerge-

ranno, senza lasciare che questi si accumulino nel tempo. Uno strumento utilizzato per venire incontro a questa necessità è il posizionamento di un pannello “visual” in ogni area di lavoro, in cui sarà presente un elenco di “problemi” a cui verrà aggiunta una riga ad ogni nuova segnalazione da parte dell’operatore. A fianco di ogni problema riscontrato, oltre alla data di rilevazione, verrà lasciato uno spazio per eventuali proposte di soluzione e uno spazio che raffiguri un cerchio, da riempire spicchio dopo spicchio fino alla totale risoluzione del problema. Con questo strumento ci si impone di avere sempre in mente i problemi finché non siano stati completamente risolti, nell’ottica dei miglioramenti kaizen: piccoli ma continui nel tempo.

5.1.8 Risultati ottenuti

Nello sviluppo della nuova fase si sono ottenuti miglioramenti sotto diversi aspetti.

Innanzitutto, a livello finanziario, si verifica una notevole diminuzione del capitale immobilizzato presente in fase. La tabella 5.3 riassume l’entità della giacenza media che deve essere presente in fase quando si produce un lotto di 100 alimentatori, nelle diverse varianti previste per le macchine della nuova gamma, CH e GAV. Il valore della giacenza è stato calcolato come

$$Giacenza\ Media = \frac{Giacenza\ Massima}{2}$$

La giacenza Massima, cioè quella presente in fase al lancio in produzione del lotto, è stata ottenuta estraendo dal file Supermarket tutti i codici per la produzione di ciascun tipo di alimentatore con le relative quantità, moltiplicate per il numero dei pezzi del lotto (100 pezzi, lotto economico del vecchio sistema).

Con la produzione a lotti, in fase vengono portati tutti e soli gli elementi che servono per la produzione di un unico modello di alimentatori. Con l’avvento della Lean la fase è stata dotata di codici per produrre pochi gruppi di alimentazione, ma di tutti i modelli. Per rendere confrontabili i dati delle due gestioni, si consideri lo storico di produzione delle diverse tipologie

	Rotore	Supercut fisso	Supercut basculante	Powercut
Giacenza media (in €)	*****	*****	*****	*****

Tabella 5.3: Giacenza media in valore per un lotto di 100 pezzi

di alimentatore: 25% Alimentatore Rotativo (ROT), 35% Supercut Fisso (SCF), 35% Supercut Basculante (SCB), 5% Powercut (PW). Nella prima colonna della tabella 5.4 è mostrata una media delle giacenze dei singoli modelli ponderata sulle varie percentuali di modelli prodotti sul totale.

Giacenza Prima (in €) 25% ROT - 35% SCF - 35% SCB - 5% PW	Giacenza Dopo (in €)	Riduzione (in %)
*****	*****	-73,26

Tabella 5.4: Giacenza media in valore per tutti i pezzi

La giacenza media della nuova gestione viene calcolata automaticamente dal file Supermarket. Come indica la tabella si è raggiunta una diminuzione del 73% rispetto al valore presente in fase nella gestione a lotti.

E' stato inoltre diminuito il numero di mezzi che si muovono all'interno dello stabilimento: per la movimentazione dei pezzi non vengono più utilizzati i muletti a forche (fino a 6 contemporaneamente nei momenti di cambio del lotto), ma, essendo i nuovi contenitori dotati di ruote, sarà presente un unico trenino che potrà portare diversi codici contemporaneamente. In questo modo le risorse umane che guidavano i muletti potranno essere dedicate ad attività che creano valore per il cliente finale. Inoltre, con meno mezzi che girano nello stabilimento, diminuisce il rischio di infortunio dei lavoratori e aumenta la sicurezza generale dello stabilimento.

Un altro miglioramento riguarda l'aumento della rotazione annua del materiale in fase e, di conseguenza, di tutto il magazzino: mantenendo in fase una quantità minore, i codici girano più velocemente e il magazzino si svuota ad un ritmo più costante. Così facendo è possibile accordarsi coi fornitori per consegne più piccole e frequenti.

A seguito di un primo studio sui tempi, svolto con la metodologia MOST, si è calcolato che, solamente grazie all'avvicinamento dei componenti alle maschere e ai banchi di lavoro dopo lo sdoppiamento dell'area, è stato possibile ridurre il tempo di produzione del 10% circa. Nell'analisi dei tempi si è infatti evidenziato come il "fattore A", che per il MOST significa "muoversi" (inteso sia come movimento del braccio per afferrare un oggetto, sia eseguire alcuni passi per raggiungerlo), occupi circa il 25-30% del tempo totale di assemblaggio. Per la Lean Production questo movimento costituisce *Muda*, da eliminare o ridurre il più possibile. Una volta che la stazione di assemblaggio è stata messa in condizioni di essere utilizzata, deve seguire uno studio dei tempi più approfondito che riguardi anche l'analisi dei metodi di lavoro, per ridurre ulteriormente il lead time di produzione dell'alimentatore e potersi avvicinare al ritmo di produzione di 6 macchine al giorno.

Altri miglioramenti ottenuti sono imputabili alla costruzione di un'ambiente di lavoro pulito, ordinato, organizzato e sicuro per l'operatore, condizione imprescindibile per ottenere prodotti di qualità.

5.2 Workshop Parte Mobile

La “parte mobile” di una Round Baler è la parte posteriore della macchina che, una volta completata la pressatura del prodotto e una volta che la palla è stata legata, si solleva per consentire l’espulsione della palla (vedi figura 5.10).



Figura 5.10: Parte mobile di una pressa a camera variabile, sollevata

Per questo sottogruppo della macchina è molto difficile, se non impossibile, creare delle parti modulari da montare su diversi modelli di macchina (come è stato invece per il gruppo di alimentazione, che si poteva montare indifferentemente su ogni macchina CH o GAV). La tipologia di parte mobile dipende infatti dal tipo di camera (fissa o variabile), dalla tecnologia della camera fissa (a rulli o catene) e, infine, dalla dimensione della palla ottenibile che determina la grandezza della camera. In generale si possono individuare 3 famiglie di parte mobile:

1. Parte mobile delle macchine CH a camera fissa a catenaria (CH12, CH32, CH45, CH15, CH35)
2. Parte mobile della macchina CH a camera fissa a rulli (CH52)
3. Parte mobile delle macchine GAV a camera variabile (GAV9, GAV6, GAV8, GAV6 FARMER)

Le macchine CH a catenaria sono macchine a camera fissa. La parte mobile è costituita da due fiancate che arrivano in fase di montaggio già saldate con la parete della camera, di forma semi-cilindrica. L'imballaggio del prodotto avviene per mezzo di barre metalliche trasversali al moto della macchina, che, scorrendo lungo la parete della camera grazie a dei cuscinetti trainati da catene, mettono in rotazione il prodotto finché non si è raggiunta la densità stabilita. Macchine di questo tipo si adattano bene a prodotti secchi.

Le macchine CH a rulli sono anch'esse macchine a camera fissa. La parte mobile è costituita da due fiancate che arrivano in fase di montaggio collegate tramite alcune barre di supporto ad esse saldate. Questa tipologia di parte mobile non ha parete posteriore poiché al suo posto vengono montati 11 rulli, affiancati l'uno con l'altro, che mettono in rotazione il prodotto analogamente a quanto succede per la macchina a catenaria. Questo tipo di macchina è più delicata sul prodotto, e per questo si adatta meglio a prodotti verdi.

Le macchine GAV sono invece a camera variabile. Le fiancate della parte mobile arrivano in fase di montaggio singolarmente, non saldate tra di loro, a differenza delle macchine a camera fissa. La formazione della balla avviene tramite delle cinghie - che costituiscono la parete posteriore e anteriore della camera - che mettono in rotazione il prodotto. Le cinghie compiono un percorso attorno ad alcuni rulli folli, che permettono alle cinghie stesse di rimanere in tensione.

5.2.1 La situazione attuale

La fase di montaggio della parte mobile, al momento dell'avvio dell'analisi, risulta spaccata in due, tanto che si possono considerare "2 fasi in 1" piuttosto che una fase di montaggio di un gruppo unico. Il motivo di questa suddivisione è la completa differenza tra le parti mobili delle macchine a camera fissa e a camera variabile.

