

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

TESI DI LAUREA

in

Sistemi Di Produzione Avanzati

**Riorganizzazione di una linea di assemblaggio per
bordatrici automatiche in ottica di Lean production:
il caso SCM Group Spa**

CANDIDATO
Filippo Ricci

RELATORE:
Chiar.ma Prof.ssa Cristina Mora

CORRELATORE
Dott. Ing. Alessandro Tassoni

Anno Accademico 2017/18

Sessione II

*“A quelle 3 stelle che
durante il mio percorso
hanno reso il cielo così bello da guardare
e la sera così lieta da aspettare”*

Indice

1

1-Introduzione	6
1.0.1 Il mercato delle macchine per la lavorazione del legno	6
1.1 La storia del gruppo SCM	7
1.2 L'azienda MiniMax	9
1.3 Linea 8	11

2

2-Strumenti e Metodi.....	13
2.1 La Lean Production	13
2.2 I Muda del secondo tipo.....	14
2.3 I 5 principi operativi di Womack e Jones	16
2.3.1 Value.....	16
2.3.2 Value Stream	16
2.3.3 Flow	17
2.3.4 Pull.....	19
2.3.5 Perfection	19
2.4 Il Sistema Kanban	20
2.5 Le 5S	22
2.5.1 Scegliere e separare (Sort).....	24
2.5.2 Sistemare e organizzare (Set in Order)	26
2.5.3 Controllare l'ordine e la pulizia creati (Shine).....	27
2.5.4 Standardizzare (Standardize).....	28
2.5.5 Sostenere (Sustain).....	29
2.6 SCM INDUSTRIAL SYSTEM	
2.6.1 Gli Strumenti del SCM INDUSTRIAL SYSTEM	
2.6.1.1 La Cadenza	32
2.6.1.2 L'Heijunka	37
2.6.1.3 Processi Produttivi	39
2.6.1 Gli Strumenti del SCM INDUSTRIAL SYSTEM.....	32

3

3 La situazione As-Was	
3.1 Il Layout dello stabilimento	44
3.2 I Magazzini.....	46
3.2.1 Magazzino Automatico Verticale.....	47
3.2.2 Il Magazzino Manuale.....	48
3.2.3 Il Magazzino.....	49
3.2.4 Il software di gestione dei magazzini.....	50
3.3 Il reparto Bordatrici Automatiche	52
3.3.1 La Linea di assemblaggio Manuale	53
3.3.2 Il Reparto Premontaggio Gruppi Funzionali	57
3.3.3 Il Reparto Collaudo-Chiusura.....	58
3.4 La gestione dei materiali	59
3 La Situazione AS-WAS	44

4

4 La situazione Post Lean	
4.1 La letteratura del Tempo-Methodismo	63
4.2 L'Assegnazione Dei Tempi	66
4.3 Il bilanciamento della linea.....	69
4.4 La classificazione dei materiali	73
4.4.1 Il JIS.....	74
4.4.1 Il Kanban giallo	83
4.4.2 Il KIT	78
4.4.3 Il Kanban Lite	82
4.7 Il Kaizen	90
4.5 Lo studio delle postazioni di assemblaggio	84
4.6 Le modalità di gestione dei problemi	87
4.8 Rappresentazione Finale Linea	91
4 La situazione Post-Lean	63

5

5 Microsoft Dinamycs AX	
5.1 La coesistenza dei diversi ambienti gestionali.....	96
5.2 La modellazione del magazzino.....	99
5.3 La Modellazione Delle Linee.....	107

6

6 Conclusioni	109
---------------------	-----

1-Introduzione

1.0.1 Il mercato delle macchine per la lavorazione del legno

Per gli impianti e le macchine per la lavorazione del legno e l'industria del mobile il barometro del mercato continua a segnare "bel tempo". Questo il trend che emerge dal sintetico pre-consuntivo elaborato dall'Ufficio studi di Acimall, l'associazione confindustriale che rappresenta le imprese del settore. Secondo i dati diffusi in questi giorni nel 2017 si sarebbe raggiunto un valore della produzione pari a 2,29 miliardi di euro, l'11,6 % in più rispetto all'anno precedente. Ottimo l'andamento delle esportazioni di macchine per la lavorazione del legno, che si attesterebbero a 1,6 miliardi di euro, il 7,1% al 2016. Nella "top ten" dei migliori Paesi clienti figurano al primo posto gli Stati Uniti, che hanno comperato tecnologie italiane per il legno per un valore pari a 165,5 milioni di euro, seguiti dalla Germania (105,8 milioni), dalla Polonia (102,4 milioni) e dalla Francia (92,5 milioni). In crescita anche il valore delle importazioni (199 milioni di euro, più 10% rispetto all'anno precedente).

Come i precedenti dati trimestrali già segnalavano anche il mercato interno prosegue il suo trend di crescita, forte dei provvedimenti di sostegno all'investimento varati negli ultimi anni dal Governo, con chiare previsioni di ulteriori progressi nel breve e medio periodo: nel 2016 i "consumatori" italiani di macchine per la lavorazione del legno hanno investito 743 milioni di euro, diventati 894 (140 milioni in più) nel 2017 e tutto sembra indicare che il 2018 possa vedere un mercato interno vicino al miliardo di euro, il nuovo record dopo i 900 milioni del 2001.

Trend positivo a favore del quale depongono anche i dati emersi dalla tradizionale indagine congiunturale elaborata dall'Ufficio studi Acimall: il quarto trimestre 2017 si è chiuso con una crescita degli ordini del 36,8% rispetto all'analogo trimestre 2016 (era il 42,9 % nel periodo luglio-agosto, sempre a pari periodo dell'anno precedente). Un dato che è la sintesi dei risultati conseguiti dalle commesse in arrivo dall'estero, cresciute del 35,2 % (il 51,5% nel trimestre precedente) e dell'ottimo andamento della domanda italiana, che segna un + 49,5% cento rispetto al periodo ottobre-dicembre 2016 (era il 19,7 nel secondo trimestre).

"E' indubbio che gli utilizzatori italiani siano oramai nel pieno di un clima di maggior fiducia e che questo, unitamente agli interventi di sostegno statali, stiano generando una robusta

domanda, superiore anche alle più rosee aspettative”, ha commentato Dario Corbetta, direttore di Acimall. “Risultati che non sono solo motivi di ovvia soddisfazione per i costruttori di tecnologie, ma che preludono a una crescita di competitività dell’intero sistema: il settore del legno e dell’arredo negli scorsi anni ha dovuto affrontare una stagione estremamente complessa, riducendo al minimo ogni investimento. Dotarsi oggi di tecnologie più innovative e aggiornate significa poter disporre di strumenti più efficaci e performanti, produrre di più e meglio in piena ottica “Industria 4.0”, sfruttando l’interconnessione fra tecnologia e sistemi di gestione aziendale per recuperare competitività e anche capacità propositiva in termini di prodotto”.

Dalla indagine della associazione confindustriale dei costruttori di macchine per la lavorazione del legno e i suoi derivati emergono altri dati interessanti, primo fra tutti un carnet ordini che sale a 3,6 mesi (erano 3,4 nel trimestre precedente), un dato che permette subito di comprendere quali effetti avrà l’andamento dell’ultimo trimestre 2017 sulle previsioni per l’anno appena iniziato. Altro dato interessante riguarda l’opinione degli intervistati in merito al trend della produzione, valutata in crescita dal 50%, stabile per l’altro cinquanta per cento. E per il futuro? Il 72% del campione di aziende associate indagate ritiene che nel breve periodo gli ordini dall’estero aumenteranno ulteriormente, mentre per il 28% non ci saranno variazioni di rilievo (saldo più 72, contro il più 32 del trimestre precedente). Per quanto riguarda il mercato interno il 39% del campione si aspetta un trend positivo; per il 56% si dovrà parlare di stabilità mentre il restante 5% l’aspettativa è di un calo.

1.1 La storia del gruppo SCM

La storia di successo dell'azienda inizia nel 1952 quando Nicola Gemmani e Lanfranco Aureli, esperti di lavorazioni meccaniche e di tecnologie di fonderia, assieme all'ingegner Giuseppe Gemmani, figlio di Lanfranco, progettano la loro prima macchina per la lavorazione del legno. Grazie al successo ottenuto, la gamma si espande e qualche anno dopo arriva l'*Invincibile B4*, una combinata che era in grado di eseguire, come suggerisce il nome, 4 differenti tipologie di lavorazione: pialla filo, pialla spessore, sega a disco e bucatrice. Da qui, il marchio "L'invincibile", tutt'ora esistente, diventa un vero e proprio distinguo per l'azienda e in breve tempo si crea tutta una gamma di macchinari classici che permette ad SCM di diventare leader mondiale nel suo settore.



Fig.1.1, SCM Group, "L'invincibile c35"



Fig.1.2, SCM Group, "L'invincibile Si X"

L'azienda si è da sempre contraddistinta per l'innovatività del suo sistema di produzione, che, fin dagli anni '60, ha fatto uso di tecnologie di progettazione all'avanguardia per l'epoca. La specificità delle macchine risiedeva nell'essere assemblate con gruppi che erano comuni a più modelli, anticipando così gli attuali concetti di modularità.

Dal 1976 inizia una fase di espansione per il gruppo contraddistinta dal lancio in produzione dei primi centri di lavoro per massello e sistemi di serramento. Dalla metà degli anni '80 l'azienda integra prima il gruppo di Mahros, uno dei maggiori produttori italiani di macchine per la movimentazione e automazione delle linee di produzione flessibile, poi, nel 1985, MiniMax, azienda leader nella produzione di macchine per la lavorazione del legno destinate ad un uso hobbystico di alto livello. Nel 1986 viene acquisita Gabbiani, a cui seguono, negli anni successivi, DMC, Routech e Stefani. Ad oggi la produzione delle macchine del gruppo è dislocata su 9 stabilimenti di cui 8 sono sul territorio italiano; Di questi, quattro concentrati nella zona del riminese, uno a Thiene (VI), uno a Sinalunga (SI) uno a Vigolzone (PC) ed uno a

Villasanta (MB). L'unico polo produttivo estero si trova a Sao Bento Do Sul, nello stato di Santa Catarina, in Brasile. La gamma dei prodotti offerti è così declinata:

- **Centri di lavoro CNC:** Centri di lavoro a controllo numerico per nesting, centri di foratura fresatura e trattamento del bordo, centri di lavoro a flusso per porte;
- **Sezionatrici:** sezionatrici monolama automatiche, troncabarre, flessibili per celle, angolari, trasversali a flusso, longitudinali a flusso;
- **Bordatrici e squadrabordatrici:** bordatrici automatiche monolaterali, bordatrici automatiche bilaterali, squadrabordatrici;
- **Foratrici:** foratrici semiautomatiche, centri di foratura CNC, foratrici da linea automatiche, centri di foratura e inserimento CNC;
- **Presse;**
- **Levigatrici e calibratrici:** levigatrici, levigatrici-calibratrici automatiche, linee di levigatrici-calibratrici;
- **Piallatrici e scorniciatrici;**
- **Sistemi per il serramento:** celle di lavoro per porte e finestre, , centri di lavoro angolari per il serramento, linee integrate per il serramento
- **Profilatrici, squadratrici e tenonatrici;**
- **Macchine per il trattamento delle superfici:** essiccatori (lineari, UV, verticali), linee di verniciatura, spazzolatrici, velatrici, robot di spruzzatura per pannelli;
- **Sistemi di automazione per le linee;**
- **Macchine per la falegnameria:** seghe circolari, toupie, pialle, combinate, bordatrici, torni, aspiratori, levigatrici, seghe radiali, troncatrici, seghe a nastro, tenonatrici, cavatrici.

L'azienda vanta uno showroom permanente vasto 3000 mq presso il polo di Rimini organizzato in tre aree interconnesse:

1. Area espositiva;
2. Sale meeting per presentazioni;
3. Galleria dei prodotti finiti dei migliori clienti di SCM Group.

Generalmente un team specializzato di tecnici realizza le dimostrazioni delle tecnologie in funzione durante:

1. **Technology days**, focalizzati sui singoli processi di applicazione o sui marchi;
2. **Tech tours**, rivolti a specifici paesi e mercati;
3. **Dimostrazioni ad hoc**, in occasione delle singole visite clienti.

1.2 L'azienda MiniMax

Risulta doveroso un approfondimento riguardo all'azienda del gruppo in cui si è svolta gran parte dell'esperienza e che ospita la linea oggetto della trasformazione lean di cui tratterà questo elaborato di tesi.

Minimax fu fondata alla metà degli anni '70 da Luigi Lazzari, già in rapporti con Scm per i marchi Sandya (levigatrici) e Samco, poi confluiti nel gruppo Scm. Lazzari faceva parte di quel gruppo di imprenditori che diedero vita al distretto del legno riminese; un gruppo di persone concorrenti sul lavoro, ma legate da rapporti di amicizia e di rispetto reciproco. Minimax entra nel mercato con una combinata, la C22, destinata all'hobbistica avanzata e alla falegnameria artigianale, che riscuote subito un enorme successo.



Fig. 1.3, MiniMax, Combinata C22



Fig. 1.4, MiniMax, Combinata CU 410 ES

La C22 era una macchina rivoluzionaria, conservata come una reliquia ancor oggi dagli appassionati, dotata di diversi brevetti e con un cambio di velocità rivoluzionario, poco costoso e semplicissimo che sfruttava l'elasticità della cinghia di trasmissione. Proprio questa innovazione rese obsoleti i precedenti cambi meccanici. La produzione comprendeva anche seghe circolari, seghe a nastro, toupies, torni e una levigatrice a nastro di modernissima concezione che poteva essere ripiegata occupando poco spazio.

Lazzari era entrato in questo mercato provenendo dal settore delle macchine professionali. Il concetto sviluppato per Minimax fu di applicare la tecnologia degli utensili professionali alle macchine destinate agli hobbisti di alto livello, con una serie di caratteristiche, come i piani di lavoro in ghisa, che non erano ancora applicate a questo mercato.

Il cliente tipo di Minimax era una persona che svolgeva il doppio lavoro, tipico di quegli anni, producendo mobili per l'utilizzo familiare o per una vendita ridotta ad amici e conoscenti. Da

subito Minimax diventa un punto di riferimento importante per l'hobbista esigente e per le aziende artigiane che richiedono macchine semplici e compatte, affidabili e dai costi contenuti. Nel 1984 Lazzari deve affrontare problemi di salute e decide di vendere Minimax a Scm.

L'operazione si perfeziona tra il 1985 e il 1986. Grazie alla qualità delle macchine prodotte e alla potenza distributiva e commerciale del gruppo Scm, Minimax raggiunge una dimensione internazionale, anche se già in precedenza era stata creata la filiale americana e il marchio aveva una diffusione europea. Dal quel momento è proseguito l'incessante sviluppo di Minimax che attualmente produce oltre 10mila macchine all'anno nello stabilimento di 15mila mq nella Repubblica di San Marino.

All'interno dello stabilimento è possibile trovare tutte e 4 le linee, suddivise su due piani e asservite, per la movimentazione del materiale, da un montacarichi. Le linee sono adibite alla produzione delle seguenti macchine:

1. Linea 2: produzione di combinate universali, seghe circolari, toupie e combinate filo-spessore della gamma Classic/Genius per la fascia entry-level;
2. Linea 4: produzione di combinate universali, foratrici, levigatrici, seghe a nastro, seghe circolari, torni e combinate filo spessore della gamma Elite/Startech per la fascia mid-level;
3. Linea 5: produzione di combinate universali, combinate filo spessore, seghe circolari inclinabili e toupie della gamma Elite S per la fascia high-level;
4. Linea 8: produzione di bordatrici automatiche con vasca colla.

1.3 Linea 8

Con la dicitura Linea 8 si intende tutto l'insieme di macrofasi che portano alla produzione delle macchine bordatrici automatiche, cioè premontaggi, assemblaggio in linea, collaudo e chiusura. La linea di assemblaggio è la "protagonista" della trasformazione *Lean* oggetto della tesi; questa è ubicata al secondo piano dello stabilimento risultando, di fatto, separata dalle altre linee. Nel piano superiore troviamo, oltre alla linea di assemblaggio vera e propria, i banchi di premontaggio dove vengono assiemati i gruppi che successivamente saranno installati in macchina, le otto piazzole di collaudo e le due piazzole di chiusura. Le postazioni di premontaggio sono ubicate in testa alla linea, mentre collaudo e chiusura sono sempre sullo stesso piano, ma separate. In particolare, le operazioni di chiusura macchina ed imballaggio con termoretraibile vengono svolte in due piazzole poste a valle di quelle di collaudo. All'interno

dello stabilimento è presente anche un'ulteriore piazzola di chiusura nella quale confluiscono soltanto le macchine destinate ad un imballo in cassa. Questa postazione asserva tutte le linee, compresa la Linea 8 nel caso in cui una macchina richieda questo tipo di preparazione alla spedizione.

La gamma delle bordatrici si compone di 4 modelli:

- MiniMax ME20;
- MiniMax ME25;
- MiniMax ME28T;
- MiniMax ME35.



Fig. 1.5, MiniMax, Bordatrice ME35



Fig. 1.6, MiniMax, Bordatrice ME25

2-Strumenti e Metodi

2.1 La Lean Production

Alla fine della seconda guerra mondiale, Kiichiro Toyoda, presidente della Toyota Motor Company, affidò a Taiichi Ohno la responsabilità di risollevare le sorti dell'azienda allineandosi alle industrie americane nel giro di tre anni altrimenti i produttori di automobili giapponesi non sarebbero sopravvissuti. Dopo aver visitato lo stabilimento produttivo di Ford a Baton Rouge, Ohno tornò in Giappone e constatò l'impossibilità di applicare il modello fordista sia per caratteristiche del mercato interno giapponese, sia per caratteristiche culturali del paese. Le problematiche da lui riscontrate possono essere riassunte nei seguenti 4 punti:

1. Nonostante un'ampia richiesta di veicoli, il mercato interno giapponese risultava limitato;
2. I lavoratori giapponesi non volevano essere trattati come costi variabili;
3. L'economia giapponese risentiva del secondo conflitto mondiale e della mancanza di capitali per intraprendere investimenti;
4. Le aziende automobilistiche estere premevano per entrare nel mercato giapponese e difendere la loro posizione di mercato.

Quello che Ohno si trovò ad osservare fu uno scenario che non permetteva la creazione di economie di scala, principio alla base della produzione di massa; così decise di focalizzare l'attenzione non sull'offerta, bensì sulla domanda. Egli infatti capì che la classica equazione $\text{prezzo di vendita} = \text{costi sostenuti} + \text{profitto atteso}$ non poteva essere ritenuta valida, poiché il prezzo lo determina l'acquirente, non il produttore. La reinterpretazione che Ohno propose era la seguente: $\text{prezzo di vendita} - \text{costi} = \text{profitto atteso}$. Immaginando dunque il prezzo di vendita come un'invariante, egli capì che l'unico termine su cui era possibile agire erano i costi.

Di qui nasce la filosofia del *Toyota Production System (TPS)* che si basa sull'eliminazione degli sprechi (*Muda*) con conseguente riduzione dei costi. Secondo il pensiero di Ohno, infatti, all'interno di un sistema produttivo è possibile riconoscere 3 tipi di attività:

1. Attività a valore, ossia quelle attività che generano un valore per il cliente, il quale sarà disposto a pagarci il corrispettivo valore da lui percepito. Generalmente queste sono associate ai processi primari (*Porter, 1985*);

2. Attività non a valore ma necessarie, ossia quelle attività che non generano un valore per il cliente ma sono necessarie per il corretto funzionamento dell'azienda. Generalmente queste si identificano con i processi di supporto (*Porter, 1985*). Queste sono definite muda del primo tipo, quindi vanno ridotte il più possibile;
3. Attività non a valore e non necessarie, ossia quelle attività che né aggiungono valore al prodotto finale, né sono necessarie per il funzionamento dell'azienda. Sono definite muda del secondo tipo e si deve cercare di eliminarle.

2.2 I Muda del secondo tipo

Durante l'analisi delle attività del sistema produttivo Toyota, Taiichi Ohno ha individuato e classificato gli sprechi in 7 categorie:

1. Difetti: un difetto nel prodotto può portare il cliente a rifiutare il bene, generando mancati profitti, e necessita di rilavorazioni per arginare i problemi, generando extracosti;
2. Sovrapproduzione: la sovrapproduzione si riflette in tutte quelle attività che vengono eseguite all'interno del sistema produttivo ma non sono effettivamente richieste dal cliente;
3. Trasporti: trasferire un prodotto è un'attività che può provocare danni, smarrimenti e ritardi, producendo costi che non si tramuteranno in benefici per il cliente;
4. Attese: se un operatore si trova a dover aspettare un qualsiasi strumento, o anche l'oggetto della lavorazione, il flusso della produzione si ferma, ma così non si può dire dei costi (l'operatore viene comunque pagato anche se non sta effettivamente facendo nulla);
5. Movimento: al contrario dei trasporti, il movimento ha come soggetto dell'azione l'operatore o i macchinari. Movimentare significa esporre le persone a rischi o i componenti di un sistema produttivo a danneggiamenti ed usure, senza produrre alcun valore aggiunto;
6. Processi complicati: usare risorse più costose di quanto è richiesto dal cliente, aggiungere funzioni superflue, si tramuta in costi non ripagati dal cliente. Anche utilizzare operatori con skills maggiori di quanto sia necessario, si riflette in un sottoutilizzo delle risorse, dunque in uno spreco.
7. Scorte: le scorte sono un prodotto della sovrapproduzione, e, in un certo senso, nascondono le inefficienze di un sistema produttivo. Avere materie prime, semilavorati o

prodotti finiti all'interno del proprio magazzino significa avere del capitale immobilizzato che non produce reddito per il produttore né benefici per il cliente.



Fig. 2.1, I 7 sprechi

È necessario spiegare meglio cosa si intende con “le scorte nascondono le inefficienze del sistema produttivo”. Consideriamo un fiume con degli scogli sul fondo e delle imbarcazioni che devono navigarlo, in questo caso la profondità dell’acqua impedisce alle imbarcazioni di vedere gli scogli ma essi sono ugualmente presenti, rallentano il flusso delle acque e creano turbolenza. Diminuire il livello delle acque consente di evidenziare gli scogli e di rimuoverli.

Concretizzando quanto detto sopra gli scogli sono le problematiche relative alle operations mentre il livello dell’acqua è il livello delle scorte, ridurre il livello delle scorte e rimuovere le problematiche relative alle operations consente di aumentare la velocità del flusso e renderlo sincrono, ovvero assicurare ai clienti ciò che vogliono, nella quantità richiesta, quando serve e dove serve. Sincronizzare significa far sì che i flussi si muovano nello stesso momento in modo da evitare che si creino delle scorte lungo il flusso principale. La sincronizzazione si ottiene attraverso le seguenti attività:

1. Razionalizzazione dei flussi
2. Flessibilizzazione dei processi
3. Minimizzazione della variabilità

La razionalizzazione dei flussi si ottiene con la mappatura dei processi , assicurando la visibilità dei processi tramite il layout, utilizzando tecnologie di processo su scala ridotta. La flessibilità

si assicura riducendo i tempi di attrezzaggio, infine la minimizzazione della variabilità si ottiene livellando il più possibile i programmi di produzione e delle consegne.

2.3 I 5 principi operativi di Womack e Jones

A livello operativo Womack e Jones hanno individuato 5 principi, che, se applicati, permettono un approccio strutturato verso una trasformazione lean del sistema produttivo. Questi sono:

- Value;
- Value Stream;
- Flow;
- Pull;
- Perfection.

Questi principi costituiscono la base per effettuare un'efficace lotta agli sprechi ed ora verranno analizzati più in dettaglio.

2.3.1 Value

L'azienda deve focalizzarsi sulla ricerca del valore, al fine di eliminare tutto ciò che non concorre a generarlo. A tal scopo viene indicato come valore *“Tutto e solo ciò che il cliente richiede”*. Questa attività richiede una profonda conoscenza delle necessità del cliente, poiché da dati empirici è stato rilevato che circa il 95% delle operazioni svolte lungo il ciclo di produzione di un prodotto sono *non a valore aggiunto*. Del 5% rimanente, inoltre, solo il 16% circa corrisponde ad un effettivo tempo di lavorazione sul prodotto, cioè quelle attività per cui il cliente è disposto a pagare; il restante 84% fa riferimento a tempi di setup, ispezione o carico-scarico dei pezzi dalla macchina.

2.3.2 Value Stream

Il flusso del valore è il risultato dell'unione di quelle attività che, se eseguite correttamente e nel giusto ordine, danno vita al prodotto o al servizio richiesto dal cliente. Un'azienda che abbracci la filosofia *lean* deve tracciare e gestire tutte le attività che, all'interno del flusso, generino valore, a qualunque stadio di avanzamento.

Le attività che compongono un flusso possono ricadere in una delle tre categorie precedentemente proposte: *a valore aggiunto, non a valore aggiunto, non a valore aggiunto ma necessarie*.

Lo strumento principe per aiutare ad individuare il flusso delle attività all'interno di un sistema produttivo è la Value Stream Mapping, ossia la mappatura grafica di tutto quell'insieme di processi ed attività che concorrono alla realizzazione di un prodotto, partendo direttamente dal fornitore, passando per tutta la catena di montaggio fino alla consegna del prodotto finito. Il presupposto sul quale basare l'analisi della catena del valore non è il miglioramento del singolo processo, ma l'ottimizzazione globale e continua.

Le peculiarità della mappatura del processo sono due:

- Current State Map: descrive la situazione del prodotto nel flusso del valore;
- Future State Map: indica il modo in cui si vuole vedere il prodotto all'interno del flusso di valore.

2.3.3 Flow

Dopo aver definito con precisione il valore (primo principio), identificato il flusso di valore per un dato prodotto o famiglia di prodotti ed averlo ricostruito eliminando le attività inutili attraverso la mappatura dei flussi (secondo principio), bisogna assicurarsi che le restanti attività creatrici di valore formino un flusso. La filosofia *lean* rovescia il tradizionale modo di ragionare attraverso "lotti", "funzioni" e "reparti". Infatti i compiti possono quasi sempre essere eseguiti in modo più efficace se il prodotto viene lavorato ininterrottamente dalla materia prima al prodotto finito, concorrendo così a creare un unico flusso continuo, dall'inizio alla fine del processo.

Questo risultato, in produzione si raggiunge soprattutto attraverso interventi radicali, che permettono di trasformare in le attività produttive necessarie per fabbricare un prodotto da un sistema a lotti e code ad un flusso continuo.

All'interno di un'azienda si possono, poi, riconoscere due distinti flussi (fig. 2.2):

- Flusso fisico: “percorso” tracciato dai pezzi e dettato dalle fasi di produzione, segue cioè la logica di montaggio di un prodotto (dal fornitore ai clienti);
- Flusso informativo: “percorso” tracciato dal movimento delle informazioni all'interno della filiera produttiva, cioè risale il flusso logistico (dai clienti ai fornitori).

È bene dunque saper riconoscere questi due flussi e fare in modo che siano continui all'interno del proprio sistema produttivo, poiché sono entrambi necessari per garantire il successo e la sopravvivenza dell'azienda. Infatti senza flusso informativo non sarebbe possibile conoscere le richieste avanzate dai clienti, sviluppare prodotti in grado di soddisfare queste ultime e programmare la produzione di conseguenza, ed è altrettanto vero che senza un flusso fisico quanto richiesto dal cliente non potrebbe mai essergli consegnato.

