

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale

In Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

Magna Lighting S.p.A.: Logistic line 4.0 Redesign



Relatore

Maurizio Galetto

Candidato

Giorgia Lupo

Anno accademico 2021/2022

*Ai miei genitori, a mio fratello e ai miei nonni,
semplicemente la mia FORZA.*

Indice

INTRODUZIONE.....	0
1. SGUARDO GENERALE ALLA LEAN PRODUCTION	1
1.1. PRINCIPI CHIAVE DELLA LEAN PRODUCTION.....	2
1.2. I SETTE SPRECHI	3
1.3. IL MIGLIORAMENTO CONTINUO: KAIZEN	6
1.4. IL METODO PDCA	6
2. VISUAL MANAGEMENT	11
2.1. COME APPLICARE UNA STRATEGIA DI VISUAL MANAGEMENT	12
2.2. IL METODO DELLE 5S/6S.....	14
2.2.1. <i>Applicazione delle 5S alle attività della logistica</i>	19
2.3. VALUE STREAM MAPPING	26
2.3.1 <i>VSM: Current State della linea pilota</i>	28
2.4. VISUAL PLANNING.....	30
2.5. A3 PER IL PROBLEM SOLVING.....	32
3. LEAN LOGISTICS.....	35
3.1. SUPPLY CHAIN	35
3.2. FASI DELLA LOGISTICA	36
3.2.1. <i>L'intralogistica 4.0</i>	38
3.2.2. <i>Tecnologia ERP</i>	40
3.3. LOGICA PUSH E LOGICA PULL.....	41
3.3.1. <i>Principali problemi di stock</i>	44
3.4. STRUMENTI DELLA LEAN LOGISTICS.....	44
3.5. CASO STUDIO: LINE FEEDING NEL REPARTO DI PRODUZIONE DI MAGNA LIGHTING S.P.A.....	51
3.5.1. <i>Situazione AS IS</i>	52
3.5.2. <i>Mappatura del flusso, PFEP, Software PQM</i>	54
3.5.3. <i>Miglioramento continuo</i>	72
4. PROCESSO KANBAN	75
4.1. LAVAGNE KANBAN	77
4.2. KANBAN DI PRELIEVO	78
4.2.1. <i>E – Kanban</i>	79
4.3. KANBAN DI PRODUZIONE	80
4.4. KANBAN: I VANTAGGI	81

4.5.	CASO STUDIO: APPLICAZIONE KANBAN SULLA LINEA PILOTA	82
4.5.1.	<i>Procedura di applicazione del Kanban al corpo BMW</i>	87
4.5.2.	<i>Procedura di applicazione del Kanban all'intera pressa 31</i>	90
4.5.3.	<i>Rischi dell'implementazione kanban</i>	96
5.	AVG: AUTOMATED MATERIAL HANDLING	99
5.1.	TIPOLOGIE.....	99
5.2.	VANTAGGI E BENEFICI.....	103
5.3.	SISTEMA DI GESTIONE	104
5.4.	CASO APPLICATIVO: AVG UTILIZZATO PER L'ASSERVIMENTO DEL REPARTO STAMPAGGIO.....	104
5.4.1.	<i>Situazione AS IS</i>	105
5.4.2.	<i>Situazione TO BE</i>	108
6.	MAGAZZINO VERTICALE AUTOMATICO 4.0	111
6.1.	COME FUNZIONA	114
6.2.	VANTAGGI PER L'AZIENDA.....	116
6.3.	APPLICAZIONE DEL MAGAZZINO VERTICALE AUTOMATICO.....	118
6.3.1.	<i>Analisi ABC</i>	121
6.3.2.	<i>Analisi ABC applicata al magazzino dei componenti</i>	123
6.3.3.	<i>Utilizzo del magazzino verticale automatico</i>	125
6.3.4.	<i>Processo del flusso dei materiali elettronici da ICAM alle linee di produzione</i>	129
7.	CONCLUSIONI.....	131
8.	SITOGRAFIA.....	133
9.	BIBLIOGRAFIA	137

Indice delle figure

1 LINEA DEL TEMPO RELATIVA ALL'EVOLUZIONE DEL METODO DI LAVORO AZIENDALE	1
2 ESEMPIO DI MATRICE IMPATTO - FATTIBILITÀ.....	9
3 ACTION PLAN DELLE ATTIVITÀ DA SVOLGERE	19
4 ESEMPIO DI CARTELLINO STANDARD RULLIERE.....	21
5 ESEMPIO CARTELLINO STANDARD MAGAZZINO	22
6 ESEMPIO LAVAGNA SQTCM.....	24
7 ESEMPIO DELLA JES CON LE ATTIVITÀ PER L'ASSERVIMENTO DEI COMPONENTI.....	25
8 CONTINUAZIONE DELLA JES CON INDICAZIONI SUI DISPOSITIVI DPI	26
9 ESEMPIO DI PACEMAKER PROCESS	28
10 VSM, CURRENT STATE DEI CORPI DELLA LINEA 17.....	29
11 VSM, FUTURE STATE DEI CORPI DELLA LINEA 17.....	30
12 ESEMPIO DELL'APPLICAZIONE DEL METODO A3 IN MAGNA.....	34
13 LOGICA PUSH	41
14 LOGICA PULL	42
15 ESEMPIO DI TRATTORE ELETTRICO UTILIZZATO PER L'ASSERVIMENTO DELLE LINEE DI ASSEMBLAGGIO	46
16 ESEMPIO FUNZIONAMENTO MIZUSUMASHI.....	47
17 ESEMPIO PRIMA E DOPO L'UTILIZZO DEL SUPERMARKET	50
18 RAPPRESENTAZIONE MIGLIORAMENTO DA FORKLIFT A TRENO ELETTRICO.....	50
19 VSM LINEA PILOTA	57
20 ESEMPIO DELLA ROTTA FISSA DELLA LINEA 17 CON I RELATIVI STOP.....	59
21 LAYOUT PRIMA E DOPO	60
22 ANDAMENTO DELL'OEE.....	60
23 ESEMPIO DI PICKING LIST	66
24 LOGISTIC DOWNTIME DA GENNAIO 2022 A OTTOBRE 2022	70
25 MIGLIORAMENTO DEL FLUSSO, PRIMA E DOPO.....	73
26 KANBAN LOOP.....	76
27 ESEMPIO DI KANBAN DI PRELIEVO	79
28 VSM CURRENT STATE, CORPO LINEA 17.....	83
29 AREA KANBAN NELLO STABILIMENTO MAGNA S.P.A. CON NASTRI COLORATI	86
30 ESEMPIO DI CARTELLINO KANBAN	87
31 ESEMPIO DI RASTRELLIERA	88
32 ESEMPIO DI AGV A GUIDA LASER.....	100
33 ESEMPIO DI AGV CON NAVIGAZIONE A SPOT	101
34 ESEMPIO AGV CON TRASPORTO PALLET	101

35 ESEMPIO AGV CON TRASPORTO RULLIERE	101
36 ESEMPIO STAZIONE CON SOLLEVATORE.....	102
37 ESEMPIO STAZIONE PER CONTENIMENTO PALLET	102
38 VSM FLUSSO STAMPAGGIO	105
39 LAYOUT STABILIMENTO	106
40 LEGENDA DEL LAYOUT	106
41 SCHEMA FLUSSO ASSERVIMENTO STAMPAGGIO	108
42 ESEMPIO DI MAGAZZINO VERTICALE AUTOMATICO.....	115

Indice delle tabelle

TABELLA 1: ESEMPIO DI PFEP COMPLESSIVO	63
TABELLA 2: RIEPILOGO SIMULAZIONI	68
TABELLA 3: SAVINGS DERIVANTI DA CHIAMATA E-KANBAN	70
TABELLA 4: IMPLEMENTAZIONE CHIAMATA KANBAN	71
TABELLA 5: PFEP LINEA 17	85
TABELLA 6: CALCOLO POSTI PALLET NECESSARI PER KANBAN	86
TABELLA 7: STOCK WK 15 E WK 16.....	89
TABELLA 8: STOCK WK 17 E KANBAN	89
TABELLA 9: RIDUZIONI.....	89
TABELLA 10: ANDAMENTO DELLO STOCK PRE E POST KANBAN	90
TABELLA 11: DATI RELATIVI AI COMPONENTI E ALLA LINEA DI ASSEMBLAGGIO	92
TABELLA 12: DATI RELATIVI ALLO STAMPAGGIO E ALLA METALLIZZAZIONE	92
TABELLA 13: CARATTERISTICHE GENERALI	93
TABELLA 14: DOMANDA SETTIMANALE MEDIA E RELATIVI CALCOLI	93
TABELLA 15: ANALISI DELLO STOCK NECESSARIO PER IL KANBAN	95
TABELLA 16: TABELLA DI CALCOLO DELL'INDICE DI SATURAZIONE DEL MAGAZZINO	120
TABELLA 17: GRAFICO SATURAZIONE DEL MAGAZZINO.....	120
TABELLA 18: GANTT DELLE ATTIVITÀ PER UTILIZZO ICAM.....	125
TABELLA 19: CALCOLI POSTI DISPONIBILI IN ICAM E ASSUNZIONI.....	126
TABELLA 20: FILE RIASSUNTIVO ASSEGNAZIONE VASSOI ICAM	127
TABELLA 21: TABELLA RIASSUNTIVA KPI	129
TABELLA 22: RAPPRESENTAZIONE DEL FLUSSO.....	130

Abstract

Effettuare un passaggio di logica verso una direzione maggiormente Lean non è semplice, soprattutto se lo stabilimento in cui si vuole effettuare questo cambiamento, è ben ancorato al tradizionale metodo PUSH. Il primo passo da compiere per andare nella nuova direzione consiste nella riprogettazione di tutti i flussi logistici, cercando di renderli più snelli e standardizzati con l'introduzione di strumenti e metodi PULL.

Il Visual Management è un sistema di gestione dei processi che, attraverso l'utilizzo di segnali e immagini, pone le basi per l'implementazione di progetti volti all'ottimizzazione dei processi produttivi, attraverso l'eliminazione dei muda.

Su questi principi, all'interno dello stabilimento Magna Lighting S.p.A, è stato possibile affrontare il metodo della Lean Logistics partendo da una iniziale linea teorica messa poi in pratica con la trasformazione dei processi di line feeding verso una logica PULL.

Risalendo al processo immediatamente precedente all'asservimento logistico delle linee di produzione (line feeding), è stato poi studiato un sistema a chiamata kanban per sincronizzare i processi e ridurre la quantità di stock immobilizzata.

Questa evoluzione può essere supportata dalle nuove tecnologie 4.0 (AGV e Magazzino verticale automatico) che integrate ai processi Lean, possono permettere allo stabilimento il raggiungimento di un più alto livello di performance.

Introduzione

“L'illuminazione esterna è sempre più un elemento di differenziazione stilistica che migliora la sicurezza attraverso una migliore visibilità del veicolo. Magna Lighting è leader nella progettazione, ingegnerizzazione e produzione di sistemi di illuminazione di alta qualità, con esperienza in fari, fanali posteriori e piccole luci.”¹

Magna International è una multinazionale nel settore Automotive che conta 11 gruppi differenti, tra cui anche Magna Lighting. Nel 2018 ha acquisito Olsa S.p.A, azienda di fanali per automotive con sede a Rivoli, Moncalieri e Santena.

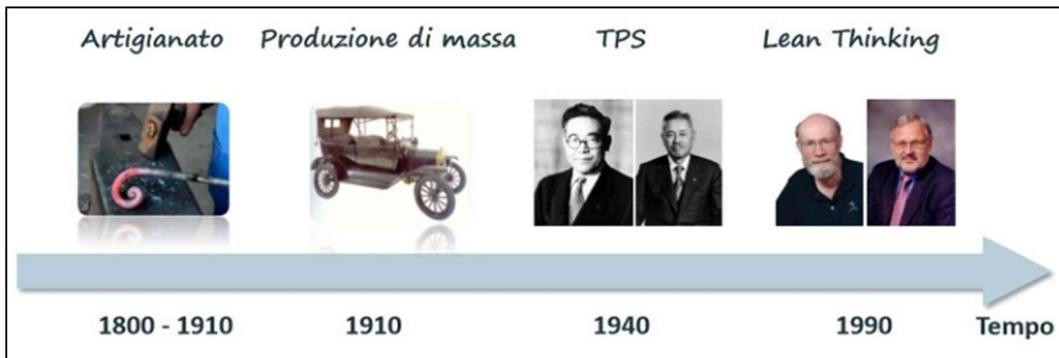
A seguito dell'acquisizione, sono stati effettuati degli studi per l'implementazione di meccanismi “snelli” per creare un sistema di produzione Lean. Questo sistema non riguarda unicamente la produzione ma è soprattutto volto all'ottimizzazione dei processi logistici, all'asservimento linee di produzione, ai processi di sviluppo...

L'obiettivo aziendale è il raggiungimento della sincronizzazione di tutti i processi presenti all'interno dello stabilimento per creare un sistema di produzione efficiente. Il punto di partenza consiste quindi nel miglioramento di tutti i flussi che mettono in comunicazione i vari reparti, ovvero il line feeding inter-operazionale.