In particolare l'assemblaggio delle parti mobili delle macchine CH (a camera fissa) a catenaria, richiedono la presenza in fase di un'attrezzatura per il montaggio delle barre e dei cuscinetti sulle catene, la quale raggiunge le dimensioni di 6,6 x 1,8 m.

La versione a rulli delle macchine a camera fissa, non avendo la catenaria, non utilizza quest'attrezzatura, ma si serve di una maschera che faciliti il posizionamento dei rulli sulle fiancate.

Infine, le macchine GAV (a camera variabile) richiedono un'attrezzatura che tenga bloccate le fiancate durante l'assemblaggio delle barre di supporto, che in questo caso non sono già saldate alle fiancate come per le macchine a camera fissa, e dei rulli folli. Inoltre, per le macchine a camera variabile, il ciclo di montaggio può essere molto differente, a seconda della tipologia di cinghie che vengono montate. In particolare le cinghie possono essere "endless" o "giuntate". Le cinghie "endless", più sofisticate, non sono interrotte per consentire un avvolgimento più uniforme del prodotto e hanno una vita utile più lunga. Le cinghie "giuntate", più economiche, sono invece aperte all'origine, e vengono chiuse su sé stesse con dei perni di chiusura. Entrambe le tipologie di cinghia vengono montate in linea e non nelle fasi di premontaggio. Tuttavia, mentre le cinghie "giuntate" possono essere fatte passare attorno ai rulli folli quando sono ancora aperte, per le cinghie "endless" questa operazione è impossibile, e i rulli, che sono interni al giro delle cinghie, devono essere assemblati alle fiancate della parte mobile solamente dopo l'accoppiamento della parte mobile con la parte anteriore della macchina. Per questo il ciclo di assemblaggio risulta molto diverso nei due casi: nel caso di cinghie "giuntate" tutti i rulli presenti nella parte mobile possono essere preventivamente

assemblati alle fiancate nella fase di premontaggio; nel caso di cinghie “endless” i rulli posizionati all’interno del giro cinghie (tutti meno uno) devono essere assemblati per forza in linea.

Le parti mobili sono molto voluminose, e vengono portate in linea una alla volta da muletti, disposte ciascuna su un pallet di legno. Gli altri componenti sono per lo più accumulati in cassoni di dimensioni 590x700x670 accatastati uno sopra l’altro come avveniva per la fase di assemblaggio dei gruppi di alimentazione.

La priorità nello studio di questa fase era riorganizzare il layout in modo che fosse possibile movimentare in modo semplice parti di grandi dimensioni come risultano essere le parti mobili.

5.2.2 I primi passi dello studio e il file Supermarket

Analogamente all’area alimentatori, anche per questa area è stato costruito il file Supermarket, contenente le medesime informazioni già riportate nel capitolo precedente. Dopo l’inserimento dei codici nel file, si sono individuate 9 diverse varianti di parte mobile, indicate in tabella 5.5.

Anche in questo caso, dopo la costituzione del gruppo di lavoro, si è proceduto ad effettuare dei sopralluoghi in fase, affiancando gli operatori al lavoro. Tuttavia, essendo in vigore un tipo di produzione per lotti, non si è potuto assistere al montaggio di ogni tipologia di parte mobile, ma solo di quella delle macchine a camera a fissa con sistema a catenaria. Per questo l’analisi non è stata facile fin dall’inizio, e molto spesso è stato necessario ricorrere ai dati (non sempre esatti) del sistema informativo aziendale e alla memoria dei singoli operai. In particolare si è lavorato molto in affiancamento alla responsabile della Linea 2, con la quale, grazie alla sua esperienza nel montaggio di tutti i modelli di macchina, si è riusciti ad arrivare alla stesura definitiva di tutti i componenti che dovevano essere montati in quella fase di

Macchina	Tipologia di camera	Tecnologia	Dimensioni balla (cm)
CH12	fissa	catenaria 16 barre	120x125
CH 32/CH 42	fissa	catenaria 24 barre	120x125
CH 15/CH 35	fissa	catenaria 28 barre	120x155
CH 52	fissa	rulli	120x***
GAV 6	variabile	cinghie endless	120x60-165
GAV 9	variabile	cinghie endless	120x60-200
GAV 6 FARMER indic. direz	variabile	cinghie giuntate	120x60-165
GAV 6 FARMER NO indic. direz	variabile	cinghie giuntate	120x60-165
GAV 8	variabile	cinghie giuntate	120x***

Tabella 5.5: Modelli di parte mobile

assemblaggio.

La stessa lista degli attrezzi, per le tipologie di macchina non previste nel lotto, è stata redatta grazie alla memoria degli operai. Per questo motivo è possibile che siano stati commessi alcuni errori o dimenticanze, ma fortunatamente gli standard di gestione adottati permettono di correggere questi errori in tempo zero, ad esempio aggiungendo dei ganci al pannello attrezzi o aggiungendo dei contenitori standard nelle rastrelliere nel caso si dovesse verificare la mancanza di un codice in fase.

5.2.3 Analisi dei singoli codici

Per la fase della parte mobile, analogamente a quanto è stato fatto per la fase degli alimentatori, la gestione dei diversi codici è suddivisa in **bulloneria** e **componenti**. La bulloneria è stata affidata allo stesso fornitore che si occupa del rifornimento di tutte le fasi di premontaggio. I componenti, invece, vengono gestiti, compatibilmente col loro peso e dimensioni, con contenitori

kanban standard da disporre su rastrelliere, tenendo conto delle stesse fasce di valore descritte nel capitolo 3.

Una volta inseriti tutti i codici e i relativi coefficienti di utilizzo nel file Supermarket, ci si è accorti da subito che non esistono componenti in comune tra le due famiglie principali di macchine, a camera fissa e a camera variabile. Per questo sarà possibile creare delle rastrelliere separate per le due diverse tipologie di macchina, da disporre il più vicino possibile alle relative maschere o attrezzature di assemblaggio, a seconda del layout che verrà studiato durante i lavori. Un discorso analogo lo si può fare per la bulloneria, per la quale solo alcuni codici sono in comune tra le due famiglie di macchine, mentre la maggior parte sono dedicati al singolo modello.

Si è cominciato così ad analizzare ogni singolo codice, cercando di disporli dapprima nei contenitori standard di dimensione più piccola (da agganciare alle rastrelliere) e, nel caso non fosse possibile per pesi o dimensioni troppo elevate, in contenitori metallici disposti su ruote, dei tipi già usati per la fase degli alimentatori.

Nella tabella 5.6 sono riassunte le tipologie di contenitori utilizzate per contenere i codici di questa zona di lavoro.

Codici Totali	Tipo Codice	Contenitori
227 codici	134 componenti	57 standard
		10 metallico aperto
	67 speciale	
	93 bulloneria	93 standard

Tabella 5.6: Contenitori utilizzati

Kit dei carrelli speciali

Il fatto che più della metà dei codici venga portata in fase con dei carrelli speciali, è indice di come questo sottogruppo contenga soprattutto componenti di alto valore che, nella fattispecie, hanno dimensioni molto elevate. La

gestione e l'organizzazione dello spazio è dunque uno degli elementi più complessi da considerare per il ridimensionamento di questa stazione di lavoro. Con l'utilizzo di carrelli speciali da portare in fase solo quando necessario, si cerca di ridurre al minimo il materiale ingombrante presente in fase, in modo che gli operatori si possano muovere più agevolmente all'interno della postazione di lavoro, riducendo tra l'altro il rischio di infortunio.

Sono stati progettati per questa fase 5 diversi carrelli speciali, di cui 3 provenienti dalla verniciatura e 2 dal magazzino. I carrelli provenienti dalla verniciatura sono dedicati ognuno ad una delle tre famiglie di parte mobile individuate sopra:

- carrello dei componenti verniciati delle macchine CH (camera fissa) a catenaria
- carrello dei componenti verniciati della macchina CH (camera fissa) a rulli
- carrello dei componenti verniciati delle macchine GAV (camera variabile)

Tutti questi carrelli, come per la fase di premontaggio degli alimentatori, contengono un unico kit che comprende tutti i componenti verniciati necessari per l'assemblaggio della parte mobile di uno dei modelli di macchina presenti in gamma. L'unico carrello dedicato ad una sola macchina (e quindi che può contenere un unico kit) è quello della CH52, macchina a camera fissa a rulli, che comprende dei componenti di tipo completamente diverso dalle altre macchine: in particolare si fa riferimento agli 11 rulli che richiedono una morfologia del carrello completamente diversa.