Una volta che si è realizzata una *Value Stream Mapping* è possibile dettagliare i flussi attraverso lo strumento della spaghetti chart (fig.2.3)

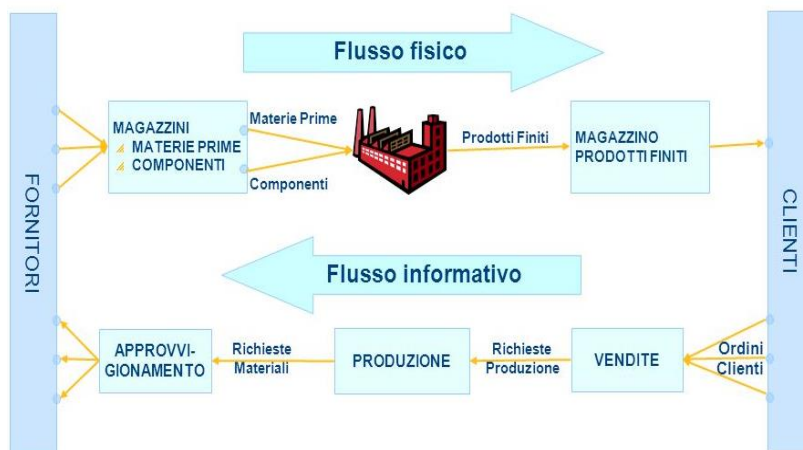


Fig. 2.2, I due flussi aziendali

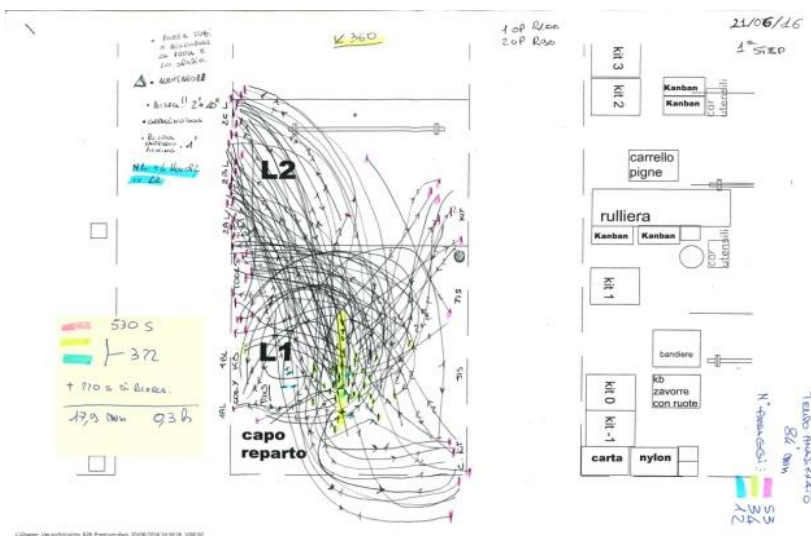


Fig. 2.3, Spaghetti Chart

2.3.4 Pull

Il sistema produttivo deve essere in grado di reagire alla richiesta del cliente, cioè deve essere il cliente che traina il lavoro attraverso una domanda. Nelle aziende che non utilizzano la *lean*, la produzione viene spinta attraverso il sistema dalle specifiche necessità del produttore, rischiando di realizzare prodotti che in quel momento non sono richiesti dai clienti. Esso sta a significare che nessuno a monte dovrebbe produrre beni o servizi fino al momento in cui il cliente a valle li richiede. È necessario partire dalla richiesta di un prodotto avanzata da un cliente per procedere a ritroso lungo tutti i passaggi necessari affinché il prodotto desiderato venga consegnato al cliente. Si può permettere ai clienti di «tirare» il prodotto dall'azienda anziché spingere verso i clienti prodotti spesso indesiderati. Grazie all'introduzione dei flussi, i tempi di risposta si riducono drasticamente e le capacità di progettare, programmare e realizzare esattamente quello che il cliente vuole permette di buttare via le previsioni di vendita.

2.3.5 Perfection

Gli approcci che possono essere seguiti da un'azienda per perseguire la perfezione sono essenzialmente due: il Kaikaku (miglioramento drastico, caratterizzato da step tecnologicamente molto importanti) o il Kaizen (miglioramento continuo, caratterizzato da step piccoli e continui nel tempo). Infatti se si sono applicati correttamente i primi quattro principi si creano sinergie impensabili che mettono in moto un processo continuo di riduzione dei tempi, degli spazi, dei costi; questo porta quindi ad una chiara comprensione di quelli che sono i muda da eliminare. L'applicazione dei principi lean deve essere sistematica e continua per giungere a continui miglioramenti. In questo senso il quinto principio deve essere da sprone per l'incessante applicazione dei principi lean e risultare ogni volta quale un nuovo punto di partenza. Una volta finito si deve ricominciare per fare emergere nuovi sprechi ed eliminarli.

2.4 Il sistema Kanban

“Kan Ban” significa semplicemente "cartellino". Il principio Kanban è stato sviluppato da Taiichi Ohno in Toyota Motor Corporation nel 1947, con lo scopo di aumentare la produttività e l'efficienza per ottenere un vantaggio competitivo; Utilizzando il sistema "Kanban" Toyota era in grado di controllare la produzione in modo molto più flessibile ed efficiente, andando al tempo stesso a ridurre i costi nella gestione di materie prime, semilavorati e prodotti finiti.

Questa modalità di gestione consente di controllare il flusso di materiale e di produzione secondo il principio "pull". La fornitura dei materiali è garantita da processi che si autoregolano in funzione del cambiamento dei consumi dei componenti. Con il sistema Kanban, l'ordine di materiale è trainato dai consumi: questo significa che è il consumo dovuto ai processi a valle ad attivare il rifornimento da parte dei processi a monte. I sistemi Kanban tradizionali utilizzano i cartellini per trasportare le informazioni nel circuito per controllare il processo di produzione in modo visivo.

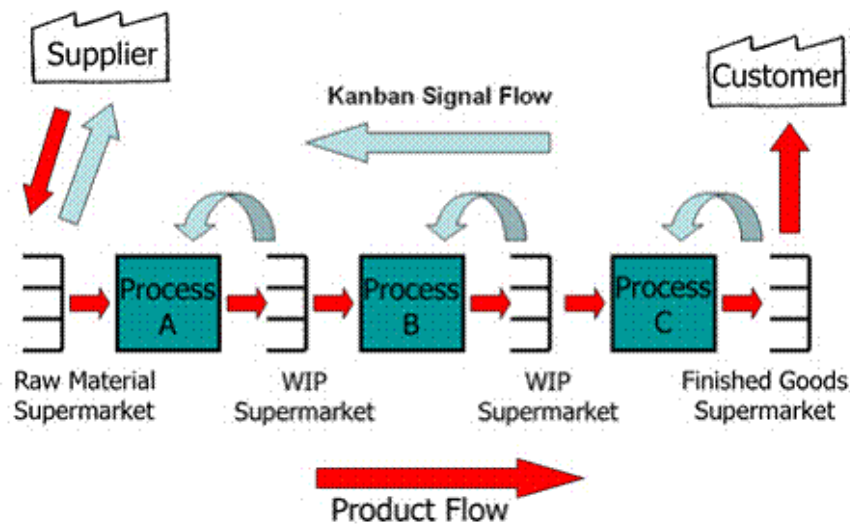


Fig. 2.4, Flusso kanban e flusso prodotto.

Generalmente il cartellino Kanban viene affisso sul contenitore di riferimento e su di questo vengono riportate una serie di informazioni utili al cliente ed al fornitore quali:

- Codice e descrizione dell'articolo;
- Tipo di contenitore e numero di pezzi;
- Cliente e/o magazzino di destinazione.

Le principali tipologie di kanban sono le seguenti:

- **Kanban di produzione (P):** rappresentano ordini di produzione attraverso cui la fase a valle richiede a quella a monte di produrre un certo componente in una certa quantità prefissata. È particolarmente adatta per codici con domanda prevedibile e consumi stabili con il grande vantaggio di semplificare la programmazione in quanto, generalmente, i codici gestiti in questo modo non sono soggetti a demand planning. Nella implementazione di questa soluzione, una fase particolarmente critica consiste nella determinazione del numero di cartellini, calcolato in funzione della domanda media del periodo, di un coefficiente di sicurezza (criticità del materiale) e della quantità contenuta nell'ubicazione;
- **Kanban di movimentazione/segnalazione (C):** nel momento in cui l'operatore di una certa fase di processo, prelevando un pezzo di un determinato articolo raggiunge un certo punto di riordino, segnala attraverso il kanban la necessità di trasportare materiali/componenti verso la propria fase del processo: il cartellino viene quindi utilizzato come segnalazione di un livello di punto di riordino, calcolato in funzione della domanda media e del dimensionamento della scorta di sicurezza. Questa particolare versione risulta utile in situazioni in cui è possibile riscontrare (per diversi motivi) disallineamenti temporali tra giacenza fisica e dato contabile.
- **Kanban vuoto per pieno.** Il cartellino in questo caso è identificabile tramite un intero contenitore destinato generalmente alla minuteria utilizzata da un operatore in una fase di montaggio. La minuteria è presente nella postazione di montaggio in due contenitori/ubicazioni, posizionate una davanti all'altra. L'addetto, durante il normale svolgimento della propria attività, preleva il materiale dalla cassetta più prossima a lui e, quando questa si esaurisce, la posiziona in una rastrelliera dedicata dove un addetto periodicamente verifica le necessità di reintegro e le soddisfa.
- **Kanban di acquisto:** dopo che un certo materiale viene interamente consumato (o al raggiungimento del buffer di sicurezza) il cartellino viene prelevato e posizionato in una rastrelliera, dove tutti i kanban vengono raggruppati in base al fornitore.

Per garantire una buona gestione dei cartellini si utilizzano delle lavagne sopra le quali questi vengono affissi. I cartellini dal loro distacco al loro successivo riattacco possono venire sistemati in questa bacheca. Questo succede quando i tempi di realizzazione del prodotto non coincidono con quelli di richiesta. Le autorizzazioni messe in bacheca sono delle chiamate per i contenitori in ingresso (che hanno il cartellino C), poi il cartellino C viene attaccato ad un contenitore in uscita dallo stadio precedente quando questo viene richiamato per diventare materiale in ingresso per lo stadio successivo. Quindi quando il contenitore arriva all'ingresso dello stadio successivo, si stacca il cartellino C, e finisce in una bacheca fra i due stadi in attesa

che il prodotto in uscita dallo stadio precedente sia pronto. Quando è pronto, dal contenitore in uscita si stacca il cartellino P, si attacca il cartellino C e a questo punto il contenitore va all'ingresso dello stadio successivo mentre il cartellino P staccato finisce nella bacheca dello stadio come ordine alla produzione per il ripristino della mancanza all'uscita.

Si possono stilare due regole che definiscono l'utilizzo dei kanban:

1. Una volta definito il numero di kanban circolanti, il loro numero deve rimanere immutato e non possono incrementare;
2. L'operatore può procedere alla produzione del pezzo solo quando e se è presente un kanban che segnali la richiesta di produzione. Se non sono giunti kanban o se il contenitore delle aree kanban è saturo, l'operatore deve smettere di produrre;

Esiste inoltre una formula matematica per il calcolo di kanban da collocare nel singolo stadio:

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

Con:

- N = Numero di kanban;
- M = Consumo medio giornaliero rilevato (pz / giorno);
- T = Tempo di copertura desiderato (giorni), se kanban di acquisto coincide con lead time, se kanban P coincide col tempo di produzione di un pezzo;
- SS = Scorta di sicurezza espressa in punti percentuali;
- Q = Pezzi per contenitore (pz / cont);

2.5 Le 5S

5S è una schema di regole per migliorare e mantenere un elevato standard di ordine e pulizia nelle postazioni di lavoro. Il nome di questa metodologia deriva da 5 termini della lingua giapponese tutti iniziati con la lettera "S". Questi rappresentano le fasi principali della metodologia:

1. Seiri - Scegliere e Separare. Indica la rimozione dal banco di lavoro di tutte le attrezzature/strumenti non necessari allo svolgimento dell'attività produttiva in corso;

2. Seiton - Sistemare e organizzare. predisporre gli oggetti in maniera tale da rendere facile l'identificazione, l'uso e la sistemazione;
3. Seison - Controllare l'ordine e pulizia creati, assicurarsi che i pavimenti e i macchinari siano puliti, così come tutta l'azienda
4. Seiketsu - Standardizzare e migliorare. Mantenere l'ordine e la pulizia creati, cercare di migliorare ripetendo le 3 fasi precedenti continuamente: Seiri, Seiton e Seison;
5. Shitsuke - Sostenere nel tempo. Imporsi disciplina e rigore per il proseguo, l'applicazione nel tempo delle corrette procedure deve diventare un'abitudine.

In termini occidentali quando si parla di 5S si utilizza il termine "pillar" (colonna), che indica metaforicamente un gruppo di elementi strutturali, a supporto di un sistema per l'apporto di miglorie all'interno dell'azienda, in linea con l'ottica del miglioramento continuo della lean manufacturing. Le colonne altro non sono che le 5 regole precedentemente proposte: Scegliere e Separare, Sistemare e Organizzare, Controllare l'ordine e la pulizia creati, Standardizzare e Migliorare, Sostenere nel tempo.

In ogni azienda l'implementazione delle 5S è il punto di partenza che permette il miglioramento delle attività produttive e lo sviluppo futuro. Questo perchè, nelle attività quotidiane di un'azienda, vengono eseguite abitualmente attività di scelta e separazione, sistemazione e organizzazione, controllo, tutte fondamentali per ottenere un flusso delle attività lineare ed efficiente., così come descritto dal principio del flow di Womack e Jones.

La messa in opera delle 5S inizialmente e inevitabilmente, come tutte le innovazioni portate all'interno di un modus operandi consolidato per le persone, porta alla creazione di alcuni tipi di resistenze. Tra queste, generalmente, possiamo ritrovare:

1. Mancata comprensione dell'importanza delle 5S;
2. Resistenza a pulire ciò che verrà di nuovo sporcato;
3. Considerazione delle operazione di pulizia e riordino della postazione di lavoro come una perdita di tempo.

L'applicazione delle 5S deve essere seguita attentamente e in maniera accurata, per evitare di rendere vano l'impegno dell'azienda.

I benefici derivanti dall'applicazione di questo sistema di regole si riflettono sia dalla parte dei lavoratori, sia dalla parte dell'azienda. Per quanto riguarda i primi noteremo sicuramente:

- Una postazione di lavoro più piacevole;

- Una maggiore soddisfazione nel lavoro;
- Maggiori input creativi.



Fig. 2.4, Prima e dopo l'applicazione delle 5S

Per quanto riguarda la prospettiva dell'azienda generalmente si può notare:

- Una maggiore qualità del prodotto;
- Un incremento della soddisfazione del cliente;
- Una generale crescita dell'azienda.

Risulta adesso interessante andare ad analizzare al meglio i 5 Pilastri.

2.5.1 Scegliere e separare (Sort)

Il Primo passo da compiere per la messa a punto del sistema riguarda la rimozione dalla postazione di lavoro di tutto ciò che non serve al processo produttivo in corso. La corretta applicazione di questo punto permette la riduzione di problemi e interferenze nel flusso lavorativo, una maggiore qualità dei prodotti e un aumento della produttività, grazie al minor tempo di ricerca dei tools e delle attrezzature presenti in postazione, riducendo le fonti di distrazione per l'operatore.

Questo primo punto si basa sulla strategia del cartellino rosso "red-tag", un semplice metodo che permette di identificare oggetti potenzialmente non necessari in azienda o in magazzino, valutare il loro effettivo utilizzo e imparare a trattarli in maniera adeguata.

The image shows a red '5S TAG' form. At the top, it has a header with '5S TAG' and '5S' in a red box. Below this are fields for 'TAG No.', 'NAME', and 'DATE'. A 'PLANT LOCATION:' field is also present. The form is divided into three main sections: 'CATEGORY', 'REASON', and 'ACTION'. Each section contains a 2x2 grid of numbered options (1-4) with corresponding descriptions. At the bottom, there is a small URL: 'Reorder from www.theleanwarehouse.com'.

CATEGORY			
1 Raw Material	5 Machine & Other Equipment		
2 Stock	6 Tools		
3 WIP	7 Supplies		
4 Products	8 Other (please specify):		

REASON			
1 Unnecessary	3 Spare		
2 Defective	4 Other (please specify):		

ACTION			
1 Eliminate	3 Move to Holding Area		
2 Return	4 Other (please specify):		

Fig. 2.5, Esempio di cartellino rosso (red-tag).

Per mettere in atto questo sistema è necessario creare un apposito spazio "red-tag area", la quale consiste in una zona messa a disposizione per l'immagazzinamento degli oggetti con cartellino rosso che hanno bisogno di ulteriore valutazione. È possibile che, invece del cartellino rosso, si utilizzino dei cartellini gialli in prima battuta, che diventeranno poi rossi in caso di scelta di "scarto" del materiale o attrezzatura. Gli oggetti riposti in quest'area vengono posti sotto osservazione per un periodo di tempo prestabilito.

Generalmente il lancio del metodo "red-tag" richiede da parte della compagnia lo sforzo di creare un'area centrale, per il flusso degli oggetti che non possono essere posti al di fuori dalle singole aree di produzione.

Il sistema del "Cartellino rosso" è costituito da sette steps.

1. Proposta del sistema "red-tag" in un'area produttiva, o in tutta l'azienda;
2. Individuare gli obiettivi del programma, ovvero identificare gli oggetti e le aree di lavoro da valutare;
3. Definire i criteri di valutazione. Tre sono i fattori che determinano la definizione dei criteri: il possibile utilizzo di un oggetto nel corso della produzione in atto; la frequenza con la quale un determinato oggetto viene utilizzato; e la quantità di oggetti che sono necessari per svolgere il lavoro.

4. Produzione dei cartellini. Il sistema "red-tag" ha lo scopo di supportare i processi dell'azienda, documentare e riportare i risultati di quanto messo in atto;
5. Apposizione dei cartellini rossi agli oggetti, possibilmente in tempi rapidi(1-2 giorni), sull'intera area.;
6. Valutazione degli oggetti, seguendo i criteri stabiliti precedentemente;
7. Analisi dei risultati ottenuti.

Una volta compiuto il quinto step è necessario fare attenzione al fatto che alcuni oggetti possono essere accumulati in determinate aree di produzione o del magazzino. Importante è fissare il numero esatto di cartellini rossi utilizzati e applicarne uno per ogni singolo oggetto.

2.5.2 Sistemare e organizzare (Set in Order)

Il secondo passo delle 5S è Sistemare e Organizzare: gli oggetti/attrezzi devono essere disposti in maniera tale che siano di facile identificazione, utilizzo e riposizionamento. Questo è molto importante in quanto permette di eliminare numerosi sprechi di tempo nello svolgimento delle attività produttive.

La sistemazione e l'organizzazione permettono di ottenere una maggiore fluidità e linearità nelle attività produttive, punto centrale della standardizzazione.

Per standardizzazione si intende la messa a punto di un sistema che permette di portare a termine procedure e mansioni in maniera adeguata, oggettiva e facilmente replicabile.

La postazione di lavoro deve essere ordinata, in quanto solo così è possibile effettuare la standardizzazione in maniera efficace. Per valutare l'adeguamento e il miglioramento degli standard del secondo punto del sistema 5S generalmente vengono eseguite delle ispezioni visive.

Anche in questo caso la procedura può essere dettagliata con degli step da seguire:

1. Decidere un'appropriata locazione degli oggetti/attrezzi. Due serie di principi possono aiutare a prendere questa decisione: come riporre mascherine, attrezzi e bulloni e il principio dell'economia di movimento. Quest'ultimo aiuta a minimizzare gli sprechi di tempo legati allo spostamento degli operatori a causa di una cattiva disposizione del materiale, e permette di analizzarne le cause;

2. Utilizzo della mappa delle 5S, che permette di valutare la collocazione attuale di mascherine, attrezzi, bulloni, equipaggiamenti e macchinari, per poi deciderne la sistemazione migliore basandosi sulle due serie di principi descritti sopra.

Una volta decisa la sistemazione degli oggetti è possibile deciderne la locazione. Per identificare dove riporre un determinato oggetto e in che quantità si possono usare due strategie varie strategie, le più utilizzate sono:

- Il codice dei colori, andando ad utilizzare delle strategie di visual management. Si può pensare, ad esempio, di marchiare con un bollino di un certo colore ogni cassetta per la minuteria appartenente ad una certa famiglia di prodotti (es. Si attacca un bollino rosso sulle cassette che devono essere usate nella produzione di seghe circolari), al fine di minimizzare i tempi di ricerca e ridurre l'incertezza nell'utilizzo di viterie simili;
- Il metodo dei contorni, generalmente utilizzato per aiutare gli operatori a ridisporre in maniera ordinata gli attrezzi e gli strumenti di lavoro quali cacciaviti, chiavi inglesi, a brugola ecc..; si creano delle maschere, ad esempio di gomma piuma, all'interno delle quali si vanno a ricavare delle aperture con la sagoma dell'utensile da riporre in quella posizione. Anche in questo caso si fa riferimento ad uno strumento di visual management.



Fig. 2.6, Esempio di applicazione del metodo dei contorni

2.5.3 Controllare l'ordine e la pulizia creati (Shine)

Il terzo passo è controllare l'ordine e la pulizia creati. Questa attività prevede che tutto sia ordinato e pulito, così che tutti gli oggetti/attrezzi siano sempre disponibili e pronti all'uso. Quando questo terzo principio non viene applicato, si possono creare diversi problemi tra i quali: diminuzione del morale degli operai, rischi per la salute, rotture degli oggetti/attrezzi, e aumento del numero dei prodotti difettosi.

Cinque sono gli steps necessari per l'applicazione del "Controllo ordine e pulizia":

1. Determinare i gli obiettivi;
2. Determinare le responsabilità;
3. Determinare i metodi;
4. Preparare il materiale necessario;
5. Applicare il metodo.

Fondamentale è la comprensione del concetto che la responsabilità della pulizia e della postazione di lavoro, è di tutti coloro che la occupano. I Due strumenti utilizzati per implementare questo terzo punto sono:

- La scheda delle 5S, che indica per area e per giorno i responsabili della pulizia;
- I "5 minuti", che hanno lo scopo di fare capire a tutti che la pulizia deve essere una pratica quotidiana e non una perdita di tempo.

Questo terzo pilastro prevede non solo un'applicazione sistematica di pulizie quotidiane e pulizie più estese, ma anche ispezioni regolari, le quali possono essere incorporate nella procedura di ordine/pulizia. Utilizzando questo sistema si crea un parallelismo tra le due procedure, che consente un maggiore controllo sul mantenimento dei macchinari e dell'equipaggiamento.

Gli steps da seguire sono:

- Determinare gli obiettivi della pulizia/ispezione;
- Assegnare i lavori di pulizia/ispezione;
- Determinare i metodi di pulizia/ispezione;
- Applicazione della pulizia/ispezione, utilizzando la propria sensibilità per rilevare eventuali anomalie;
- Predisporre un equipaggiamento adeguato alla risoluzione immediata di piccoli problemi, o predisporre una richiesta di intervento

Generalmente lo strumento utilizzato per la procedura di verifica e controllo e per aiutare le operazioni di pulizia delle postazioni è la checklist 5S.

2.5.4 Standardizzare (Standardize)

Il quarto passo, Standardizzare, è il risultato della corretta applicazione delle prime tre procedure - Scegliere e Separare, Sistemare e organizzare, Controllo dell'ordine e della pulizia creati. Lo scopo principale della standardizzazione è evitare la mancata applicazione dei tre processi precedenti, al fine di renderli un'abitudine quotidiana, e assicurare che siano mantenuti e migliorati nel tempo. Solo seguendo questa filosofia è possibile una reale ed efficace implementazione del quarto processo.

Tre sono gli step principali della Standardizzazione:

1. Definire i responsabili operativi dei processi;
2. Integrare i processi nelle normali attività di lavoro;
3. Controllo e mantenimento dei processi.

Per il mantenimento dei tre Pillar, ognuno deve conoscere esattamente le proprie responsabilità, "il quando, il come e il dove".

I processi delle 5S devono diventare parte del normale flusso di lavoro in maniera abituale ed efficace. Gli strumenti utilizzati per mettere a punto le procedure precedenti sono solitamente: la scheda dei cicli di lavoro delle 5S, la tecnica dell'osservare, i "5 min", la Checklist del livello di standardizzazione e la Checklist dell'azienda.

Per la giusta applicazione della Standardizzazione è necessario adottare misure di prevenzione, ovvero non si deve mai infrangere l'applicazione dei primi tre passi (Scegliere e Separare, Sistemare e Organizzare, Controllo dell'ordine e della pulizia). L'applicazione di questo concetto trasforma le procedure sopra elencate in procedure preventive:

1. L'azione preventiva in Scegliere e Separare consiste nell'individuare il metodo che permette di evitare l'accumulo di oggetti/attrezzature inutili, in modo tale che chiunque possa trovare sempre la stazione di lavoro pulita e ordinata.
2. L'azione preventiva di Sistemare e organizzare consiste nell'evitare l'inosservanza della procedura stessa. Questo può essere ottenuto rendendo impossibile o difficile la sistemazione degli oggetti nel posto sbagliato.
3. L'azione preventiva di Controllo dell'ordine e della pulizia consiste nell'evitare che tutto si sporchi; questo lo si può fare trattando il problema alla base, ovvero individuando la fonte di "contaminazione".

2.5.5 Sostenere (Sustain)

Il quinto passo consiste nel mantenere nel tempo quanto introdotto, ovvero fare sì che le procedure messe in atto diventino un'abitudine e vengano mantenute nel corso del tempo. Non importa quanto bene siano stati applicate le prime quattro procedure, ma il sistema non può funzionare a lungo se non si applica anche quest' ultima di mantenimento.

A differenza delle prime quattro procedure, questa non può essere applicata seguendo tecniche particolari, e nemmeno può essere misurata; è però possibile che ogni dipendente, o l'azienda stessa, creino condizioni ottimali per favorire l'applicazione delle 5S.

Per il mantenimento delle 5S è molto importante sia l'impegno dell'azienda che quello dei dipendenti.

La prima parte del "mantenimento" prevede la predisposizione da parte della azienda delle condizioni ottimali allo svolgimento di tutti processi del sistema 5S. La seconda parte prevede, invece, una chiara dimostrazione dell'impegno dei dipendenti nel voler attuare le 5S.

2.6 SCM INDUSTRIAL SYSTEM

La possibilità di integrare un approccio *lean* in un sistema produttivo non può prescindere da una approfondita conoscenza dei propri clienti e delle loro richieste. Ecco che dunque SCM Group ha creato una propria filosofia aziendale centrata sugli obiettivi prefissati: essere *World Leader in Quality, Cost e Delivery (Q.C.D.)*. Proprio questi tre elementi sono i componenti del *Livello di Servizio*; in particolare per offrire un elevato livello di servizio al cliente è necessario riuscire ad avere prezzi quanto più concorrenziali possibili, prodotti con una qualità che rispecchi le aspettative del mercato e servizi di consegna puntuali.

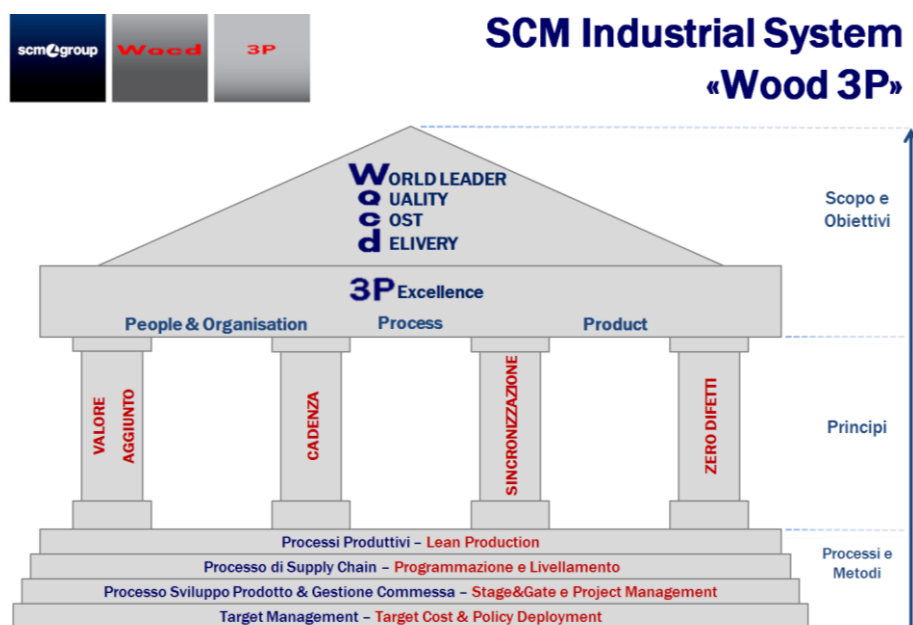


Fig. 2.4, Il tempio del SCM Industrial System

Come si evince dalla figura 2.4, i 3 obiettivi del gruppo precedentemente esposti concorrono a formare il tetto. La “scelta architettonica” di utilizzare una struttura a tempio non deve essere interpretata come casuale, infatti questa è formata, oltre che dalla sommità anche da un basamento e 4 colonne. Partendo da queste, se anche ne sottraessimo una sola raggiungeremmo uno stato di equilibrio instabile che non permetterebbe il raggiungimento degli obiettivi sul lungo periodo, risultando dunque una situazione non sostenibile.

Tutto l’approccio si basa su 4 fondamenta: *processi produttivi*, *processo di supply chain*, *processo sviluppo prodotto e gestione della commessa*, *target management*. Queste reggono i 4 pilastri che sono: *valore aggiunto*, *cadenza*, *sincronizzazione* e *zero difetti*. A sua volta è interessante notare la presenza di un livello intermedio tra colonne e tetto, chiamato *3P Excellence* e formato da: *people and organisation*, *process* e *product*.

Questo livello è formato da *leve di azione*, poiché secondo questa filosofia aziendale il miglioramento in ottica *Quality, Cost and Delivery* si può realizzare solamente perseguendo una eccellenza simultanea in ambito di processi, prodotti ed organizzazione. In particolare ognuna di queste 3 leve si può spiegare come segue:

- People: l'organizzazione eccellente è fatta da persone competenti ed allineate sugli obiettivi che portano ad una continua generazione e condivisione di *know-how*;
- Process: i processi eccellenti sono sostenibili nel tempo e costituiscono le fondamenta per processi eccellenti;
- Product: i prodotti eccellenti sono competitivi, cioè rispecchiano i bisogni del cliente.

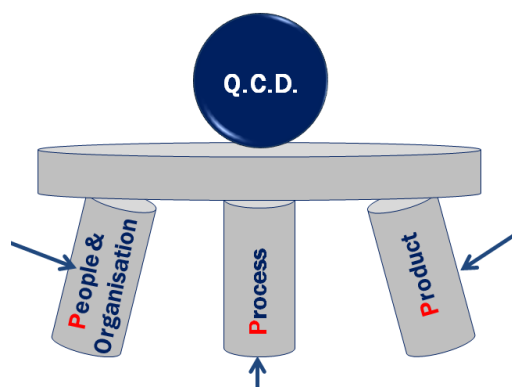


Fig. 2.5, il paradigma delle 3P

Anche in questo caso, grazie alla metafora grafica di figura 2.5, possiamo notare come tutte e 3 le leve concorrano a dare stabilità al piano che sulla quale poggia la sfera del Q.C.D., risultando dunque condizione necessaria per il raggiungimento del vantaggio competitivo.