¹ Tratta dal sito Magna Lighting: [Magna Lighting | Magna](#)

1. Sguardo generale alla Lean Production

La filosofia Lean, "Lean Thinking", nasce tra gli anni '60 e '90 in Giappone con il noto "Toyota Production System", un metodo differente dalla produzione di massa e in serie, che si basa sull'organizzazione della produzione utilizzando le risorse disponibili nel modo più produttivo possibile. Vuole eliminare tutte quelle attività che non sono di valore aggiunto per l'impresa, come movimentazioni non necessarie del materiale, imprecisioni e poca accuratezza che causano conseguenti sprechi o rilavorazioni, produzione eccessiva che crea unicamente stock e capitale immobilizzato non necessario.



1 Linea del tempo relativa all'evoluzione del metodo di lavoro aziendale

Il Toyota Production System, TPS, è un sistema integrato di pratiche gestionali volto al miglioramento continuo (Kaizen) che basa tutti i processi sulla soddisfazione del cliente.

1.1. Principi chiave della Lean Production

L'implementazione della metodologia della Lean Production richiede il rispetto di cinque principi chiave che ne delineano il sistema di gestione.

Principio 1 – definire il VALORE: è necessario comprendere quale sia il valore su cui focalizzare l'attenzione. La centralità del cliente è l'elemento alla base del Lean thinking: tutta la produzione si attiva quando il cliente lo richiede, cercando di soddisfarne le esigenze. E' fondamentale definire in modo chiaro il valore di uno specifico prodotto o servizio dalla prospettiva del cliente così che si possa procedere alla rimozione di tutte le attività *muda*.

Principio 2 – identificare il FLUSSO DEL VALORE: è importante lavorare su tutte le attività presenti nell'azienda per classificarle in base al valore. Esistono:

- attività che creano valore aggiunto e sono quelle su cui bisogna effettuare studi approfonditi per un miglioramento continuo;
- attività che possono essere eliminate poiché non portatrici di valore;
- attività che di per sé non creano valore ma sono indispensabili dati i sistemi di produzione e gestione presenti nello stabilimento.

Principio 3 – fare scorrere il FLUSSO: si deve mappare il flusso di valore, cercando di eliminare tutti gli sprechi identificati. Bisogna poi focalizzarsi sul sincronizzare tutte quelle attività che sono portatrici di valore, sia nell'ambito dell'organizzazione del

lavoro, che in quello della riprogettazione dei layout che nella gestione e ottimizzazione dei flussi di informazioni e di materiale.

Principio 4 – fare TIRARE la produzione dal cliente: le attività a valore devono scorrere senza interruzione ma, allo stesso tempo, devono essere “tirate” dal cliente per evitare di creare un costo senza generare valore. Questo principio riguarda prevalentemente lo stock e le scorte da parte del produttore. L’obiettivo è quello di produrre quando e quanto richiesto dal cliente e non “a stock”, per evitare una sovra allocazione del magazzino e quindi capitale immobilizzato che non solo non crea valore ma genera un costo. Questo principio richiede un cambio di mentalità e apparentemente una rinuncia alle “economie di scala”. Ne conseguono però numerosi benefici, primo tra tutti la stabilizzazione della domanda da parte del cliente finale, che riduce il rischio di creazione di una quantità eccessiva di stock che potrebbe diventare obsoleta.

Principio 5 – ricercare la PERFEZIONE: è l’ultimo principio perché consiste nel controllare che quanto è stato implementato, prosegua nella perfezione, con l’ottica di un continuo miglioramento. Questo è possibile a seguito di una riorganizzazione di tutti i processi affinché siano sincronizzati. Il processo di miglioramento non raggiunge l’effettiva perfezione perché il valore per il cliente cambia nel tempo e costringe l’azienda ad un adattamento.

1.2.I sette sprechi

La filosofia lean si basa principalmente sul tentativo di individuare ed abbattere i muda. Sono state individuate in particolare sette categorie di sprechi.

Sovraproduzione. Questa prima categoria si riferisce alla produzione anticipata o alla produzione di un'eccessiva quantità rispetto alla richiesta del cliente. Questo muda è prevalente quando la produzione è organizzata a lotti, ovvero la quantità di pezzi da produrre è pianificata ex ante rispetto agli ordini dei clienti. Rappresenta la peggior forma di spreco perché, oltre a generare a catena delle attività di non valore, è la più complessa da abbattere. Sono infatti necessari degli interventi strutturali sull'intera organizzazione, che richiedono tempo e costi.

Per evitare di incorrere in questo spreco è necessario avere una pianificazione dinamica in grado di rispondere alla domanda del cliente, dei processi flessibili in grado di adattarsi velocemente ad eventuali cambi programma ed anche processi stabili nel tempo.

Attesa. Tutti i tempi di attesa non strettamente necessari sono fonte di spreco perché non creano valore aggiunto e tolgono tempo ad attività da cui dipende il fatturato e la soddisfazione del cliente. Le principali attese sono dovute ad errori nel calcolo dei cicli di lavoro, attese per attrezzaggio dei macchinari, fermi non previsti, fermi imputabili alla logistica... E' quindi importante effettuare delle attente valutazioni dei tempi di attesa dei prodotti e definire delle strategie per abatterli o comunque ridurli.

Trasporto. Questo spreco consiste nel movimento inutile dei materiali tra i vari processi o aree di lavoro. Effettuare handling non necessario implica saturare le risorse con attività a non valore e quindi un costo per l'azienda. Continue movimentazioni inoltre possono danneggiare i materiali e causare ritardi di produzione.

Sovra-processo. Il sovra-processo è legato al superamento dello standard richiesto dal cliente, ovvero sforzi che non aggiungono

valore al prodotto dal punto di vista del cliente. Spesso è dovuto alla produzione di caratteristiche non richieste.

Scorte. Le scorte riguardano sia i prodotti finiti che le materie prime e i semilavorati. Risultano essere uno spreco perché aumentano i costi operativi dell'azienda. Se viene prodotto più di quanto richiesto, si ha sia uno spreco di sovrapproduzione che di trasporto perché qualcuno deve incaricarsi di movimentare questi materiali stoccandoli a magazzino. Questi possiedono un costo di gestione che aumenta con l'ubicazione di una scorta non prevista poiché peggiora l'indice di rotazione. Un'ulteriore conseguenza negativa che ne deriva consiste nell'aumento del lead time che aumenta il rischio di obsolescenza. Corrisponde al tempo di attraversamento dei materiali, calcolato come il rapporto tra la giacenza e l'uscita media nell'unità di tempo.

Rilavorazione. Questo spreco consiste in una rilavorazione di un difetto. E' un'operazione aggiuntiva rispetto al ciclo standard che si porta dietro un costo non preventivato. E' molto importante che si presti attenzione ai pezzi non conformi, siano essi difettosi, scarti o materiali rilavorabili perché si devono comprendere le cause radice in modo da abatterle e non rischiare di causare delle escalation e ritorni dal mercato.

Movimentazione. Si differenzia dal trasporto perché questa attività avviene nella stessa area di lavoro. È legata alla scarsa ergonomia dei materiali che richiedono quindi spostamenti brevi ma continui. Migliorando la movimentazione si ottiene un diretto miglioramento della produttività.

1.3. Il miglioramento continuo: KAIZEN

Il miglioramento continuo è uno dei principali metodi su cui si basa la filosofia Lean (insieme alla centralità del cliente e alla creazione di valore aggiunto). Il termine specifico con cui si indica deriva dal Giapponese "KAIZEN", letteralmente "cambiamento meglio". Consiste appunto in un cambiamento rispetto alla situazione attuale: il KAIZEN è un processo lento, non immediato in cui si susseguono piccoli passi volti al miglioramento degli aspetti che non funzionano all'interno del processo produttivo o logistico.

Il metodo Kaizen è l'insieme delle tecniche che aiutano ad analizzare ed aumentare l'efficacia operativa. Al centro del miglioramento ci sono i dipendenti che devono essere predisposti nel ricercare ed individuare i problemi e gli sprechi per suggerire piccoli ma continui miglioramenti lungo il percorso. Gli ostacoli e gli errori devono essere visti come possibili opportunità da sfruttare per ottenere benefici e vantaggi.

L'obiettivo del KAIZEN è il raggiungimento della perfezione e per questo sono presenti numerosi strumenti (trattati nei paragrafi e capitoli successivi) che utilizzati parallelamente, possono tendere a questo "asintoto": anche quando si pensa di aver raggiunto la perfezione, ci si accorge che così non è, tutto può essere migliorato. La perfezione raggiunta diventa semplicemente uno standard che può e deve essere nuovamente migliorato.

1.4. Il metodo PDCA

Attuare il metodo kaizen in azienda significa estenderlo a tutti i processi produttivi e non ottimizzabili, tenendo sotto controllo i progressi attraverso i KPI. Questo avviene seguendo il metodo

PDCA, noto come ciclo di Deming che consiste in fasi successive e ricorsive.

PLAN. E' la fase in cui si identifica il problema. E' importante riconoscerlo e quantificarlo attraverso l'utilizzo dei KPI. Si identificano le cause radice e quindi le possibili soluzioni, definendo tutte le attività o azioni migliorative. Prevede anche una pianificazione della strategia da perseguire per il raggiungimento degli obiettivi;

DO. Il passo successivo prevede di mettere in atto il piano di lavoro pianificato, analizzando le criticità seguendo la tecnica dei "5 perché". È una tecnica usata per l'analisi delle cause scatenanti che si pone come obiettivo la valutazione del perché si è verificato un certo evento ed i motivi della sua presenza.

CHECK. Si verifica l'efficacia delle soluzioni definite durante il plan ed implementate nel do. La verifica utilizza i KPI definiti nella fase di plan. E' utile identificare i possibili problemi e sprechi che possono derivare dalle strategie di azione messe in atto per poter agire tempestivamente, effettuando cambiamenti laddove necessario.

ACT. L'ultimo step rappresenta la fase di standardizzazione e mantenimento delle soluzioni adottate e verificate. Il fine è quello di evitare ripetizioni dei problemi e diffondere le soluzioni.

Da questo strumento si ottengono notevoli vantaggi:

- il miglioramento dei processi produttivi;
- l'ottimizzazione dei costi;
- la creazione di valore aggiunto;

- la standardizzazione di alcune attività per favorire e stimolare l'apprendimento.

Il rischio del PCDA è quello di introdurre in modo frettoloso e poco accurato, nella fase del "do", delle soluzioni e contromisure fittizie, che non risolvono il problema alla radice. E' quindi importante agire seguendo i passaggi del PDCA in modo corretto, definendo in modo preciso la fase di "plan".

Si devono identificare il problema e la causa radice in modo da focalizzare l'attenzione solo su di essi. Bisogna definirli in modo preciso e dettagliato, rendendosi conto se la situazione è effettivamente chiara. E' poi utile quantificare il problema e darne una valutazione in termini di impatto economico.

Poiché possono coesistere diversi progetti di miglioramento, un'ulteriore azione che permette di ottenere risultati ottimali consiste nel prioritizzarli. Non tutte le soluzioni identificate infatti hanno la stessa importanza e lo stesso impatto sul problema. Si devono identificare quelle azioni che hanno il miglior rapporto costo/beneficio e per questo esiste la matrice impatto – fattibilità.

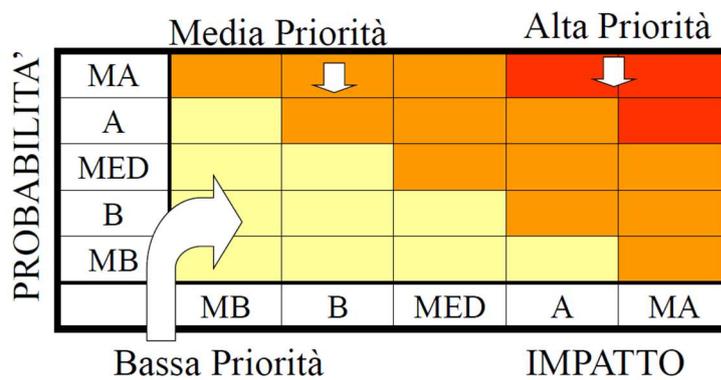
Sul grafico gli assi rappresentano sia l'impatto sul processo, ovvero il beneficio economico derivante dall'attuazione della contromisura sul processo, linea, reparto... (basso o alto) che la fattibilità economica e tecnica delle contromisure, ossia quanto è semplice implementare la soluzione (facile o difficile).

Sia i benefici che gli impatti vengono rappresentati su una scala numerata crescente in cui si devono definire preventivamente i criteri di classificazione differenziati a seconda degli obiettivi aziendali.

Da questa analisi si può stimare l'indice di priorità:

$$\text{Indice di priorità} = \text{Impatto} \times \text{Fattibilità} \quad [1]$$

In questo modo è possibile definire una pianificazione per implementare le soluzioni e le contromisure identificate.



LEGENDA:

MA= molto alto; A= alto; MED= medio; B= Basso; MB= molto basso

2 Esempio di matrice impatto - fattibilità

2. Visual Management

Uno dei fondamenti del Toyota Production System è lo strumento del Visual Management, spesso sottovaluto o trascurato che però si trova alla base di qualsiasi iniziativa di miglioramento continuo. Nei paragrafi a seguire verranno descritti in modo dettagliato alcuni degli strumenti principali da esso utilizzati.