I carrelli, dotati di ruote, rientrano nel tipo di gestione syncro e vengono portati in fase solo "su chiamata dell'operatore", qualora il piano di produzione richieda l'assemblaggio di quel modello di parte mobile. Le ruote di cui sono dotati i carrelli consentono di portare i kit in fase con il trenino logistico direttamente dal punto di scarico della verniciatura.

Gli altri carrelli speciali che provengono dal magazzino sono:

- carrello dei componenti della CH52
- carrello dei pezzi ingombranti delle CH a catenaria

Il primo dei due carrelli contiene tutti e soli i componenti dedicati specificatamente alla macchina CH52, che provengono dal Supermarket. Questi componenti, anche se peso e morfologia consentirebbero di sistemarli sulle rastrelliere, sono stati tolti dalla fase e messi in un carrello speciale a gestione sincronizzata. Questa scelta deriva dall'analisi degli storici e delle previsioni future di produzione, che vedono pochi modelli di CH52 da produrre ogni anno. Per tale motivo, è inutile che il materiale di questa macchina stazioni in fase per lungo tempo senza essere utilizzato, occupando spazio inutilmente e rischiando che i componenti siano sottoposti a urti, usura e smarrimento. Il carrello dei pezzi ingombranti delle CH a catenaria contiene semplicemente due alberi, da montare su ogni modello, di peso e dimensioni che non consentono di posizionarli in contenitori standard, nè da rastrelliera nè metallici. Per questo in fase verranno posizionati 2 carrelli speciali a gestione kanban (uno "IN USO" e l'altro "DI SCORTA") contenente ciascuno 6 pezzi di ciascun albero. La scelta del tipo di gestione kanban invece che syncro è dettata dal fatto che questi alberi vengono montati su tutti i modelli di CH a catenaria, per cui, avendo un'alta rotazione, è opportuno mantenerli in fase senza il bisogno di ordinarli ogni volta che il piano di produzione li richiede (sempre, nel caso di produzione di macchine CH a catenaria). La forma del carrello richiama un "porta-ombrelli", nel quale gli alberi vengono posizionati verticalmente, per permettere all'operatore di prelevarli senza chinarsi, e risparmiando tra l'altro un notevole spazio in fase di assemblaggio.

5.2.4 Studio del nuovo Layout

Come già accennato all'inizio del capitolo, lo studio di un layout più funzionale è uno degli obiettivi fondamentali che ci si è posti fin dall'inizio dello studio di questa fase. Il motivo è individuabile nel grande volume che hanno i componenti di questa fase, in particolare il telaio della parte mobile,

costituito dalle fiancate eventualmente già saldate (per le CH) con la parete posteriore.

La stazione, prima dell'inizio del progetto, era spaccata a metà: la prima parte conteneva le maschere e le attrezzature per produrre le macchine a camera fissa, la seconda quelle per la produzione delle macchine a camera variabile. Questo layout è visualizzabile in figura 5.11.

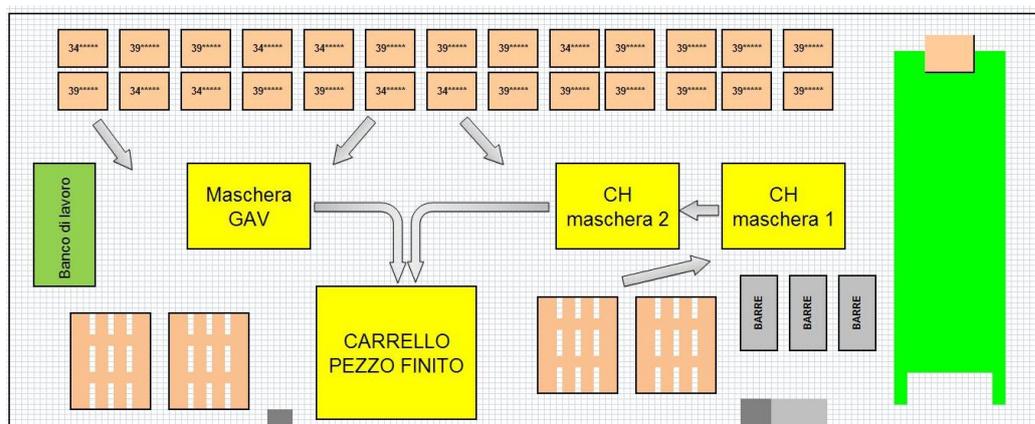


Figura 5.11: Layout zona Parte Mobile prima

Per le macchine CH a catenaria, il ciclo di produzione comincia con l'assemblaggio delle catenarie tramite l'attrezzatura posta sulla destra, di colore verde. Con questa macchina le barre di metallo vengono assemblate con due catene, che corrono sulle loro estremità, e con due cuscinetti che permettono alla catenaria di scorrere sulla parete della macchina. La catenaria pronta viene portata in prossimità della maschera 1, dove è già stato disposto il telaio della parte mobile. Questa maschera possiede dei dispositivi che aiutano l'operatore a "tirare" la catenaria lungo tutto il perimetro del telaio. L'assemblaggio procede su una seconda maschera, che non ha nulla di particolare, se non che consente di liberare la maschera 1 per la prossima macchina di lotto.

Per le macchine CH a rulli, il ciclo di produzione inizia e termina sulla maschera 2.

Per le macchine GAV è necessaria invece una terza maschera, che ten-

ga ferme le fiancate mentre vengono montate le barre di supporto e i rulli folli (nel caso di cinghie “giuntate”). Questa maschera possiede dei pistoni idraulici per il sollevamento delle fiancate, in modo da rendere più agevole l’assemblaggio dei rulli. Il montaggio di diversi tipi di fiancata sulla stessa maschera è consentito dalla presenza di supporti removibili dedicati a ciascun diverso modello. Una volta assemblata, la parte mobile viene messa su un carrello (o più spesso su un pallet in legno) col quale viene portata in linea di assemblaggio nel punto di accoppiamento con la parte fissa.

Dopo diverse analisi si è giunti alla conclusione che il nuovo layout doveva raggiungere i seguenti obiettivi:

- Sfruttamento più efficiente dello spazio
- Ridisposizione delle maschere in modo da avere un flusso più continuo
- Eliminazione di tutti i passaggi non necessari

Innanzitutto, si è notato che il flusso che segue il prodotto è piuttosto discontinuo, poichè i componenti presenti in fase non sono prossimi alle maschere di montaggio su cui vengono utilizzati. Inoltre si nota immediatamente un’inefficienza nel flusso, dovuta al cambio di maschera dopo il montaggio della catenaria delle CH: questo spostamento costituisce una perdita di tempo che non aggiunge valore al prodotto, e che può essere eliminata se la parte mobile viene ultimata sempre sulla stessa macchina. Con la produzione Pull, infatti, l’assemblaggio del nuovo gruppo non va iniziato finchè non è stato ultimato il precedente, per cui non ha più senso che “ci si porti avanti” col pezzo successivo come avviene per la politica a lotti.

Dopo una serie di analisi si è giunti al nuovo layout, presentato in figura 5.12.