2.6.1 Gli Strumenti del SCM INDUSTRIAL SYSTEM

Chiaramente, all'interno di un progetto di riorganizzazione lean di una linea di produzione non si va ad agire su tutti i componenti del tempo visti in precedenza, poiché, ad esempio, l'applicazione di strumenti orientati a determinare un target cost, o la modalità di gestione di un progetto di sviluppo nuovo prodotto tramite fasi che una volta deliberate vengono chiuse in maniera definitiva (*Stage&Gate*), non sono di interesse specifica del sistema *linea di produzione*, quanto di un livello più alto all'interno dell'organizzazione dell'azienda.

È dunque corretto, in questo momento, focalizzarsi su quegli strumenti, parte del tempio del *SCM Industrial System*, che effettivamente sono stati utilizzati durante tutto il progetto oggetto della tesi.

2.6.1.1 La Cadenza

La cadenza, o *Takt Time*, in letteratura è definita come la velocità con cui devono essere prodotte le macchine per riuscire a soddisfare la domanda del mercato. Ancora una volta è bene sottolineare la centralità della figura cliente rispetto al sistema produttivo; infatti se la domanda del cliente dovesse aumentare allora di conseguenza il takt time deve diminuire, viceversa se la domanda diminuisse il takt time deve aumentare. Questo perché se la cadenza fosse troppo alta non riusciremmo a soddisfare le richieste di mercato, diminuendo il livello di servizio, mentre al contrario, se questo valore fosse troppo basso avremmo la generazione di sovra scorte che altro non sono se non inefficienze.

La formula generale del calcolo del Takt Time è la seguente:

$$Takt\ Time\ (TT) = \frac{\text{tempo disponibile per la produzione}}{\text{domanda di mercato}} \left[\frac{udt}{pz} \right]$$

Ovviamente gli orizzonti temporali al numeratore ed al denominatore devono essere comparabili per garantire un risultato solido, su cui basare tutto il lavoro di bilanciamento delle linee di produzione del proprio sistema produttivo.

È quindi possibile affermare che la cadenza deve rispecchiare il ritmo generale di funzionamento dei processi aziendali. Essa è dunque assimilabile ad una pulsazione cardiaca.

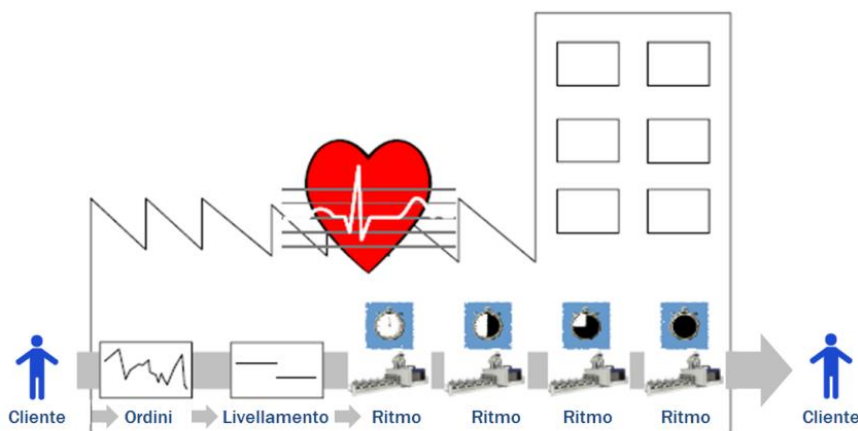
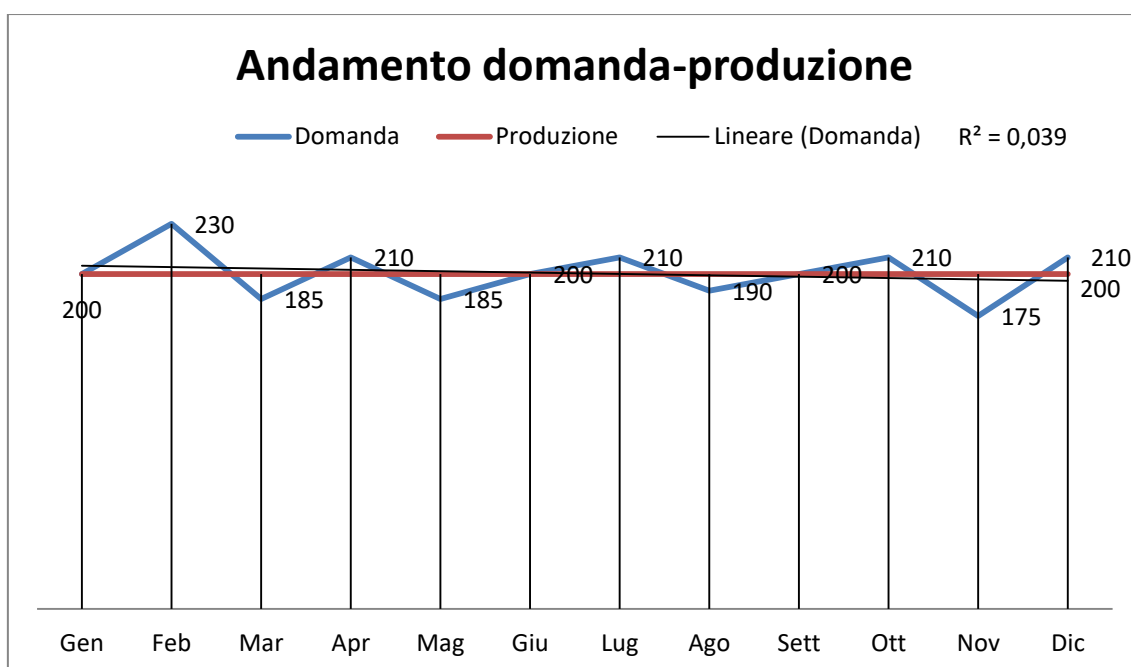


Fig. 2.6, Rappresentazione della cadenza

Il processo di determinazione della cadenza parte quindi da un'accurata analisi della domanda di mercato al fine di livellarla il più possibile. Questo processo, però richiede un grosso sforzo previsionale e, soprattutto, può decretare il buon funzionamento o meno di un sistema di tipo lean.

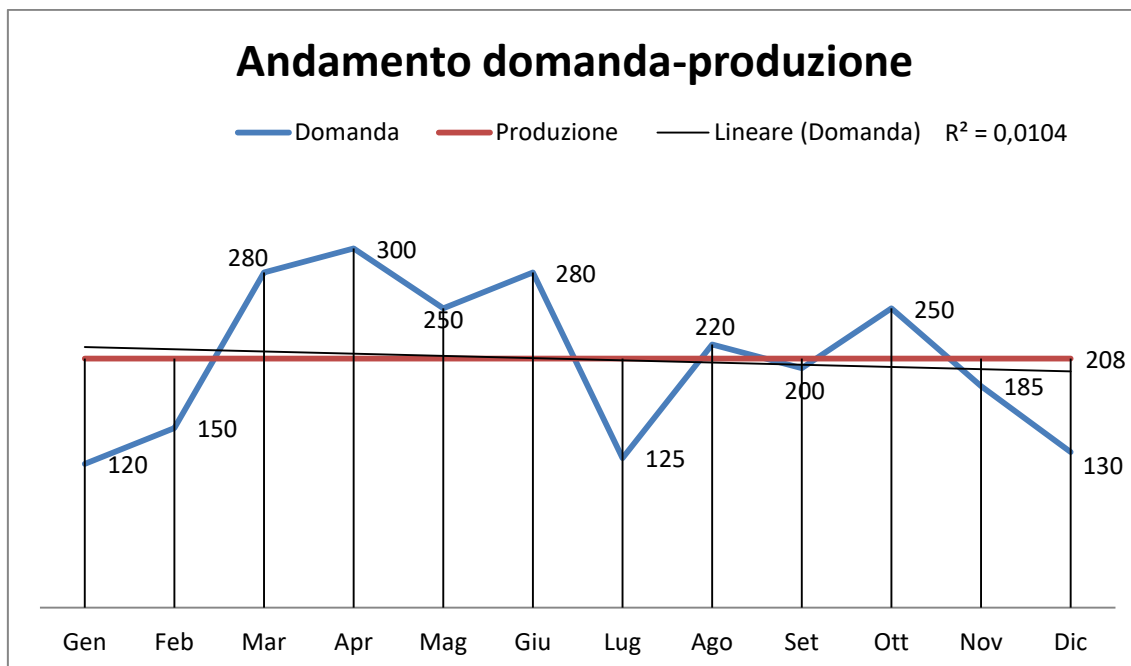
Si può infatti affermare che, il livellamento della domanda di mercato, sia sicuramente il processo più critico per un'azienda che si affaccia verso una filosofia di produzione snella. Questo è vero perché non tutte le produzioni industriali sono caratterizzate da una domanda che ben si predispone ad essere appiattita.

Per capire meglio questa difficoltà analizziamo due diversi andamenti della domanda di mercato e il loro rapporto con un possibile livellamento della domanda:



In questo primo scenario vediamo come sia stato scelto di livellare la domanda sul valor medio annuo della stessa. Infatti, a parte un paio di picchi in positivo ed in negativo a febbraio e a novembre, l'andamento della domanda è abbastanza approssimabile all'andamento prescelto della produzione, senza creare troppo magazzino nei mesi in cui ci sia un'approssimazione in positivo e senza creare troppe macchine non consegnate nei mesi di approssimazione negativa.

È inoltre da considerare come, in ottica di gestione del magazzino, saranno proprio i periodi in cui la domanda risulta minore ad aiutare a coprire i picchi di consegne. Inoltre, la linea di tendenza della domanda, approssimata in maniera lineare, seppur con una bassa precisione, conferma una soddisfacente approssimazione dell'andamento della stessa, con i dati analizzati.



Questo esempio ci da un'idea di quanto un appiattimento della produzione in questo scenario, valorizzato ancora una volta sulla media, sia una grossa forzatura. Infatti, benché sia sicuramente uno scenario ipotizzabile, risulta difficile pensare che un bilanciamento delle linee effettuato sul valor medio della produzione possa garantire una risposta efficace ed efficiente nei confronti del mercato.

Analizzando infatti il valore di R^2 questo risulta 3 volte inferiore rispetto al primo scenario presentato, facendoci capire quanto poco *fitting* possa avere una modellazione della domanda effettuata con questa metodologia.

In linea generale esistono 3 differenti metodologie di gestione dello scostamento tra domanda e capacità produttiva(4):

1. Livellamento della capacità produttiva;
2. Inseguimento della domanda;
3. Gestione della domanda.

La prima metodologia, definita *livellamento*, è la modalità che è stata utilizzata precedentemente negli esempi. Questa tecnica cerca di assorbire le fluttuazioni tipiche del mercato andando a fissare una capacità produttiva costante lungo un certo periodo di schedulazione, indipendentemente dall'andamento della domanda stessa. Questo scenario è tipico di imprese in cui i tempi di setup delle linee sono molto lunghi (es. azienda di assemblaggio), ed è, infatti, il *modus operandi* di S.C.M. Group, in cui l'orizzonte temporale è l'anno. È ovviamente possibile

che ci sia una revisione dei takt e del bilanciamento nel caso di grossi errori da parte della pianificazione in sede di budget.

I vantaggi sono:

- Utilizzazione costante e razionale delle risorse, conseguimento di alti livelli di efficienza.

Gli svantaggi sono:

- Alti costi legati al capitale immobilizzato in magazzino sotto forma di macchine nei periodi di domanda inferiore alla produzione.

La seconda metodologia è detta *inseguimento della domanda*, che mira ad adattare la produzione alla fluttuazione della domanda; questa tecnica è adatta ad aziende con linee di montaggio flessibili con ridotti tempi di setup e grossa flessibilità del personale, infatti in ogni periodo saranno necessari un numero di addetti, di turni e di funzionamento delle macchine diverso.

Il tipico andamento della produzione ad inseguimento della domanda rispetto al tempo è il seguente:

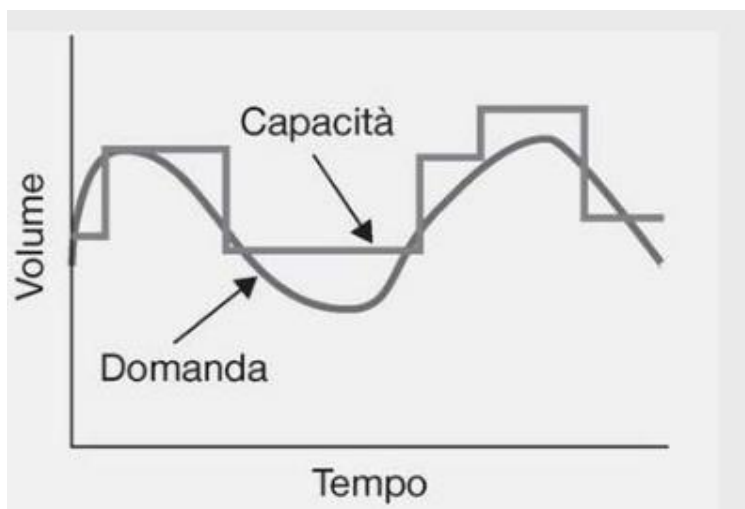


Fig. 2.7, produzione ad inseguimento della domanda

I vantaggi di questa metodologia sono:

- Riduzione della scorta dei prodotti finiti a magazzino.

Gli svantaggi sono:

- Difficoltà organizzative legate alla necessità di flessibilità della forza lavoro.

L'ultima tecnica, chiamata *gestione della domanda*, vuole influenzare i modelli di comportamento legati alla domanda di prodotto al fine di avvicinarli il più possibile ai livelli della capacità disponibile attraverso una serie di leve quali:

- Vincolare l'accesso dei clienti;
- Modulazione dei prezzi a seconda della richiesta del prodotto;
- Creazione di promozioni e politiche commerciali *ad-hoc*;
- Inserire a listino prodotti con modelli di domanda *controstagionali*.

Da quanto esposto sopra appare evidente come l'unica possibilità utilizzabile da un'azienda che opera con assemblaggio manuale sia, come già detto, il livellamento della domanda, che, però non sempre è ben applicabile.

Tutto questo lavoro è necessario poiché, come visto all'inizio del paragrafo, il calcolo del takt time necessita, al denominatore, del numero di macchine, o articoli, da produrre. È dunque chiaro come l'orizzonte temporale caratteristico della previsione della domanda vari a seconda del contesto in cui ci troviamo ad operare. In particolare, in una linea di produzione ad assemblaggio manuale, il takt time viene definito, di norma, una volta all'anno.

2.6.1.2 L'Heijunka

Uno degli strumenti che consentono di trasmettere il livellamento della domanda eseguito "a monte" negli uffici, ai reparti di produzione è l'Heijunka. Questo serve per regolare i livelli della produzione (ovvero la produzione in un certo arco di tempo) su una linea produttiva o all'interno di una singola cella.

L'obiettivo è quello di produrre prodotti o semilavorati ad un ritmo costante, in modo che le lavorazioni successive (imballaggio o nuova cella produttiva) possano procedere anch'esse ad un ritmo costante. Dove la domanda del mercato è costante, regolare la produzione è semplice ma quando le richieste del cliente subiscono fluttuazioni, occorre fare due cose:

- Livellare la domanda, adottando politiche di un certo tipo (spiegate nel paragrafo precedente);
- Livellare la produzione, adottando un tipo di produzione flessibile.

L'Heijunka consente alle imprese che lo utilizzano di pianificare meglio i propri processi di produzione, concentrandosi su piccole quantità di materiali o lotti unitari, sicuramente più gestibili.

La cosa importante è avere dei lotti composti da prodotti diversi (ad esempio diversi modelli di auto da assemblare, come fa Toyota o diversi prodotti da imballare) ed estremamente piccoli. Sebbene questo possa suonare strano perché la produzione tradizionale ci ha abituati a lotti grandi di prodotti tutti dello stesso tipo a causa dei tempi lunghi legati all'attrezzaggio delle linee, una produzione gestita in questo modo è - in realtà - estremamente vantaggiosa, soprattutto quando i tempi di riattrezzaggio sono nulli o molto limitati, come nel caso di una linea di assemblaggio manuale.

Per poter utilizzare questo strumento, occorrerà conoscere il *takt time* da rispettare (il "ritmo" della produzione, *cfr* 2.6.1.3), calcolare il numero di cartellini Kanban che ci servono (che consentiranno di apportare modifiche, sulla base dei volumi dei prodotti da produrre in qualsiasi momento, *cfr* 2.4) e installare un tabellone/box Heijunka (suddiviso da una griglia che vada a formare dei rettangoli che rappresentano un certo periodo di tempo dove trovano posto i nostri cartellini Kanban) a fianco della linea produttiva che desideriamo gestire in questo modo.

Sapendo ogni quanto tempo il lavoro viene rilasciato e monitorato (quantità facile da calcolare moltiplicando il *takt time* per la grandezza del lotto che dobbiamo produrre, ad esempio: se il *takt time* è di 7 secondi e sul pallet che vogliamo riempire ci stanno 1000 prodotti, il lavoro verrà rilasciato ogni $7 \cdot 1000 = 7000$ secondi pari a 116 minuti circa) sappiamo che la pianificazione della produzione rilascia l'ordine di produrre un nuovo lotto di 1000 unità dopo 116 minuti dal lancio del primo ordine.

Tutto questo lavoro, alla fine, porterà a massimizzare le linee di produzione, riducendo i tempi morti delle linee a valle (montaggio o assemblaggio).

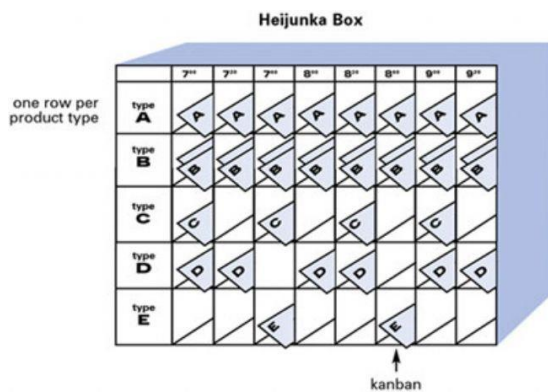


Fig. 2.8 Esempio di Heijunka Box, MF Consulting.

2.6.1.3 Processi Produttivi

Risulta cruciale capire come la filosofia S.C.M si vada ad applicare alla modellazione dei processi produttivi, essendo questo il *core* sia del progetto trattato nel seguente elaborato sia di un impianto industriale.

È indubbio come, una volta definita la cadenza, sia necessario dimensionare e bilanciare le linee di produzione in modo tale da rispettarla. In particolare è bene andare ad analizzare i 3 strumenti che si utilizzano per modellare le linee nel rispetto della cadenza:

1. Flusso teso;
2. Ritmo e Bilanciamento;
3. Model Mix.

Il primo di questi, il *flusso teso*, è da intendersi come la necessità di avere in linea solamente “stazioni” in cui si lavora direttamente su una macchina al fine di *aggiungere del valore* sulla stessa, così da avere in produzione e in magazzino solo e soltanto il materiale che è effettivamente richiesto al momento presente e del vicino futuro (a meno di scorte di sicurezza).

Questo si traduce, all'interno delle linee, nell'assenza di *Work In Process (WIP)*, ossia macchine presenti all'interno del sistema produttivo sulle quali, però, non vengono svolte attività a valore aggiunto; altro non è che materiale giacente nel sistema in attesa di essere lavorato, cioè capitale immobilizzato che ha già subito qualche tipo di attività, senza che, però, sia stato trasformato in prodotto finito.

La miglior espressione di questa filosofia sono le linee cadenzate di tipo *one piece flow (OPF)* dove ad ogni takt entra, in ogni fase, una ed una sola macchina da lavorare per volta. Questo consente l'abbattimento del tempo di attraversamento del sistema produttivo, dove questo risulti applicabile, da parte del prodotto.

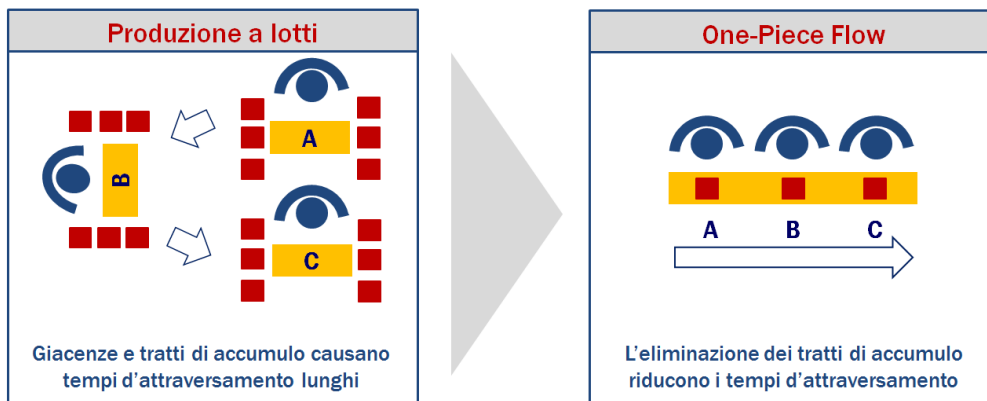


Fig. 2.9, da produzione a lotti a produzione One Piece Flow, SCM industrial system.

Infatti, prendendo come riferimento la figura di sinistra sopra riportata è facile intuire come una produzione a lotti allunghi non poco il tempo di attraversamento del sistema produttivo per un prodotto. Questo è dovuto alla particolarità di un sistema produttivo che si approcci in questo modo. Infatti, la produzione a lotti implica che un lotto, per essere terminato e quindi disponibile sul mercato, veda completi tutti i prodotti presenti al suo interno, quindi nonostante il primo pezzo finito del lotto sia effettivamente tale, non potrà essere proposto al cliente finale prima del completamento dell'ultimo pezzo.

Dunque è possibile sintetizzare il tempo di attraversamento di un generico pezzo i appartenente ad un lotto produttivo j , attraverso n postazioni di assemblaggio come:

$$T_{attr_i} = T_{ass_i} * N_{pezzi_j} * N_{staz}$$

Questo porta dunque ad una semplice osservazione: il tempo di attraversamento di un prodotto appartenente ad un lotto è indipendente dal momento in cui quel prodotto viene assemblato, all'interno di quel lotto, poiché, in ogni caso, l'avanzamento necessita della completezza del lotto stesso.

Questa inefficienza è risolta all'interno di un sistema produttivo che si basi su linee di tipo one piece flow, in cui non esiste un magazzino inter-operazionale, che va ad aumentare il tempo necessario ad un prodotto per uscire dall'impianto. Il concetto è facilmente osservabile nella parte destra della figura 2.8.

In questo caso diminuisce dunque il tempo di attraversamento poiché questo risulta il prodotto tra soli due fattori:

$$T_{attr_i} = T_{ass_i} * N_{staz}$$

Spesso, però, per necessità di saturazione del tempo ciclo delle linee di assemblaggio è necessario utilizzare delle linee che lavorino a *pacchetto*, ossia vedano entrare, ad ogni takt una o più macchine, rendendo l'uso della filosofia one piece flow inefficiente (questo aspetto sarà spiegato in seguito).

Il secondo strumento del SCM Industrial System è definito "Ritmo e Bilanciamento". Questo si basa su un assunto semplice ma molto importante, ossia la necessità di allineare i contenuti di lavoro delle singole fasi di assemblaggio alla cadenza.

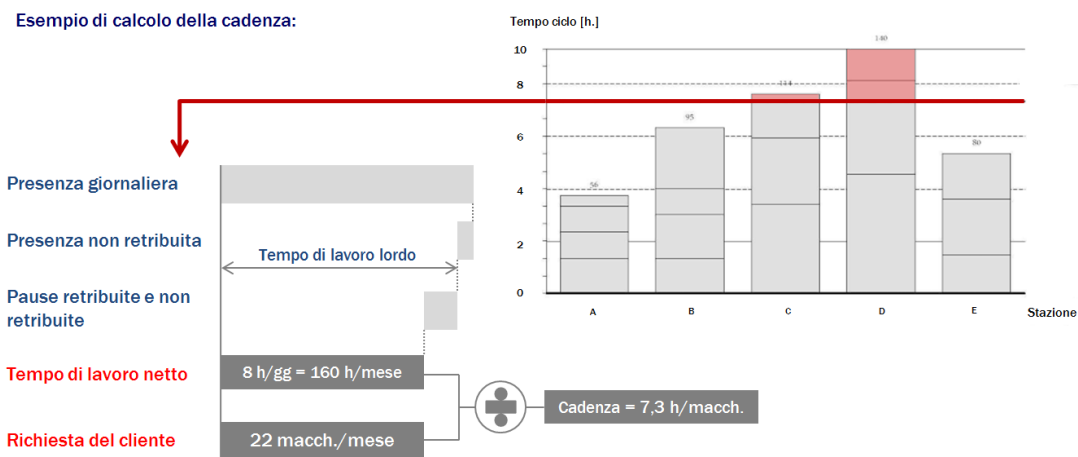


Fig. 2.10, Esempio di calcolo della cadenza per una linea di assemblaggio, *SCM industrial system*.

La cadenza, altro non è che il takt time visto però dalla parte del processo di produzione; in parole semplici è il tempo che intercorre tra due avanzamenti consecutivi di una linea. È evidente la stretta necessità di allineare al meglio il carico di lavoro di una stazione con la cadenza. Questo si traduce in un miglior utilizzo e rendimento delle linee di produzione.

Questo processo nasce con un rilievo sul campo del tempo da assegnare ad ogni attività di assemblaggio presente nel ciclo di produzione del prodotto. Generalmente si utilizza una figura di cronotecnico per andare a valutare anche i ritmi di lavoro e le eventuali maggiorazioni da imputare a diversi impedimenti che gli operatori devono affrontare (una descrizione più ampia

di questa attività si troverà più avanti). A seguito del rilievo tempi si inizia a bilanciare la linea andando a saturare il meglio possibile il tempo a disposizione per ogni operatore (coincidente con la cadenza).

Chiaramente quello descritto è il meccanismo della *cadenza piena*, cioè ad ogni takt entra in linea una nuova macchina da assemblare. In alcuni casi, ad esempio quando si assiste ad un significativo calo della richiesta di prodotto da parte dei clienti, è possibile che le linee funzionino a *mezza cadenza*, ossia a takt alterni entrano una macchina ed un carrello vuoto. Questo dunque comporterebbe del sottoutilizzo degli operatori nei takt vuoti non avendo lavoro; il problema viene risolto assegnando a questi dei piccoli premontaggi di gruppi funzionali che saranno installati al takt successivo.

L'ultimo strumento presentato è la scelta del "Model Mix", cioè quel processo di analisi dei prodotti e di associazione di questi con le linee di produzione; in parole semplici si vanno ad associare i prodotti alle linee. Questo processo è estremamente importante negli stabilimenti dove si producono prodotti diversi tra loro, non potendo dunque contare su linee monoprodotto.

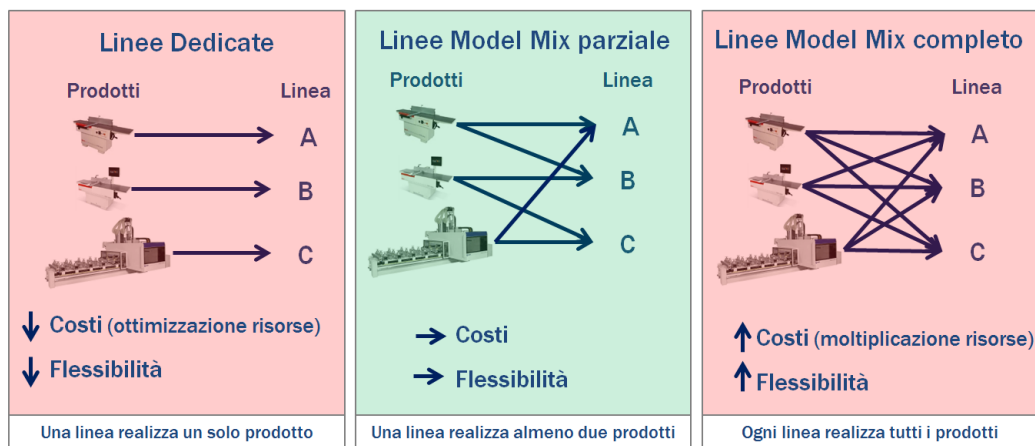


Fig. 2.11, Esempio di associazione del model mix alle linee, *SCM industrial system*.

Come si può notare dalla figura sovrastante, la decisione viene effettuata andando a confrontare la variazione dei due parametri che più interessano, cioè i costi e la flessibilità di gestione.