La comunicazione visiva è un elemento chiave per rendere accessibili a tutti le informazioni relative all'andamento complessivo dell'azienda. Questo permette di creare processi più efficienti ottenendo grandi "savings" con piccoli sforzi.

Il visual management è un metodo che si occupa della gestione a vista applicata a tutti i processi di un'azienda, rappresentando le informazioni in modo visibile in modo che siano fruibili da tutti. L'obiettivo è quello di economizzare i processi di produzione, il tempo, i costi e la comunicazione e collaborazione tra i membri del team. Utilizza dei segnali visivi presentati in modo semplice, chiaro e comprensibile per condividere le informazioni in modo che il posto di lavoro sia esplicativo ed ordinato. Questo permette di evitare tutti quegli sprechi che, come dice la parola stessa non portano ad un valore aggiunto, anzi, spesso fanno perdere tempo e ricavi all'azienda. Fa sì che non ci siano difficoltà nell'individuare e reperire la merce di cui si ha bisogno, nell'individuare una posizione, nel sapere se la produzione stia lavorando in modo più o meno efficiente... permettendo agli stessi lavoratori di auto-controllarsi e cercare di migliorarsi continuamente perché incentivati ad ottenere risultati sempre migliori.

Può essere quindi definito come una strategia per ottenere dei processi standardizzati e stabili ma è anche molto utile in fase di

decisioni da prendere per il miglioramento delle prestazioni aziendali.

Poiché tutte o comunque la maggior parte delle informazioni relative agli stati di avanzamento dei processi sono istantaneamente fruibili, si riesce ad avere evidenza delle possibili problematiche e da queste si possono definire delle strategie per abbatterle o per trasformarle in opportunità per il miglioramento.

La visualizzazione risulta rilevante per monitorare l'andamento dei processi poiché, secondo degli studi, l'uomo è in grado di memorizzare circa l'80% di ciò che vede. Gli strumenti visivi pertanto influenzano, limitano e dirigono il comportamento, facilitando il lavoro e ottenendo di conseguenza performance migliori.

Un esempio è rappresentato dal Codice della strada: la strada è un luogo visivamente strutturato in cui sono stati definiti degli standard relativi ai cartelli e agli strumenti di indicazione a cui è stato associato uno specifico significato. Questi sono globalmente comprensibili, ovvero tutti sono consapevoli che il cartello di stop indica che è necessario fermarsi, che quando il semaforo è di colore verde si può procedere... Tutto questo rende il traffico molto più fluido, evitando situazioni caotiche e pericolose.

2.1. Come applicare una strategia di Visual Management

Una strategia di Visual Management si basa su un'analisi approfondita di ogni aspetto riguardante le varie attività. E' quindi necessario definire degli standard e organizzare l'azienda

cercando di sistemare e ordinare i vari reparti in modo che siano facilmente analizzabili.

Separare i vari processi di produzione serve ad aumentare l'efficacia e la rapidità di un team di lavoro. Questo ovviamente deve essere sostenuto da un'organizzazione chiara e comprensibile per dare un supporto laddove necessario.

All'interno di uno stesso reparto, che sia questo logistico, di produzione, di assemblaggio...è importante avere un team organico dotato di polivalenza in modo da poter allocare le risorse nel modo più opportuno, sapendo gestire eventuali problematiche come mancanza materiale, assenteismo...

Questa ottimizzazione delle risorse deriva anche dal coinvolgimento del team nel miglioramento dello stile di vita: si può migliorare la vita dei lavoratori dell'azienda cercando di evitare contrasti tra colleghi o problemi che influiscono sulla perdita di tempo e ricavi. E' necessario incentivarli e motivarli per ottenere KPI positivi e crescenti, coinvolgendoli nelle varie decisioni e processi.

Tutto questo è possibile e facilitato utilizzando la tecnica del Visual management che, come già detto, migliora la collaborazione tra i team, rende i processi più "lean" e permette una gestione e un'organizzazione in cui vengono minimizzati i "muda" di tutti i generi, tempo, costi, risorse...

Ci sono numerosi strumenti e tecniche che vengono a supporto del visual management:

- Tecnica delle 5S;
- VSM: value stream mapping;

- Kanban;
- Visual planning;
- Metodo A3 per il Problem Solving.

Nei paragrafi successivi sono descritti i principali strumenti, con una relativa applicazione pratica all'interno dello stabilimento Magna Lighting S.p.A..

Per il metodo Kanban è stato dedicato un intero capitolo, data la grande importanza e la quantità di analisi effettuate.

2.2. Il metodo delle 5S/6S

La metodologia delle 5S racchiude in cinque passaggi un metodo sistematico e ripetibile per l'organizzazione e l'ottimizzazione della postazione di lavoro, cercando di creare uno standard generale ed un certo ordine all'interno dell'azienda. Il fine è quello di eliminare tutto quello che non è strettamente funzionale all'attività svolta, al fine di incrementare il livello di sicurezza, efficienza, qualità e delle condizioni di lavoro. Fare 5S significa soprattutto coinvolgere le persone che lavorano nell'area e chiedere loro delle idee di miglioramento.

Si tratta di un vero e proprio programma 5S che presuppone una continuità, richiama il Kaizen e quindi il miglioramento continuo e i fondamenti del TPS. Questa tecnica quindi crea una struttura volta al miglioramento. Poiché l'organizzazione e l'ottimizzazione delle postazioni di lavoro sono perseguibili in tutti gli ambiti, le 5S possono essere associate sia alle aree di assemblaggio in produzione, che nei magazzini, negli uffici, nel laboratorio qualità...

Le 5S servono a:

1. Coinvolgere le persone in tutte le attività di miglioramento, rendendole partecipi al fine di cambiarne la mentalità, laddove necessario;
2. Migliorare le condizioni della postazione di lavoro riducendo gli sprechi
3. Creare un ambiente pulito e ordinato al fine di renderlo più snello;
4. Incrementare la sicurezza del posto di lavoro
5. Stimolare la standardizzazione del lavoro

Essendo un metodo per l'ottimizzazione del luogo di lavoro, è necessario che lo standard 5S venga fatto dalle risorse che lavorano in queste postazioni e che si occupano proprio dello svolgimento delle attività, supportate chiaramente da responsabili della produzione, dagli addetti del miglioramento continuo.

La tecnica 5S è una tecnica strutturata in cinque fasi per creare e mantenere lo standard, l'ordine e la pulizia nel posto di lavoro, al fine di eliminare gli sprechi che causano errori, difetti ed infortuni sul lavoro.

Le 5S si riferiscono a cinque parole giapponesi che sintetizzano i cinque passi principali di questa metodologia:

- **Seiri – Separare**: Separare tutto ciò che è utile nella postazione da ciò che è inutile. Ciò che è inutile crea unicamente caos, quindi inefficienza, perdita di tempo...;
- **Seiton – Riordinare**: Definire un posto per tutti gli oggetti ritenuti utili;
- **Seiso – Pulire**: Pulire eventuali criticità ed anomalie;

- **Seiketsu – Standardizzare:** Standardizzare e formalizzare con delle procedure standard le attività di gestione e di pulizia delle attrezzature, strumenti, componenti... per questo si utilizzano dei sistemi di verifica e gestione a vista;
- **Shitsuke – Sostenere o diffondere:** Dopo aver definito gli standard, è necessario diffonderli e metterli costantemente in discussione per innescare il miglioramento continuo.

Per intraprendere questa metodologia, è necessario pianificare le attività da svolgere, definendo l'area su cui si vogliono effettuare gli interventi e di conseguenza i miglioramenti. Successivamente si devono organizzare delle attività di formazione per informare il team sulle modalità operative di svolgimento, promuovendo lo standard work. E' necessario infine realizzare dei tabelloni in cui riportare le informazioni, le attività e i risultati ottenuti dal team di lavoro.

SEPARARE. E' molto importante documentare il miglioramento, pertanto è utile fare delle foto all'area di lavoro in cui si vogliono implementare le 5S in modo da poter valutare facilmente cosa è cambiato prima e dopo il cantiere. Gli oggetti devono essere suddivisi in oggetti utili e ben posizionati, utili ma senza una posizione ed infine oggetti inutili. Seguendo poi questa classificazione, si attuano delle azioni di modifica e miglioramento. Gli oggetti inutili devono essere eliminati, mentre quelli che non hanno una posizione devono essere identificati con un cartellino che indica la necessità di riposizionamento. E' possibile utilizzare dei cartelli diversi a seconda delle azioni da compiere per rendere lo strumento più visual. A valle delle azioni correttive, è poi

necessario stilare una checklist in cui si analizzano i punteggi assegnati e si effettua un confronto con la situazione PRE – 5S.

RIORDINARE. L'attività di identificazione degli oggetti continua anche in questa fase perché possono presentarsi nuovi oggetti nelle aree di lavoro che devono essere gestiti. Le attività da svolgere per portare a termine la 2° S, si basano sulla riorganizzazione dell'area di lavoro. E' importante delimitare le postazioni in modo da rendere immediata l'identificazione della posizione corretta ed il controllo della presenza o l'assenza di tutti gli strumenti necessari. Anche in questo caso è utile fare un confronto tra il prima ed il dopo, ricorrendo sia alle foto che alla compilazione della checklist.

PULIRE. In questa fase vengono spesso identificate delle anomalie, quindi è importante incentivare gli addetti alle pulizie a non limitarsi alla sola attività di pulizia ma anche a ricercare e identificare le sorgenti di sporco per trovare e adottare delle contromisure per evitare che lo sporco si ripresenti. E' utile definire una tabella con la frequenza di pulizia, gli strumenti utilizzati ed anche il responsabile dell'attività. Ciò che quindi porta al miglioramento continuo è l'apertura degli addetti nel ricercare possibili soluzioni per limitare l'insorgenza dello sporco, cercando di ridurre il tempo necessario per la pulizia.

STANDARDIZZARE. Standardizzare significa definire che quanto fatto rappresenta il nuovo modo di lavorare. E' quindi importante rendere evidenti i cambiamenti e comunicare a tutta l'azienda quali siano i corretti comportamenti da tenere. Uno strumento che può essere di supporto alla standardizzazione è l'istruzione operativa.

SOSTENERE/DFFONDERE. E' importante non perdere i miglioramenti ottenuti. Il team deve essere consapevole che il lavoro non è mai finito e che è necessario mantenere i risultati ottenuti. Uno degli strumenti per raggiungere questo obiettivo sono gli audit periodici.

Nel tempo, il metodo delle 5S si è arricchito di una nuova voce, ovvero la SICUREZZA, diventando il metodo a 6S. Si occupa dell'identificazione dei pericoli e sulla conseguente impostazione dei controlli preventivi per mantenere la sicurezza sul posto di lavoro. E' stata introdotta questa nuova "S" proprio per sottolineare la necessità di prestare attenzione ai problemi di sicurezza, per garantire che nessuna condizione venga trascurata. La sicurezza, soprattutto nella produzione, permette di raggiungere obiettivi legati alla riduzione di guasti alle macchine, produttività maggiore e migliore in termini di qualità ed efficaci programmi per la formazione.

I KPI utili per monitorare i progressi sono le foto del prima e del dopo, dei grafici per osservare l'andamento delle attività di miglioramento, posti su cartelloni ben visibili, i risultati degli audit che vengono svolti, la riduzione degli infortuni, la mentalità e la motivazione degli operatori...

La tecnica delle 5S porta quindi ad una serie di benefici:

- Riduzione dei movimenti per comprendere l'individuazione degli oggetti
- Ambiente di lavoro più "snello"
- Maggiore produttività ed efficienza
- Facilità d'identificazione della mancanza di un oggetto e quindi riduzione di attività di non valore aggiunto

- Maggiore sicurezza del posto di lavoro
- Propensione al Kaizen

2.2.1. Applicazione delle 5S alle attività della logistica

L'azienda Magna Olsa S.p.A segue lo standard MAFACT (Magna Factory Concept) che corrisponde alla road map della strategia di differenziazione. L'obiettivo del MAFACT è quello di creare un concetto di lavoro comune ed unico per tutte le divisioni Magna.

Questo standard, per quel che riguarda il visual management, richiede che ogni sede definisca un proprio standard 5S che si adatti al meglio al proprio modo di operare.

Periodicamente vengono effettuati degli audit, sia interni che esterni, per valutare la situazione e gli improvements dell'azienda secondo lo standard definito al fine di attribuire un punteggio di valutazione. Questo è rappresentativo delle modalità di lavoro dello stabilimento, quindi un buon punteggio è indice di una buona organizzazione e gestione interna.

E' stato realizzato un Action Plan con le attività da svolgere in cui gli stati dell'attività sono stati completati secondo il metodo PDCA.