Si noti che, con la riduzione dei contenitori presenti in fase e con l’eliminazione della seconda attrezzatura, si ottiene una riduzione del 25% di spazio circa. Il nuovo flusso risulta più lineare e i tempi di produzione diminuiscono per il solo avvicinamento delle rastrelliere dei componenti alle maschere di

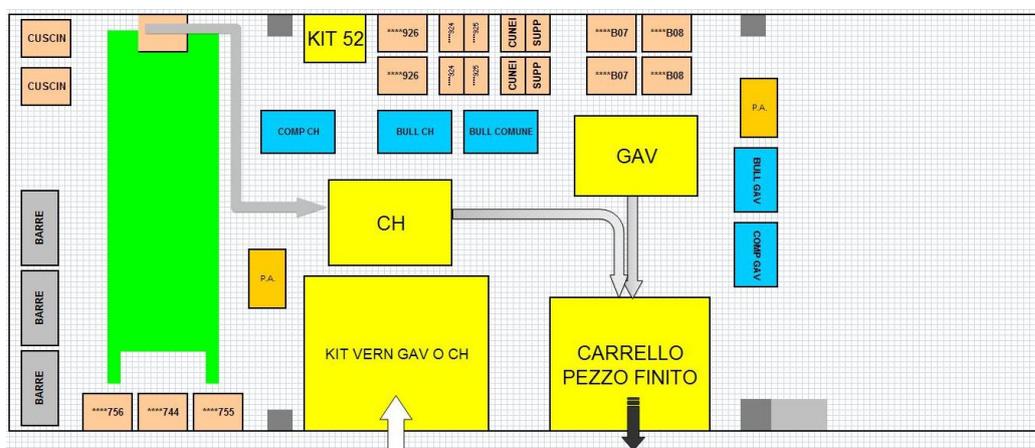


Figura 5.12: Layout zona Parte Mobile dopo

lavoro su cui vengono montati. Nel nuovo layout sono previste 5 rastrelliere, di cui 2 di componenti e 3 di bulloneria. Le rastrelliere di componenti sono dedicate alle relative famiglie di macchine, GAV e CH a catenaria, e per questo possono essere disposte ciascuna a fianco della propria maschera di assemblaggio. Fra le 3 rastrelliere di bulloneria, 2 sono dedicate alle stesse famiglie di macchina, mentre la terza contiene codici che vengono montati su entrambe le famiglie. Per questo motivo l'ultima rastrelliera è stata posta in mezzo alle due macchine. I componenti della CH52 (macchina a rulli), come già accennato in precedenza, non sono stati disposti sulle rastrelliere, ma arrivano in fase con un carrello speciale (in giallo in alto nella figura) che porta tutti e soli i componenti di quella macchina, poichè le CH52 prodotte ogni anno sono talmente poche da non giustificare la presenza continua dei suoi componenti in fase.

L'attrezzatura per il montaggio delle catene è stata spostata a sinistra per liberare uno spazio sulla destra che verrà utilizzato per la costruzione di un'altra fase di assemblaggio.

5.2.5 S.O.E. - Sequence Of Events

Nello studio delle sequenze di assemblaggio è stata compiuta una scelta fondamentale, nell'ottica di unificare il ciclo di montaggio delle diverse macchine. In particolare, si è già detto della differenza del ciclo di produzione nel caso di cinghie "endless" o "giuntate". Nel primo caso le cinghie vengono montate all'inizio della linea e seguono la macchina durante tutto il suo ciclo, nel quale i vari rulli della parte anteriore e posteriore vengono infilati all'interno del giro delle cinghie. Nel secondo caso, invece, è possibile inserire le cinghie dopo l'assemblaggio di tutti i rulli, facendole scorrere attorno ai rulli quando sono ancora aperte e giuntandole solo alla fine.

Nel caso di cinghie "giuntate", nella zona di assemblaggio della parte mobile, i rulli folli venivano montati tutti nel telaio, e in linea si procedeva solo all'accoppiamento della parte mobile con la parte anteriore e alla chiusura delle cinghie attorno ai rulli. Nel caso di cinghie "endless" i rulli venivano assemblati in linea, e il pre-assemblaggio della parte mobile terminava con il semplice montaggio delle barre di supporto sulle fiancate. Per unificare il ciclo di montaggio, si è scelto di montare tutte le cinghie all'inizio della linea, giuntandole fin da subito nel caso di cinghie aperte. I rulli in questo modo vengono sempre montati in linea e non più nella fase di premontaggio. In questo modo il ciclo delle due versioni di macchina risulta più assimilabile e risulterà più semplice creare sequenze di produzione in una linea mix model.

5.2.6 Risultati ottenuti dopo la giornata di workshop

I miglioramenti ottenuti sono riassunti in tabella 5.7

Innanzitutto il valore della giacenza media in fase è sceso del 62%, cioè di oltre la metà del valore presente prima dell'inizio del progetto. Questo risultato è facilmente intuibile guardando il vecchio layout in figura 5.11, dove si notano diversi contenitori metallici sul bordo della stazione. Sopra questi contenitori ne erano impilati altri, che insieme contenevano tutto il materiale per produrre un lotto di macchine di uno stesso tipo. Ovviamente le parti

	Prima	Dopo	Risultato
Giacenza media (in €)	*****	*****	-62,2%
Spazio occupato	139 m ²	101 m ²	-27,3%
Rotazione	23	65	+182,6%
Contenitori movimentati con muletto	63	0	

Tabella 5.7: Risultati zona supercut

mobili venivano portate in fase una alla volta. Le altre erano generalmente accumulate ai bordi della linea o all'esterno dello stabilimento.

Un secondo risultato riguarda il risparmio di spazio ottenuto col nuovo layout, che, come già detto prima, è stato del 27% di quello originale. A consentire questo risultato sono stati l'eliminazione della seconda maschera delle CH e la disposizione di pochi codici nelle rastrelliere invece che nei contenitori metallici.

Mantenendo pochi pezzi in fase, la rotazione dei componenti presenti in fase viene quasi triplicata. Il calcolo è stato eseguito considerando il valore presente in fase mediamente e in totale durante tutto l'arco dell'anno. L'alta rotazione è permessa dal mantenimento di pochi pezzi in fase a gestione kanban, e soprattutto dalla presenza di più della metà dei componenti che vengono gestiti in modo sincronizzato e arrivano dunque in fase solo nel momento in cui vengono chiamati.

Un ulteriore risultato importante concerne la fluidità del nuovo layout, che consente di far scorrere il prodotto in modo lineare, evitando di eseguire passaggi e movimentazioni inutili.

5.3 Workshop Carter e Deflettori

Carter e deflettori verranno trattati insieme perchè, studiando le due stazioni contemporaneamente, è stato possibile ridurre lo spazio necessario di ciascuna per unirle in un'unica fase di assemblaggio. Oltre ai notevoli risparmi di spazio, questo avvicinamento ha consentito di posizionare entrambe le stazioni in corrispondenza dello stesso punto della linea, nel quale carter e deflettori vengono montati simultaneamente (alla fine della linea, dopo le operazioni di collaudo).

I carter sono il rivestimento della macchina. Il loro ciclo di montaggio, piuttosto semplice se paragonato ai due visti in precedenza, consiste nel montaggio del telaio di rinforzo sul carter e nell'applicazione di decalcomanie recanti il logo dell'azienda, il modello della macchina e alcune avvertenze per la sicurezza dell'utilizzatore che si dovesse avvicinare a certe zone della macchina. Il colore dei carter delle macchine può essere arancione (per le macchine marchiate Gallignani), o di altri colori per macchine prodotte per conto terzi.

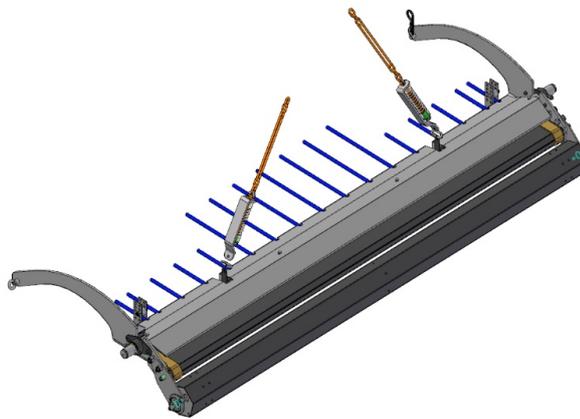


Figura 5.13: Deflettore con rullo

Il deflettore, di cui si può vedere un esempio in figura 5.13, è quel gruppo, posizionato a qualche decimetro sopra il pick-up, costituito da una serie di “aghi” paralleli che dirigono il prodotto, appena sollevato da terra, verso il

gruppo di alimentazione, senza che il prodotto venga sparso in aria dal moto dei denti del pick-up.

Esistono diverse tipologie di deflettori, a seconda della loro larghezza (modello L o XL) e della presenza o meno di un rullo che, messo in rotazione, costituisce un ulteriore invito che accompagna il prodotto all'alimentatore.

5.3.1 Analisi della situazione attuale

Zona Carter

Nella fase dei carter è presente un'unica attrezzatura, sulla quale i vari modelli di carter possono essere appoggiati per il montaggio del telaio. I carter vengono portati in fase accumulati uno sopra l'altro in contenitori metallici a bocca di lupo come si vede in figura 5.14. I carter più grandi vengono portati su pallet o in contenitori dedicati dove vengono posti in verticale.