Chiaramente non esiste una soluzione perfetta, dunque il meccanismo ragiona su un tradeoff tra queste due variabili. Ad esempio si nota come una linea dedicata abbatta sicuramente i costi grazie ad una ottimizzazione estrema delle risorse grazie alla possibilità di evitare la duplicazione delle risorse (intra-linea, non inter-linea), ma l'altra parte della medaglia si riflette

su una bassa flessibilità del processo produttivo. All'altro estremo abbiamo linee a model mix completo, cioè configurazioni che consentono ad ogni linea di produrre qualsiasi prodotto, generando livelli di flessibilità molto elevati, sacrificando, però, la dimensione del costo che a causa di ridondanze sono assai più influenti che nel primo caso.

La configurazione prediletta dal Gruppo SCM e da MiniMax è sicuramente la linea a model mix parziale, che, grazie a varie indagini e valutazioni, si è stimato essere quella che riesce a massimizzare la funzione costo-flessibilità.

Il criterio di associazione che più frequentemente viene usato è quello di *similarità tecnologico-funzionale*, cioè su una stessa linea vengono prodotte macchine che presentano la maggior similarità possibile a livello di gruppi funzionali. Nel caso specifico di MiniMax, per esempio, l'associazione è effettuata in base alla gamma di prodotto; cioè su ogni linea si produce una famiglia di prodotti che presentano gruppi funzionali il più possibile simili tra di loro. Per esempio, la linea che sarà oggetto della trasformazione lean presentata nel prossimo capitolo, produce solamente macchine automatiche per la bordatura monolato.

Questa configurazione è stata resa possibile dalla grande similarità tra i prodotti, poiché ad esempio, tutte le bordatrici sono dotate di un sistema di avanzamento del pannello che differisce solo per la lunghezza del tappeto, oppure, tutti i modelli hanno un gruppo chiamato raschiabordo, che si occupa di eliminare eventuali imperfezioni dal bordo del pannello affinché il bordo si possa incollare il meglio possibile. La differenza risiede solamente nella grandezza del dispositivo, o nella configurazione doppia, cioè uno dedicato al bordo inferiore e uno a quello superiore.

3 La Situazione AS-WAS

La situazione aziendale di partenza si caratterizza per un ambiente ben radicato nel modus operandi che l'ha accompagnata per circa una ventina di anni.

La produzione era infatti già stata precedentemente portata da una tipologia job shop ad una configurazione in linea, ma senza che venissero adottati molti dei principi che sono stati esposti in precedenza, tra le quali, la più evidente era sicuramente la mancanza dell'adozione, dove possibile, di una produzione di tipo *One piece flow*.

La necessità di rinnovarsi è stata dettata sia dalla necessità di allinearsi alla configurazione produttiva degli altri stabilimenti del gruppo, sia dalle logiche di un mercato in estremo cambiamento che vede la presenza di acquirenti, spesso stockisti, che mutano rapidamente le necessità e richiedono una grande flessibilità nella possibilità di configurare a proprio piacimento i prodotti offerti a catalogo dall'azienda, innescando con sempre maggiore frequenza processi che portano ad una personalizzazione estrema delle macchine che poi saranno assemblate in linea.

Questo ha dunque innescato un processo di ripensamento e riconfigurazione del processo produttivo di MiniMax per conformarsi quanto più possibile alle necessità di mercato e per riuscire ad aumentare la produttività ed il rendimento delle linee di produzione. Infatti, per quanto potessero essere state applicate le principali nozioni della lean, il WIP e un generale senso di basso controllo e conoscenza di quanto succedesse in officina non lo si aveva; possiamo dire che la reale conoscenza dello stato di ciò che accadeva era appannaggio del solo capo-officina.

3.1 Il Layout dello stabilimento

Al fine di spiegare al meglio le scelte prese durante il progetto di riorganizzazione e le difficoltà riscontrate, nonché per dare una migliore idea del contrasto tra il prima ed il dopo, è necessario partire fornendo una visione d'insieme del layout dello stabilimento.

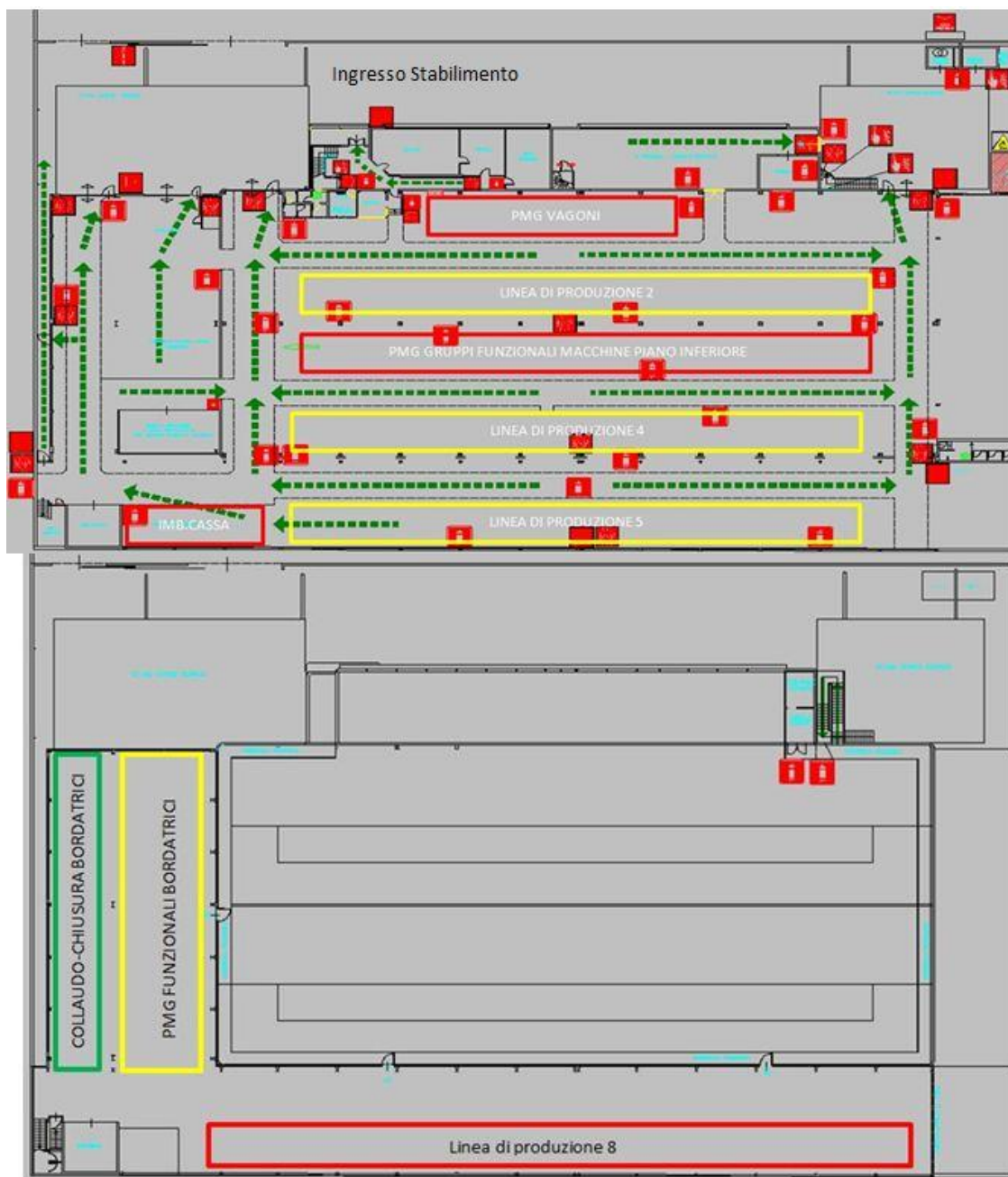


Fig. 3, Layout Stabilimento, MiniMax

Come si può vedere dalle immagini il capannone dello stabilimento è suddiviso su due piani, e, per muoversi da un piano all'altro si possono usare le scale (pedonali) o il montacarichi. Questo è un vincolo da non sottovalutare a causa della possibilità che il montacarichi si rompa e si isoli il piano superiore non dandogli la possibilità di avere flussi fisici con il resto dell'officina.

Questo problema deve dunque essere seriamente considerato nel momento in cui si andranno a dimensionare le scorte da spostare al piano alto, poiché, ovviamente, la ricevitoria si trova al piano terra.

Non va inoltre dimenticato che alcuni gruppi funzionali delle macchine che vengono assemblate al piano inferiore sono realizzati nei banchi premontaggio che si trovano nel reparto alto.

Come appare ben chiaro, dunque, il flusso di materiale che prevede l'uso del montacarichi risulta critico nei confronti della possibilità di dover ultimare fuori linea una macchina a causa di un blocco del dispositivo.

È possibile notare come ci siano anche delle zone esterne allo stabilimento deputate allo stoccaggio dei basamenti delle macchine, poiché all'interno del magazzino del piano delle linee non c'è abbastanza spazio; accanto a questi, sempre fuori dallo stabile c'è la possibilità di stoccare pallet o casse per l'imballo marittimo. Queste però, per ovvie ragioni legate al degrado del materiale legnoso, sono solitamente spostate all'interno dei magazzini adiacenti alla ricevitoria.



Fig. 3.1, Magazzino esterno basamenti, MiniMax

3.2 I magazzini

I magazzini presenti all'interno dello stabilimento possono essere divisi in 3 tipologie:

1. Magazzino automatico verticale;
2. Magazzino manuale;
3. Magazzino "a bordo linea" .

Per una miglior visione globale e per capire al meglio quanto realizzato nella fase di riprogettazione è bene analizzarli uno ad uno.

3.2.1 Magazzino Automatico Verticale

Questo magazzino, gestito tramite un computer si caratterizza per la movimentazione automatica dei cassettetti presenti al suo interno.



Fig. 3.2, Magazzino verticale a movimentazione automatica, SCM Group.

Questo magazzino, situato al piano inferiore, viene utilizzato per stoccare al suo interno tutta la minuteria (*codici Y* in termini aziendali) da distribuire sulle 4 linee di produzione 2 di premontaggi. Quindi, anche in questo caso lo svantaggio di essere al piano superiore, per la

linea 8, influisce sul tempo e sulla numerosità di viaggi di rifornimento dei codici, anche perché, anche in questo caso, viene generalmente utilizzato il montacarichi per spostare un carrello su cui vengono messi tutti gli Y chiamati tramite kanban.

Il software di gestione è proprietario dell'azienda che fornisce il magazzino, rendendo dunque la gestione della manutenzione straordinaria impattante in termini di tempo di inutilizzo dello stesso. L'uso di questa interfaccia è demandata ad un operatore addestrato che quotidianamente raccoglie i kanban nelle linee e li preleva nel magazzino.

Il prelievo, all'interno dei cassettei del magazzino è facilitato grazie ad un sistema *pick to light* che indica quale scomparto del cassetto si trovi il codice desiderato, riducendo notevolmente il tempo di ricerca da parte dell'addetto.

La gestione della giacenza delle scorte è dunque aggiornata ogni volta che l'operatore scarica la quantità indicata sul cartellino kanban, dunque, a meno di correzioni manuali dell'addetto, le giacenze sono sempre allineate.

3.2.2 Il Magazzino Manuale

Questo è il classico magazzino organizzato tramite scaffalature per lo stock delle merci che in seguito saranno "abbassate" a livello del magazzino della linea o dei premontaggi dei gruppi funzionali.

L'asservimento del materiale è demandato a degli operatori che per la movimentazione delle varie tipologie di contenitore possono utilizzare un carrello elevatore a forche frontali. La peculiarità del carrello qui utilizzato è l'essere un tre-ruote, garantendo così la possibilità di mantenere una minor distanza tra le scaffalature poste una di fronte all'altra grazie al ridotto raggio di curvatura del mezzo.

Questo magazzino può ospitare al suo interno qualsiasi tipologia di materiale stoccato in due diverse maniere:

- Su pallet;
- Su contenitori a bocca di lupo.

Il prelievo del materiale non è correlato ad alcun tipo di registrazione, cioè, quando l'addetto preleva il materiale dalla corsia non esiste alcun tipo di transazione che vada a scaricare il materiale all'interno del gestionale.

La rettifica inventariale avviene infatti tramite uno scarico dalla distinta una volta che la macchina, prodotta, finisce in stato “M”, cioè risulta essere in magazzino e spedibile; questo crea quindi spesso dei disallineamenti abbastanza evidenti tra quanto presente a terminale e quanto effettivamente risulta giacente all’interno dei magazzini.



Fig. 3.3, Magazzino manuale asservito da carrelli a forche frontali, SCM Group.

3.2.3 Il magazzino “A bordo linea”

Questo magazzino ospita tutto il materiale che serve agli addetti della linea. Il posizionamento al margine della linea di produzione è utile per una eventuale operazione di replenishment da parte dei carrellisti senza intralciare le altre fasi del montaggio. Questo è possibile perché, in genere, questo tipo di magazzino ha una parte alta non raggiungibile “a mano” che è rivolta verso il corridoio in cui sono stoccati pezzi che poi verranno abbassati nella parte prelevabile dagli addetti al montaggio.

In questo caso troviamo dunque sia materiali non ingombranti e/o pesanti, prelevabili a mano, sia quelli che invece hanno bisogno del paranco per essere movimentati.

Anche qui non c'è un vero e proprio controllo *live* del livello delle giacenze poiché, per ovvie ragioni di tempo, gli addetti non segnalano in alcun modo il prelievo di un codice da una campata di questo magazzino, ragion per cui, anche in questa circostanza si verificano dei disallineamenti. Allo stesso modo che nel caso precedente lo scarico avviene dalla distinta della macchina, quando questa viene messa in stato M; purtroppo non esistendo un effettivo controllo sui livelli di giacenza, era possibile operare anche con pezzi che a gestionale risultavano mancanti, mentre in linea erano presenti.

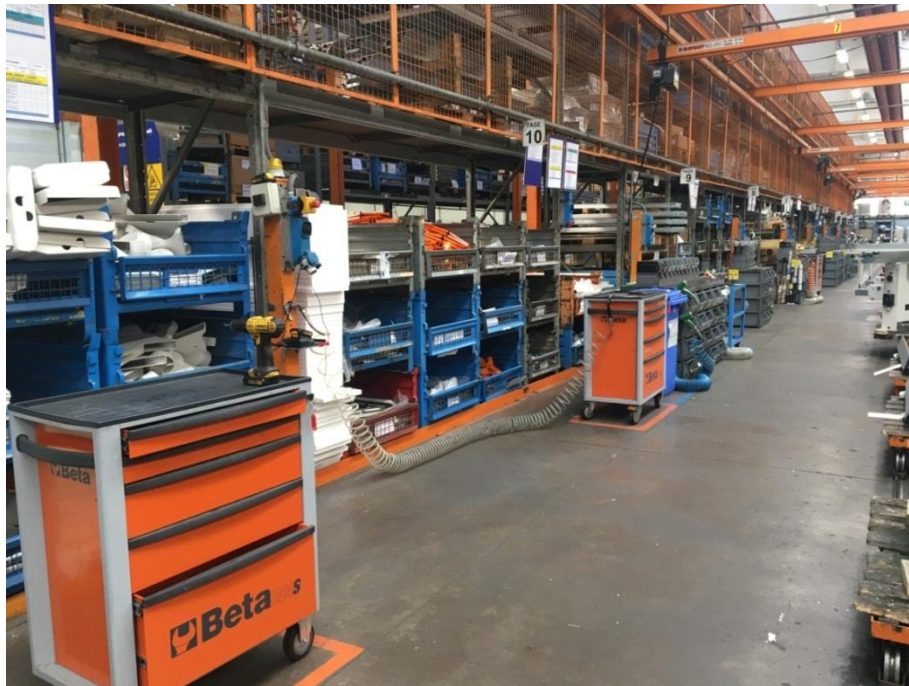


Fig. 3.4, Magazzino a "Bordo Linea", SCM Group.

3.2.4 Il software di gestione dei magazzini

Al mio arrivo, il software utilizzato per la gestione del materiale presente nel magazzino era *X Client 4 Java (X4J)* sviluppato da *Copix*. Uso in questo caso l'imperfetto perché durante la mia permanenza in azienda è stato sostituito con *Microsoft Dynamics AX* a cui riserverò un capitolo più avanti.

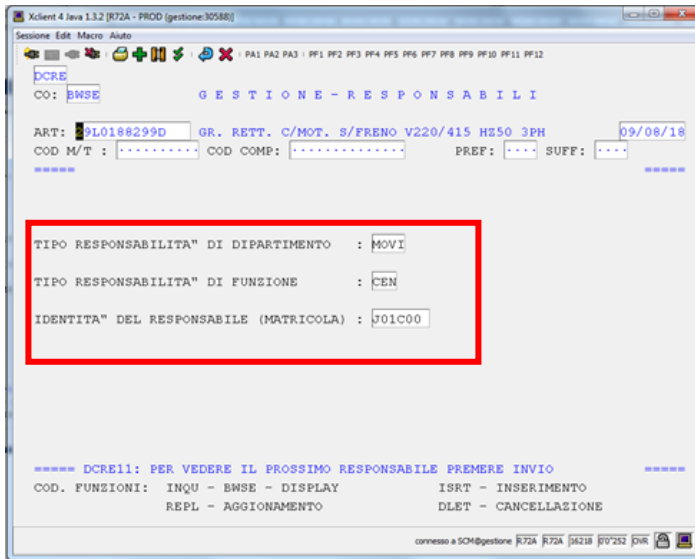
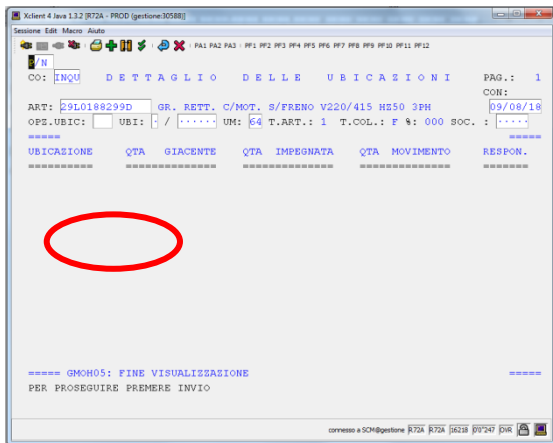


Fig. 3.5, Schermata del gestionale X4J, SCM Group.

Questo gestionale, risalente agli anni '80, tramite una serie di comandi inseribili nella linea *CO* garantisce la possibilità di accedere ad una serie di informazioni sul prodotto (*ART*) quali, ad esempio, il magazzino, la campata ed il livello in cui il codice ricercato è giacente. Però, nella stessa videata non consente di ottenere altre informazioni ed inoltre non consente di gestire la possibilità di avere una frammentazione delle giacenze.

Per ottenere dunque una panoramica della quantità giacente è necessario accedere ad un'altra videata, tramite un diverso comando.



In questo caso, essendo migrati su altro gestionale il terminale ci riporta una giacenza nulla.

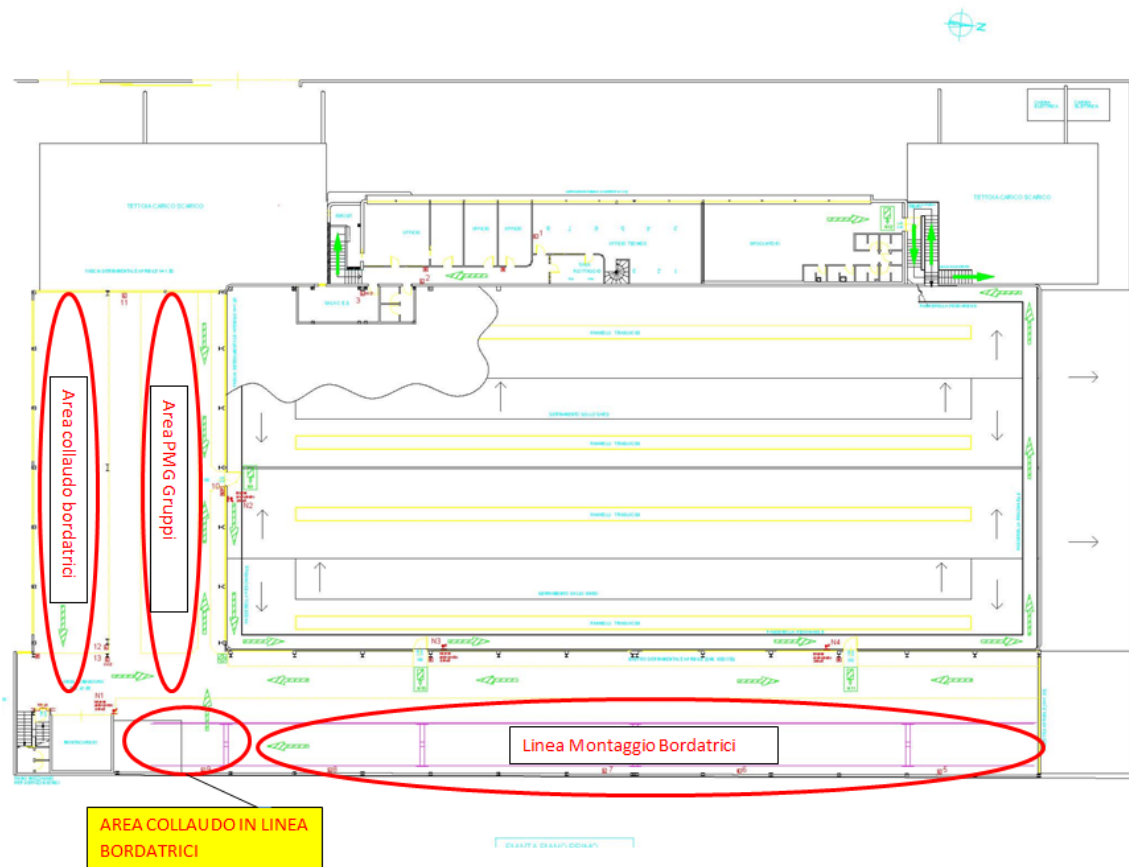
Fig. 3.6, Schermata del gestionale X4J, SCM Group.

3.3 Il Reparto Bordatrici Automatiche

Al fine di facilitare la descrizione di quanto effettuato con la trasformazione lean del reparto in oggetto, è necessario andare a descrivere la situazione precedente. Innanzitutto il reparto al suo interno contiene, oltre al magazzino, 3 aree distinte:

- Linea di assemblaggio manuale;
- Reparto premontaggi gruppi funzionali;
- Reparto collaudo-chiusura.

Andrò ora a descrivere in maniera dettagliata ognuna di queste 3 aree.



3.3.1 La Linea di Assemblaggio Manuale

La linea di assemblaggio è provvista di un sistema di avanzamento automatico grazie ad un sistema formato da un binario di avanzamento ed un traino gestito da un motoriduttore; le macchine vengono poi agganciate tra loro con dei ganci che consentono di far avanzare le macchine autonomamente. Prima della trasformazione, era composta da 12 fasi, con un numero di operatori variabile in base alla domanda di bordatrici; per cui la suddivisione delle fasi poteva essere la seguente:

- 2 fasi per operatore, nel caso in cui ci fossero 6 persone;
- 3 fasi per operatore, nel caso in cui ci fossero 4 persone;
- 4 fasi per operatore, nel caso in cui ci fossero 3 persone;
- 6 fasi per operatore, nel caso estremo in cui ci fossero 2 persone.

Come facilmente intuibile, questa configurazione garantiva una flessibilità estrema alla linea, gestita tramite la possibilità di rallentare o velocizzare due tiri successivi del traino, ma al tempo stesso richiedeva che ogni operatore fosse addestrato, potenzialmente, a svolgere ogni fase della linea, andando a perdere in termini di specializzazione. Inoltre, in questa configurazione, era assente una vera e propria suddivisione delle fasi, rendendo molto confusionario lo studio dello stato di avanzamento della macchina all'interno del processo di assemblaggio.

Un ulteriore problema era la presenza di una grandissima quantità di WIP all'interno della linea. Questo accorgimento era necessario al fine di consentire agli operatori di spostarsi tra le varie macchine, in quanto, la linea, non rispettando il principio del one piece flow, vedeva entrare al suo interno pacchetti di “macchine equivalenti”.

Per meglio spiegare questo concetto è sufficiente pensare a quanto esposto precedentemente sulla similarità tra le macchine ed i gruppi funzionali che le compongono.

Per esempio, la macchina più piccola prodotta all'interno della linea è la bordatrice ME20, che per le due caratteristiche ed il suo mercato di riferimento si caratterizza per delle funzionalità alquanto basiche, ragion per cui la fase di collaudo, ad esempio, riesce ad essere eseguita in linea senza particolari problemi.

La macchina più complessa, invece, chiamata ME35, sempre per le caratteristiche ed il mercato a cui si rivolge presenta caratteristiche e funzioni che la portano ad avere tolleranze di assemblaggio e precisioni di bordatura così alte da impiegare stazioni di collaudo per tempi maggiori alla giornata di lavoro.

È quindi possibile immaginarsi una macchina come multiplo dell'altra nel tempo di assemblaggio, e, per non lasciare gli operatori desaturati, al tempo di assemblaggio di una stazione della ME 35 è possibile, nello stesso tempo, assemblare due ME 20. Questo fatto, fortemente caratterizzante la modalità di avanzamento della linea, era gestito attraverso ganci di lunghezza diversa.

Per spiegare questo espediente è necessario partire da una semplice constatazione: la macchina, durante il suo ciclo di assemblaggio attraversa una linea di una certa lunghezza. Ora, se io inserissi solo macchine ME 20 in linea avrei, grazie al relativamente breve tempo di assemblaggio della macchina, una buona quantità di macchine all'interno del mio reparto di montaggio, poiché per saturare gli operatori devo garantire loro la possibilità di lavorare su più macchine all'interno della loro postazione di lavoro. Per gestire questa evenienza il gancio traino tra le macchine dovrebbe essere abbastanza corto, per massimizzare il numero di macchine inseribili in linea al fine di avere una produttività alta.

Se, invece, io volessi inserire solo macchine del modello ME 35, a causa del lungo tempo di assemblaggio in linea, per andare a saturare gli operatori, a parità di tempo disponibile, mi basterebbero meno macchine, per cui il gancio tra due macchine sarebbe più lungo.

La lunghezza del gancio, dunque, rappresenta il "peso", in termini di tempo di assemblaggio della macchina che si deve assemblare.

Essendo la linea monofamiglia ma multiprodotto, all'interno della linea è possibile ritrovare sia macchine ME 20 che ME 35 contemporaneamente, per cui si hanno ganci di lunghezza variabile che consentivano di gestire il ritmo della produzione.

Questo fatto ci porta dunque alla constatazione del primo grosso problema, cioè una produzione poco controllata e non gestita da un takt time predeterminato. La suddivisione del lavoro risultava quindi molto confusionaria e difficilmente interpretabile.

Inoltre, sempre per tornare al tema dei ganci, non esisteva un gancio specifico per ogni macchina, ma c'era un gancio lungo ed uno corto, risultanti da una media del tempo di assemblaggio di macchine considerate "piccole" e macchine grandi (ME 35 e sue varianti). Durante il tempo, però, sono nate nuove macchine tra questi due estremi, per cui la linea risultava spesso sbilanciata in termini di tempo di lavoro necessario su quella macchina; poiché gli operatori risultavano troppo carichi o scarichi.

Questa grossa inefficienza era mascherata da una grandissima quantità di WIP presente all'interno della linea. Questo infatti permetteva, tramite gestione delle sequenze di macchine

entranti in linea di avere una macchina sbilanciata a causa del poco tempo a disposizione per le operazioni della fase rispetto al necessario, o il contrario.



Fig. 3.7, esempio di WIP in linea, SCM Group.



Fig. 3.8, esempio di ganci, SCM Group.

Il secondo grosso problema che affliggeva le postazioni di assemblaggio in linea delle macchine era sicuramente il disordine.

Infatti, come riportato in precedenza, non essendoci una vera e propria suddivisione del lavoro nelle varie fasi di assemblaggio della macchina, l'operatore, in giornate diverse, poteva trovarsi ad operare in fasi diverse; questo, legato ad una mancanza di regole che possano aiutare le persone ad avere uno standard di riferimento per quanto riguarda il deposito del materiale sui banchi di lavoro, al fine di poterlo trovare più rapidamente ed indipendentemente dalla persona che si trovasse in quel momento a lavorare in quella postazione, causava un notevole dispendio di tempo per gli operatori nella ricerca dei tools e delle attrezzature per il montaggio.



Fig. 3.9, esempio di disordine in un banco di linea, SCM Group.

Il terzo problema era legato alla disposizione del materiale all'interno del magazzino a bordo-linea. Infatti, la disposizione dei pezzi era ottimizzata per un funzionamento a 6 persone (configurazione più ricorrente della linea); questo sfavoriva notevolmente la movimentazione delle persone, in quanto, in configurazioni diverse, il prelievo dei pezzi poteva richiedere di percorrere diversi metri. Sempre riferendomi alla disposizione del materiale, modelli di macchina diversi possono richiedere lo stesso pezzo in fasi diverse. Ovviamente una duplicazione del contenitore del codice sarebbe risultata deleteria in termini di spazio, per cui il codice era posto a metà tra le fasi di assemblaggio che potevano richiederlo, non risultando mai, il suo prelievo, ottimizzato in termini di spazio e tempo necessario.

Tutto questo rendeva il processo di assemblaggio lacunoso dal punto di vista del controllo e dei risultati di rendimento e produttività.