MAGNA		Action Plan				Mafact		
		Plan	Do	Check	Act			
#	Registrazione Data	Descrizione	Responsabile	Commenti	Inizio	Data di Scadenza	Data fine	Stato
1	05/09/2022	Definizione rotte asservimento componenti e ritiro prodotto finito	XXXX		05/09/2022	30/09/2022	09/09/2022	●
2	05/09/2022	Definizione e posizionamento degli stop per le tradotte in base al punto 1	XXXXX		05/09/2022	30/09/2022	28/09/2022	●
3	05/09/2022	Realizzazione cartello impilabilità contenitori prodotto finito	XXXX		05/09/2022	30/09/2022	09/09/2022	●
4	05/09/2022	Realizzazione etichette delle rulliere lato linea per tutte le linee con chiamata attiva su PQM	XXXX		05/09/2022	30/09/2022	22/09/2022	●

3 Action plan delle attività da svolgere

Sono stati quindi individuati 11 punti da trattare cui applicare la tecnica delle 5S. Per ogni punto sono stati coinvolti gli operatori di riferimento al fine di definire regole e aree nel modo più corretto, comodo e chiaro. Di seguito vengono descritte le attività implementate per ogni singolo punto.

1. Insegna sopraelevata per prodotto finito

Nell'area "spedizioni" vengono posizionati i prodotti finiti provenienti dal reparto assemblaggio. Questi devono essere posizionati in aree specifiche, contrassegnate da Insegne sopraelevate standard. Devono contenere il brand cliente, il corporate logo e il logo aziendale del veicolo.

2. Stackability

I prodotti finiti vengono posizionati a terra e sovrapposti. E' stato realizzato un cartello in cui sono stati indicati la tipologia di contenitore, la foto del contenitore e il massimo carico di impilabilità.

3. Percorsi tradotte e stop

E' stato definito uno standard per l'indicazione delle rotte per l'asservimento logistico. Per ogni linea è stato individuato un percorso fisso da seguire, contenete anche i punti di stop dei treni elettrici incaricati dell'asservimento dei materiali alle linee di produzione. Per questa attività sono stati coinvolti gli operatori logistici, decidendo con loro dove posizionare gli STOP a terra. Sono stati definiti dei cartelli di due colori:

- Verde: utilizzato per gli STOP dei componenti
- Bianco: utilizzato per gli STOP per il prodotto finito

4. Standard Coverage

Per quanto riguarda l'asservimento, ogni componente deve essere posizionato su una precisa rulliera. E' per tanto importante definire un cartellino contenente tutte le indicazioni necessarie per l'organizzazione dei supermarket a bordo linea. Tale etichetta deve contenere l'ubicazione (ovvero la linea di riferimento), la descrizione del componente ed il relativo logo del prodotto finito, la quantità di pezzi per ogni cassetta, la scorta minima e massima che può essere presente sulla rulliera ed infine l'autonomia della rulliera completamente carica.

Linea: __		Logo	Descrizione componente
Codice componente			
Max:	n° max cassette su rulliera	Pezzi/box:	Autonomia:
Min:	n° min cassette su rulliera	n° pezzi nella cassetta	Autonomia di una rulliera piena

Legenda:	
	Dati da inserire
	Testo prestabilito
	Riempimento automatico

4 Esempio di cartellino standard rulliere

5. Traffico automezzi

Nell'area esterna allo stabilimento, sono stati affissi dei cartelloni contenenti l'indicazione dell'area di riferimento (carico/scarico merci) con a terra la segnaletica stradale da rispettare.

6. Rulliere conformi allo standard

Le rulliere devono avere un'inclinazione con angolazione tale da permettere la discesa automatica delle cassette. Le altezze devono rispettare le soglie ergonomiche.

Devono essere rappresentate a terra le aree di delimitazione di ogni singola rulliera per avere posizioni definite e ordinate. E'

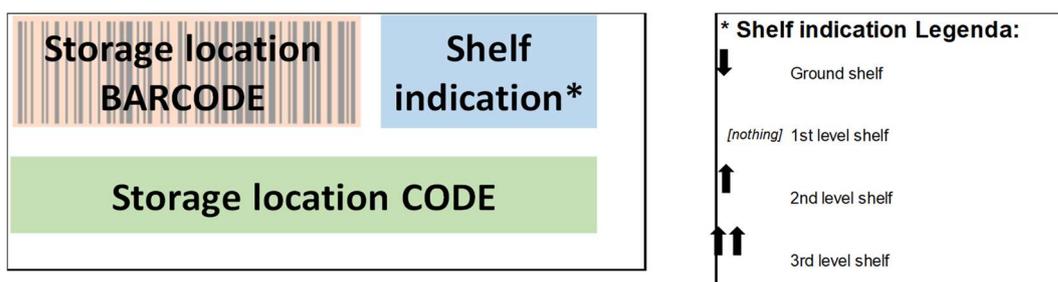
stato in oltre realizzato un cartello in cui segnare le varie anomalie e le riparazioni necessarie in modo da creare una lista di attività da consegnare alla manutenzione per effettuare i miglioramenti necessari.

7. Aree logistiche contrassegnate secondo gli standard

Oltre alle rulliere a bordo linea, sono state delimitate altre aree per ospitare componenti vari. In particolare, è stata realizzata un'area destinata ai reintegri, un'area per i contenitori vuoti, una per gli imballi e una per il supermarket. Sono stati definiti dei cartelloni da fissare al soffitto, simili a quelli per il prodotto finito, con le indicazioni dell'area di riferimento e il corporate logo.

8. Scaffali dei componenti a magazzino

Tutti gli scaffali a magazzino devono essere ben organizzati e tutti posti pallet devono essere identificati da un'etichetta precisa indicante il vano di riferimento. I componenti vengono ubicati con una gestione dinamica e periodicamente vengono effettuati degli audit di controllo.



5 Esempio cartellino standard magazzino

9. Odette per materiale non conforme

Tutti i contenitori devono essere conformi allo standard MAFACT e contenere l'etichetta del componente contenuto all'interno. Devono essere puliti e non traboccanti di parti. Le cassette di materiale non conforme devono invece essere di colore rosso.

10. Pulizia frequente

Tutti gli scaffali e le aree definite sono ordinati e puliti. La frequenza è definita in un relativo contratto.

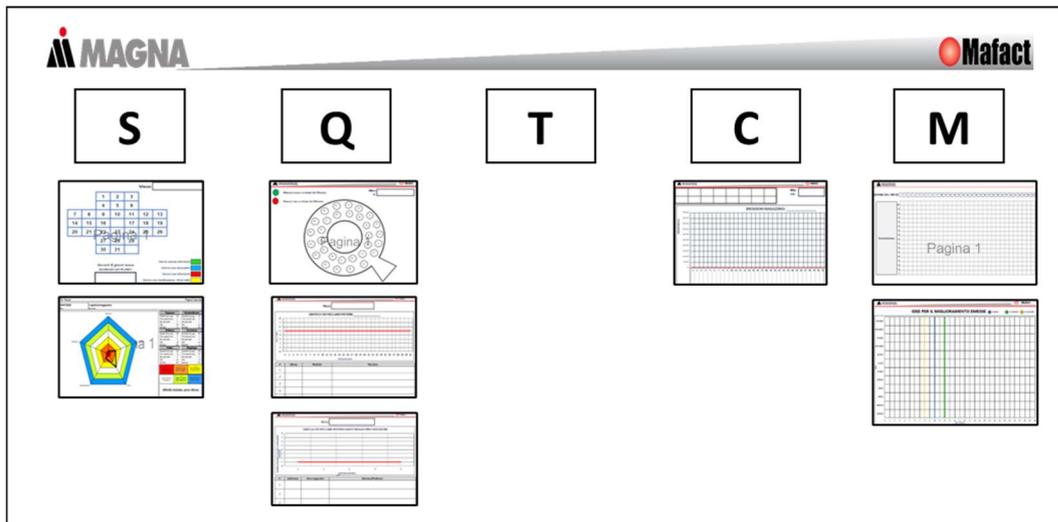
11. Lavagna SQTCM

Attraverso lo standard MAFACT, sono stati determinati cinque output misurabili, che prendono il nome di SQTCM:

- *Safety* – Sicurezza;
- *Quality* – Qualità;
- *Timing* – Tempistiche e andamento delle linee/reparti;
- *Cost* – Costi;
- *Motivation* – motivazione.

Per ogni linea di assemblaggio nello stabilimento, sono presenti delle lavagne con apposti questi cinque output, ognuno contenente altre informazioni relative all'andamento dei processi. Vengono compilati secondo delle specifiche istruzioni, nei tempi e nei modi stabiliti. Queste lavagne sono significative ed intuitive e permettono di comprendere e osservare i KPI dei singoli processi, dove si trovano i problemi che si sono verificati e possono essere uno spunto per trovare proposte e soluzioni al fine di raggiungere un miglioramento.

E' stata realizzata la stessa lavagna anche per la Logistica , per tenere traccia dei problemi e miglioramenti in particolare nel magazzino. Non sono presenti KPI relativi al Timing poiché non vengono svolte attività di produzione con OEE e parametri da valutare.



6 Esempio lavagna SQTCM

Sotto la lettera S, si considerano la croce sicurezza in cui si indicano i giorni senza e con infortuni e il pentagono derivante dalla compilazione delle checklist relative alle 5S.

Sotto la lettera Q sono presenti tre fogli relativi ai reclami, reclami cliente, reclami relativi ad una specifica area di controllo qualità e reclami derivanti dagli audit svolti settimanalmente dal responsabile del magazzino.

Sotto la lettera C si indicano le spedizioni effettuate giornalmente.

Sotto la lettera M infine è presente un foglio relativo all'assenteismo ed uno relativo alle idee di miglioramento. Quest'ultimo è stato integrato con un ulteriore foglio in cui si

lasciano liberi gli operatori di segnare idee, eventuali problemi e relative proposte al fine del miglioramento continuo.

In funzione dell'introduzione di un'ulteriore "S", è stato aggiunto un punto nello standard definito che riguarda appunto la sicurezza del posto di lavoro. Entrando nel dettaglio, è stato definito un template per le istruzioni di lavoro, denominato JES, in cui, oltre ad elencare tutte le attività del processo di cui si sta realizzando ed illustrando l'istruzione, con i relativi obiettivi e le tempistiche necessarie per lo svolgimento, sono state aggiunte delle regole per i dispositivi di protezione individuale, DPI, contro i pericoli che sono difficili da controllare o che non possono essere eliminati.

PCDE:		PCDE:	Borsa: Operatore logistico (COMPONENTI) Linea: 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 219		Tempo ciclo: Vedi sotto	Programma: N/A	Descrizione: Sequenza delle attività di rifornimento linea		Page: 1				
1		Esempio: rotta per asserimento della linea	Fase (Che cosa) L'operatore controlla il percorso da seguire obbligatoriamente (rotte) per effettuare la consegna alle linee e le tempistiche di uscita della tradotta del magazzino.	Punto chiave (Come) L'operatore comprende e memorizza il percorso e le tempistiche da seguire obbligatoriamente.	Motivo (Perché) Per efficienza e standardizzazione nella consegna.	Element Time 20	4		Menù di accesso Esempio: Schemata PDM con treno e orario partenza	Fase (Che cosa) L'operatore chiude l'attività di preparazione tradotta, usando il software PDM.	Punto chiave (Come) Attraverso il software PDM l'operatore chiude l'attività di preparazione tradotta. L'operatore clicca sui cerchi pieni di ogni riga, per dichiarare che il treno è in consegna >> le linee spariscono e compaiono sulla schermata del treno. Lo stato della richiesta passa da "In preparazione" a "In consegna".	Motivo (Perché) Per tracciare lo stato dell'attività di asserimento linea in tempo reale.	Element Time 30
2		Menù di accesso Esempio: Schemata PDM con chiamate materiale	Fase (Che cosa) L'operatore controlla le chiamate materiali fatte dalla linea e le prende in carico, usando il software PDM.	Punto chiave (Come) Attraverso il software PDM l'operatore monitora quali sono i materiali richiesti dagli addetti alla linea. L'operatore clicca sui cerchi con la mezza luna sulla destra di ogni riga, per prendere in carico la richiesta e predisporre il materiale sul treno >> i cerchi diventano pieni. Lo stato della richiesta passa da "In attesa" a "In preparazione". -> Perché la Produzione possa ricevere richieste materiali è necessario che vengano accettate le consegne precedenti.	Motivo (Perché) Per tracciare lo stato dell'attività di asserimento linea in tempo reale.	Element Time 30	5		Esempio: N° di Posizione/Linea per il rifornimento del materiale Area contenitori vuoti da rimuovere dalla linea	Fase (Che cosa) L'operatore rifornisce la linea con i componenti che ha individuato, secondo gli orari di partenza prestabiliti e fermandosi nelle posizioni definite, rimuove i contenitori vuoti dalla Linea e li posiziona sulla tradotta.	Punto chiave (Come) L'operatore procede seguendo il percorso prestabilito e rifornisce la linea con le scorte richieste, assicurandosi che la posizione corretta indica dove erettere, successivamente non sono sacchetti contenuti nella casette. Al consegna l'operatore: 1. spara il movimento SPK (PAGA-PAGE), SEMPRE SUBITO, PER TUTTE le scorte consegnate prima quello richiesto. 2. rimuove il cartello dalle scorte reintegrate a lo bitta. 3. rimuove le cassette vuote dalla Linea e le impila sul treno in marcia.	Motivo (Perché) Per rifornire i componenti consumati e richiesti dalla Linea. Per non lasciare in linea contenitori vuoti inutilizzati e liberare spazio.	Element Time 335
3		Esempio: Area Supermarket	Fase (Che cosa) L'operatore carica sulla tradotta i componenti dall'area specifica (supermarket/area commesse) dedicata alla linea (in magazzino).	Punto chiave (Come) L'operatore posiziona i materiali sulla tradotta seguendo SOLO l'elenco delle chiamate materiali presenti su PDM, secondo le tempistiche prestabilite. Se tra le cassette dei materiali richiesto, ce n'è una con cartellino REINTEGRATO, prende/a sempre prioritariamente.	Motivo (Perché) Per preparare i materiali corretti, nelle quantità corrette, da consegnare in linea.	Element Time 310	6		Area vuote Area differenziata rifiuti	Fase (Che cosa) L'operatore deposita le cassette vuote nell'area apposita (magazzino) e smaltisce i rifiuti tolti dalle cassette differenziandoli.	Punto chiave (Come) L'operatore procede sempre per la tratta stabilita e si ferma nella zona di scarico dei vuoti e smaltimento rifiuti (foam/sacchetti/fogli di cartone), deposita le cassette vuote nell'area apposita e smaltisce i rifiuti tolti dalle cassette differenziandoli.	Motivo (Perché) Per preparare la tradotta al viaggio successivo. Per mantenere pulizia ed ordine nel magazzino.	Element Time 320