Figura 5.14: Contenitori per carter prima dell'analisi

Dovendo produrre per lotti, i carter, di vari colori, venivano verniciati in blocco e stoccati all'esterno dello stabilimento, in quanto le grandi dimensioni non consentivano di mantenerli all'interno. La verniciatura dei carter non segue lo stesso percorso dei pezzi verniciati che abbiamo visto fin qui. Tutte

le parti fino ad ora analizzate vengono infatti verniciate di grigio, colore standard usato per lo più per la protezione dei pezzi dalla ruggine e dall'usura superficiale. A differenza di questi ultimi, i carter vengono fatti passare attraverso un'altra cabina di verniciatura, che può colorare i pezzi di 4 colori diversi. Il cambio del colore della vernice richiede 4 ore di setup, per la pulizia degli ugelli e il cambio del colore. Lavorare per abbassare questo set-up sarà indispensabile per consentire ai pezzi di seguire la nuova gestione Just In Time.

Zona Deflettori

I componenti dei deflettori vengono portati in fase con gli stessi contenitori metallici che abbiamo visto per le altre fasi. Principalmente si tratta di cassoni che contengono le diverse tipologie di "aghi". Le parti più grosse e verniciate vengono accumulate una sopra l'altra nei contenitori a bocca di lupo. In figura 5.15 ne viene riportato un esempio.



Figura 5.15: Contenitori per componenti dei deflettori prima dell'analisi

5.3.2 I primi passi dello studio e il file Supermarket

Analogamente alle altre fasi di montaggio, anche per i carter e i deflettori vengono redatti i due file Supermarket.

Supermarket Carter

Dopo l'inserimento dei codici e dei relativi coefficienti di utilizzo nel file Supermarket, vengono evidenziati i diversi modelli di gruppo finito che possono essere assemblati. Innanzitutto, grazie ad un grande lavoro di standardizzazione eseguito dall'ufficio tecnico, la nuova serie di macchine può contare su modelli unificati di carter che si adattano a tutti i modelli di macchina (cambiano solo le decalcomanie). Per le macchine CH i carter sono tutti uguali. Per le macchine GAV, cambiano i carter posteriori (eventualmente assenti in certi modelli economici), mentre rimangono uguali i carter frontali e laterali.

I codici presenti per la fase di assemblaggio dei carter sono 68, di cui 28 di bulloneria e 40 componenti.

Supermarket Deflettori

I deflettori, come già detto, si differenziano per la larghezza e per la presenza del rullo di invito. Esistono quindi 4 modelli:

- deflettore L con rullo
- deflettore L senza rullo
- deflettore XL con rullo
- deflettore XL senza rullo

I deflettori sono standard per ogni modello di macchina, il che significa che possono essere montati indifferentemente su tutti i modelli CH e GAV (macchine della nuova gamma).

I codici presenti per la fase di assemblaggio dei deflettori sono 52, di cui 26 di bulloneria e 26 componenti.

5.3.3 Analisi dei singoli codici

Codici dei Carter

Per la fase dei carter, analogamente alle altre fasi già viste, la gestione dei diversi codici è suddivisa in **bulloneria** e **componenti**. La bulloneria è sempre affidata allo stesso fornitore esterno e i componenti vengono gestiti secondo le filosofie descritte nel capitolo 3.

E' stata quindi avviata l'analisi di ogni singolo codice, compiuta tramite l'osservazione dei disegni ed effettuando dei sopralluoghi in fase per toccare con mano i codici interessati.

Nella tabella 5.8 sono riassunte le tipologie di contenitori utilizzate per contenere i codici di questa zona di lavoro.

Codici Totali	Tipo Codice	Contenitori
68 codici	40 componenti	23 standard
		17 speciale
	28 bulloneria	28 standard

Tabella 5.8: Contenitori utilizzati per la fase Carter

Si noti come in questa fase non sia stato necessario ricorrere all'utilizzo contenitori metallici, il che permette di ottenere un notevole risparmio di spazio.

Per il trasporto dei carter e dei telai si sono invece adattati dei contenitori speciali, già presenti in stabilimento, che potessero contenere dei kit per la produzione dei vari modelli. Il contenitore speciale per il trasporto dei carter è stato riadattato a partire da quello già usato per portare i carter in verticale, con la differenza che, mentre prima il contenitore portava più pezzi di un solo tipo di carter, ora è stato adattato per contenere un intero kit del modello da produrre (carter sinistro, destro, anteriore e posteriore). Il contenitore è stato infine dotato di ruote per il trasporto tramite il trenino logistico.

Il carrello speciale per il trasporto dei telai, nasce anch'esso da un contenito-

re già utilizzato, riadattato per contenere un altro codice proveniente dalla verniciatura. Il carrello, mostrato in figura 5.16, ha lo spazio per contenere cinque diversi kit di telai.



Figura 5.16: Carrello speciale kit telai

Entrambi i tipi di carrelli, provenienti dallo scarico della verniciatura, sono a gestione sincronizzata, e vengono pertanto chiamati dall'operatore solo quando servono.

Codici dei Deflettori

Per la fase dei deflettori, il discorso è analogo, e si rimanda alla tabella seguente per il riassunto dei risultati dell'analisi dei codici.

Codici Totali	Tipo Codice	Contenitori
52 codici	26 componenti	16 standard
		10 speciale
	26 bulloneria	26 standard

Tabella 5.9: Contenitori utilizzati per la zona Deflettori

Anche per la fase di assemblaggio dei deflettori si è riusciti ad evitare di ricorrere all'utilizzo degli ingombranti contenitori metallici. Per il trasporto dei componenti verniciati dei deflettori si è studiato un carrello speciale con vari ripiani che consente di contenere fino a 6 kit di componenti diversi. In questo modo l'operatore può chiamare in linea un unico carrello che contenga tutti i kit per lavorare in una intera giornata.

5.3.4 Migliorie al ciclo di montaggio

Per semplificare il montaggio dei telai sui carter l'attrezzatura esistente è stata dotata di un pistone idraulico per il sollevamento del banco di lavoro. Inoltre, per evitare abrasioni sulla superficie verniciata, i punti di appoggio sono stati rivestiti di materiale isolante che ne eviti il danneggiamento.

Per rendere più efficiente il ciclo di montaggio del deflettore, il banco di lavoro è stato dotato di riferimenti e morsetti per il serraggio rapido (vedi figura 5.17) dell'albero centrale al banco, a cui devono essere applicati gli "aghi".

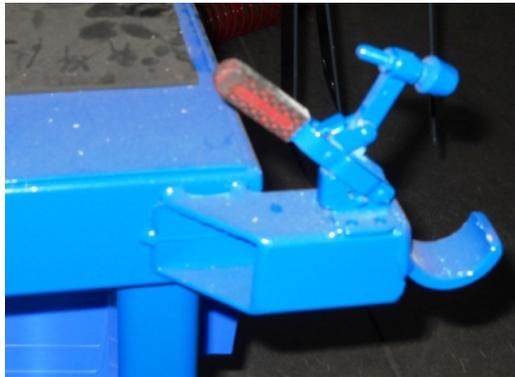


Figura 5.17: Morsetti per il serraggio rapido

Essendo il numero degli "aghi" abbastanza elevato per ogni deflettore (fino a 17 per il deflettore XL), per evitare che l'operatore si rechi ogni volta presso la rastrelliera dove è contenuto il pezzo, il banco di lavoro è stato dotato di un ripiano inferiore sul quale vengono disposti i contenitori degli

“aghi”. Questo semplice accorgimento evita l'affaticamento dell'operatore e le perdite di efficienza dovute ai movimenti inutili dell'operatore (il fattore “A” del MOST a cui si faceva riferimento nel paragrafo 5.1).

Per i deflettori è stato infine studiato un carrello speciale per accogliere il prodotto finito, che fosse radente al suolo con un'inclinazione di circa 30 gradi. Questo carrello consente di spostare il deflettore in linea e di facilitare il suo sollevamento nel momento dell'assemblaggio: il carrello scorre sotto la macchina finché il deflettore non è posizionato esattamente sotto il punto di aggancio alla macchina. La posizione inclinata del deflettore permette di assemblare il gruppo con un lieve sollevamento manuale, senza dover ricorrere all'utilizzo del paranco.