Riguardo a questo punto, infatti, prima dell'adozione delle tecniche lean gli operatori, al fine di registrare il tempo che spendevano sulle macchine, andavano ad eseguire una "marcata" sul software di gestione, in cui associavano la propria matricola al modello di macchina che sarebbero andati a produrre.

Queste marcate erano però relative al modello di macchina, non alla matricola relativa, ragion per cui si andava creando un certo “bidone” di ore che conteneva tutte quelle “spese” su quel prodotto. Questo indubbiamente aveva un lato positivo sui tempi spesi dagli operatori a “marcare” la propria attività su una certa macchina; si pensi infatti al caso in cui in una mattina l’operatore si trovi ad operare soltanto su ME 35; in questo caso basterà andare a eseguire l’operazione di associazione macchina-matricola solo una volta; non ogni cambio macchina (le matricole risultano univoche, come il numero di telaio di una vettura).

Se quindi, da una parte si aveva un certo risparmio di tempo, dall’altra mancava sicuramente una fonte di controllo sulla singola macchina, che consentisse di andare a registrare sulle singole macchine (sulle singole fasi già avveniva, andando, in maniera indiretta, ad associare l’operatore alle fasi che seguiva in quel giorno) il tempo di montaggio effettivo, riuscendo ad individuare le macchine che riportavano un tempo di assemblaggio troppo elevato rispetto allo standard. Risulta evidente come fosse impossibile un’analisi ex-post delle problematiche della linea.

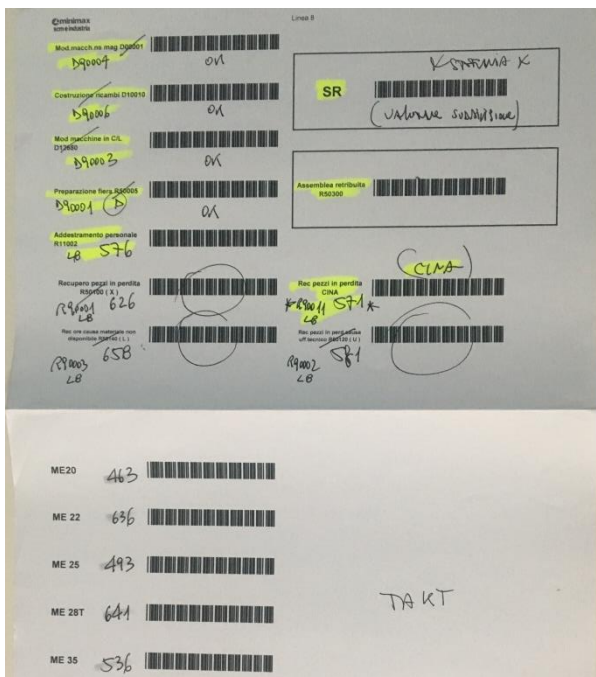


Fig. 3.10, Foglio per le marcate in linea, SCM Group.

3.3.2 Il Reparto Premontaggio Gruppi Funzionali

In questo settore si premontano principalmente i gruppi funzionali che poi saranno assemblati all'interno delle bordatrici, ma si producono anche alcuni accessori per le macchine classiche per la falegnameria che verranno poi installati sulle macchine del piano inferiore.

Il reparto è formato da una serie di banchi, 16 per la precisione. In ogni postazione vengono assemblati determinati gruppi, per cui le postazioni non sono interscambiabili.

La zona è caratterizzata per un magazzino che rimane al fianco di ogni banco di assemblaggio, all'interno del quale ci sono i pezzi necessari per la produzione dei gruppi.

Questi, venivano poi stoccati su un pallet o in dei contenitori a bocca di lupo ed erano risposti dal mulettista nella scaffalatura a bordo-linea.

Il grande problema di questa zona era relativa alla gestione dei gruppi funzionali da produrre, in quali quantità e con quale frequenza. Questo perché, fino a quel momento, era il caporeparto che, in base alla lista di macchine che gli veniva consegnata, abbozzava un piano di produzione dei gruppi.

In particolare, la produzione di questi avviene secondo logiche di lottizzazione, essendo questi di dimensioni e tempi di montaggio abbastanza brevi, nonché ripetitivi e modulari all'interno delle macchine assemblate dalla linea.

Questo tipo di gestione risultava dunque poco standardizzato ed assai difficile da replicare, poiché basato su esperienza e non su logiche di produzione. Poteva infatti capitare che, in alcuni casi si andasse in assenza di gruppi (ritardando la macchina) o ci fosse una giacenza troppo elevata (seppur, comunque questo tipo di prodotti ruoti con una certa velocità).

3.3.3 Il Reparto Collaudo-Chiusura

Questa parte del piano è dedicata al collaudo delle bordatrici che richiedano tale operazione fuori dalla linea di assemblaggio. In particolare qui vengono collaudate le macchine:

- ME 22/25 e sue varianti (ALA 20 PLUS);
- ME 28T;
- ME 35 e sue varianti (Flexa 17, Olympic K100).

Questa sezione è gestita a piazzola; in particolare ogni collaudatore segue l'operazione del collaudo e del preset dei parametri del CNC della macchina dall'inizio fino alla fine.

Poste in fondo al reparto ci sono anche due piazzole dedicate alla chiusura della macchina solo nel caso in cui queste vengano richieste con imballo in termoretraibile, un polimero che, scaldato, si restringe.

Nel caso in cui la macchina richieda un imballo in cassa per la spedizione marittima, dopo aver subito il collaudo, in linea o in piazzola, viene riposta nel montacarichi e imballata al piano inferiore.

Questa parte non ha subito grosse modifiche dalla situazione in cui si trovava prima della trasformazione lean, se non l'applicazione di alcuni semplici principi che verranno presentati successivamente.



Fig. 3.11, Zona collaudo-chiusura, SCM Group.

3.4 La gestione dei materiali

Come già possibile intuire da quanto scritto nei paragrafi precedenti, uno dei grandi problemi che affliggeva la linea di produzione delle bordatrici automatiche riguardava la gestione dei materiali; essendo stato, questo, uno dei punti su cui si è maggiormente lavorato durante tutto il progetto, è giusto soffermarsi con precisione su quanto avveniva prima.

Partendo dalla classificazione, c'erano due tipi di materiali che potevano essere riconosciuti senza grandi problemi:

- Materiale Kanban;
- Minuterie ("Kanban gialli" in gergo aziendale).

In particolare, all'interno della prima dicitura, ossia materiale kanban, regnava una grandissima confusione, poiché in questa classe di merci ricadevano codici che potevano spaziare da un semplice perno posizionato in contenitori a bocca di lupo situati nel banco di lavoro, fino a piane di ghisa movimentabili esclusivamente tramite paranco.

In particolare, il materiale Kanban poteva essere disposto o nelle postazioni di lavoro all'interno delle fasi di linea, o nel grande magazzino che si trovava a bordo linea. In particolare questa tipologia di materiale era così classificata in base ad una semplice quanto troppo generica regola: essendo materiali con una certa quantità presente in distinta, il loro consumo è certo, dunque possono essere gestiti tramite MRP. Questo, però, non tiene conto della grande diversità di codici che possono effettivamente essere ricompresi in questa classe.

Inoltre, nonostante la classe di appartenenza del materiale fosse esattamente la medesima, il materiale posto a banco veniva richiamato dagli operatori quando era prossimo all'esaurimento, mentre il materiale posto a bordo-linea veniva rifornito secondo la percezione che poteva avere il carrellista ("A Comando Del Carrellista", *ACDC*).

Questa confusionaria gestione portava inoltre ad un ulteriore problema, legato, allo spazio occupato all'interno del magazzino: accadeva infatti che, per due codici aventi rotazione e dimensioni diverse si utilizzasse lo stesso tipo di contenitore, generalmente una cesta con dimensioni 1200x800 cm, andando a generare notevoli problemi di spazio, tanto da dover, spesso, usare contenitori condivisi tra due codici.

Un approccio del genere può essere accettabile, seppur sconsigliabile, per una gestione dello stock dei materiali quando si può contare su una buona quantità di spazio disponibile, ma è assolutamente da evitare quando si utilizza questa modalità nella gestione

dell'approvvigionamento del materiale per le linee di produzione, dove è necessario ridurre al minimo la possibilità di errori e il tempo passato dagli operatori nella ricerca dei pezzi.

È dunque evidente come ci fosse un vero problema riguardo alla gestione del materiale definito genericamente "Kanban", il quale richiede regole ben definite (*cfr.* 2.4), rendendo questa dicitura, al momento, inappropriata.

La seconda classe, quella dei "Kanban Gialli", invece, aveva già un ottimo grado di standardizzazione. Questi codici racchiudono al loro interno tutte le minuterie usate in linea di cui non si conosce un consumo certo.

Ovviamente, di alcuni codici si dovrebbe conoscere il consumo teorico, come per esempio delle viti, ma spesso accade che alcune vengano scartate dagli operatori perché non riescono ad entrare nel filetto del foro, o a causa di problemi del lotto delle viti, o a causa della poca precisione del foro realizzato dai fornitori. Chiaramente lo stesso problema, di qualità, lo si potrebbe avere anche per i Kanban bianchi; la differenza è che per questi ultimi c'è un processo di scarto gestito dal reparto qualità, mentre per un Kanban giallo questa procedura risulterebbe sicuramente più onerosa che conveniente. Di alcuni pezzi, poi, è impossibile prevedere il consumo alla fonte; in questo caso ci riferiamo agli spessori, il cui consumo, ovviamente, varia in base alla qualità del pezzo montato e dalle precedenti regolazioni che vengono effettuate dagli operatori di linea.

La modalità di approvvigionamento di questi materiali è gestita secondo le regole del Kanban (*cfr.* 2.4), avendo, in questo caso, all'interno di ogni contenitore un biglietto indicante la quantità di ripristino, il codice del pezzo e la posizione all'interno della linea.

La raccolta dei cartellini dei pezzi cui ripristinare la giacenza avviene con cadenza giornaliera, in quanto gli operatori effettuano la richiesta quando sanno di avere ancora un buon buffer a disposizione. L'unica differenza rispetto alla classica gestione Kanban è legato alla impossibilità di determinare una quantità esatta di "richiamo" dei pezzi, per la particolarità sopra spiegata.

Quando l'operatore pensa di doversi rifornire di un certo codice, prende il cartellino relativo, all'interno della cassetta, lo ripone in un apposito contenitore, successivamente l'addetto collezionerà i cartellini, li metterà su un carrello posizionato nel montacarichi, questi verranno recuperati dall'addetto al magazzino automatico che effettuerà il prelievo, li riposizionerà secondo Kanban sul carrello e lo rimanderà al piano delle bordatrici dove sarà compiuta, sempre dall'addetto, la consegna della minuteria sul banco che l'ha richiamata.

PRINCIPALI TIPOLOGIE DI CONTENITORI MINI-MAX
(Vedi anche documento "Regole per la corretta protezione dei materiali")

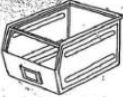
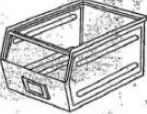
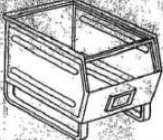

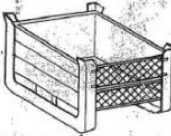
Containere metallico tipo 03C codice 0001429974G dime ni massime d'ingombro (mm) 350/300 x 200 x H 200 peso Kg 1,9		Quantita' in entrata: n° Quantita' in uscita: n°
Containere metallico tipo 03D codice 0001429975L dimensioni massime d'ingombro (mm) 500/450 x 300 x H 200 peso Kg 3,2		Quantita' in entrata: n° Quantita' in uscita: n°
Containere metallico tipo 03E codice 0001429976B dimensioni massime d'ingombro (mm) 700/630 x 400 x H 300 peso Kg -10,7		Quantita' in entrata: n° Quantita' in uscita: n°
Piatello in legno 04 codice 0001429977D dimensioni massime d'ingombro (mm) 1200 x 800 x H 150 peso Kg -24,5		Quantita' in entrata: n° Quantita' in uscita: n°
Sezione metallica con sportello tipo 06A codice 0001429985A dimensioni massime d'ingombro (mm) 1200 x 800 x H 540 peso Kg -70		Quantita' in entrata: n° Quantita' in uscita: n°

Fig. 3.12, Elenco per contenitori, SCM Group.

305939B

0000305973C
ROSETTA 4,5x9,0x1 UNI 659
2 ZINC

UM 64 QT. ALIM. 500,00

KB10001955

LINEA/BANCO LNS B2
UBIC. STOCKS MAGAUT

Codice e descrizione del pezzo

Quantità di ripristino

Numero del cartellino Kanban

Ubicazione del codice

Fig. 3.13, Cartellino Kanban per minuteria, SCM Group.

4 La situazione Post-Lean

La mia attività di tirocinio è iniziata con uno studio dei processi già in essere nella Linea 8, deputata alla produzione di macchine bordatrici automatiche.

La buona riuscita di questa fase si è rivelata cruciale, poiché proprio attraverso questa analisi si assegnano i tempi alle varie attività di assemblaggio, si ricostruiscono i cicli di produzione delle macchine, si esegue la classificazione dei materiali necessari all'assemblaggio delle macchine stesse, si studia la disposizione migliore delle postazioni e del materiale in esse contenuto e si pianificano gli acquisti e gli interventi da realizzare.

Le principali linee guida che hanno governato il processo sono: NEL TO-BE

- Necessità di lasciare le linee aperte, a vista;
- Rimozione del materiale a bordo linea;
- Minimizzazione degli spostamenti;
- Raggiungimento di un target di desaturazione totale della linea;
- Creazione di fasi ben definite e governate;
- Implementazione della filosofia One piece flow;

4.1 La letteratura del Tempo-Methodismo

Ovviamente uno degli obiettivi intrinseci della trasformazione oggetto della tesi è l'aumento del rendimento della linea di produzione. Questo infatti è dato dal seguente rapporto, valido per ogni linea di produzione:

$$\text{Rendimento di produzione} = \frac{\text{Tempoconsuntivo speso per il mix}}{\text{Tempo standard per il mix}}$$

Questo risultato è monitorato con cadenza settimanale e poi inserito, generalmente, all'interno dei report mensili che si inviano alla dirigenza.

Per andare ad aumentare questo indice è possibile agire o sul numeratore o sul denominatore:

- Agendo sul denominatore si vanno a variare gli standard di tempo inseriti all'interno del gestionale dell'azienda. È interessante spiegare che questi tempi sono i tempi che vanno a costificare la manodopera necessaria per il montaggio della macchina, considerando

anche i tempi necessari al assemblaggio interno dei gruppi funzionali. Andare dunque a modificare questo parametro significa modificare in positivo o in negativo il guadagno derivante dalla vendita di un certo modello. Questa operazione richiede passaggi burocratici ed approvazioni talmente lunghi che spesso vengono rimodulati solo in caso di errori macroscopici. Non è dunque il caso del seguente progetto.

- Agendo sul numeratore, invece, è possibile andare a monitorare i tempi delle singole attività che vengono eseguite ad ora in linea di montaggio al fine di verificare quale possa essere il modo migliore di compierle. Questo significa andare alla ricerca degli sprechi e dei tempi morti, eliminandoli. Questo si può dunque classificare come *Kaizen*, in linea con i principi della lean manufacturing.

L'approccio tempo-metodista è dunque apparso il migliore per andare ad eseguire un'accurata analisi sui tempi di montaggio. La letteratura, in questo caso, offre 4 differenti approcci al problema.

Metodo della stima

Tecnica piuttosto approssimativa e soggettiva basata sulla conoscenza dei dati storici relativi a lavori analoghi e sull'esperienza dei valutatori. È utilizzata quando non è necessaria una grande precisione.

Metodo del time study, o cronometraggio

Tecnica per determinare il più accuratamente possibile, mediante un numero limitato di osservazioni, il tempo necessario ad eseguire una determinata attività ad un determinato standard di efficienza.

Questa tecnica è in grado di offrire ottimi risultati quando si ha un buon grado di conoscenza dell'attività in termini di:

- Metodo di lavoro;
- Caratteristiche dei materiali da lavorare;
- Attrezzature e utensili che occorrono per la lavorazione;
- Livello qualitativo target;
- Organizzazione/layout del posto di lavoro.

Questa tecnica segue diversi passi:

- Suddivisione del processo in fasi ben identificate da precisi istanti di inizio e fine;
- Definizione del tempo di riferimento;
- Definizione del numero di cicli, partendo da un livello di confidenza desiderato risulta il numero di osservazioni da campionare;
- Cronometraggio e registrazione delle misure.

In seguito avviene il calcolo tempo standard seguendo questi passi:

- Calcolo del tempo medio di ciclo;
- Calcolo del tempo normale (inserendo il fattore di resa);
- Somma delle fasi interne al processo;
- Tolleranza nel tempo normale (fattore di adattamento del tempo alle esigenze dei lavoratori e agli obiettivi aziendali).

Metodo dei tempi standard predeterminati (MTM)

Questa tecnica si basa sul principio secondo cui ogni movimento elementare, se eseguito da un operatore sufficientemente addestrato, richiede sempre lo stesso tempo, a parità di condizioni. La particolarità di questo metodo si ritrova nell'unità di misura del tempo assegnato, cioè i *TMU* o *Time Measurement Unit*; in particolare un'ora corrisponde a 10000 TMU.

Al fine di assegnare il tempo ad un lavoro, si procede scomponendo questo in micro-movimenti, che possono riguardare gli occhi, gli arti superiori o gli arti inferiori; in seguito, si vanno a valutare i movimenti di ognuno di questi, in relazione ad operazioni predeterminate all'interno di tabelle che riguardano i seguenti gesti, tenendo in considerazione fattori come pesi, forme... :

- Raggiungere (Reach);
- Muovere (Move);
- Ruotare (Turn);
- Applicare pressione (Apply Pressure);
- Prendere (Grasp);
- Rilasciare (Release);
- Posizionare (Position);
- Disaccoppiare (Disengage);
- Girare la chiave (Crank).

Finita l'analisi dei micro-movimenti, sommando i tempi, si giunge al tempo standard per l'esecuzione del lavoro considerato.

La famiglia dei Tempi standard predeterminati si divide in:

- MTM-1: sistema dettagliato ed estremamente affidabile; adatto allo studio di lavorazioni molto ripetitive con cicli molto corti: in questi casi errori anche di pochi centesimi potrebbero costare caro. Per questo motivo l'analisi è condotta distinguendo i movimenti compiuti dalle due mani;
- MTM-UAS: è un sistema derivato da MTM-1 attraverso elaborazioni statistiche; si adatta alle lavorazioni per lotti a bassa ripetitività e con una certa variabilità in ogni ciclo di lavoro;
- MTM-MEK: è un sistema concepito per essere veloce e sufficientemente preciso; si adatta a lavorazioni in cui si verificano notevoli variazioni del ciclo produttivo, tipiche della produzione su commessa.

Work Sampling, o campionatura

Il work sampling valuta le percentuali di tempo che un lavoratore spende svolgendo differenti compiti: le proporzioni temporali osservate durante lo svolgimento del lavoro preso a campione sono le medesime proporzioni di tempo spese nell'attività in generale.

Tipicamente questo strumento viene impiegato nelle seguenti circostanze:

- Studio dei ritardi: serve a stimare la percentuale di tempo che i lavoratori perdono in ritardi inevitabili; i risultati sono utilizzati nello studio dei metodi di lavoro e nella valutazione degli activity cost
- Impostazione degli standard lavorativi: per impostare adeguatamente gli standard lavorativi l'osservatore deve possedere un'esperienza sufficiente a classificare le performance dei lavoratori.
- Misurazione delle performance: il campionamento può sviluppare un indice delle prestazioni per la valutazione periodica dei lavoratori.

4.2 L'Assegnazione Dei Tempi

La prima attività che andrò dunque ad esaminare riguarda l'assegnamento dei tempi alle varie operazioni del ciclo di montaggio di una bordatrice automatica. Risulta necessario specificare infatti che la maggior parte del saving atteso deriverà dalla diminuzione degli spostamenti e della ricerca del materiale necessario agli operatori per il montaggio.






Viste le premesse precedentemente fatte è stato scelto un approccio di tipo *Time Study* poiché più affine con gli obiettivi del progetto.

Questa attività è stata assegnata ad un tecnico tempo-metodista, ossia una figura che avesse esperienza nell'andare a valutare il tempo da assegnare, per ogni fase del ciclo, agli operatori del montaggio. Tale tempo non deriva solamente dalla misurazione diretta attraverso un cronometro dell'intervallo che trascorre tra l'inizio e la fine della operazione stessa. Difficilmente, infatti, si riescono a creare le condizioni perfette per permettere ad una persona di lavorare in maniera impeccabile ed oggettivamente ripetibile.

Proprio per tenere conto di ciò è necessario andare a stimare alcuni fattori che vadano ad aumentare o a diminuire il tempo assegnato all'operatore rispetto al tempo effettivamente misurato.

Risulta infatti necessario pensare ad alcune occorrenze che possono presentarsi durante una tipica attività svolta in una linea di assemblaggio, tra cui, le più importanti:

- **Fattore Fisiologico:** riflette, come da nome, le necessità fisiologiche di una persona, ma anche per recuperare parte della fatica mentale o fisica spesa nel turno;
- **Fattori Ambientali:** riflettono le difficoltà causate dall'ambiente nel quale si lavora, quali ad esempio il microclima, la presenza di fumi, polveri ecc..;
- **Fattori di processo:** riflettono quei tempi in cui l'operatore, per necessità legate al ciclo di lavorazione non esegue attività a valore aggiunto, ma, per esempio, controlla la macchina o rimane inoperoso;
- **Fattori di imprevisto:** spiegano la possibilità di incorrere in un evento impossibile da prevedere a priori che può allungare il tempo dell'operazione. Tipicamente vengono associati ad operazioni di regolazione o di collaudo.
- **Fattore di Riposo:** è relativo ad una condizione di faticosità o di nocività non ancora eliminata. È doveroso, oltre che continuare la lotta per la sua eliminazione, attribuire fattori di riposo e pause adeguate al fine di ridurre l'esposizione al rischio degli addetti.

TABELLA DELLE MAGGIORAZIONI PER FATTORI DI RIPOSO					
POSIZIONE BASE	ATTEGGIAMENTO DEL TRONCO E DEGLI ARTI	Resistenza opposta del mezzo meccanico o dal peso			
		L	M	P	PP
		FATTORI DI RIPOSO IN %			
1  SEDUTO	a) Tronco ed arti in atteggiamento normale, con tronco quasi fermo.	5	6 - 7	--	--
	b) Tronco ed arti in atteggiamento disagiata, con tronco quasi fermo.	7	8 - 10	--	--
2  IN PIEDI	a) Tronco ed arti in atteggiamento normale, con tronco quasi fermo.	7	8 - 9	10 - 12	13 - 17
	b) Tronco ed arti in atteggiamento normale con tronco quasi fermo.	9	10 - 12	13 - 15	16 - 20
	c) Tronco ed arti in atteggiamento disagiata, con tronco quasi fermo.	11	12 - 14	15 - 18	19 - 23
	d) Tronco ed arti in atteggiamento disagiata con tronco in movimento.	13	14 - 16	17 - 20	21 - 25
3  IN GINOCCHIO	a) Tronco ed arti in atteggiamento normale, con tronco quasi fermo.	8	9 - 10	11 - 13	--
	b) Tronco ed arti in atteggiamento disagiata con tronco quasi fermo.	12	13 - 15	16 - 19	--
4  CORICATO	a) Tronco ed arti in atteggiamento normale, con tronco quasi fermo.	10	11 - 13	--	--
	b) Tronco ed arti in atteggiamento disagiata con tronco quasi fermo.	14	15 - 18	--	--
5  IN MARCIA	a) In piano con o senza carico.	10	11 - 14	15 - 19	20 - 24
	b) In salita e in discesa con o senza carico.	13	14 - 17	18 - 22	23 - 27
	c) Tirando o spingendo carrelli in piano.	11	12 - 15	16 - 20	21 - 25

NB. - I fattori di riposo della presente tabella sono comprensivi delle maggiorazioni per necessità fisiologiche pari al 4%.

Fig 4.1, Esempio di tabella con fattori di riposo, FIAT

Ovviamente la stima di questi fattori si traduce in una maggiorazione del tempo assegnato ad ogni attività di assemblaggio. Oltre a questi fattori di maggiorazione è bene anche capire il ritmo degli operatori poiché i tempi devono essere normalizzati secondo uno stesso Ritmo Standard al fine di assegnare il giusto tempo ad ogni operatore, indipendentemente dal proprio ritmo.

Si può dunque riassumere che il tempo assegnato ad ogni singola attività sia assoggettabile a questa formula, generalmente riconosciuta ed utilizzata:

$$\text{Tempo Assegnato} = \text{Tempo Rilevato} \times \frac{\text{Ritmo Rilevato}}{\text{Ritmo Standard}} \times \text{Maggiorazioni}$$

Alla fine di questa parte si è dunque giunti a popolare un database che contenesse al suo interno, per ogni macchina, per ogni fase e per ogni attività il suo tempo assegnato.

Al termine di questa prima attività si è anche giunti alla lista delle migliorie da implementare durante le fasi di assemblaggio in linea, utili durante la fase di studio della postazione di assemblaggio.

4.3 Il bilanciamento della linea

Conclusa la parte di rilievo dei tempi delle attività è stato dunque possibile passare all'effettivo bilanciamento della linea di produzione.

Il primo passo effettuato è stato lo studio dei dati previsionali di produzione per l'anno venturo. Questi dati ci sono stati forniti dalla logistica e riportavano, per ogni macchina il numero di unità da realizzare. Attraverso l'analisi del ciclo di ogni macchina si è dunque giunti alla modellazione del model mix alla base del bilanciamento della linea.

Si è partiti andando a calcolare il TAKT TIME, cioè la cadenza prevista per l'anno, per la linea, attraverso la seguente formula:

$$\text{Takt Time (TT)} = \frac{\text{Tempo Disponibile Per La Produzione}}{\text{Quantità Di Macchine Richiesta}}$$

Il risultato di questo calcolo ci ha poi permesso di calcolare il numero di piazzole richieste per produrre secondo Takt.

In particolare il numero di piazzole lo abbiamo calcolato nel modo seguente:

$$\text{N° Piazzole} = \frac{\text{Tempo Ciclo Macchina [udt]}}{\text{Takt Time [udt]}}$$

Il numeratore utilizzato nel rapporto è stato scelto tenendo presente una specifica configurazione di macchina, chiamata "configurazione media". Infatti la linea 8 è stata progettata per produrre 4 differenti macro-modelli di bordatrice, i quali poi, all'interno dello stesso modello, possono differire in base alla configurazione degli opzionali, un po' come un'autovettura.

Per la scelta del modello di riferimento si sono dunque osservati i dati di vendita previsti e le relative configurazioni; specifico questo perché il bilanciamento delle sequenze di ingresso delle macchine in linea non è stato basato sulla configurazione di macchina più “carica”, ossia col tempo ciclo maggiore.

È altrettanto chiaro che questa scelta presenta sia il vantaggio di massimizzare la saturazione della linea per il modello “più richiesto”, ma dall’altra parte comporta il rischio di non riuscire a bilanciare efficacemente dentro il numero di piazzole precedentemente calcolato le macchine più impegnative in termini di tempo ciclo.

Il risultato di questa operazione ci è servita anche per definire il numero di fasi di assemblaggio della macchina, poiché una piazzola corrisponde ad una fase.

A questo punto, grazie ai rilievi del tecnico tempo-metodista è stato possibile andare ad assegnare ad ogni fase il proprio numero di operazioni. Per essere precisi, indicando con i il numero di operazioni all’interno del ciclo di assemblaggio relativo alla macchina j ho utilizzato un processo iterativo per l’assegnazione delle operazioni di assemblaggio alle varie fasi, basato sulla seguente uguaglianza:

$$N^{\circ} \text{ operazioni assegnate alla fase} = \sum_{i=1}^n t_i \leq TT \quad \forall j$$

Quando dunque la sommatoria mi avesse portato, aggiungendo un’operazione di montaggio, ad un tempo superiore al Takt Time, avrei aggiunto quell’operazione alla fase successiva.

Tutta questa parte dei lavori è stata presieduta anche dal capo officina il quale è stato in grado di aiutarci nella definizione dei nuovi cicli di lavoro, poiché essendo esperto delle operazioni di montaggio, poteva darci un feedback immediato sulla bontà dell’operato. È giusto e doveroso precisare che le operazioni all’interno di un ciclo di assemblaggio spesso sono legate da vincoli tecnologici e precedenze, ragion per cui non è mai stato possibile arrivare, all’interno della sommatoria, all’uguaglianza tra tempo di fase ed il Takt Time.

Questa ultima affermazione è volta ad introdurre un tema molto importante all’interno di ogni attività di bilanciamento di una linea di assemblaggio: la de-saturazione.

Come infatti prima specificato, è stato impossibile, per vincoli tecnologici e di tempo far combaciare la durata del ciclo di assemblaggio di una fase con il Takt Time. Questo porta dunque ad un fisiologico sottoutilizzo della forza lavoro di un operatore.

La questione sarà poi più accentuata sulle macchine più piccole di quella utilizzata per il calcolo del numero di piazzole, avendo queste un numero di operazioni sicuramente minore. La de-saturazione è comunque un problema noto e lo era già in partenza, ragion per cui, ci si era prefissati un massimo espresso come percentuale del tempo, al fine di approvare la proposta di bilanciamento della linea.