7 Esempio della JES con le attività per l'asservimento dei componenti

JOB SAFETY ANALYSIS/Analisi sicurezza del lavoro			STANDARDIZED WORK COMBINATION TABLE			
Dept. Manager:	Favretto Chiara	JSA#:	Contesto del lavoro	Sti #: Tutti	Prezzo per ora:	Varie
DPI USA TI:	Scarpe antinfortunistiche, Guanti anti taglio				Takt Time:	Data: 26/07/2022
Operazione ripetitiva ?	si					Manual Machine
Controlli operativi ripetitivi:						Walk Wait Time
Cronologia degli incidenti:						
RISCHIO	DESCRIZIONE	DPI	Numero attività	Descrizione attività	Tempo attività [s]	
Sollevarmento imballi	Sollevarmento imballi pieni/ vuoti per asseverimento/prelievo vuoti	NA	1	L'operatore controlla il percorso da seguire ed il posizionamento per effettuare la consegna alle linee di imballaggio e successivamente il montaggio.	20	
Taglio	utilizzo di utensili da taglio per aprire gli imballi	taglietto con lama retrattile e guanti anti-taglio	2	L'operatore controlla le dimensioni, i materiali, data della linea e prende carico, usando il software PDM.	30	
guida tradotta	utilizzo della tradotta per raggiungere le linee da asseverire	scarpe antinfortunistiche	3	L'operatore carica e allinea i componenti dell'area specifica (componenti di linea) e successivamente li installa alle linee (con taglietto).	240	70
utilizzo del pc	utilizzo saltuario (inferiore alle 4 ore/giorno)	NA	4	L'operatore studia l'attività di preparazione tradotta, usando il software PDM.	30	
			5	L'operatore controlla il materiale consegnato che ha il livello, secondo gli ordini di materiale generati e formataci nella procedura del cliente, inserendo i componenti nel Gabbia Linea e dopo abbina alla tradotta.	230	105
			6	L'operatore deposita la scatola vuota nell'area apposta (magazzino) e successivamente si occupa della selezione dell'operazione di	200	90

8 Continuazione della JES con indicazioni sui dispositivi DPI

2.3. Value stream mapping

Il value stream, ovvero il flusso di valore, è un insieme di azioni che permettono la trasformazione di una materia prima in un prodotto finito, attraverso i suoi flussi fondamentali. Lavorare in ottica Stream Value significa soffermarsi sul processo complessivo e migliorarne l'insieme senza focalizzarsi sull'ottimizzazione delle singole parti.

Se esiste un prodotto per un cliente, esiste un flusso di valore.

Analizzare il flusso all'interno di un'azienda significa analizzare tutta la supply chain, passando dal ricevimento delle materie prime dei fornitori alla consegna del prodotto finito al cliente.

Lo strumento che permette di capire ogni passo del flusso dei materiali e delle informazioni riguardanti il prodotto è il Value Stream Mapping. Permette di rappresentare lo stato attuale del processo per identificarne le attività bottleneck e le fonti di spreco,

in ottica di implementare miglioramenti e ottimizzazioni creando uno stato futuro.

I benefici di questo metodo sono molteplici:

- Aiuta ad eliminare lo spreco e ad identificare il modo migliore di produrre a costi più bassi
- Fornisce una lingua comune per analizzare i processi
- Permette di capire i bisogni dei clienti
- Permette di produrre cosa vogliono i clienti
- Permette di capire dove viene creato il valore per il cliente

Per rappresentare il flusso, è necessario avere una product family, ovvero un insieme di prodotti che seguono processi simili nel flusso. Partendo con la rappresentazione del processo più a valle, ovvero il cliente, si deve retrocedere fino al processo a monte (il fornitore di materie prime), rappresentando le attività, i magazzini, i supermarket.... Rappresentato il flusso è poi necessario inserire i dati di ogni processo come il cycle time, i tempi di setup, i tempi di change over, le risorse interessate, la percentuale di scarto...

Al completamento della mappa, l'ultimo passo consiste nel rappresentare la Timeline che considera due tempi differenti:

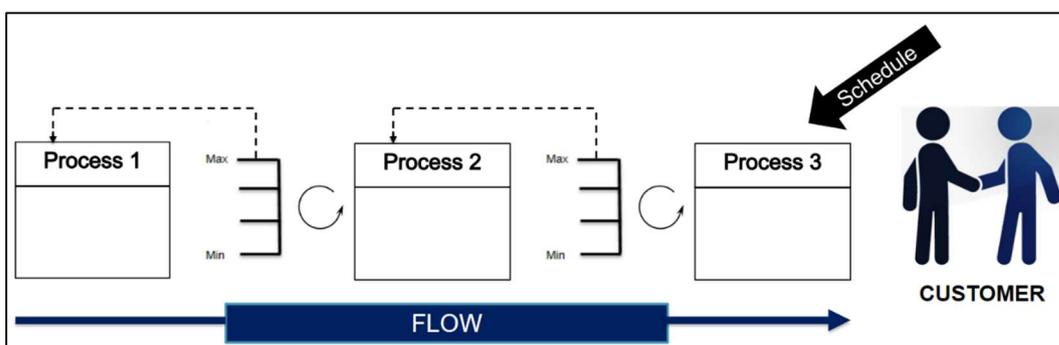
- Il **leadtime**, ovvero il tempo impiegato da quando viene rilasciato un ordine alla produzione a quando viene ricevuto il prodotto finito nell'inventario. E' il tempo richiesto dal prodotto per attraversare il flusso:

$$\text{Lead time in days} = \frac{\text{Stocks and WIP}}{\text{Daily customer Demand}} \quad [2]$$

- Il **cycle time**, ovvero il tempo richiesto da un processo per produrre un pezzo, quindi è un tempo di valore aggiunto perché implica una trasformazione del materiale ed è quindi il tempo che il cliente è disposto a pagare.

Da questa rappresentazione si possono osservare i punti di spreco e si possono effettuare delle analisi per possibili miglioramenti, legati a come rendere più snello il flusso. In questo modo si può pensare ad un Future state, caratterizzato da aspetti e concetti appartenenti alla logica pull, come l'introduzione di supermarket per ridurre lo stock e sincronizzare processi che possiedono cycle time diversi.

Utilizzando i sistemi pull, ci sarà un solo processo di produzione che dovrà essere pianificato e da questo si determinerà il ritmo di tutti gli altri processi a monte. E' il pacemaker process, ovvero il processo di produzione che è controllato dagli ordini del cliente finale.



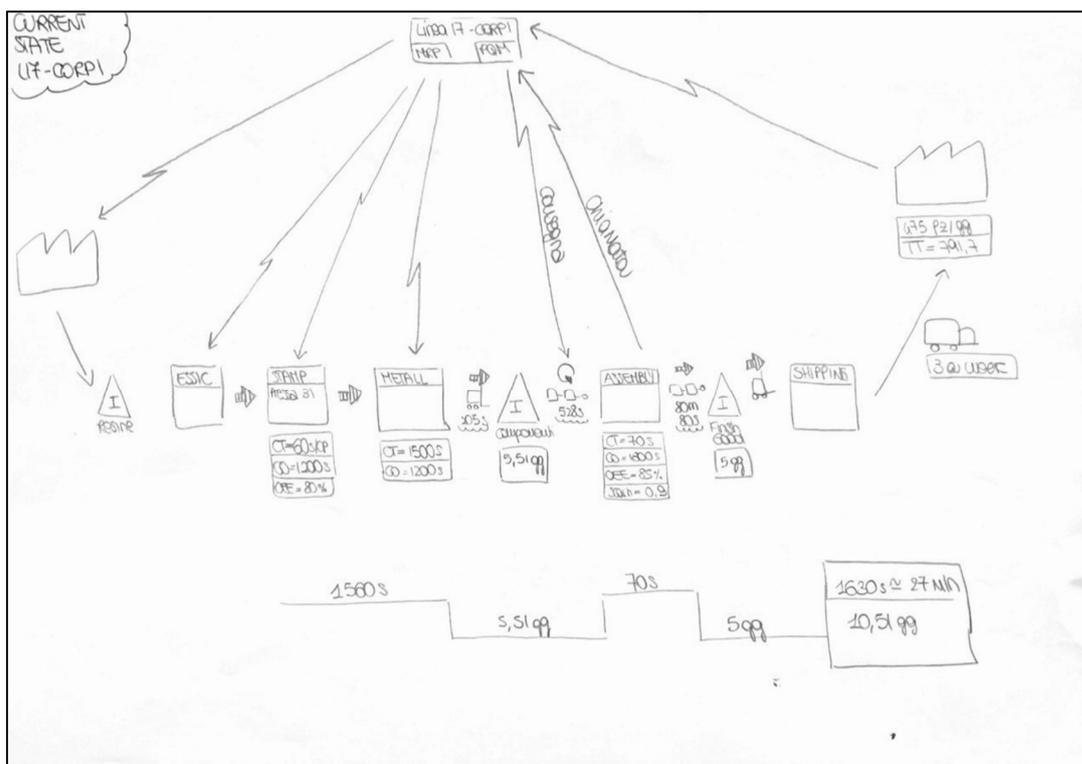
9 Esempio di pacemaker process

2.3.1 VSM: Current State della linea pilota

Seguendo lo standard aziendale MAFACT, è stato necessario identificare una linea pilota su cui effettuare delle implementazioni

per snellire il processo. A seguito dei cambiamenti, viene svolta un'analisi dei KPI e nel caso di esiti positivi, si può procedere con l'estensione dei miglioramenti anche sugli altri processi paralleli.

La scelta della linea pilota è ricaduta sulla linea di assemblaggio numero 17, che si occupa della realizzazione del prodotto finito per BMW, poiché è risultata essere la linea su cui erano presenti grandi problemi di overstock a magazzino. Sono state realizzate tante VSM quante le categorie di prodotti presenti sulla linea.



10 VSM, Current State dei CORPI della linea 17

Dalla VSM in figura (fig. 10) si osserva come l'inventario dei semilavorati, prima dell'assemblaggio, risulta essere pari a 5.5 giorni di copertura.

E' uno strumento personalizzabile che ogni azienda può modificare e compilare come meglio crede. Generalmente utilizza cartelloni basati sullo sviluppo lineare del tempo e post-it, per rappresentare le attività da attuare all'interno di un progetto.

Sono presenti diverse tipologie e metodologie per pianificare e controllare l'avanzamento dei progetti, alcune più immediate di altre ma il fine è sempre lo stesso: avere sotto controllo lo stato del progetto per comprendere se ci sono stati dei problemi durante lo svolgimento delle attività pianificate e se quindi si è in grado di rispettare le tempistiche stabilite.

Su un tabellone/foglio dedicato al Visual planning è necessario che siano indicate le settimane o i mesi a seconda della granularità del progetto per definire le tempistiche su cui basarsi per il controllo dell'avanzamento. E' poi utile avere anche un elenco delle risorse responsabili delle varie attività. Questo aspetto è fondamentale perché si responsabilizzano i lavoratori coinvolti che sono quindi incentivati ad ottenere risultati migliori.

Può essere d'aiuto avere uno spazio da dedicare alle milestone in modo da rendere evidenti i ritardi e gli slittamenti. Possono essere dei momenti di verifica, obiettivi parziali da raggiungere, scadenze...

Dall'intersezione tra la riga delle settimane/mesi e la colonna delle risorse si ottiene una matrice in cui è possibile pianificare i punti principali del progetto.