5.3.5 Studio del nuovo Layout

Le zone carter e deflettori occupavano, rispettivamente, $61 m^2$ e $48 m^2$, per un totale di $109 m^2$. Entrambe le fasi avevano al loro interno parecchi contenitori metallici dove i componenti del lotto venivano accatastati. La zona deflettori aveva due banchi di premontaggio, di cui uno dotato di morsa, disposti ai lati della fase. Il prodotto finito veniva disposto su un pallet di legno per essere portato in linea da un muletto. La zona carter, oltre alla maschera di assemblaggio, conteneva un banco di lavoro, inutilizzato, che fungeva semplicemente da porta attrezzi, un contenitore speciale per i telai, e, infine, un contenitore speciale per ogni carter (sinistro, destro, frontale e posteriore). Quando questi carrelli venivano svuotati, un muletto provvedeva a portarli in magazzino e riportarne in fase uno pieno.

Eliminando i contenitori metallici e i contenitori speciali, e utilizzando al loro posto i carrelli contenenti kit, è stato possibile ridurre l'intera area occupata alla sola zona che era impiegata per l'assemblaggio dei carter. L'area dei deflettori verrà utilizzata per la costituzione di un'altra area relativa a gruppi di componenti che verranno internalizzati.

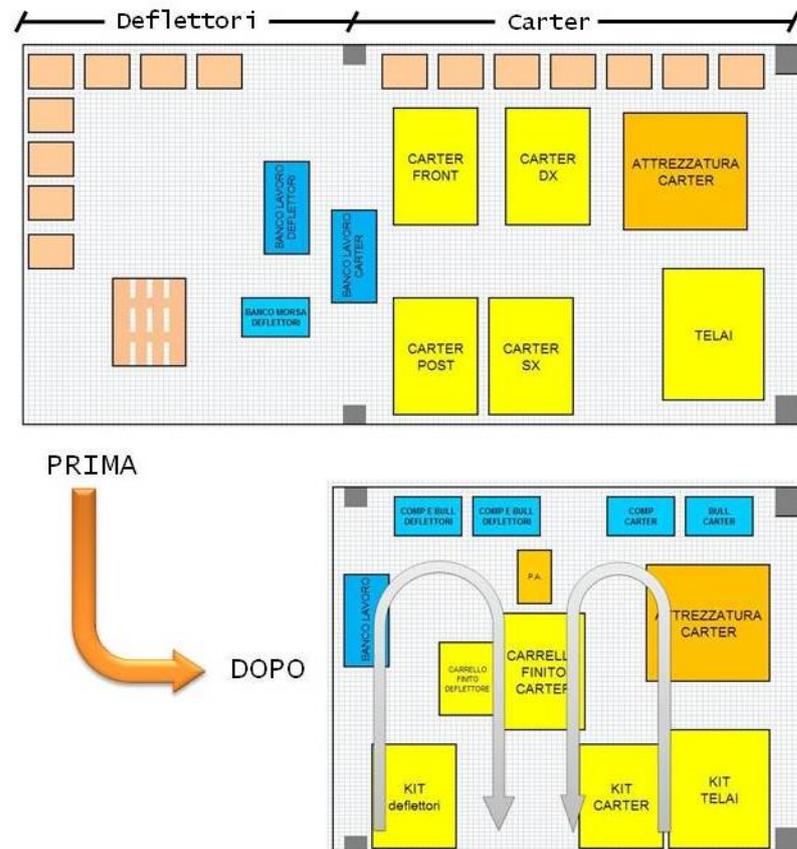


Figura 5.18: Layout zona carter-deflettori - prima e dopo

5.3.6 Risultati ottenuti dopo la giornata di workshop

I miglioramenti ottenuti sono riassunti in tabella 5.10

Per la zona di assemblaggio carter e deflettori sono stati raggiunti miglioramenti sotto molti punti di vista. Innanzitutto, grazie ad una diminuzione dello spazio occupato del 44%, si sono potute accorpate le due fasi in un'unica area. Questo miglioramento ha una valenza ancora maggiore se si considera che carter e deflettori vengono montati nello stesso punto della Linea 2, cioè dopo il collaudo della trasmissione del moto a tutti gli organi della macchina.

La diminuzione del valore presente in fase ha raggiunto il 50% per entrambi i gruppi, e il capitale immobilizzato viene quindi drasticamente ridotto.

	Prima	Dopo	Risultato
Giacenza media Deflettori (in €)	*****	*****	-50%
Giacenza media Carter (in €)	*****	*****	-55%
Spazio occupato	109 m^2	61 m^2	-44%
Rotazione	29	60	+106%
Contenitori movimentati con muletto	40	0	

Tabella 5.10: Risultati zona Carter-Deflettori

Inoltre, l'aumento della rotazione dei pezzi (più che raddoppiata), permette uno svuotamento del magazzino più regolare, che consente all'azienda di effettuare piccoli rifornimenti più frequenti, piuttosto che grandi ordini di pezzi che stazionano in magazzino per molto tempo.

Ancora una volta, come è stato per le altre fasi, il miglioramento del layout ha prodotto vantaggi in termini di efficienza della stazione di lavoro, contribuendo a creare una postazione più sicura, organizzata e piacevole per il lavoratore che opera all'interno.

Conclusioni

L'applicazione dei principi della Lean Production alle stazioni di lavoro ridimensionate, più che l'utilizzo rigoroso di specifici strumenti, è stata una traduzione nella realtà di una "mentalità" di lavoro. E' difficile, infatti, individuare una ricetta unica per tutte le fasi di lavoro, che contenga le soluzioni corrette da adottare, ma, piuttosto, è stato determinante applicare le idee guida, adattandole a ciascuna situazione particolare, con l'obiettivo di rendere l'area snella ed eliminare gli sprechi.

Il progetto è nato dalla volontà dell'azienda di effettuare un radicale rinnovamento organizzativo, volto all'eliminazione dei grandi lotti di produzione. Questo metodo, nel tempo, aveva fatto sorgere, infatti, delle problematiche considerevoli:

- costituzione di altissime scorte di materiali e prodotti finiti
- alta immobilizzazione di capitale con conseguenti tensioni finanziarie
- rischio di usura e danneggiamento dei prodotti finiti stoccati
- obsolescenza di materiale

La causa di tutto ciò è da ricercare principalmente nella difficoltà del metodo di produzione a lotti di adattarsi alla variabilità della domanda di mercato. La scelta che più si prestava alla risoluzione di tali problemi è stata quella di adottare una nuova filosofia produttiva basata sulle tecniche della Lean Production.

Gli obiettivi che l'azienda si è posta riguardano:

- maggior vicinanza al cliente, producendo solo quello che serve, quanto ne serve e nel momento in cui serve
- maggiore flessibilità ed elasticità delle linee produttive
- diminuzione della giacenza di materiale e prodotti finiti
- abbattimento del lead time di produzione

Il lavoro che è stato svolto nello specifico all'interno del progetto ha riguardato l'adattamento delle fasi di premontaggio al nuovo tipo di produzione, tramite l'applicazione di tecniche della Lean Production, tra cui:

- Kaizen
- Kanban
- 5S
- Just in Time
- Ottica Pull

L'approccio utilizzato per procedere al ridimensionamento delle aree di premontaggio è stato il kaizen: operare per piccoli passi con velocità e risoluzione, coinvolgendo il personale per diffondere gradualmente la nuova mentalità.

Nell'analisi di ogni fase si è cercato di raggiungere i seguenti obiettivi:

- creare delle aree flessibili che possano produrre modelli diversi nella stessa giornata
- ridurre lo spazio occupato
- ridurre la giacenza presente in fase

- rendere lineare il flusso dei prodotti all'interno della stazione
- aumentare la rotazione delle scorte
- razionalizzare i rifornimenti dal magazzino alle linee di montaggio

I risultati ottenuti per ognuna delle aree di lavoro rivisitate sono stati fin da subito rilevanti. La **giacenza media** in ogni fase viene sempre **diminuita dal 50 fino al 73%**, corrispondente ad un valore di parecchie migliaia di euro. Questo risparmio permetterà di evitare l'immobilizzo di grosse quantità di capitale, evitando le tensioni finanziarie che ne conseguono.