La de-saturazione, infatti, all'interno di una fase, può essere calcolata come segue:

$$\text{Desaturazione fase } n - \text{esima} = \frac{\text{Tempo Assegnato Fase } n - \text{esima}}{\text{Takt Time}}$$

Il tempo assegnato altro non è che la somma dei tempi rilevati dal tempo-metodista per ogni operazione all'interno della fase, mentre il Takt time è la grandezza che ci eravamo precedentemente calcolati.

Sommando i tempi tutte le fasi per ogni macchina e dividendo per il tempo disponibile per la produzione si ottiene la desaturazione aritmetica della macchina, cioè:

$$\text{Desaturazione aritmetica macchina} = \frac{\text{Tempo ciclo macchina}}{\text{Tempo disponibile}}$$

Il tempo disponibile altro non è che il prodotto del Takt Time per il numero di fasi di cui è costituita la linea di assemblaggio. A questo punto abbiamo calcolato la desaturazione aritmetica di ogni macchina montata in linea nello stesso modo presentato precedentemente.

Eravamo quindi pronti a calcolare la desaturazione totale della linea; il problema è stato affrontato in due modi diversi:

1. Attraverso il calcolo della desaturazione media;
2. Attraverso il calcolo della desaturazione pesata.

Per quanto riguarda il primo punto la desaturazione è stata calcolata come una semplice media delle desaturazioni delle macchine prodotte sulla linea:

$$\text{Desaturazione media linea} = \frac{\text{Tempo totale necessario alla produzione}}{\text{Tempo totale disponibile}}$$

Il numeratore della frazione altro non è che la somma di tutti i tempi ciclo delle macchine producibili in linea, mentre il denominatore è pari al numero di fasi moltiplicato per il Takt Time, il tutto moltiplicato per il numero di modelli macchina presi in considerazione al numeratore. Ovviamente il dato che deriva da questo studio non è troppo rappresentativo della realtà, poiché come detto precedentemente il bilanciamento è stato eseguito con una delle macchine producibili in linea.

Ecco perché il vero dato che ci interessava derivava dal secondo calcolo della de-saturazione, cioè quella pesata.

Il primo problema da affrontare è stato quello relativo ai pesi da affidare a ciascuna macchina. Sono state esplorate diverse vie, e alla fine la proposta scelta prevedeva di assegnare ad ogni modello di macchina un peso pari alle unità da produrre, rappresentativo dell'effettivo "impiego" della forza lavoro in linea. In questa occasione è stato scelto di utilizzare come dato di riferimento la richiesta per macro-modelli e non per configurazioni, essendo queste ultime impossibili da prevedere con un anno di anticipo

Dunque la formula utilizzata per il calcolo della desaturazione della linea è stata la seguente:

$$\text{Desaturazione pesata LN8} = \frac{\sum_{j=1}^n Tc_j \times \text{Unità previste}_j}{\text{Tempo disponibile per la produzione}}$$

Dove j sono le macchine considerate in precedenza.

Il seguente istogramma riporta un'idea del bilanciamento della linea in esame.

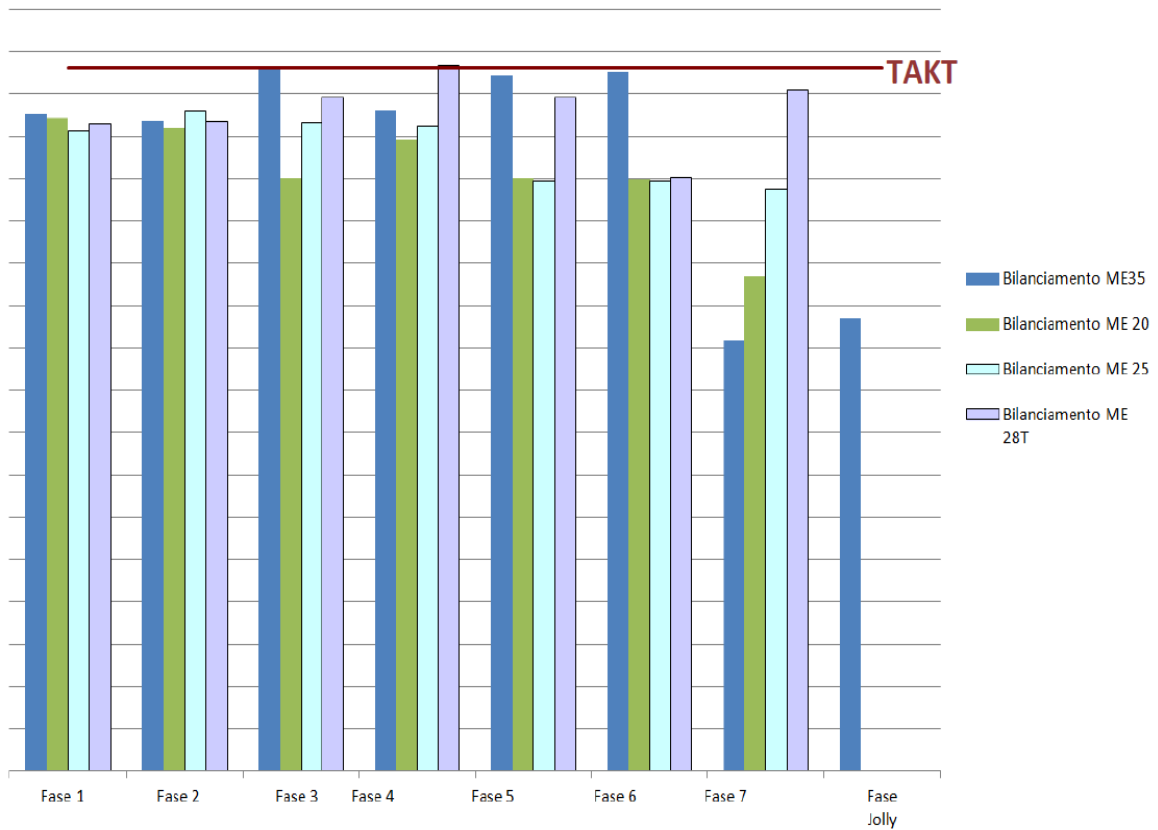


Fig 4.2, Istogramma con desaturazione delle fasi per ogni macchina, SCM Group.

La linea, dunque, grazie alla buona saturazione offerta dalle varie macchine nelle varie postazioni di lavoro, segue la logica One Piece Flow, cioè ad ogni Takt entrerà in linea una ed una sola macchina.

4.4 La classificazione dei materiali

A questo punto mi è stato necessario “andare sul campo” per pianificare la riorganizzazione delle diverse categorie di articoli erano presenti all’interno del sistema produttivo. Come già specificato esistevano 2 classi di materiali: Kanban generico (non gestito con le regole classiche del Kanban) e Kanban giallo.

Dopo un’attenta osservazione ed analisi delle movimentazioni degli operatori e dei materiali abbiamo creato 3 nuove categorie di materiali per meglio identificare le caratteristiche di questi (il Kanban giallo è rimasto). In particolare tutti i codici dovevano ricadere all’interno di una e una soltanto delle seguenti categorie:

- **JIS;**
- **KIT;**
- **KANBAN LIGHT;**
- **KANBAN GIALLO.**

4.4.1 Il JIS

I codici appartenenti alla prima categoria, denominata JIS, sono caratterizzati da ingombri e/o pesi che rendono impossibile la movimentazione del pezzo tramite la sola forza fisica di un operatore. Questa classe richiede infatti accorgimenti particolari legati alla sicurezza. Questo aspetto non è stato di mia competenza; la mia trattazione si ferma alla descrizione delle caratteristiche comuni a questa categoria di materiali.

Un tipico esempio di codice di questa classe può essere il basamento di una bordatrice.



Fig. 4.2, Basamento ME 35, SCM Group.

L'acronimo di JIS è "Just in sequence". La gestione di questi articoli si basa su un assunto molto semplice: è possibile determinare la posizione e la fase esatta in cui il codice inquisito verrà montato dall'operaio della linea sulla macchina.

La trattazione su questa classe di codici allora potrebbe fermarsi qui suggerendo di ubicare il codice esattamente in quella posizione. Va però ricordato come uno dei principi guida della trasformazione sia l'ordine, come suggerito dalle 5S, per cui l'idea di stoccare un pallet in linea è stata scartata a priori.

Dunque, la movimentazione di questi codici prevede che l'operatore addetto al muletto porti il codice in questione nella fase in cui verrà consumato, nel momento in cui effettivamente sarà necessario installarlo sulla macchina, in pieno accordo con la filosofia Lean del Just In Time.

Ovviamente la gestione delle informazioni sui vari articoli da portare nelle varie fasi viene interamente gestita attraverso l' Heijunka.

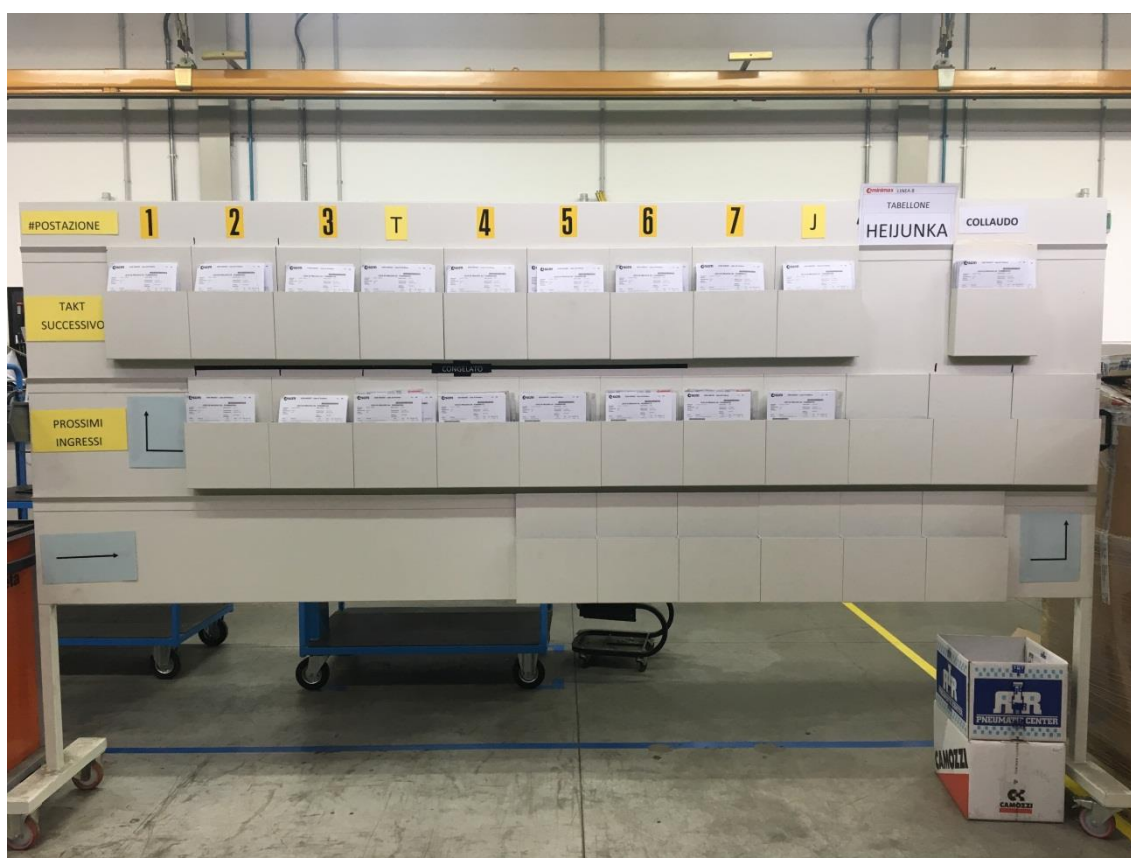


Fig. 4.3, Tabellone Heijunka, SCM Group.

Sul tabellone sono state apposte delle tasche su varie righe. In particolare sulla prima sono riportate le varie postazioni della linea, e, nelle varie tasche, sono presenti i cartellini delle macchine e le liste di prelievo JIS e KIT (approfondita in seguito), poste secondo l'ordine di entrata in linea delle stesse. Ogni tasca rappresenta nel caso della linea 8 l'entrata di una sola macchina, poiché la linea segue la filosofia One Piece Flow.

L'Heijunka è sempre in anticipo di un Takt rispetto alla linea, ragion per cui nella tasca sotto il numero 1 non si trova la macchina che attualmente è in fase 1, ma quella macchina che al prossimo tiro della linea entrerà in fase 1. Proprio l'essere avanti rispetto alla situazione attuale permette all'operatore che si occupa della movimentazione JIS di portare i codici e fare in modo che nel momento in cui servano questi siano effettivamente presenti. Questo, ovviamente, potrebbe risultare stridente rispetto alla condizione di Just in Time, ma consente un margine di sicurezza rispetto all'operazione di montaggio che consente, in caso di mancanza del pezzo di gestire al meglio la problematica.

Ogni volta che la linea "tira" (cioè allo scadere del tempo di un takt la linea scorre) il tabellone viene spostato in avanti secondo l'ordine imposto dalle frecce, facendo scivolare le tasche lungo un binario. Questo processo genera dunque un segnale al carrellista che andrà dunque a consultare le liste che si trovano all'interno delle tasche sulla prima riga, le quali sono divise per fase e segnalano all'operatore il codice da portare in quella fase (entro il takt successivo, momento di reale utilizzo).

La lista di prelievo JIS viene stampata dall'addetto all'industrializzazione e riporta, su di essa, fase per fase, i materiali d'introdurre all'interno dell'area JIS delimitata sulla parte predisposta della linea.

Articolo	Descrizione	Zona	Ubic.	Qtà	Oper. Mont.	OK
0510300067F	BASAMENTO ME 28T	KK_CEN_FUORI	FUORI_01	1	L08100	<input type="checkbox"/>

Fig. 4.3, Estratto Lista di prelievo JIS, SCM Group.



Fig 4.5, Corsia di magazzino contenente materiale JIS, SCM Group.




Fig 4.6, Parcheggio di linea per materiale JIS, SCM Group.

4.4.2 Il KIT


La seconda modalità di gestione del materiale è chiamata KIT. I codici che ricadono all'interno di questa categoria sono di dimensioni e peso tali da poter essere movimentati dall'operatore su un apposito carrello, denominato "Carrello KIT". Generalmente sono tutti quei pezzi che prima venivano prelevati dagli operatori dal magazzino a bordo linea. Un tipico esempio di questo materiale può essere un manuale di istruzioni.

Il funzionamento di questo è abbastanza semplice. Un operatore, "addetto al kittaggio" si ritrova a percorrere un corridoio con alla sua sinistra una scaffalatura (Supermarket) che gli consente di prelevare gli oggetti da inserire sul carrello, con una vera e propria picking list generata dal sistema gestionale in base alla macchina ed alla configurazione di questa, dove sono riportati i pezzi da prelevare, le quantità e la loro ubicazione. La logica è pari a quella di una spesa al supermercato.



SCM INDUST - Lista di Prelievo

Sito **KK**



LISTA DI PRELIEVO KIT - PL000009322

Operazione materiali	KK_LN8_P1 - KK_LN8_P1	Codice articolo	ME 28T		
Ubicazione dest.	LN8_P1	Numero di serie	KK00000202		
Linea di Produzione	LN8	Configurazione	R000702_ME 28T		
		Ordine di produzione	PRD0001893		

Articolo	Descrizione	Zona	Ubic.	Qtà	Oper. Mont.	OK
2973350000A	GR.VASCA COLLA ME20/ME22/ME25/ME28	KK_CEN_ALTO	05O01	1	L08100	<input type="checkbox"/>
03L0328434D	PATTINO APPOGGIO INTERNO TAPPETO	KK_CEN_ALTO	05P01	1	L08100	<input type="checkbox"/>
03L0328435F	PATTINO APPOGGIO INTERMEDIO TAPPETO	KK_CEN_ALTO	05P01	1	L08100	<input type="checkbox"/>
03L0328438C	PATTINO ESTERNO TAPPETO	KK_CEN_ALTO	05P01	1	L08100	<input type="checkbox"/>
28L0300359E	GR NASTRO TRASPORTATORE	KK_CEN_ALTO	05Q00	1	L08200	<input type="checkbox"/>
03L0284459E	PIASTRA 50MM 1685MM SP=6MM COLLEGAMENTO PIANO	KK_CEN_ALTO	05Q01	1	L08400	<input type="checkbox"/>
03L0148135B	LAMINA L900 LA72 SP2 SPESSORE RETTIFICATORE	KK_CEN_ALTO	05Q02	1	L08100	<input type="checkbox"/>
03L0150034A	LAMINA L900 LA72 SP1 SPESSORE RETTIFICATORE	KK_CEN_ALTO	05Q02	1	L08100	<input type="checkbox"/>
03L0150038L	LAMINA L900 LA72 SP0.5 SPESSORE RETTIFICATORE	KK_CEN_ALTO	05Q02	1	L08100	<input type="checkbox"/>
03L0150078D	LAMINA L900 LA72 SP1.5 SPESSORE RETTIFICATORE	KK_CEN_ALTO	05Q02	1	L08100	<input type="checkbox"/>
0573111501C	RACCORDO ASPIRAZIONE REFILATORE	KK_CEN_ALTO	05R00	1	L08100	<input type="checkbox"/>
0573380100H	CASSETTA EL. 205MM 349MM 151.5MM PIGNA	KK_CEN_ALTO	05R01	1	L08100	<input type="checkbox"/>

Fig 4.7, Estratto Lista di Prelievo KIT, SCM Group.

In seguito il carrello entra in linea alla prima postazione e segue il montaggio della macchina finchè non si svuota. Ovviamente ogni operatore di linea preleverà solo quei pezzi che sono effettivamente necessari alle sue fasi, e, allo scadere del takt spingerà il carrello avanti di una fase.

La grandissima utilità del KIT si deve ricercare nella diminuzione degli spostamenti degli operatori dalla propria postazione di lavoro fino al punto di prelievo dei pezzi. È altresì vero che l'avere il materiale già prelevato e disponibile limita anche gli errori di inserimento dei vari gruppi sulla macchina in produzione. Questo perché, benché effettivamente non si diminuisca la probabilità di errore del singolo si inserisce una ulteriore fase di “controllo” perchè ora in prima battuta c'è l'addetto al carrello che preleva i pezzi, ma oltre a questo c'è anche il montatore diretto che esegue a sua volta un altro controllo. Si può dunque dire che si è aggiunto un controllo ulteriore pur diminuendo i tempi totali.

Ovviamente il tempo di preparazione di un carrello è maggiore o uguale al tempo di spostamento che gli operatori spendevano nella ricerca dei pezzi, ma il grosso vantaggio risiede nel fatto che il tempo impiegato da chi prepara i carrelli è mascherato, questo grazie alla riorganizzazione delle fasi di montaggio.

Il materiale che verrà riposto sul carrello è stoccato all'interno di una scaffalatura che internamente viene chiamata “scaffale KIT”, dove, come si è visto, è ospitato tutto il materiale che in seguito sarà prelevato dall'operatore per essere alloggiato sul carrello.



Fig 4.7, Esempio di carrello KIT, SCM Group.

La disposizione dei pezzi all'interno della scansia non è casuale, ma ricalca una scelta ben precisa. Durante lo studio, infatti, si è reso necessario capire come posizionare il materiale (fino a quel momento alquanto sparso) in modo da agevolare l'operatore nelle operazioni di presa e deposito sul carrello. Anche qui le opzioni vagliate prevedevano studi più o meno corposi, ma, alla fine, il senso pratico è prevalso e si è scelto di fare delle prove con il futuro addetto al carrello, prima della riorganizzazione, in modo che questo potesse aiutare noi, dalla parte organizzativa, e l'operatore stesso. In questo modo, infatti, era l'operatore a scegliere la vicinanza dei vari materiali e gruppi, così da non creare disordine nella logica di quella persona che poi sarebbe dovuta essere l'addetta alla mansione.

In seguito abbiamo aggiornato il sistema gestionale aziendale con le nuove ubicazioni dei pezzi e, assieme all'operatore, abbiamo scelto di creare una lista di prelievo che, seguendo l'ordine delle campate affrontate dall'operatore, potesse suggerirgli cosa prelevare e a quale ripiano questo si trovasse.



Fig 4.8, Corsia supermarket per carrello KIT, SCM Group.

Ovviamente l'operatore, per limiti umani e di sicurezza, non può arrivare oltre un certo livello di presa, ragion per cui, per non sprecare livelli di scaffale, si è deciso di stoccare la sovra scorta ai livelli più alti, richiamando l'attenzione del mulettista quando fosse necessario un restore della zona KIT.

Per concludere la parte sulla gestione del materiale KIT vorrei fare una parentesi sull'effettiva composizione di questa grande categoria. Prima infatti ho citato i manuali d'uso e manutenzione della macchina, forse un po' scarno per capire bene di cosa stiamo parlando. Le macchine prodotte sulla linea in questione, ossia le bordatrici, sono composte in prevalenza da gruppi pre-assemblati internamente nella zona adibita. Un tipico esempio di materiale che finisce sul carrello KIT può essere il refillatore, un gruppo che ha il compito di smussare il bordo del pannello di legno in maniera simile ad una fresa così da far aderire in maniera migliore il bordo alla tavola. Questo gruppo viene assemblato in dei banchi che si trovano in testa alla linea ma il materiale non essendo gestito a matricola, bensì a lotto per questioni di un ridotto tempo ciclo, viene stoccato all'interno della scaffalatura KIT, per poi essere riordinato attraverso una gestione kanban.

Infatti i gruppi che vengono pre-montati nel reparto sono codici che finiscono o all'interno della classe JIS o KIT, con una netta prevalenza della seconda. La tipologia di consumo e di tempo di assemblaggio consentono una gestione a lotto con punto di riordino, efficacemente segnalate sul Kanban. Infatti, nel caso l'addetto al KIT o al JIS noti una quantità inferiore a quella minima segnalata sul cartellino, questo porterà il segnale di produzione al capolinea che fisserà il Kanban sulla bacheca del banco che produce quel determinato pezzo. Al fine di consentire l'eseguitività di questa ultima operazione anche a persone che non siano il responsabile, poiché è possibile che questo non sia presente in azienda in qualche momento, sono state create delle palette che indicano, per ogni zona, i banchi e i gruppi che vengono assemblati su questi.

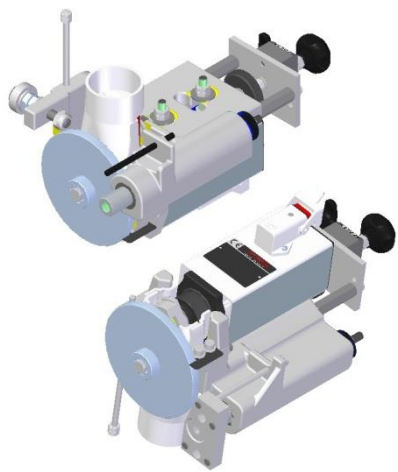


Fig 4.9, Gruppo refillatore e Kanban di riordino, SCM Group.

CODICE	DESCR.	MACCHINE	SCORTA	CODICE	DESCR.	MACCHINE	SCORTA
30L0135988C	Spazzola inferiore	ME 35 K100	20 / 3	30L0135988C	Spazzola inferiore	ME 35 K100	20 / 3

4.4.3 Il Kanban Lite

La terza categoria di materiali individuata è quella del Kanban Lite ossia quei materiali assimilabili, per lunghezza e peso, a delle piastre di dimensioni 20x20 cm. Questi materiali non possono afferire nè alla gestione del Kanban giallo, che sarà discusso subito dopo, né del materiale Kit, né tantomeno alla categoria JIS.

In particolare parliamo di articoli come alberi, perni, piastre, molle o pulegge. L'ubicazione di tali materiali si è deciso essere il banco in cui vengono utilizzati e il contenitore adibito allo stoccaggio è la cassetta, come illustrato in figura.

Generalmente si tratta di articoli commerciali acquistati all'esterno ed erano grossomodo già praticamente tutti stoccati in prossimità dei banchi di utilizzo.

La gestione di questo materiale è legata all'MRP, cioè con un punto di riordino ben preciso, poiché ne è nota la quantità che ne viene consumata su ogni macchina; grazie allo scarico da distinta è quindi possibile prevedere efficacemente il momento dell'emissione dell'ordine al fornitore. Da questo punto di vista non ci sono state analisi, se non quella del ciclo di assemblaggio per capire in quali fasi mettere i vari pezzi.



Fig 4.10, Esempio di codici Kanban Lite, SCM Group.

4.4 Il Kanban giallo

La categoria Kanban Giallo, come già anticipato, fa riferimento a tutti quei codici di cui non si è certi del consumo effettivo, ossia non è possibile garantire con precisione una previsione di consumo di questi.

Il termine giallo deriva dal colore dell'etichetta posta sui contenitori di questi pezzi.

Più in generale possiamo identificare all'interno di questa categoria qualsivoglia tipo di minuteria (prigionieri, viti, dadi, rosette ecc...) e codici quali scotch o nastro biadesivo e carta igienica. Il riordino è affidato ai cartellini Kanban.



Fig 4.11, Esempio di codice Kanban Giallo, SCM Group.

4.5 Lo studio delle postazioni di assemblaggio

La parte conclusiva del progetto relativo alla riorganizzazione della linea delle bordatrici verte sullo studio del layout delle postazioni di assemblaggio.

Per prima cosa lo studio si è soffermato sulla dimensione delle aree da attribuire alle varie fasi. L'oggetto dell'analisi era, ovviamente, la macchina, poiché il tutto non può prescindere dalle sue dimensioni. Si è dunque deciso di optare per piazzole di 5,5mq, di forma quadrata, in modo da poter ospitare comodamente tutto il materiale necessario per il montaggio. La scelta dimensionale non è stata fatta casualmente ma tenendo a mente il risultato del calcolo svolto in precedenza e della possibilità di espansioni future della zona di assemblaggio.

È bene precisare che questa analisi e successiva proposta di Layout conteneva i seguenti vincoli:

- No green Field;
- Cercare di non modificare la posizione del motoriduttore interato e la catena a sbalzo posta alla fine della linea. Questo vincolo è stato imposto per una questione di costi;
- Mantenere la forma a bastone della linea.
- Garantire la presenza di un parcheggio per carrello KIT e per il materiale JIS all'interno della piazzola;

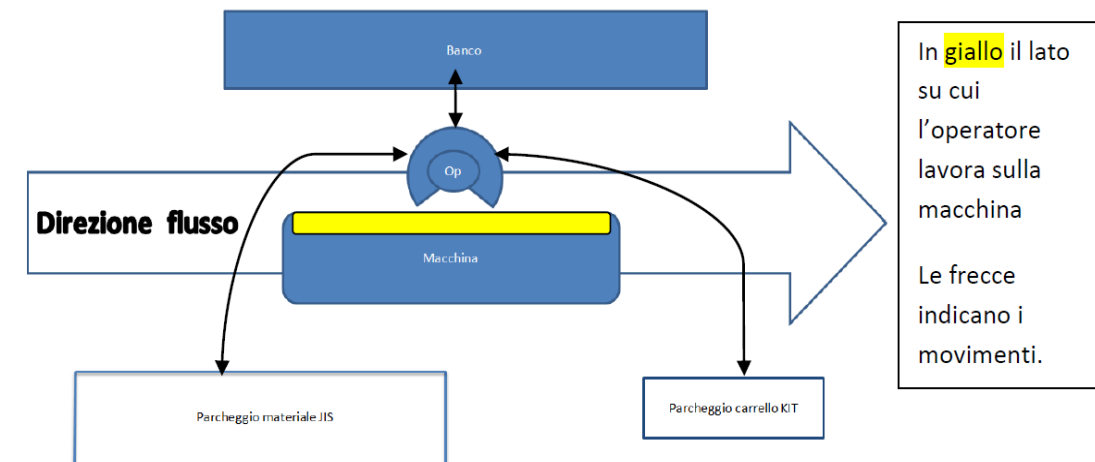
Come si può dunque evincere le scelte relative al layout della linea erano strettamente legate ai vincoli proposti, lasciando ben poco spazio alla possibilità di ridisegnare la configurazione della linea e del reparto pre-assemblati.

L'intero studio si è quindi basato strettamente su due ipotesi riguardo all'ergonomia e possibilità di cambiamenti da effettuare alla disposizione dei vari spazi all'interno della piazzola di assemblaggio.

Il focus è stato dunque posto sulla disposizione, all'interno dello spazio dei seguenti elementi:

- Banco;
- Parcheggio carrello KIT;
- Parcheggio materiale JIS;
- Griglie per attrezzi;
- Posizione macchina sul vagone di avanzamento.