La gestione della sequenza delle attività è fondamentale: capire fin da subito quali attività devono essere chiuse prima di aprirne delle altre, quali si possono portare avanti in parallelo, i bottleneck... . Pertanto è necessario il coinvolgimento delle risorse

responsabili di tali tasks. Durante gli incontri di avanzamento del progetto quindi, i membri del team posizionano o inseriscono nella matrice le attività in una specifica settimana dichiarando che per tale data l'attività verrà conclusa. Questo li rende responsabili delle decisioni prese, quindi di eventuali ritardi e del conseguente impatto sulle attività. In questo ultimo caso è sufficiente spostare in avanti le attività ritardate in corrispondenza della nuova data di prevista chiusura. Un visual planning dominato da eccessive modifiche è un chiaro segno che qualcosa non sta funzionando e sono necessarie delle contromisure.

Nonostante i numerosi vantaggi di questo metodo, quali: aumento della condivisione e della partecipazione all'avanzamento del progetto, aumento del senso di appartenenza al team, aumento della motivazione stessa degli operatori..., il visual planning possiede anche delle criticità. Il problema principale risiede nei post-it utilizzati perché, essendo semplicemente appiccicati, rischiano di essere persi o posizionati in modo non corretto. Possiedono inoltre poco spazio di scrittura, permettendo un minimo appunto talvolta non esaustivo.

2.5. A3 per il Problem Solving

La definizione e l'analisi del problema sono fondamentali per garantire che le contromisure da introdurre siano efficaci. Ci sono diversi strumenti volti all'identificazione del problema e della causa radice come:

- **I 5 perché:** è un metodo logico che consente di esplorare le relazioni di causa – effetto di un problema. Consiste nel chiedersi più volte la causa dell'effetto, ovvero il perché si

manifesta un determinato effetto, e nell'analizzare ogni risposta in modo progressivo.

- Il **diagramma Ishikawa**: consiste nell'identificare le cause di un effetto e nel riportare in un diagramma. E' anche detto diagramma a lisca di pesce in cui nella testa si descrive l'effetto che si vuole analizzare e lungo le spine vengono sviluppate le analisi delle cause, raggruppate in macro gruppi.
- Il **Diagramma di Pareto**: è utile per identificare quali sono i fattori che hanno maggiore influenza su un certo fenomeno. Consiste in un istogramma affiancato al grafico delle frequenze cumulate delle osservazioni.
- L'**A3**: ha come obiettivo quello di guidare il leader del progetto nel risolvere in modo efficiente il problema utilizzando uno strumento di comunicazione sintetico e condiviso.

L'A3 rappresenta uno degli strumenti più utilizzati nell'ambito del Problem Solving nella filosofia Lean. E' un efficace mezzo di comunicazione tra le persone e possiede una struttura rigorosa e definita che permette all'azienda di avere un linguaggio comune. Essendo inoltre di piccole dimensioni, è uno strumento di sintesi che dimostra di avere realmente compreso la situazione e di essere quindi molto efficaci.

Come tutti gli altri strumenti del Problem Solving, l'obiettivo è quello di trovare la causa radice. Vuole anche essere uno strumento di lavoro visual in grado di dare comunicazioni relative allo stato di avanzamento del progetto.

E' un foglio ben organizzato che contiene il titolo e il team di progetto, il contesto (il perché il progetto è significativo per

2 Visual Management

l'azienda), la situazione corrente, ossia il problema rappresentato con descrizione e KPI esplicativi, gli obiettivi con le relative analisi, le contromisure e l'action plan per la pianificazione delle attività.

La parte centrale del modulo A3 è rappresentata dalle analisi del problema e quindi la ricerca delle cause radice. Gli strumenti a disposizione sono tutti quelli del metodo del Problem Solving a cui si aggiunge anche la VSM.

Realizzare un A3 completo è sinonimo di progetto gestito in modo efficace e garantisce e incrementa la probabilità di successo del progetto.

MAGNA Corporate				A3 project documentation																																																																											
Plant:	Project sponsor	Process manager	A3 Project leader	A3 Project team	Start:	Finish:	A3 Project number																																																																								
MHS Albersdorf	Project leader	Production leader			08:00	08:30	2																																																																								
Topic: Mafact Simulation A. Background / Description (What is the problem?): <p style="text-align: center; color: blue;"><i>The customer can't be supplied with parts</i></p>				D. Target state (description, numbers, data, facts, charts) <p style="color: blue;"><i>For the target state existing isolated islands should be converted to a continuous flow production. Therefore the Layout has to be changed. Pre-assembly, Final-assembly and shipping should produce in continuous flow without any buffer. (just 1 part between Sub Assembly and Final Assembly)</i></p> <div style="text-align: center;"> <p>Traditional isolated islands</p> <p>Continuous flow production</p> </div>																																																																											
B. Current status: (Detailed description, numbers, data, facts, charts) break down the problem <p style="color: blue;"><i>The customer can't be supplied with parts; The shift was working with 7 workers; The shift managed to produce 16 red parts and 5 blue parts, thus resulting in overproduction of 8 red parts. Uncoordinated work and many different verbal communications caused a WIP of 30 parts. 2 finished parts were assembled incorrectly; No targets met the requirements, customer was not satisfied</i></p> <div style="text-align: center;"> </div>				E. Next Action <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 6px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Action</th> <th colspan="5">Milestone</th> <th rowspan="2">Status</th> <th rowspan="2">Responsible</th> </tr> <tr> <th>08:00</th> <th>08:05</th> <th>08:10</th> <th>08:15</th> <th>08:20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Change facility layout</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;">100</td> <td>Team leader</td> </tr> <tr> <td>2. Implement continuous flow concept</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;">100</td> <td>Team leader</td> </tr> <tr> <td>3. Eliminate the Sub Assembly Warehouse</td> <td style="background-color: #90EE90;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #90EE90;">100</td> <td>Team leader</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #FF0000;">0</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #FF0000;">0</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #FF0000;">0</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #FF0000;">0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Action	Milestone					Status	Responsible	08:00	08:05	08:10	08:15	08:20	1. Change facility layout						100	Team leader	2. Implement continuous flow concept						100	Team leader	3. Eliminate the Sub Assembly Warehouse						100	Team leader							0								0								0								0	
Action	Milestone					Status	Responsible																																																																								
	08:00	08:05	08:10	08:15	08:20																																																																										
1. Change facility layout						100	Team leader																																																																								
2. Implement continuous flow concept						100	Team leader																																																																								
3. Eliminate the Sub Assembly Warehouse						100	Team leader																																																																								
						0																																																																									
						0																																																																									
						0																																																																									
						0																																																																									
C. Causal analysis (5Why, Ishikawa, etc) <p style="color: blue;"><i>Isolated Islands</i></p> <p style="color: blue;"><i>Large batch production</i></p> <p style="color: blue;"><i>Specialized Operators</i></p> <p style="color: blue;"><i>Production instructions in many locations verbal</i></p> <p style="color: blue;"><i>Unpredictable lead time</i></p> <p style="color: blue;"><i>Output based upon cycle time of last operation</i></p> <p style="color: blue;"><i>Quality issues - passed through the entire system</i></p>				F. Efficiency <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 6px;"> <thead> <tr> <th>Effectiveness check (How?)</th> <th>Result of the check</th> <th>Date</th> <th>Status</th> <th>Responsible</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eliminate Sub Assembly</td> <td>I.O</td> <td>21/07/2018</td> <td style="background-color: #FF0000;">100</td> <td>Production</td> </tr> </tbody> </table>							Effectiveness check (How?)	Result of the check	Date	Status	Responsible	Eliminate Sub Assembly	I.O	21/07/2018	100	Production																																																											
Effectiveness check (How?)	Result of the check	Date	Status	Responsible																																																																											
Eliminate Sub Assembly	I.O	21/07/2018	100	Production																																																																											
				G. Results / Follow Up / Lessons learned <p style="color: white;"><i>With the implementing of continuous flow the Sub Assembly Warehouse was eliminated. The quality was improved and the problems got more transparent.</i></p>																																																																											

12 Esempio dell'applicazione del metodo A3 in Magna

3. Lean Logistics

Dopo una breve infarinatura sul significato e sulla logica della Lean production, nel Capitolo 1, ci si può focalizzare sul concetto di Lean Logistics. In particolare, la Lean Logistics è l'applicazione del concetto generale di Lean Thinking che si sofferma sul miglioramento e ottimizzazione della logistica e quindi dei processi interni alle aziende. E' molto importante perché permette di passare da una logistica tradizionale ad una logistica cosiddetta "snella", più a supporto della produzione.

3.1. Supply chain

La supply chain è la catena di approvvigionamento completa, pertanto la sua complessità dipende da fattori sia interni che esterni come la dimensione dello stabilimento, il prodotto che viene trattato, il contesto...

La gestione Lean, se adottata secondo i principi chiave sull'intero processo, è in grado di migliorare le performance perché permette una cooperazione tra tutte le funzioni, da quelle interne, come la gestione del magazzino, a quelle dei fornitori e dei trasporti.

Chi opera nella logistica è consapevole dell'importanza della catena di approvvigionamento e cerca di migliorare la supply chain per incrementare la produttività e il vantaggio competitivo della propria azienda.

Ottimizzare la supply chain significa lavorare su tutti i processi che la attraversano, dalla materia prima al prodotto finito e distribuito ai clienti. Per un approvvigionamento snello è necessario individuare il valore e le attività che lo generano, secondo il

principio di Lean production. E' inoltre importante cercare di migliorare la rapidità e la precisione dei processi.

Il flusso della supply chain si divide in due: il flusso delle informazioni e il flusso dei materiali. Per lavorare in ottica Lean è necessario che ci sia comunicazione tra i due flussi per mantenere dei processi standardizzati. Questo aspetto, insieme all'automazione dei processi, permette il raggiungimento del kaizen, ossia il miglioramento continuo.

Sviluppando un buon supply chain management si possono ottenere numerosi benefici per migliorare la marginalità di un'azienda. Si aumentano le vendite, si riducono i costi e si migliora l'intero ciclo produttivo.

Ottimizzare la supply chain implica un'attenzione e un miglioramento di tutti i processi al suo interno, tra cui anche la logistica, in tutte le sue fasi:

- Logistica in entrata
- Logistica interna
- Logistica in uscita

3.2. Fasi della logistica

Come detto precedentemente, le fasi della logistica sono tre: in entrata, interna e in uscita. La prima e l'ultima sono solitamente organizzate nell'area di precarico e carico, vicino al magazzino. La seconda invece riguarda tutti i processi interni allo stabilimento, compresi tra il ricevimento e la spedizione. Si occupa quindi dell'asservimento di tutti i processi che si occupano della trasformazione da materia prima a prodotto finito.

La **logistica inbound** (in entrata) comprende tutti i processi relativi all'acquisto e all'approvvigionamento dei materiali, quindi alla loro ricezione e il loro stoccaggio. E' fondamentale che venga svolta in modo attento perché è da questa che si possono avviare i processi di produzione. Se poi è svolta anche in modo efficiente ed efficace, si può tendere al Lean. Per fare questo, è necessario che venga definito uno standard per il ricevimento della merce in modo che tutti gli operatori sappiano quali attività devono svolgere al fine di gestire la ricezione dei prodotti minimizzando gli errori e ottimizzando i flussi.

La **logistica outbound** (in uscita) invece, si occupa dei processi finali ovvero la domanda cliente. In particolare, corrisponde alla spedizione e si occupa del controllo delle merci in uscita, del consolidamento degli ordini e del caricamento sui camion. E' quindi legata al processo di vendita e di distribuzione dei prodotti finiti ai clienti finali o distributori. Anche in questo caso sono necessari degli standard per la spedizione al fine di migliorare la soddisfazione del cliente, rispettando i tempi previsti da accordi.

Per riuscire a rendere particolarmente efficienti i processi di logica inbound, esistono dei software per la gestione del magazzino in grado di eseguire automaticamente gli ordini di acquisto e fornire la merce prima che raggiunga il livello minimo stabilito.

La **logistica interna** si occupa della gestione dei processi del magazzino, del personale e del flusso di informazione interno ai reparti. Consente il controllo dei movimenti di materiale

nell'organizzazione, garantendo tempi, quantità e posizione di un prodotto.

Se non ci fossero i processi logistici interni, ci sarebbero problemi costanti. Ad esempio i materiali non potrebbero raggiungere la linea di produzione, allo stesso modo se arrivassero in ritardo o in un momento sbagliato, il processo di produzione non si avvierebbe. L'effetto che ne consegue corrisponde ad un'inefficienza economica del processo senza portare ad alcun profitto.

Le strategie delle imprese dipendono e sono influenzate anche dalla logistica interna. Una logistica efficiente permette una crescita dell'azienda sul mercato, la sincronizzazione dei processi e quindi una produzione costante e controllata. Si riducono i costi e aumenta la qualità del servizio offerto al cliente.

Molte sono le attività che si possono implementare per tendere ad un miglioramento continuo della logistica e di tutto quello che ne deriva, migliorando l'utilizzo della forza lavoro, i processi di asservimento, riducendo le scorte non necessarie in magazzino e a bordo linea per ridurre quindi capitale immobilizzato.

3.2.1. L'intralogistica 4.0

L'organizzazione che si occupa principalmente dell'ottimizzazione e gestione del flusso di informazioni e di materiali è l'intralogistica. Lo scopo è quello di migliorare la produttività e l'OEE delle linee di produzione, dei macchinari... sfruttando l'interazione e la combinazione di strumenti, personale e tecnologia.