La **rotazione del materiale** in fase è sempre **aumentata di più del doppio**. Questo risultato è importante per consentire uno svuotamento regolare del magazzino, evitando i grossi picchi e gli svuotamenti improvvisi tipici della produzione a lotti. Avendo un consumo regolare non ha più senso mantenere elevate scorte a magazzino, e gli sprechi legati all'usura e all'obsolescenza del materiale vengono drasticamente diminuiti. Inoltre, gli ordini di fornitura potranno essere di entità minore e molto più costanti, il che porta benefici anche ai fornitori dell'azienda, che riescono a programmare una produzione di gran lunga più costante e livellata.

Per 3 dei 4 workshop eseguiti, si è riusciti a **ridurre lo spazio necessario per la lavorazione di un 35% in media**. Lo spazio ricavato potrà essere dedicato ad altre attività che portino valore al prodotto. Ad esempio lo spazio potrà essere utilizzato per la produzione di gruppi che verranno internalizzati. Inoltre la riduzione dello spazio necessario consente di posizionare le aree di lavoro ancora più vicine al punto della linea in cui viene montato il sottogruppo.

Nel ridisegnare i nuovi layout si è fatta particolare attenzione alla **disposizione delle maschere e delle attrezzature** perchè il valore fluisse

all'interno della stazione in modo **lineare**, senza interruzioni, attese e movimentazioni inutili. Si è sempre riusciti ad avvicinare i componenti per il montaggio alle posizioni dove venivano realmente utilizzati, evitando all'operatore, per quanto possibile, di doverli raggiungere in un punto lontano della fase, cercandoli all'interno delle pile di contenitori disposti generalmente ai bordi dell'area.

Una delle maggiori difficoltà, che ha poi prodotto le più grandi soddisfazioni, è stato il “**cambiamento di mentalità**” da fare accettare ai lavoratori. In progetti come questo, che tipicamente stravolgono il modo di lavorare delle persone, lo shock del cambiamento è molto forte, soprattutto per persone presenti da anni in azienda, che si sono adattate a svolgere determinate procedure. Un coinvolgimento graduale degli operatori è stata la chiave vincente del progetto: piuttosto che iniziare il progetto con grandi proclami rivolti a tutti i dipendenti, si è scelto di procedere col sistema kaizen, cioè con l'esecuzione di un workshop ogni mese, che coinvolgesse gli operai un poco alla volta. Dopo una resistenza iniziale, comunque fisiologica, il lavoratore presente in fase di lavoro è generalmente riuscito a farsi coinvolgere e a comunicare le difficoltà che riscontrava nella sua attività, proponendo soluzioni spesso adatte alla risoluzione del problema. È stato interessante notare come, nei periodi successivi alla giornata di workshop, alcuni lavoratori nelle aree limitrofe alla nuova zona tendessero a mantenere la loro postazione di lavoro più ordinata e pulita, quasi fossero attratti dalla nuova situazione di lavoro del collega. L'ambiente di lavoro infatti è stato decisamente migliorato e l'aumento di pulizia, ordine ed organizzazione nelle aree di lavoro sono condizioni imprescindibili per operare in condizioni di sicurezza ed ottenere prodotti di qualità.

Si può, in sintesi, affermare che l'adattamento delle fasi di premontaggio al nuovo tipo di produzione, tramite l'applicazione di tecniche della Lean Production, con approccio di tipo “kaizen” e con il coinvolgimento del personale

addetto, ha permesso di ottenere, per ognuna delle aree di lavoro rivisitate, risultati misurabili più che soddisfacenti.

Bibliografia

- [1] Andrea Baravelli. *Al canto del gallo...uomini e impresa nella Gallignani di Russi*. Angelo Longo, 1997.
- [2] Ralph M. Barnes. *Motion and Time Study, Design and Measurement of Work*. Wiley, 1980.
- [3] Romano Bonfiglioli. *Pensare snello. Lean-Thinking alla maniera italiana*. FrancoAngeli, 2001.
- [4] Claudio Donini. *Lean Manufacturing*. FrancoAngeli, 2007.
- [5] A. Galgano. *I sette strumenti della qualità totale: manuale operativo*. Il Sole 24 Ore - Libri, 1996.
- [6] Alberto Galgano. *Le tre rivoluzioni*. Guerini, 2002.
- [7] G. Graziadei. *Lean Manufacturing: come analizzare il flusso di valore per individuare ed eliminare gli sprechi*. HOEPLI, 2006.
- [8] Giovanni Graziadei. *Gestione della Produzione Industriale. Strumenti e applicazioni per il miglioramento della performance*. HOEPLI, 2004.
- [9] James P. Womack; Daniel T. Jones. *Lean Thinking*. Guerini, 2008.
- [10] Richard J. Schonberger; Edward M. Knod. *Gestione della Produzione*. McGraw-Hill, 1999.

- [11] R. Filippini; G. Pagliarani; G. Petroni. *Progettare e gestire l'impresa innovativa: i nuovi percorsi per affrontare la complessità degli anni Novanta*. Etas, 1992.
- [12] A. Pareschi; E. Ferrari; A. Regattieri. *Logistica integrata e flessibile per i sistemi produttivi dell'industria e del terziario*. Progetto Leonardo, 2002.
- [13] Massimiliano M. Schiraldi. *La gestione delle scorte*. Esselibri-Simone, 2007.
- [14] G. Taguchi. *Introduzione alle tecniche per la qualità: progettare qualità nei prodotti e nei processi*. FrancoAngeli, 1991.
- [15] Luca Tassone; Gianni Zanaria. Il KANBAN: gli elementi fondamentali. *Il Giornale della Logistica*, Marzo 2009.

Sitografia

- [16] Lean Tinking. <http://www.leanthinking.it>.
- [17] Gallignani. <http://www.gallignani.it>.
- [18] Lean Manufacturing. <http://www.lean-manufacturing.it>.
- [19] Lean Manufacturing. <http://www.leanmanufacturing.it>.
- [20] 12 Manage. <http://www.12manage.com>.
- [21] Lean Company. <http://www.leancompany.it>.
- [22] Managers-Net. <http://www.managers-net.com>.
- [23] MTM. <http://www.mtm.org>.
- [24] JMA Consultants. <http://www.jmac.it>.
- [25] Strategos. <http://www.strategosinc.com>.
- [26] Staufen. <http://www.staufen.cn>.
- [27] Toyota. <http://www2.toyota.co.jp/en>
- [28] Toyota Motor Manufacturing. <http://www.toyotageorgetown.com/tps>