Prima Proposta



Corridoio

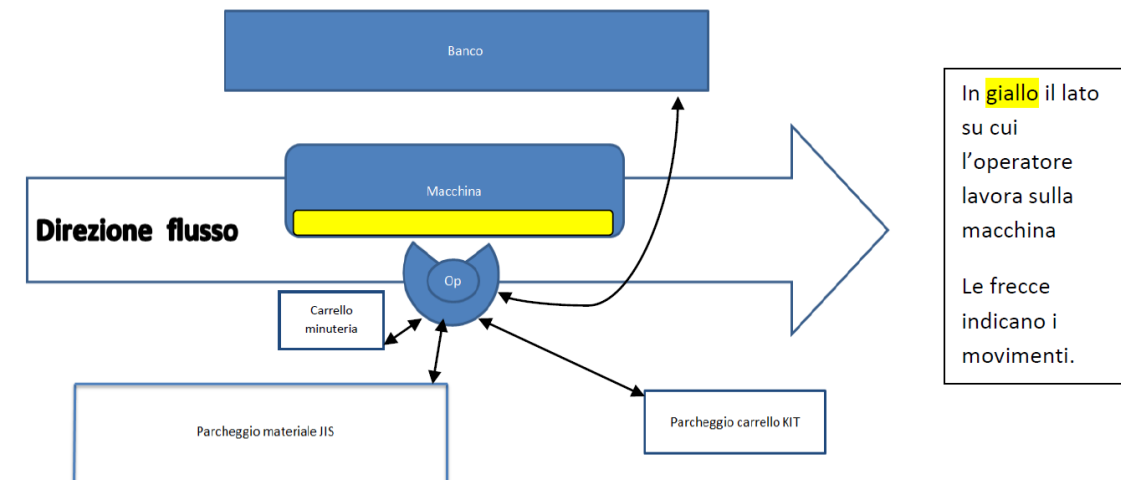
In questa proposta il layout della piazzola prevede la macchina disposta con il lato lungo (i basamenti sono tutti rettangolari) disposto in senso longitudinale alla linea, consentendo un buon margine per la movimentazione degli operatori e dei materiali ai lati della macchina stessa. Non sarebbe possibile inserire la macchina col lato corto disposto in senso longitudinale perché causerebbe dei notevoli problemi di ingombri nel corridoio pedonale che affianca la zona montaggio.

Bisogna puntualizzare che i basamenti delle macchine hanno tutti un lato lungo "aperto" sul quale è possibile lavorare anche all'interno dello stesso per posizionare i componenti, ed uno "chiuso", che rende impossibile qualsiasi operazione che richieda l'accesso all'interno del basamento.

Questa soluzione è la più conservativa poiché la linea prevede già di operare nel seguente modo. In questa configurazione il banco si trova verso il muro, con griglia per gli attrezzi appesa sopra. Le maschere e le attrezzature necessarie per il posizionamento dei pezzi o l'allineamento sarebbero qui posizionate con dei supporti sul muro. È importante sottolineare come il ruolo del banco sia più di appoggio che di lavoro vero e proprio, poiché sullo stesso sono alloggiati materiali Kanban giallo.

Il grande svantaggio di questa proposta risiede negli spostamenti che l'operatore deve effettuare per arrivare al parcheggio del materiale JIS e al carrello KIT che, come detto, ospita gran parte dei pezzi da montare in fase sulla macchina.

Seconda Proposta



Corridoio

La seconda proposta individuata prevedeva di ruotare di 180° la macchina, disponendo il lato su cui l'operatore agiva dalla parte del corridoio. Il grosso vantaggio di questa soluzione risiede negli spostamenti, come possibile notare dalle frecce in figura. Infatti, come detto precedentemente, gli spostamenti verso il banco sono limitati poiché questo ha più una funzione di “appoggio” che di lavoro vero e proprio, ragion per cui si era previsto di utilizzare dei carrelli porta minuteria per andare a tamponare la lontananza di questa rispetto alla sede di lavoro dell'operatore. Analizzando infatti la figura possiamo notare come la maggior parte dei movimenti siano davvero contenuti nelle distanze. Il problema che ha portato a scartare questa opzione è da ritrovare nel maggior stravolgimento dello status quo, poiché prevedeva di affrontare l'acquisto di attrezzature in più e più costose. Resta comunque una valida alternativa nel caso in cui si decida di fare altro “saving” sulla linea con investimenti che ne permettano la realizzazione.

In chiusura ci tengo a specificare come la zona per il prelievo della merce KIT indicata dalle frecce sia in realtà solamente il parcheggio del carrello nella fase di cambio takt per agevolare gli spostamenti tra le fasi del KIT. Dunque gli effettivi spostamenti possono anche essere più brevi di quanto indicato. Va però precisato che per questioni di ingombri è impossibile posizionare il carrello dalla parte del banco, anche solo per la presenza del traino motorizzato a sbalzo rispetto alla pavimentazione.

Con ogni probabilità un'analisi tramite spaghetti chart potrebbe aiutare rispetto alla verifica degli spostamenti che compiono gli operatori nella postazione di lavoro.

4.6 Le modalità di gestione dei problemi

Come ogni linea in filosofia Lean, ogni postazione di assemblaggio è dotata di vari accorgimenti che semplificano la gestione delle emergenze, attraverso delle tecniche di visual management.

In particolare, la linea è dotata di un sistema di rilevazione ed intercettazioni dei problemi basato su semafori ANDON.

Questo sistema, fornito anche alle piazzole del collaudo, prevede la possibilità di “prenotare” una chiamata al capolinea nel caso in cui l’operatore riscontrasse qualsiasi genere di problema durante le fasi di montaggio della macchina. Il tutto viene gestito in maniera molto semplice, tramite una pulsantiera disposta proprio alla sinistra del banco di lavoro, chiamata pulsantiera Andon.



Fig 4.12, Esempio di pulsantiera per segnalazione anomalia, SCM Group.

In questo caso la figura ci propone una pulsantiera condivisa tra due diverse postazioni di lavoro, ma il funzionamento rimane identico. Se, infatti, un operatore identifica un problema durante il montaggio che non riesce a risolvere da solo all’interno del tempo del takt, premerà il pulsante riferito alla sua postazione e attenderà l’arrivo del capolinea.

La serratura che si nota a fianco dei due pulsanti serve per “resettare” il semaforo una volta che il problema, identificato, è stato arginato.

Come possibile vedere nell'immagine il semaforo ha tre posizioni possibili, individuate da altrettante luci; il verde indica che non ci sono anomalie, il giallo indica che l'operatore ha segnalato un'anomalia, il rosso indica del tempo in perdita per il protrarsi dell'anomalia. Infatti, quando si segnala un problema, il capolinea si reca sul posto e se riesce a risolvere il problema in un tempo contenuto la luce rimane su arancione, segnalando un problema che, però, non ha generato un tempo in perdita, altrimenti andrà sulla posizione rossa. Quando il tutto è risolto il capolinea, con la chiave che ha in dotazione, resetta il semaforo.

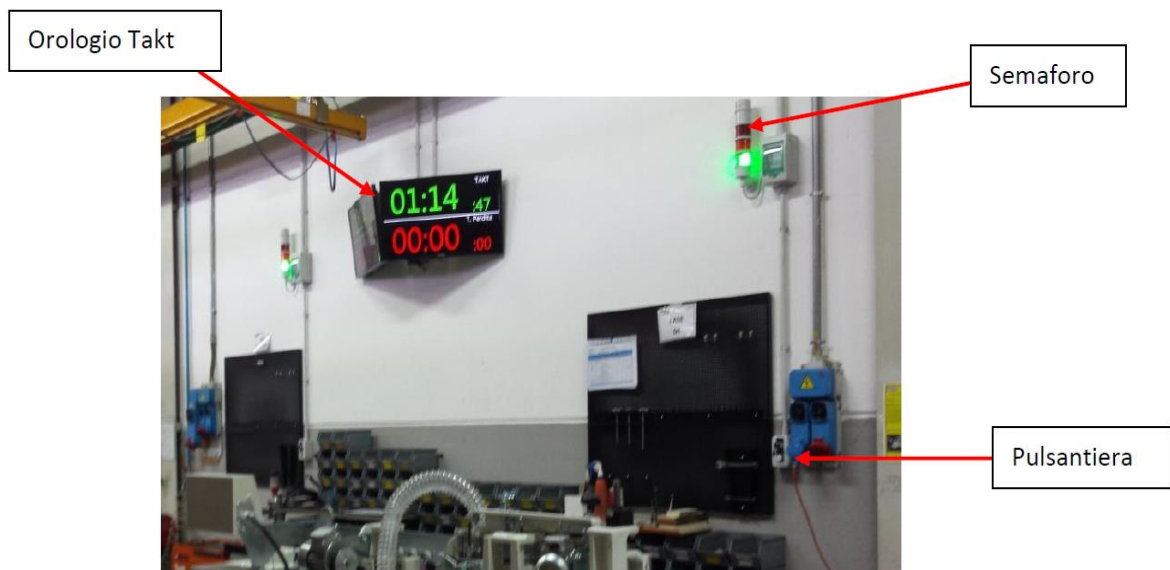


Fig 4.13, Sistemi di gestione delle anomalie, SCM Group.

Per una miglior visione generale dei problemi che possono essere segnalati sulla linea o al collaudo, attraverso la pulsantiera, le pratiche di visual management hanno suggerito l'adozione di un ulteriore monitor, come quelle di seguito riportate:



Fig 4.12, Monitor Andon, SCM Group.

Anche in questo caso i colori dei vari rettangoli stanno ad indicare lo stato del semaforo relativo alla postazione.

Nel caso una macchina avesse un problema grave e non risolvibile nel tempo di assemblaggio della macchina ci sono due possibilità, identificate da altrettante bandiere:

- Bandiera Gialla: problema sulla macchina risolvibile all'interno di una piazzola predisposta, chiamata TAKT TECNICO, dove normalmente non si lavora, e viene usata solo in caso in cui una fase non si completasse nel tempo TAKT ed il problema è risolvibile nello stesso intervallo temporale;
- Bandiera Rossa: problema molto grave di qualità sulla macchina che richiede il completamento della stessa fuori linea. Non è recuperabile all'interno del takt tecnico.

L'ultimo strumento di visual management utilizzato in linea è il Tabellone KPI che garantisce una visione sempre aggiornata delle performance di efficienza e produttività del reparto, diviso per linea e collaudo. Il tabellone, inoltre, riporta l'andamento degli stessi rispetto alla settimana, mese ed anno assieme ad un confronto con il target dell'anno corrente.

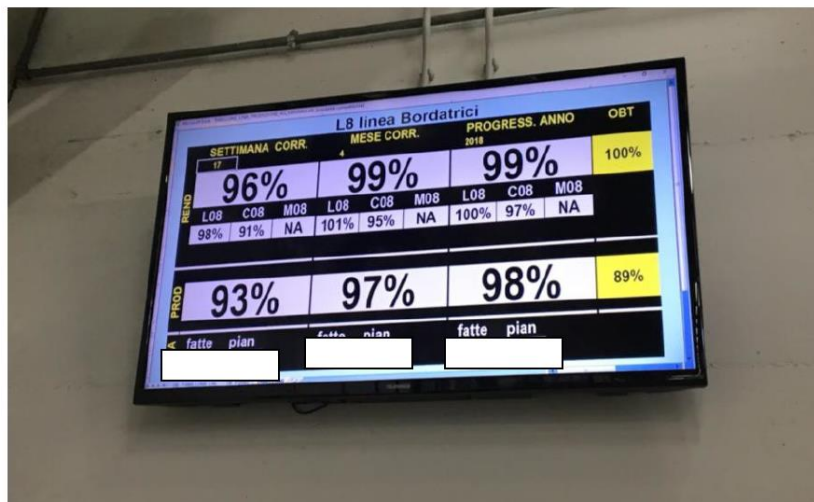


Fig 4.12, Monitor KPI, SCM Group.

4.7 Il Kaizen

Come in linea con i principi della lean manufacturing, anche la Linea delle bordatrici è stata attrezzata con un Tabellone Kaizen che consentisse di gestire i problemi e fosse di aiuto per le attività di controllo in stile 5S.

In particolare questo strumento, liberamente consultabile ed utilizzabile dagli operatori è formato da una serie di registri in cui gli addetti possono segnare le proprie lamentele, idee di miglioramento e necessità.

In particolare queste sono divise secondo:

- Problematiche legate alla programmazione della produzione;
- Problematiche legate all'ufficio tecnico;
- Problematiche legate ai fornitori;
- Problematiche di metodo di lavoro.

Inoltre sul tabellone è affissa una tasca in cui andare a depositare le idee di miglioramento che passeranno poi al vaglio dell'industrializzazione e il box con le idee accettate e quelle scartate. L'ultima parte è quella relativa all'andamento degli indici di produzione e agli audit secondo schema 5S che vengono svolti con cadenza bisettimanale dal responsabile dell'industrializzazione.



Fig 4.13, Tabellone Kaizen, SCM Group.

4.8 Rappresentazione Finale Linea

Questo semplice schema, dunque, rappresenta il funzionamento del reparto delle bordatrici automatiche, detta Linea 8, dopo il completamento dello studio e delle attività programmate esposte in questa relazione. Come si può notare la linea è composta da 7 fasi effettive più una jolly (dove si eseguono operazioni per una parte di Takt solo su una macchina) e un Takt Tecnico, in cui vengono eseguiti degli eventuali aggiustamenti su macchine che non abbiano completato le fasi precedenti. Entrambe le postazioni sono servite da un operatore Jolly, che nel tempo rimanente prepara i carrelli KIT. Le macchine in uscita dalla linea vanno al collaudo, dove vengono collaudate in una delle 8 piazzole, anche qui gli operatori sono tenuti a rispettare dei tempi che gli sono mostrati in base alla macchina e alla configurazione della stessa su dei monitor predisposti. Infine le macchine vengono imballate e portate verso la zona spedizioni.

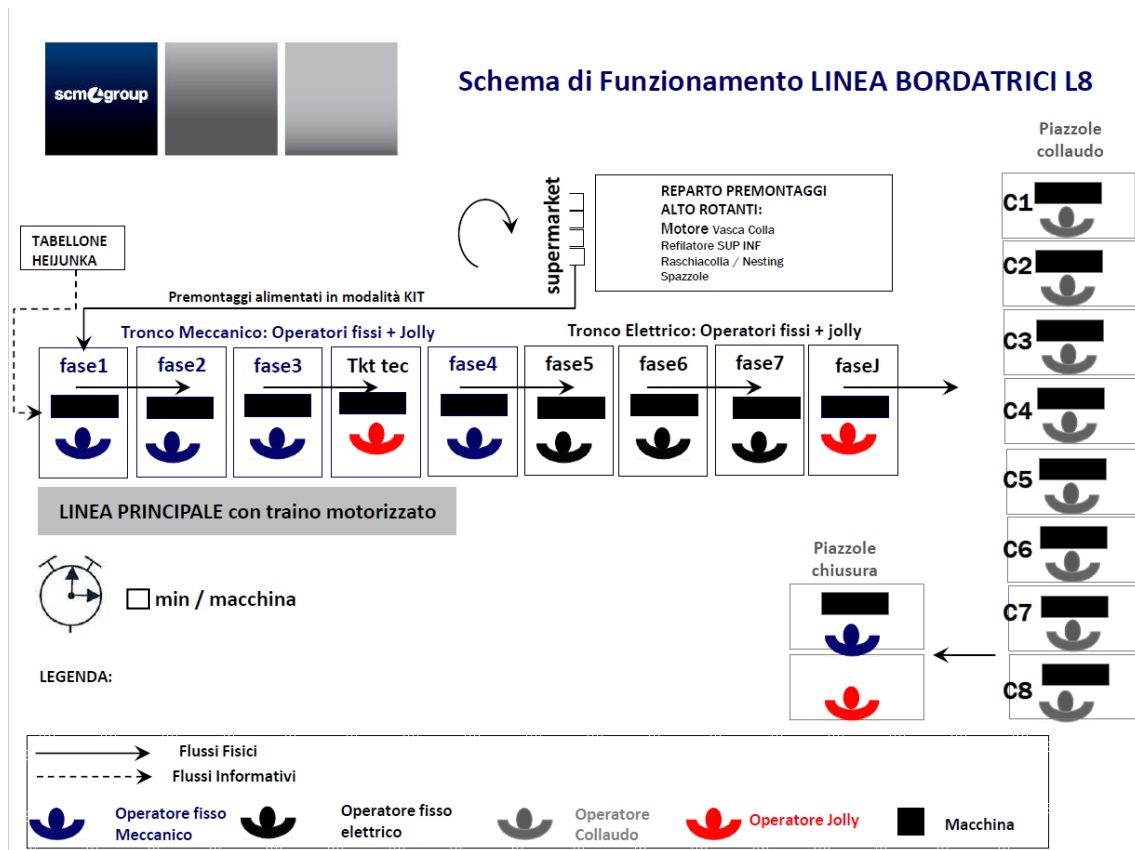
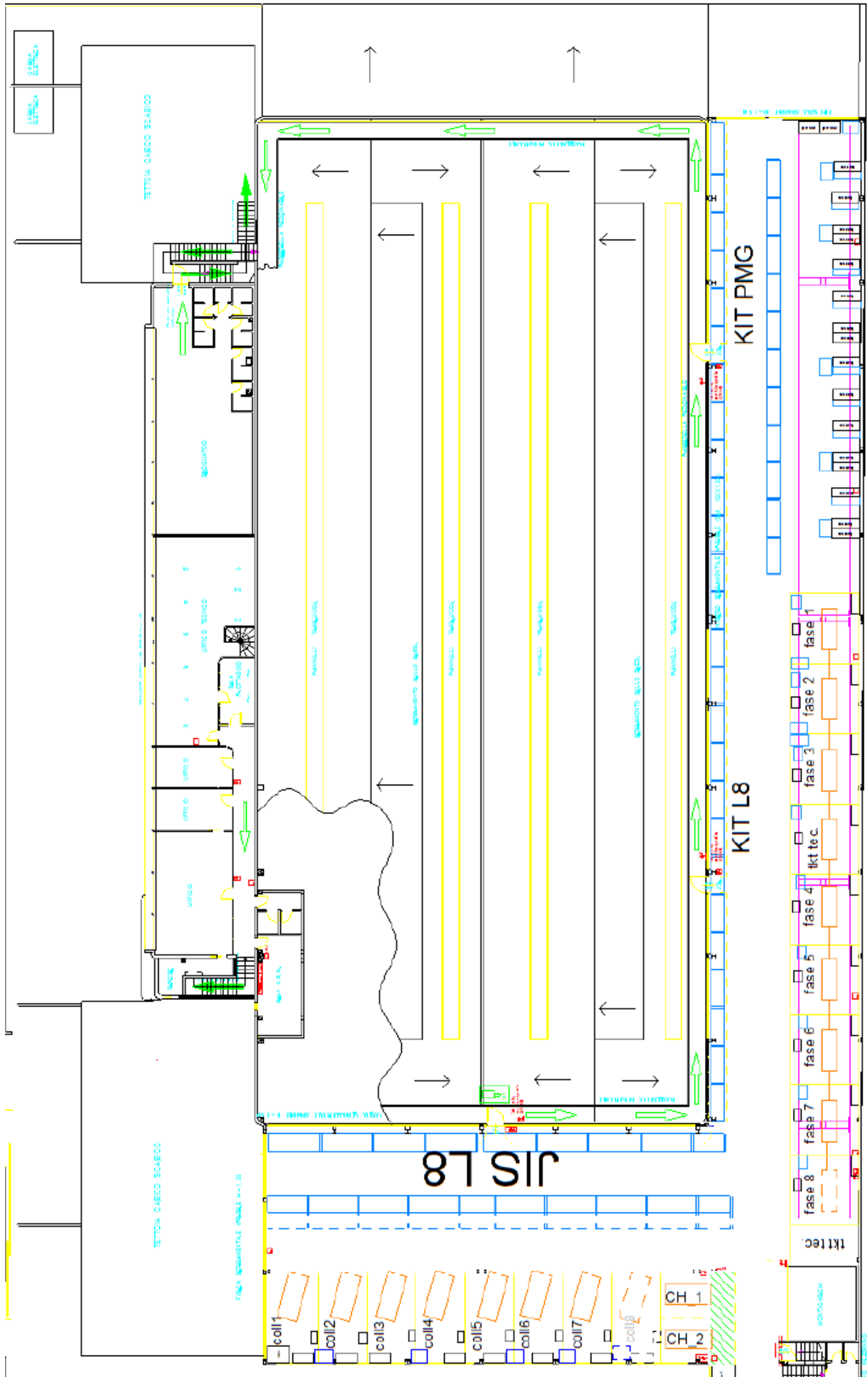


Fig 4.14, Rappresentazione funzionamento linea bordatrici, SCM Group.



5 Microsoft Dynamics AX

Come ben noto l'introduzione di un nuovo ERP è sempre associato al concetto di innovazione radicale, ragion per cui spesso si associa questo evento all'occasione di riorganizzare alcuni processi produttivi con un occhio sempre teso al miglioramento continuo.

Spesso, inoltre, è richiesta un'analisi accurata dei flussi aziendali al fine di valutare la miglior scelta possibile all'interno del panorama degli ERP. Infatti, ogni soluzione di gestionale proposta dalle diverse case produttrici ha punti di estremo contatto con le logiche dei processi svolti internamente all'azienda richiedente, mentre altre volte c'è una sostanziale divergenza tra i due "mondi".

Da quanto riportato sopra derivano quindi due possibilità, quando ci si approccia all'analisi delle divergenze tra logiche aziendali e logiche ERP:

- 1- Adattare le logiche ERP alle logiche aziendali;
- 2- Adattare le logiche aziendali alle logiche ERP.

La scelta tra una delle due soluzioni sopra proposte non è affatto banale e scontata, poiché, come facilmente ipotizzabile, entrambe richiedono una certa spesa sia in termini monetari che in termini di attività ed impegno delle risorse.

Per quanto riguarda le risorse, infatti, l'intero progetto, si è appoggiato all'azienda di consulenza Deloitte, la quale ha fornito supporto tecnico ed operativo nei primi 14 giorni successivi al Go-Live del sistema.

Le principali aree toccate dall'implementazione di Microsoft Dynamics AX sono state: gestione dei materiali, attività di ricevimento merce, cicli di produzione, attività di spedizione macchine finite, gestione dei ricambi ed accessori, attività di spedizione gruppi funzionali, gestione delle distinte delle macchine.

Le aree che andrò ad analizzare in questo elaborato sono principalmente due:

- Modellazione del magazzino;
- Modellazione delle linee di produzione.

Ognuna delle aree precedentemente citate sarà descritta nei capitoli a seguire con particolare attenzione alle attività prodromiche alla migrazione delle macroaree nel nuovo ambiente gestionale.

Prima di questo sarà però descritto l'ERP presente in azienda al mio arrivo e lo stato AS-IS dei flussi aziendali per meglio dare un'idea dell'impatto del nuovo "modus operandi" portato da AX su questi.

Inoltre, al momento attuale, il processo di produzione, includendo in questo anche le fasi di spedizione verso il cliente e di vendita iniziale della macchina, è gestito attraverso 2 diversi applicativi:

- Vendita: Oracle eBS;
- Controllo produzione: Copix → Sostituito da Microsoft Dynamics AX;
- Spedizione cliente: Oracle eBS.

5.1 La coesistenza dei diversi ambienti gestionali

Al mio arrivo in MiniMax, come già anticipato nell'introduzione si utilizzavano due ambienti di lavoro diversi: Copix ed Oracle eBS.

Ad ora, nei piani aziendali si prevede solo la sostituzione di Copix, ossia il gestionale usato per il controllo della produzione, mentre eBS, di progettazione più recente continuerà a coesistere in un primo momento, per poi essere soppiantato da AX in futuro, arrivando ad utilizzare una soluzione integrata per la prima volta nell'intera storia dell'azienda.

Prima di iniziare a parlare di Copix, è necessario effettuare una digressione che meglio faccia comprendere l'interazione che questo, assieme ad eBS, hanno con i flussi aziendali

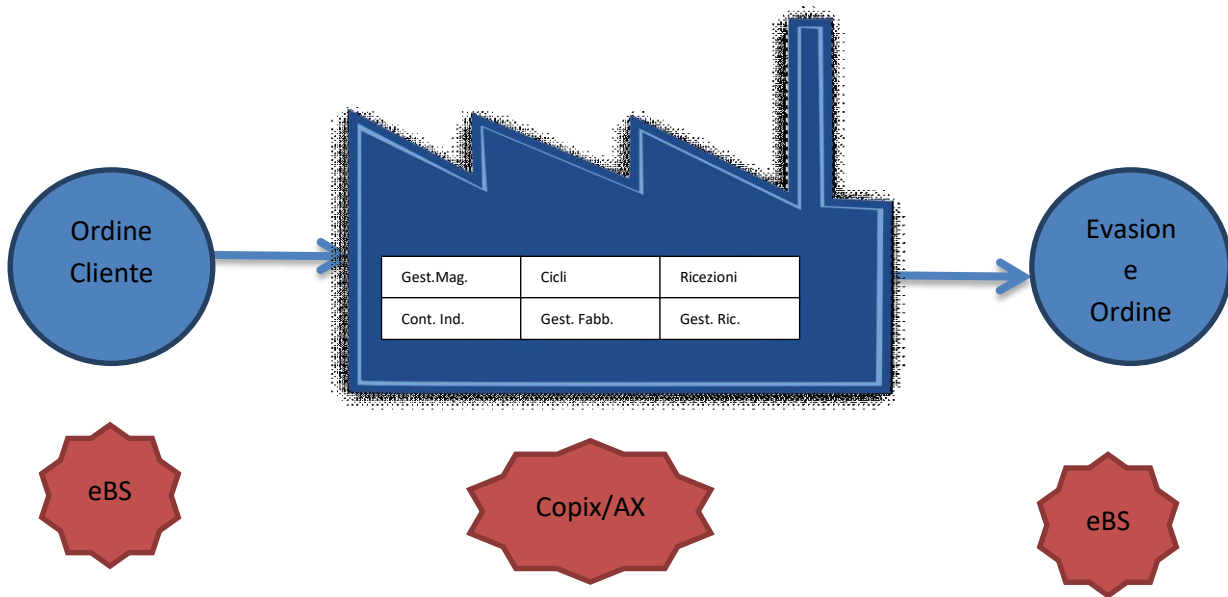


Fig.5.1 I Macroprocessi aziendali e gli applicativi ad essi associati

Come è possibile notare, i flussi tra lo stabilimento e l'esterno vengono gestiti tramite Oracle eBS, mentre tutte le operazioni legate alla produzione e all'approvvigionamento dei materiali ad essa propedeutici viene gestita tramite Copix/Ax.

Ad oggi, dunque, c'è una convivenza tra sistemi che, spesso, porta a problemi di allineamento tra i due; infatti, quando una macchina risulta prodotta questa viene dichiarata tale (stato Magazzino in gergo) prima di tutto sul gestionale adibito al controllo della produzione così da scaricare tutti i materiali di produzione e le ore uomo impiegate sulla macchina per permettere la “costificazione” della stessa.

Successivamente, attraverso un'interfaccia sviluppata ad hoc, questa informazione viene passata ad eBS, per permettere agli addetti della logistica la pianificazione del ritiro e spedizione al cliente della macchina, nonché la generazione dei vari documenti di trasporto.

Come è facile intuire dunque, sebbene questi applicativi siano specializzati in contesti tra loro diversi, hanno alcuni punti di contatto, il che rende, ovviamente critica la loro coesistenza.

Infatti, essendo basati su ambienti completamente diversi, cioè Java per Oracle e MorphiX per AX.

Questo crea problemi dal punto di vista della contemporaneità di gestione del dato, infatti, dovendo il tutto passare per l'interfaccia di comunicazione tra i due applicativi, non è possibile, ad oggi, garantire un ribaltamento immediato tra i due ambienti.

Questo crea delle difficoltà gestionali legate alle tempistiche di ritiro delle macchine da parte della logistica: il dato che la logistica può consultare tramite accesso ai database aziendali è infatti il giorno del possibile ritiro garantito dallo stabilimento.

È altresì vero che, però, durante il giorno sono previsti più prelievi da parte dei trasportatori al fine di portare le macchine al magazzino deputato alle spedizioni internazionali, poiché le nazionali sono gestite in maniera diversa. Si farà riferimento alle spedizioni internazionali perché queste sono le più comuni.

Questa attesa, necessaria per il fluire del dato tra un ambiente e l'altro, ha dunque reso necessaria la rivalutazione degli slot temporali di ritiro macchine da parte dei corrieri ma anche del processo di dichiarazione “A MAGAZZINO” della macchina stessa.

Il processo, precedentemente, prevedeva che l'addetto alla ricevitoria entrasse in possesso di un foglio compilato con tutte le macchine spedibili, dopodiché, sempre la stessa persona controllava su eBS l'effettiva disponibilità alla spedizione della macchina per controllare che sul foglio non ci fossero errori. A quel punto si potevano creare i documenti di spedizione e trasporto e il processo iniziava.

Con l'avvento del nuovo gestionale, invece, è stato predisposto un vero e proprio giro, affidato ad un addetto, che prevede il prelievo da un plateau dei cartellini delle macchine che sono spedibili. Tali cartellini vengono riposti all'interno del vassoio da parte degli addetti all'ultima fase del ciclo di montaggio della macchina (solitamente coincidente con l'imballo).

A quel punto l'addetto al "giro cartellini" li porta all'interno dell'ufficio industrializzazione per l'operazione di *dichiarazione di finito* della macchina. Questa operazione avviene all'interno di Microsoft Dynamics AX, quindi, al fine di generare i documenti di spedizione, operazione che avviene in eBS, c'è la necessità di sincronizzazione del dato attraverso l'interfaccia. Per evitare di dover attendere troppo tempo e generare dunque tempi morti, è stato stimato un tempo di circa 30 minuti per l'allineamento dei dati tra i due sistemi, ragion per cui è stato posticipato il primo giro degli spedizionieri la mattina, così da generare un buffer di macchine pronte ad essere caricate sui camion.