I processi logistici interni, come detto nel paragrafo precedente, sono caratterizzati dalla ripetitività delle attività, a volte

complesse, pericolose o poco ergonomiche. Con il passare del tempo sono stati introdotti dei sistemi di configurazione dell'inventario (FIFO, LIFO, FEFO...) e nuovi concetti come l'utilizzo di robot, carichi automatizzati, ERP...

Ecco quindi che nuove tecnologie hanno favorito la diffusione dell'intralogistica 4.0 in cui non si parla unicamente di automazione dei processi e delle attività ma anche di gestione efficace del flusso di informazioni.

Chiaramente, per riuscire ad estrarre vantaggi dall'intralogistica 4.0 è necessaria un'organizzazione ottimale, partendo dai magazzini (sistemi di stoccaggio e di gestione magazzino, trasporto, gestione del personale...). Solo in questo modo si possono sviluppare nuove strategie che implicano la riduzione dei costi aziendali ed un vantaggio competitivo per il business. Grazie a servizi dinamici e flessibili in grado di rispondere in tempi relativamente brevi alle richieste dei clienti, le aziende possono distinguersi dalla concorrenza ed ottenere vantaggi.

La trasformazione digitale quindi ha introdotto sistemi smart che permettono una sincronizzazione di tutte le attività della produzione e dello stoccaggio. Si tratta di software per la gestione e il controllo delle materie prime, dei semilavorati WIP e del prodotto finito, attraverso una struttura modulare. Questi software controllano la gestione del magazzino memorizzando e tracciando tutte le movimentazioni.

A tal proposito, si introducono anche i dispositivi IoT che stabiliscono degli ordini, grazie alla loro intelligenza, eseguiti dai dispositivi di automazione intralogistica. Esempi di questi dispositivi sono: tablet, terminali a radiofrequenza, cordless...

3.2.2. Tecnologia ERP

Una tecnologia in grande via di diffusione è la tecnologia ERP (Enterprise Resource Planning). E' un sistema software che aiuta gli stabilimenti ad automatizzare la gestione dei processi aziendali, ottenendo prestazioni ottimali. Coordina il flusso di dati tra tutti i processi coinvolti, semplificando le operazioni e connettendo tutti i dati tra loro per avere un'unica fonte di informazione. Crea inoltre continuità nei processi grazie alle informazioni contenute per innovare in un tempo breve, sempre in ottica di raggiungimento del *kaizen*.

Uno dei vantaggi del sistema ERP è quello di essere molto flessibile. Permette una ottima visibilità delle informazioni relative al magazzino facilitandone la consultazione ai dipendenti. Molte soluzioni possono essere progettate per adattarsi alle esigenze richieste e per rispondere prontamente a qualsiasi malfunzionamento, a qualsiasi interruzione non preventivata o ad un eventuale cambiamento del mercato.

Questo sistema può essere utilizzato per numerose funzioni aziendali: nella finanza poiché aiuta ad aumentare la redditività offrendo dashboard per avere un overview dei dati finanziari, nella produzione migliorando la comunicazione grazie alla possibilità di accedere ai dati in tempo reale e nella logistica interna.

La logistica interna infatti è un processo fondamentale da cui dipendono a cascata molti processi produttivi e distributivi. Avere quindi nell'ERP delle soluzioni dedicate alla logistica, favorisce la produttività e l'efficienza, evitando anomalie. E' in grado di definire delle procedure ottimali per la disposizione dei materiali, limitando i ritardi nell'evasione degli ordini.

In conclusione, permette di attuare tutta una serie di best practice a vantaggio della supply chain nel suo complesso.

3.3. Logica PUSH e logica PULL

Le decisioni strategiche relative alla supply chain sono da attuarsi in un medio - lungo periodo e costose da modificare. Devono tenere in considerazione l'incertezza che caratterizza il mercato.

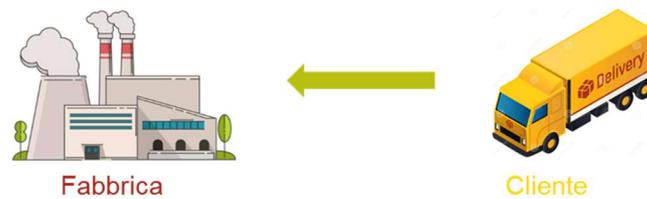
In base alla tempistica dell'esecuzione di una strategia si possono identificare due logiche differenti:

- **Logica PUSH:** lo svolgimento di un processo avviene con l'attività a monte che spinge quella a valle. Questa logica prevede la produzione di una certa quantità, indipendentemente dalla richiesta del cliente.



13 Logica PUSH

- **Logica PULL:** lo svolgimento di un processo avviene con l'attività a valle che trascina quella a monte. In questa logica, la produzione avviene dopo che sia nato un bisogno al cliente. I processi prendono vita quando sorge un bisogno e nello stesso momento viene inviato l'ordine al processo precedente che si occupa della produzione di tale quantità richiesta.



14 Logica PULL

La logica push prevede di anticipare i bisogni dei potenziali clienti, riempiendo il magazzino di scorte necessarie al manufacturing. In particolare, se il **lead time** è maggiore del **tempo di consegna** al cliente, c'è un anticipo dei componenti necessari per la produzione e l'azienda si trova in una logica push.

Per **lead time** si intende il tempo di attraversamento del materiale, da quando arriva a quando il prodotto finito è pronto per essere spedito. Se si aggiunge a questo lead time, il lead time di approvvigionamento, si ottiene il tempo totale di produzione.

Il **tempo di consegna**, detto anche delivery time, è invece il tempo tra l'ordine del cliente e la consegna e generalmente è stabilito dal cliente, in base a produzioni a stock o su commessa.

Il vantaggio di questo sistema è la garanzia di avere sempre tutto il materiale disponibile, evitando di incorrere in ritardi o consegne bucate per i clienti. Il problema però è nell'ottimizzazione dei costi e delle risorse. Poiché ci si basa su previsioni per quanto riguarda la pianificazione, un minimo errore porta inevitabilmente ad un aumento di scorte, allungando il lead time dei componenti che rimangono più a lungo stoccati a magazzino.

Da questo si possono ricavare i principali problemi derivanti dal sistema PUSH:

- Over stock a magazzino;
- Lead time molto lunghi e conseguente rischio di obsolescenza;
- Pianificazioni a lungo termine;
- Scorta di sicurezza;
- Scarti e rilavorazioni;
- Cambiamenti nella pianificazione della produzione.

Accumulare risorse per la produzione dunque può essere previdente ma poco conveniente perché ad un minimo errore, si incorre in una numerosa lista di problemi.

Quando invece le scorte non arrivano in magazzino prima che venga effettuato un ordine, quindi il lead time è minore del delivery time, ci si trova in un sistema pull. I vantaggi quindi che ne derivano sono:

- Produzione della giusta quantità nel giusto momento → si evita l'over production;
- One piece flow o one pack flow ovvero la produzione di singoli pezzi/imballi, uno alla volta;
- Livellamento della produzione;
- Minimi livelli di stock e alta flessibilità.

Chiaramente il sistema pull, affinché tutto funzioni nel massimo rispetto delle tempistiche, richiede una rapidità di approvvigionamento e comunicazione snella, oltre che all'interno dell'azienda, anche con i fornitori che fanno parte del processo.

La differenza sostanziale tra i due sistemi fa riferimento al WIP, ovvero il work in progress. Il sistema push non limita il WIP perché lavora a creazione di stock a magazzino per soddisfare la domanda mentre il sistema pull limita il proprio WIP.

3.3.1. Principali problemi di stock

La logica push e la logica pull influenzano direttamente la saturazione del magazzino. Un magazzino con un livello di scorte eccessivo è uno dei muda della Lean production. Questo perché implica capitali immobilizzati, obsolescenza, assenza di spazio e conseguentemente l'aumento del lead time dei materiali che non riescono ad essere smaltiti.

Al contrario, nel caso in cui si riducano drasticamente i costi di giacenza, il rischio in cui si incorre corrisponde all'incapacità di soddisfare la domanda cliente per fluttuazioni imprevedute. Per rispondere al problema delle oscillazioni, si realizzano i buffer, ovvero delle scorte di materiale controllate che evitano interruzioni del flusso produttivo in caso di carenze a inventario.

Concludendo, la logica pull risulta essere la più vantaggiosa perché permette di limitare il WIP, indipendentemente dall'inventario, che al contrario può variare. Sono necessarie delle tecniche da implementare per cercare di avvicinarsi alla logica pull, cercando di mantenere sotto controllo il WIP per non incorrere nei problemi precedentemente descritti.

3.4. Strumenti della Lean Logistics

Gli strumenti fondamentali per l'applicazione dei concetti della Lean Logistics sono:

- Milk run
- Water Spider / water Strider / Mizusumashi
- Supermarket

Il primo strumento, ovvero il **Milk run**, letteralmente corsa del latte, è un metodo PULL di approvvigionamento del materiale da un magazzino alle linee di assemblaggio. L'obiettivo è quello di mantenere basso il volume delle scorte all'interno del magazzino, permettendo un'ottimizzazione delle scorte che si traduce in riduzione di sprechi e danni ai materiali e consegne generalmente puntuali. Il magazzino deve essere snello.

Ciò che contraddistingue un sistema Milk Run da un tradizionale processo logistico è la regolarità con cui si percorre una rotta fissa in cui sono presenti più fermate. Anche le partenze devono essere cadenzate e ripetute in orari prestabiliti e le quantità trasportate sono decisamente piccole. Si deve trasportare solo quello che serve ed è richiesto. Ecco che, partendo dagli strumenti della Lean Logistics si giunge al punto principale della Lean production, ovvero riduzione e controllo degli sprechi e delle attività a non valore aggiunto.

La gestione logistica viene semplificata con l'aumento dei viaggi ma con minori quantità trasportate. Piccoli lotti sono infatti più comodi da gestire, permettendo l'ottimizzazione del viaggio e la saturazione del mezzo. Quest'ultimo generalmente consiste in un trattore elettrico che traina dei carrelli.



15 Esempio di trattore elettrico utilizzato per l'asservimento delle linee di assemblaggio

Per l'asservimento dei materiali trasportati, è necessario che a bordo delle linee di assemblaggio sia presente un supermarket dotato di rulliere per la gestione FIFO.

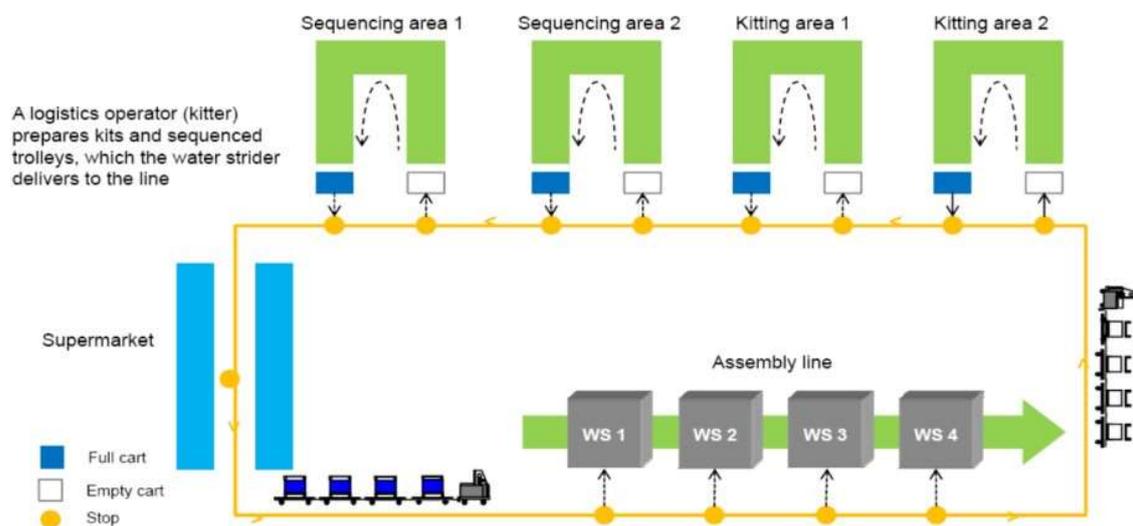
Il **Mizusumashi** è un altro strumento della logistica lean. E' una persona che gestisce le attività di rifornimento in modo che il personale della produzione possa concentrarsi sulle attività a valore aggiunto.

Su alcune linee di assemblaggio, gli operatori capita che debbano allontanarsi dalla loro stazione per raccogliere cassette di componenti non posizionate relativamente vicine. Questo è la causa di un ritardo nel processo e uno spreco di movimento che non crea valore aggiunto.

Il Mizusumashi può ridurre questo problema utilizzando come per il Milk Run, un trattore elettrico dotato di vagoni su cui trasportare i materiali necessari per l'asservimento. Questo impedisce agli addetti alla catena di montaggio di eseguire il lavoro senza valore

aggiunto poiché i materiali richiesti vengono consegnati loro in modo da non interrompere i flussi di lavoro.