Appendice A

Allegati

Figura A.1: Standardizzazione Round Baler a camera fissa e variabile

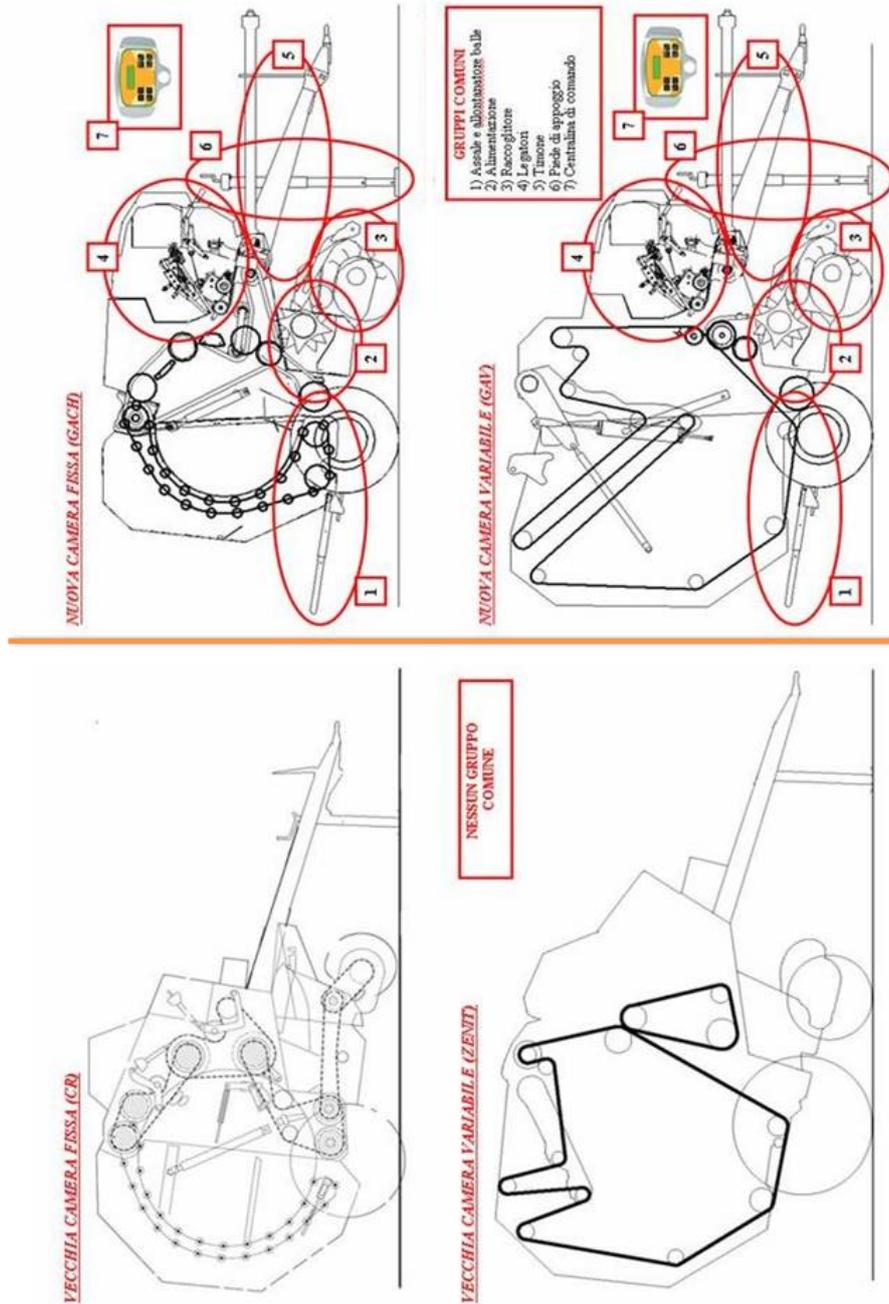


Figura A.2: Matrice delle competenze

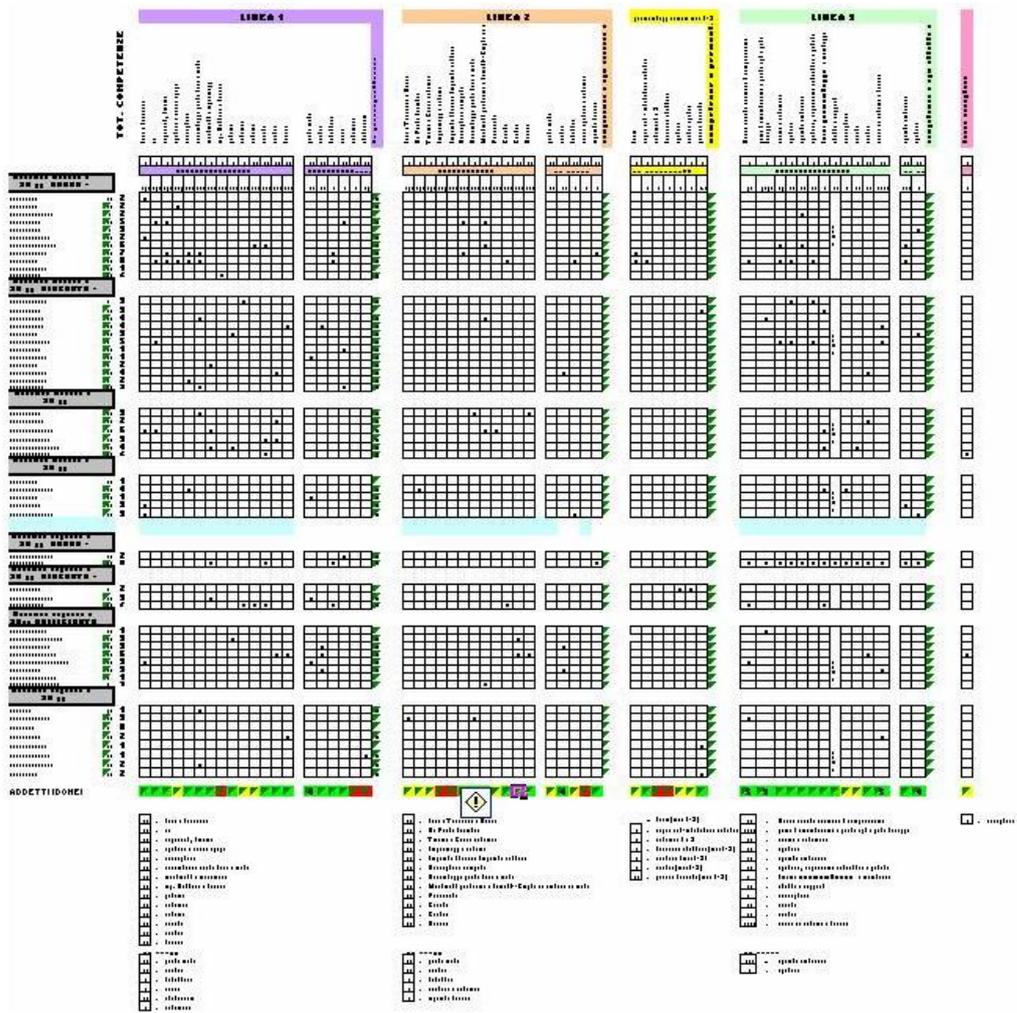


Figura A.3: Una pagina della lista dei contenitori standard

The logo for GALLIGNANI, featuring a stylized orange flame icon above the brand name in a bold, black, sans-serif font.

 A blue plastic tray with a central divider, shown from a top-down perspective on a concrete floor.	<p style="text-align: center;">08</p> <p style="text-align: center;">COD. 9901302 CASSETTIERA MEDIA 123x149x233</p>
 A blue plastic tray with a central divider, shown from a top-down perspective on a concrete floor.	<p style="text-align: center;">09</p> <p style="text-align: center;">COD. 9901303 CASSETTIERA GRANDE 200x209x345</p>
 A red metal cage with a yellow sign on the front that reads 'S.M'. The cage is filled with small white and black objects.	<p style="text-align: center;">10</p> <p style="text-align: center;">COD. 9901308 CONTENITORE, A BOCCA DI LUPO GRANDE CON CARTER - SM - 890x870x1050</p>

Figura A.4: Una pagina della lista attrezzi area Alimentatore

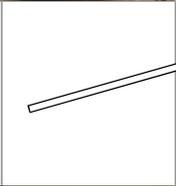
Lista ATTREZZATURE SC PW	FOTO	QUANTITA'	NOTE
punta trapano 12		1	
Trapano Pesante		1	alta potenza, bassa velocità
Alesatore 20		1	
Alesatore 25		1	
Trapano Fondo buco (ERIS marcia bassa)		1	
Supporto per trapano buco		1	
prolunga per trapano buco		1	
leva tubolare		1	
raschiatore aria compressa		1	

Figura A.6: Esempio di Sequence Of Events - zona cassa legatore

DISEGNO :		POSTAZ. / ASSIEME :		MODELLO :		COD. :					
GALLIGNANI		LINEA									
S.O.E. - Sequence of Events											
Pz-GG	FAKT TIME	FOTO	N° POS. OP.	DESCRIZIONE	Q.TA'	PARTICOLARE	N° DIS.	ATTREZZI	N° OPERA TORI	Fattore di Riposo Pos. Base	TRU %
			10	appoggiare fascetta dx con gru su maschera bloccandola con perni		fascetta dx 390****		paranco		2bl	10,00%
			20	appoggiare fascetta sx con gru su maschera bloccandola con perni		fascetta sx 390****				2bl	10,00%
			30	firmare su catena una molla con fascetta e l'altra estremità su macchina con vite a dx		2 x catenella 885**** 2 x molla a torsione 887**** molla a disegno 887****		pistola (boccola 13), girca		2bl	10,00%
			40	firmare su catena una molla con fascetta e l'altra estremità su macchina con vite a sx						2bl	10,00%
			50	appoggiare su maschera la traversa inf del basculante		traversa completa 390****				2bl	10,00%
			60	appoggiare su maschera la traversa sup del basculante		traversa completa post 390****				2bl	10,00%
			70	passare fessino pneumatico in due fori su traversa						2bl	10,00%
			80	prendere traversa basculante e appoggiarla su maschera, togliere protezioni di carta anti vernice da estremità albero		tubolare ocelli pick up 340****				2bl	10,00%