Dunque, uno dei processi più importanti all'interno di uno stabilimento produttivo è stato ridisegnato al fine di essere adattato alle esigenze del nuovo sistema gestionale, decretando anche un allungamento dei tempi di processo, seppur garantendo una miglior visibilità e sicurezza del dato.

Però, come detto, questa è solamente una situazione di passaggio, dovuto alla non completa personalizzazione, al momento, della parte commerciale del ERP, che avverrà in un secondo momento, portando tutte le funzioni aziendali ad utilizzare Microsoft Dynamics AX.

5.2 La modellazione del magazzino

La prima attività a cui ho preso parte è stata la modellazione del magazzino, procedura che ben differisce da un semplice inventario fisico dei materiali presenti.

Inizialmente si è partiti con una mappatura vera e propria delle giacenze, ovvero un'analisi del posizionamento della merce all'interno del magazzino. L'organizzazione è stata abbastanza semplice: è stata fornito un computer portatile al fine di compilare un foglio excel che facesse da guida per la successiva fase di modellazione.

Le attività prodromiche alla mappatura sono state:

1. Numerazione delle corsie del magazzino;
2. Numerazione delle campate del magazzino;
3. Numerazione dei piani relativi alle campate del magazzino.

Fatto questo è stato possibile iniziare a mappare il posto delle giacenze, poiché, col vecchio sistema gestionale non era necessario definire un'ubicazione precisa per i vari codici.

Questo sicuramente portava ad avere dei grandi svantaggi tra cui:

- Disallineamento tra ubicazione reale ed ubicazione riportata a gestionale;
- Impossibilità di frammentare le giacenze su più posizioni (era possibile inserire solo una ubicazione per codice);
- Impossibilità di tracciare i movimenti dei materiali tra ubicazioni diverse.
- Dati poco consistenti.

Tutto questo ovviamente portava sì, ad avere una gestione davvero scarica del dato, ma comportava una certa difficoltà di accesso agli stessi ed un grande disallineamento delle giacenze.

L'avvento di AX ha dunque imposto la necessità di andare a dettagliare meglio quanto accadesse all'interno del magazzino, richiedendo un grosso sforzo di modellazione al fine di rendere al meglio la situazione attuale all'interno degli schemi del nuovo gestionale, non potendo contare su un ribaltamento affidabile del dato dal vecchio sistema ERP.

Questa attività, non ha subito alcun ritardo rispetto alla data di fine prevista, anche perché questa attività era strettamente necessaria per poter dichiarare completa l'attività di modellazione dei cicli di produzione, come vedremo successivamente.

È possibile definire quelle che sono le attività insite all'interno del processo di “ricostruzione” del magazzino di MiniMax al fine di garantire una visione più organica di quanto fatto in questa fase:

- Definizione dei “loculi di magazzino”;
- Creazione di format per un inventario dinamico delle giacenze;
- Generazione della mappatura di magazzino per l'import sul nuovo gestionale.

La prima attività, quella che ho chiamato “Definizione dei loculi di magazzino”, è iniziata subito dopo aver portato a termine la numerazione delle corsie, campate e piani delle scaffalature.

Per garantire una miglior comprensibilità di quanto andrò successivamente a spiegare, lascio un estratto del layout di stabilimento a seguire

Questa parte di stabilimento è deputata alle operazioni di imballaggio (IMB) delle macchine che vengono prodotte dalle 4 linee di assemblaggio presenti all'interno dello stabilimento produttivo in esame. I codici che vengono stoccati in questa zona sono dunque, in prevalenza cartoni per casse marittime, pallet e materiale di consumo vario che può essere necessario agli operatori durante le loro operazioni quotidiane.

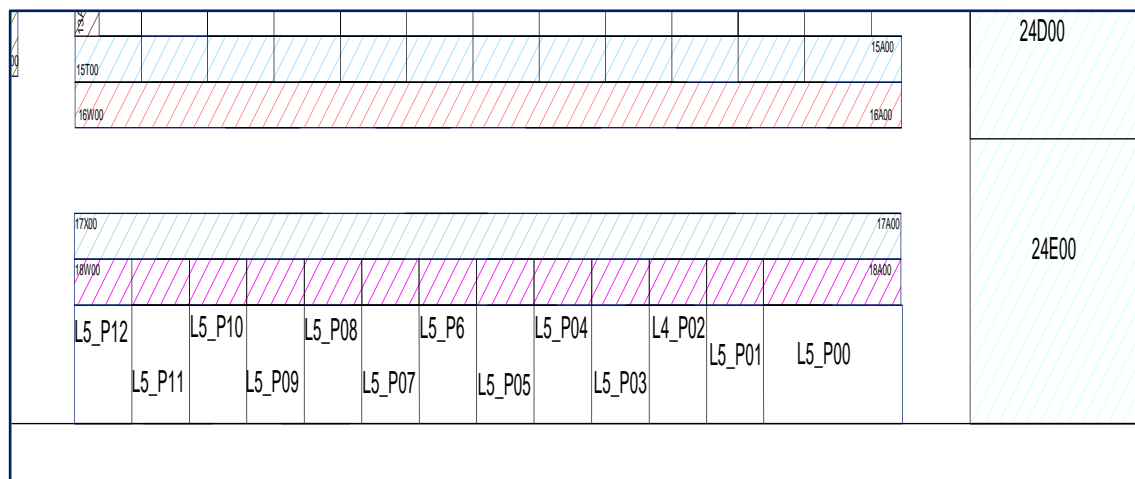


Fig. 5.2, Zona magazzino imballo, MiniMax

La zona è asservita principalmente da un operatore con mansioni di carrellista poiché i pallet possono raggiungere dimensioni considerevoli per macchine che prestino ingombri e/o pesi non indifferenti.

Come facilmente intuibile dalla figura a sinistra ognuna di queste corsie di scaffalature si è vista assegnare un certo numero identificativo ed univoco.

Successivamente ogni corsia del magazzino è stata divisa in campate, che in questo caso sono identificate da una lettera, o combinazione di lettere, dell'alfabeto latino.

Infine, nuovamente, i piani appartenenti alle varie campate sono stati numerati da **0** ad **n** (dal piano terra).

Questo ha permesso dunque la creazione di una serie di *loculi* all'interno del magazzino modellato, definiti in maniera univoca.

Al fine di esemplificare al meglio quanto riportato sopra, a magazzino, il codice seguente

“21C02”

identifica univocamente la corsia del magazzino numero **21**, all'interno di questa stiamo puntando la campata **C**, e in questa ci si riferisce al piano **02**.

Questo dunque mi consente di definire cosa effettivamente sia un *loculo*, cioè uno spazio all'interno del magazzino identificato univocamente dal numero della corsia, della campata e dal livello a cui ci riferiamo.

La combinazione di queste informazioni ha dunque portato al primo step della modellazione del magazzino.

Infatti, al fine di discernere meglio la posizione e l'effettivo *stato di utilizzo* delle giacenze all'interno dello stabilimento ho deciso di creare due diverse tipologie di magazzino, assegnando una diversa denominazione a quest'ultimo, sempre in ottica di avvicinare il reale alla modellazione di Microsoft Dynamics AX.

Infatti, la distribuzione delle giacenze non è uniforme all'interno del magazzino, essendoci, per ogni corsia adiacente alle linee una parte di *stock* del materiale ed una parte di *utilizzo* dei codici.

Questo è sempre dovuto alla necessità di avvicinare il più possibile il materiale agli operatori che lavorano all'interno delle linee, per minimizzarne gli spostamenti.

All'interno dello stabilimento, però ci siamo approcciati a due situazioni completamente diverse: una linea gestite con asservimento del materiale e 3 linee in cui questa pratica non era presente.

Iniziando dalla linea con asservimento del materiale, ossia una linea in cui i codici da assemblare sulla macchina vengono portati in postazione o da un addetto al materiale JIS (just in sequence) o da un carrello KIT, abbiamo deciso di creare delle liste che proponessero ai due operatori i materiali da prelevare, dove prelevarli, e, nel caso del JIS, in quale fase della linea consegnarli.

Per il carrello KIT questa ultima informazione non è necessaria in quanto il carrello entra in linea assieme al basamento nella prima fase di assemblaggio.

Inoltre, per approcciarci a questo reparto produttivo non è neppure servito, nel caso della linea, dividere le corsie del magazzino tra stock e produzione in quanto non è presente alcuna scaffalatura lungo le postazioni di assemblaggio.

La distinzione è invece risultata necessaria nel caso dei premontaggi in quanto questi vengono realizzati a lotti su banchi predisposti e necessitano, per comodità, di materiale al fianco di questi.

Per quanto riguarda le altre 3 linee dello stabilimento abbiamo dunque deciso di adottare creare una stringa identificativa del materiale all'interno della scaffalatura che potesse immediatamente far capire che questi codici fossero rivolti "lato linea di montaggio". Per chiarire meglio le differenze "gestionali" lascio due esempi esplicativi:

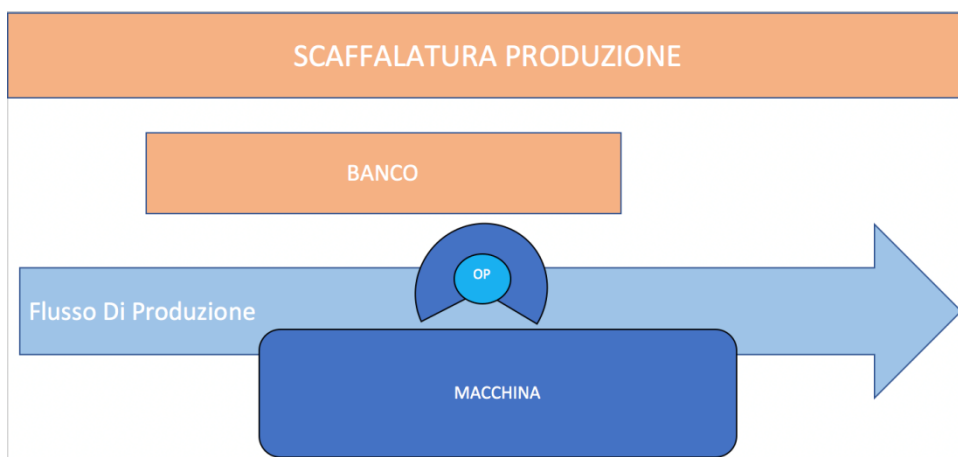


Fig. 5.3, Configurazione di Linea non riorganizzata, SCMGroup

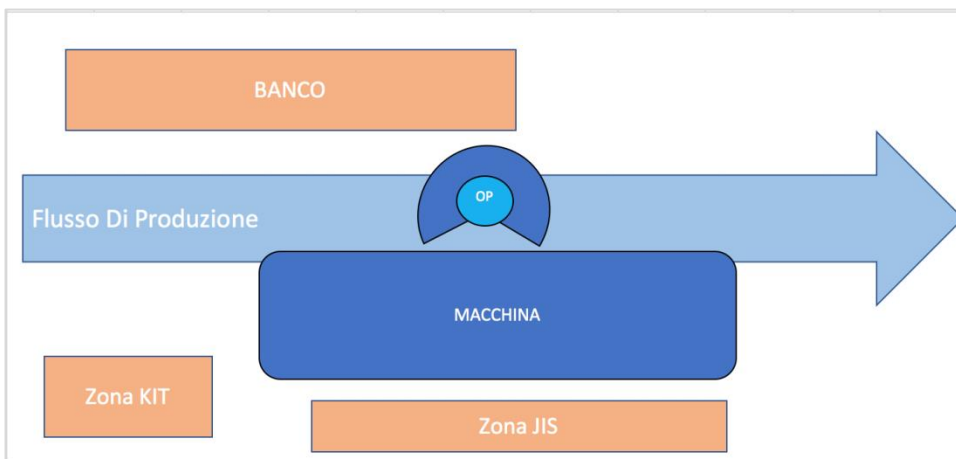


Fig. 5.4, Configurazione di Linea Riorganizzata, SCMGroup

Come si può vedere dalle due figura sopra riportate, dunque, nel primo caso l'operatore accede ad un banco e ad una scaffalatura che si trova al di dietro di questo.

Nel secondo caso, invece, l'operatore deve solamente avvicinarsi alla zona KIT e JIS (quando necessario), non dovendo dare alcuna informazione aggiuntiva sul collocamento del materiale a bordo linea.

La necessità di riuscire a definire delle ubicazioni che si riferissero alla produzione senza, però, essere confusionarie rispetto alle ubicazioni stock hanno portato a sezionare, virtualmente, le scaffalature che avessero una parte a prelievo per le linee di produzione.

Per essere più "concreti", l'osservazione mi ha portato a notare che, ovviamente, livelli superiori al secondo non erano accessibili al prelievo degli operatori, ragion per cui il piano terra e il primo piano, fossero necessariamente deputati alla produzione.

Questo però portava a confusione da parte dei carrellisti che spesso non si rendevano conto di quella che fosse la differenza di piano tra stock e produzione.

Per riuscire ad andare oltre a questo problema, abbiamo deciso di numerare diversamente le due sezioni di scaffalatura, assegnando un numero di corridoio differente, pur appartenendo quel materiale alla stessa scaffalatura fisica.

Per rendere più chiara questa decisione riporto una figura esplicativa

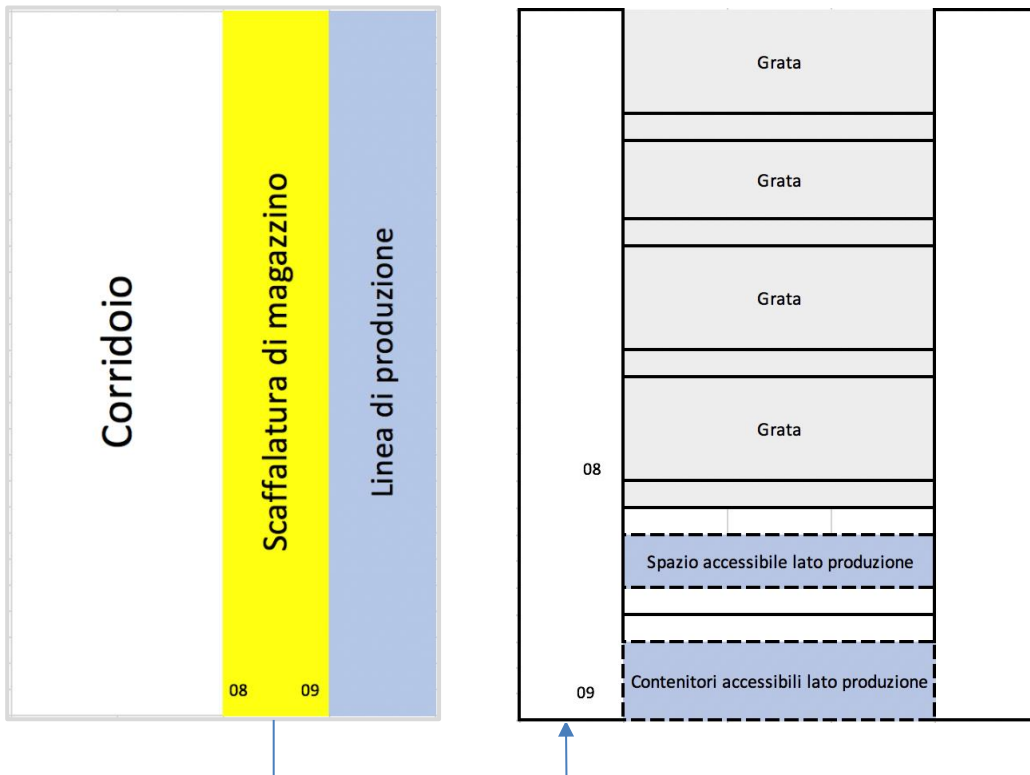


Fig.5.5, Suddivisione delle scaffalature di produzione/stock, Minimax

È facile dunque capire come la stessa scaffalatura assuma due nomi diversi a seconda di dove la si guardi (lato produzione c'è una grata che impedisce di scambiare materiale stock e produzione dal lato della linea, in grigio in figura).

Dunque la soluzione era stata individuata, ma ancora non era chiaro come poter far capire a che linea si riferisse quel numero di scaffalatura, al fine di velocizzare le operazioni dei carrellisti.

La soluzione che ho trovato è stata assegnare un nome ad ogni fase di linea (azione poi rivelatasi produttiva nella modellazione delle linee), così da sfruttare come ubicazione la fase stessa della linea (univoca per forza) e come secondo campo ubicazione (denominata poi sottubicazione) la stringa della scaffalatura di riferimento.

Per facilitare la comprensione, ancora una volta lascio una parte di layout dello stabilimento:

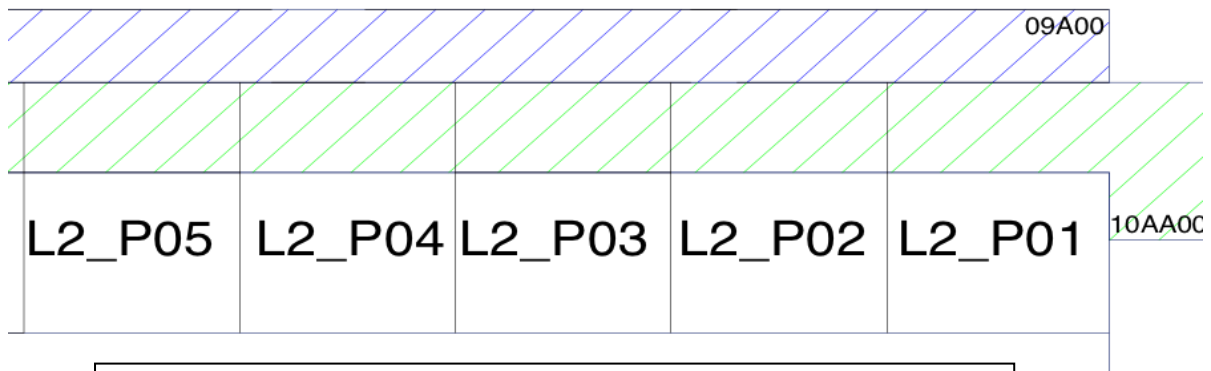


Fig.5.6 Le ubicazioni di produzione in linea di assemblaggio, MiniMax

La stringa della nomenclatura è stata costruita nel seguente modo:

1. LnX: con X variabile tra 2-4-5-8, indica il numero della linea di riferimento;
2. PYY: con YY variabile tra 01 e 12, indicante il numero di fase a cui si fa riferimento.

Questo, unito alla sottubicazione del magazzino ha garantito la costruzione di un set di loculi robusti, univoci e condivisi dagli operatori, in modo da riuscire a dare una indicazione immediata e facilmente comprensibile a tutti.

La seconda attività, che ho chiamato “definizione di un format per inventario dinamico” ha visto la creazione di un semplice foglio excel consegnato ai magazzinieri dieci giorni prima del cut-off al fine di allineare nel miglior modo possibile le giacenze all’interno dei vari loculi ed essere più aderenti possibile alla realtà.

La combinazione dell’inventario dinamico e della modellazione del magazzino ha consentito di dar vita ad un file, utilizzato per il ribaltamento delle giacenze a magazzino, che per ogni ubicazione ed eventuale sottubicazione contenesse i vari codici e le loro giacenze.

Dopo il cut-off, ai magazzinieri è stato assegnato un computer portatile con cui segnare direttamente sul gestionale i vari movimenti effettuati dai codici. Questa procedura risultava sì utile a costruire un buon dato per le analisi ABC dei codici e per gli inventari, ma rendeva la procedura di prelievo delle giacenze o spostamento delle stesse molto più lenta rispetto all’inizio.

Per riuscire a garantire una buona velocità al processo, abbiamo deciso di creare tante etichette con barcode quanti fossero i loculi a magazzino, così da poter ridurre il tempo di movimentazione e ridurre gli errori.

Successivamente ogni computer di ogni magazziniere è stato dotato di pistola ottica per poter leggere la detta etichetta.

Per non creare nuovamente confusione tra stock e produzione si è stampato con dei colori diversi, affidandosi quindi ad una semplice ed efficace tecnica di visual management; in particolare:

- Etichetta bianca: stock;
- Etichetta gialla: produzione.

5.3 La Modellazione Delle Linee

La seconda attività portata avanti ha previsto la modellazione delle linee di produzione.

In particolare, dopo aver individuato le varie ubicazioni di magazzino e di produzione, ed aver modellato le risorse che potevano essere richieste all'interno delle varie fasi di produzione, sia che si trattasse di assemblaggio delle macchine in linea, sia che si trattasse di gruppi funzionali, è stato necessario associare queste due precedenti modellazioni al fine di permettere la conclusione delle modellazioni del reale.

In particolare, una delle criticità del nuovo gestionale riguarda l'estrema precisione di associazione dei pezzi con le fasi ed i gruppi di risorse precedentemente creati.

Questo sta a significare che se si crea un'associazione del tipo LN2_P1, cioè il magazzino a bordo-linea della prima fase della linea 2, con L021, cioè la risorsa che sta nella prima fase della stessa linea, il gestionale non consentirà l'associazione di un materiale, necessario in prima fase e prelevato dal rispettivo operatore, giacente però in LN2_P2.

La precedente criticità non è invece presente sulla linea del piano alto, che, non avendo un magazzino a bordo-linea, ma un carrello che segue la macchina dall'inizio alla fine, necessita solamente di un'associazione tra risorsa della fase e fase in cui sta operando.

In questo caso, infatti, il materiale, risultando effettivamente prelevato tutto appena il carrello entra in linea, ha la particolarità di scaricare tutto il materiale della distinta al suo ingresso in prima fase.

Questo accorgimento, volendo, era possibile trasportarlo anche nelle precedenti linee, andando a creare una unica zona di prelievo su tutte e tre le linee, chiamata LNX_P0, così da non dover necessariamente dividere il materiale in maniera precisa come richiesto dal gestionale.

La citata forzatura però è stata scartata in favore di una modellazione quanto più possibile aderente al reale, così da garantire una miglior comprensibilità di quanto accadesse effettivamente nelle varie ubicazioni, garantendo al tempo stesso la possibilità di frammentare efficacemente le giacenze, cosa impossibile da fare nel precedente gestionale.

Il processo di modellazione delle varie linee, è stato propedeutico alla fase finale di modellazione dell'intero processo produttivo in officina, ossia la validazione dei cicli di produzione della macchine.

Alla fine di questa fase dunque si è andati ad associare ad ogni zona di produzione della linea una ed una sola risorsa “umana”. Stessa cosa, ovviamente è stata effettuata con la zona dei pre-montaggi.

Il risultato finale, al piano delle bordatrici, è stato il seguente:



Fig 5.7, Modellazione finale reparto bordatura, MiniMax

6 Conclusioni

Giunti a questo punto è indispensabile fornire qualche conclusione sia a livello di efficienza dei processi produttivi che a livello economico.

Prima di iniziare è opportuno puntualizzare che il reparto sarebbe stato capace di produrre il numero di macchine richiesto nel 2018 anche senza passare attraverso questo progetto, ma è altrettanto vero che lo avrebbe fatto con notevoli sprechi, come ad esempio il WIP e con performance di efficienza sicuramente minori.

Per fare un esempio di efficienza raggiunta è importante puntualizzare che la FTE totale del reparto bordatura non è aumentata in seguito alla trasformazione, guadagnando, però, una persona completamente addetta ai carrelli KIT. Questa persona, inoltre, non è stata prelevata dalle piazzole di collaudo o dall'area di premontaggio dei gruppi funzionali, ma apparteneva proprio dalla linea di montaggio, confermando la grande potenzialità di recupero di efficienza espressa dal montaggio delle bordatrici.

È importante poi ribadire come l'intero progetto abbia avuto come obiettivo esclusivamente la linea di produzione, non andando ad incidere minimamente sul collaudo, la chiusura, o la zona alto rotanti (che è stata solo spostata come posizione).

Per dare una dimensione a quanto importante possa essere stato il recupero di efficienza è possibile snocciolare alcuni dati che fanno riferimento al modello più prodotto all'interno del reparto, cioè la bordatrice ME 35 che rappresenta il 60% della produzione totale della gamma bordatrici di MiniMax: su questa macchina la riduzione del tempo di assemblaggio è stata pari al 17%.

Considerando il numero di ME 35 che escono ogni giorno dalla linea, questa riduzione di tempo garantisce un risparmio, a parità di macchina, tra prima e dopo la trasformazione Lean di circa 260€. È quindi possibile affermare che, basandoci solamente sul risparmio ottenuto sul montaggio della macchina precedentemente citata, il payback period è di circa 270 giorni (Fig. 6.1). Ovviamente questo intervallo temporale risulterà più basso, poiché le tutte le macchine assemblate sulla linea beneficiano di questa trasformazione, ma per importanza e presenza sul mercato si è preferito basare tutto il calcolo sulla ME 35.

In conclusione è bene dunque dire che è necessario non fermarsi a quanto già conseguito con questo primo progetto di miglioramento, ma, in accordo con la filosofia della lean manufacturing bisogna continuare ad analizzare i processi per trovare sempre nuove possibilità di innovazione. Per fare un semplice esempio, ci si potrebbe chiedere se una rivisitazione del layout delle postazioni di assemblaggio possa portare a dei miglioramenti di efficienza ma anche di sicurezza per gli operatori che si trovano a lavorare spesso con oggetti pesanti e difficili da manipolare. Questo potrebbe avvenire con un altro progetto pilota da poi eventualmente estendere all'intera officina.

Da quanto si può apprendere dai capitoli precedenti il reparto della bordatura, ed in particolare con l'introduzione del nuovo sistema gestionale, la Ute intera, si è affacciata verso un cambiamento di tipo radicale che continuerà sicuramente nei prossimi anni con l'estensione del progetto lean su tutte le altre 3 linee di produzione, introducendo i concetti di asservimento del materiale e di eliminazione del WIP, che la porteranno ad allinearsi alle altre linee di produzione del gruppo SCM.

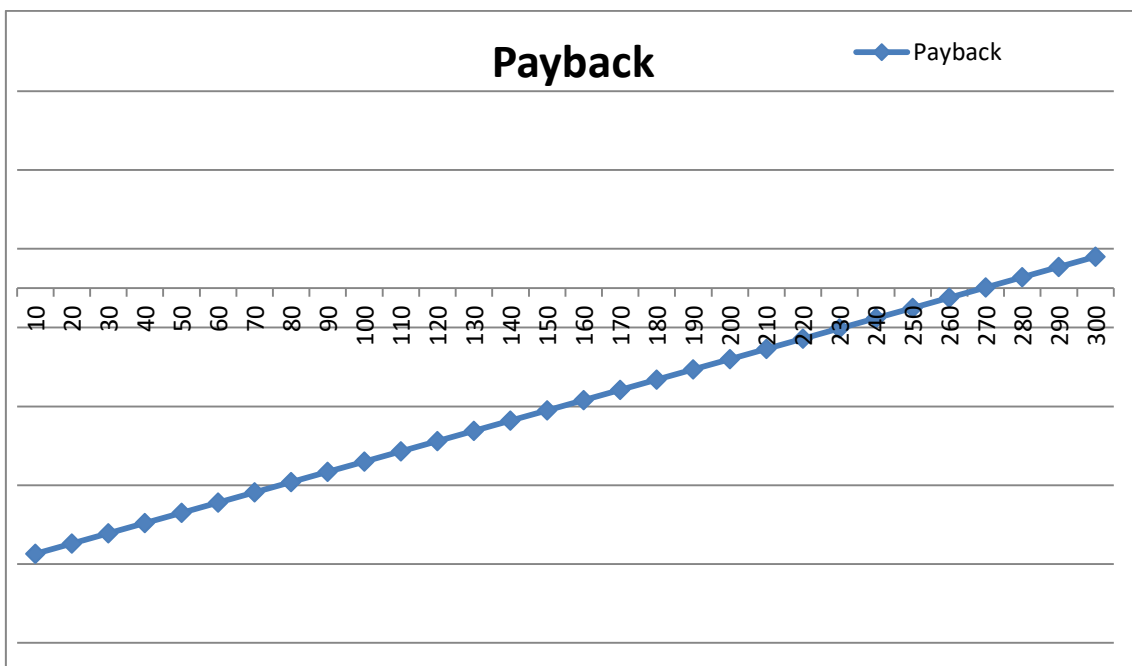


Fig. 6.1, Payback period investimento, SCMGroup

Bibliografia e sitografia

1. <http://www.serramentinews.it/2018/02/09/valore-macchine-per-la-lavorazione-del-legno-2017-chiude-sopra-i-2-miliardi/>;
2. <https://www.scmgroup.com/it/scmwood/azienda/history/scm>;
3. <https://www.scmgroup.com/it/scmwood/azienda/history/minimax>;
4. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Taiichi Ohno, 1973;
5. <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/5s.html>;
6. http://venus.unive.it/faccipie/processi/gestpro/Gest_cap.pdf;
7. <http://qualitiamo.com/articoli/heijunka.html>;
8. <http://my.liuc.it/MatSup/2002/Y71015/parte2MIS.pdf>;
9. https://www.politesi.polimi.it/bitstream/10589/83361/1/Tesi_Finale_2.pdf;
10. <http://www.mirafiori-accordielotte.org/home2/tecniche-di-contrattazione-della-prestazione-di-lavoro/il-sistema-di-regole-vigente/la-cronotecnica-come-modello-tecnico-scientifico/>;