Per tale motivo è necessario definire dei layout adeguati. Tutti gli operatori devono avere delle aree definite (secondo la tecnica delle 5S precedentemente descritta) per il posizionamento di tutti i contenitori, sia dei vuoti che dei componenti. In questo modo è possibile un controllo visivo per l'attività del Water strider. Il percorso che deve seguire deve essere standardizzato e sequenziale seguendo gli orari definiti.



16 Esempio funzionamento Mizusumashi

E' utile integrare le linee di produzione con dei sistemi di gestione per l'asservimento in modo che possano avvisare in modo immediato lo strider di quali componenti vengono consumati e di conseguenza quali componenti deve essere portati.

A seconda delle dimensioni dell'area di lavoro e delle richieste del materiale, il compito dello strider non è attivo a tempo pieno. Deve rispettare gli orari stabiliti e quindi effettuare dei giri ad intervalli

regolari per garantire l'asservimento. Gli intervalli sono calcolati attraverso l'utilizzo del PFEP. Durante i giri inoltre, lo strider si deve limitare alle sole attività di sua competenza, per evitare di svolgere compiti aggiuntivi creando un rischio di esaurimento delle scorte sulle linee.

Riuscendo a ridurre la variabilità, grazie a percorsi standard e tempi definiti, e migliorando di conseguenza il flusso, si ottengono operazioni sempre più snelle. Questo comporta un aumento dell'efficienza produttiva con conseguente diminuzione dei costi.

Un ulteriore strumento per la Lean Logistics è il **Supermarket**. Questo è il magazzino di disaccoppiamento in cui i componenti sono gestiti secondo la logica PULL – Kanban di prelievo (ovvero la chiamata dalla linea per la richiesta di materiale). Si utilizza quando il lead time LT richiesto dal cliente è inferiore alla somma del LT di approvvigionamento e del LT di produzione, oppure quando non c'è una sincronizzazione tra i processi (ad esempio: se due processi hanno cycle time diversi, non è possibile lavorare in JIT, just in time, ma è necessario creare un "buffer", appunto supermarket, utilizzato come magazzino per sincronizzare i processi).

All'interno del supermarket è presente la scorta dei componenti che vengono consumati, e quando il livello scende, è necessario il ripristino in base alla capacità produttiva disponibile e ai tempi necessari per rifornire il supermarket.

E' fondamentale lo studio di questo magazzino in modo da renderlo il più efficiente possibile. In particolare è importante che sia posizionato nei luoghi più indicati per ridurre l'handling (attività

di non valore aggiunto) in aree contrassegnate da segnali evidenti (5S) e dimensionato in base al numero e al contenitore delle cassette da asservire. Anche in questo caso l'obiettivo è la riduzione di movimentazioni non necessarie come nel caso delle attività di travasi che non creano valore anzi, richiedono ore di manodopera quindi costi aggiuntivi e un aumento del rischio di danneggiamento.

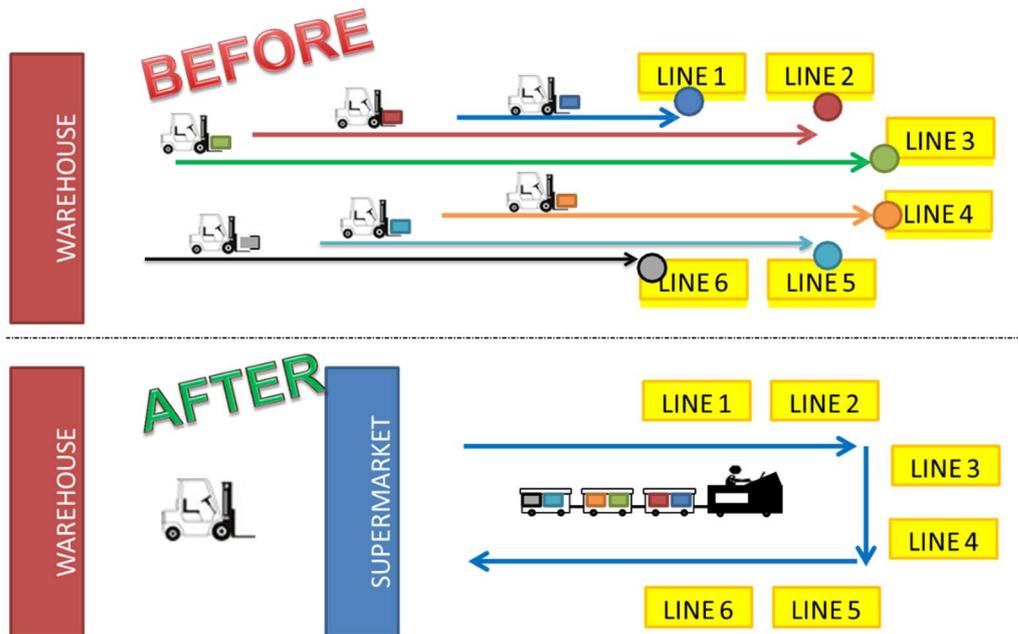
Il Kanban di prelievo, informatizzato o non, è uno strumento visuale per il controllo dei materiali a supermarket che indica la frequenza con cui vengono consumati i componenti e la conseguente necessità di ripristino. La logica alla base del Kanban di prelievo è che il processo che necessita dei componenti deve richiedere alla logistica, attraverso un sistema a chiamata (logica PULL), i componenti di cui ha bisogno. In questo modo si riduce lo stock nel supermarket a bordo linea e si standardizza il flusso logistico che asserva solo quanto richiesto e nei tempi richiesti.

Un'ulteriore area di supermarket, oltre a quella del bordo linea, può essere realizzata nel magazzino, relativamente vicino allo stabilimento in cui sono presenti le linee di assemblaggio.

Questa struttura permette di stoccare il materiale utilizzato dalla produzione, in posizioni fisse, altezza uomo, con una copertura di poche ore/ un turno.

Il lavoro dello strider è così semplificato poiché è in grado di prelevare in autonomia e in qualsiasi momento i componenti richiesti, posizionandoli sul trattore elettrico.

Affinché tutto questo sia possibile, deve esistere la figura di un addetto che rifornisca il supermarket quando i componenti vengono prelevati.



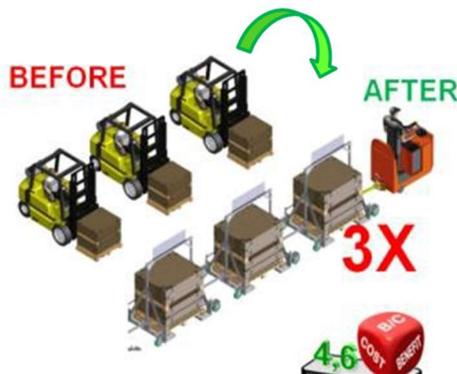
17 Esempio prima e dopo l'utilizzo del supermarket

Questa riorganizzazione del layout rende i flussi di approvvigionamento più lean perché permette l'asservimento di più stazioni da parte di un unico addetto, saturando lo spazio sui vagoni del treno, al posto di tanti carrelli quante sono le stazioni di assemblaggio.

SINGLE CODE DELIVERY

FORKLIFT

- TRAVEL 1:
- GLASSES
- TRAVEL 2:
- FRONT MASK
- TRAVEL 3:
- CX ILUMINAÇÃO
 - BACK COVER
 - SMALL PART



MIXED DELIVERY

BULL

- TRAVEL 1:
- GLASSES
 - FRONT MASK
 - CX ILUMINAÇÃO
 - BACK COVER
 - SMALL PARTS
 - EMPTY BOXES

18 Rappresentazione miglioramento da Forklift a treno elettrico

3.5.Caso studio: line feeding nel reparto di produzione di Magna Lighting S.p.A

Il primo passo per effettuare una riprogettazione del line feeding all'interno di uno stabilimento, direzionato verso una logica PULL, consiste nell'identificazione di tutti i flussi presenti o necessari per l'asservimento delle linee di produzione.

In Magna S.p.A a Moncalieri, le linee di produzione sono numerose e per ogni linea vengono assemblati prodotti e le loro differenti versioni. I flussi principali sono due:

- Flusso dei componenti;
- Flusso dei prodotti finiti.

Il flusso dei componenti è denominato **Indiretto 2** per il numero di movimentazioni che subiscono i materiali. In particolare, dopo essere stati stoccati nel magazzino generale GW01 (indipendentemente dal fatto che questi arrivino da fornitori esterni o siano prodotti internamente nel reparto stampaggio), i prodotti vengono spostati nell'area supermarket a magazzino o nell'area commessa dall'operatore addetto a tale attività attraverso l'utilizzo del carrello elevatore. Successivamente vengono posizionati a bordo linea, dal water strider per mezzo del treno elettrico.

Il flusso dei prodotti finiti invece è definito come **JIT** perché è un Just in time. Non vi sono movimentazioni aggiuntive: quando si realizza un prodotto finito, questo viene portato dal water strider del prodotto finito direttamente nell'area delle spedizioni.

L'azienda è predisposta al il passaggio ad una logica PULL ma i passi da compiere sono numerosi e complessi.

Per snellire i processi è necessario progettare nuovi flussi, in cui sia possibile osservare una riduzione dei muda e quindi di tutte quelle attività che non portano valore aggiunto e sono fonte di inefficienza. Per arrivare a questo, sono stati necessari numerosi studi al fine di ottimizzare i processi e renderli standardizzati.

3.5.1. Situazione AS IS

Il flusso logistico dei componenti e del prodotto finito è completamente gestito a vista. Gli operatori si occupano sia dell'asservimento dei componenti che di quello del prodotto finito. Ogni giorno viene pianificato l'asservimento di ogni operatore a specifiche linee di produzione. Ogni linea, giornalmente, ha quindi un addetto logistico di riferimento.

Il "water strider" è incaricato di effettuare continuamente dei giri tra le linee di produzione di sua competenza per una gestione dei materiali "a vista". Generalmente ha sempre un buffer sul treno elettrico in modo da avere del materiale di scorta da posizionare sulle rulliere di bordo linea per evitare rischi di fermo. Nel caso in cui si accorga però che sia necessario un componente che non possiede sul treno, deve recarsi nel magazzino, prelevare il materiale e portarlo alla linea, in tempi rapidi.

Essendo una gestione a vista, il suo compito è quello di riempire al massimo le rulliere al fine di aumentarne l'autonomia, per riuscire ad essere tranquillo e non svolgere la sua attività in modo frettoloso per paura di causare un fermo linea per mancanza componenti.

Questa gestione ha numerose problematiche. Il controllo della presenza o meno di materiale a bordo linea, utile per la produzione, è unicamente svolto da un'attività di responsabilità umana. Questo implica possibili errori umani come:

- Disattenzione;
- Poca visibilità delle rulliere a causa delle molteplici linee presenti, che ha come conseguenza un mancato asservimento;
- Eccessiva quantità di materiali da portare contemporaneamente, che ha come conseguenza la dimenticanza di qualche codice necessario;
- Movimenti poco accurati per rispondere alle veloci tempistiche di consumo...;
- Eccessiva quantità di materiali posizionati sulle rulliere a bordo linea che rappresenta capitale immobilizzato eccessivo e occupazione di spazio aggiuntivo, talvolta non necessario.

Quest'ultimo è un problema importante perché impatta sul KPI , ovvero c'è troppo materiale non utilizzato e non necessario nello stabilimento che occupa spazio importante utile per una possibile ulteriore linea di produzione che crea valore aggiunto, nonché fatturato.

Oltre ad una gestione totalmente inefficiente, mancano anche delle rotte definite. L'unico vincolo da rispettare è il senso unico tra i due portoni da cui si accede al magazzino generale. Non esiste una standardizzazione e pertanto regna la confusione.

Lo stesso discorso vale per il flusso del prodotto finito. Anche in questo caso, l'operatore viaggia tra le linee per osservare quali di queste sono in procinto di completare il cassone di prodotto finito. A questo punto deve recarsi nell'area a magazzino in cui sono presenti gli imballi, preparare il kit necessario per quel determinato tipo di prodotto finito e portarlo alla linea. Il massimo numero di carrelli per il prodotto finito che può portare contemporaneamente è pari a 2, pertanto il rischio di ritardo è molto alto. I problemi in cui incorre sono più o meno i medesimi del flusso dei componenti.

Dopo aver analizzato la situazione iniziale, è possibile procedere con l'analisi per la riprogettazione.

3.5.2. Mappatura del flusso, PFEP, Software PQM

Per rendere uno stabilimento più snello, non è sufficiente applicare strumenti della Lean production alle linee di produzione. E' necessario introdurre un sistema di Lean Logistics, in grado di fare scorrere i materiali a costi più bassi e con la massima accuratezza.

Per raggiungere l'obiettivo di una Lean Logistics sono necessari vari passaggi:

- Mappatura del flusso: è necessaria un'analisi accurata della situazione AS IS. Ogni flusso deve essere descritto e mappato nel suo complesso, dall'area di ricevimento merci, al punto di utilizzo nello stabilimento e successivamente

all'area spedizioni. E' importante la definizione di rotte fisse per creare dei flussi ordinati nello stabilimento.

- Utilizzo del supermarket: è uno strumento della Lean Logistics che permette una gestione a vista per tenere sotto controllo i componenti di acquisto.
- Definizione e creazione di un PFEP: il PFEP (Plan for every part) è un piano del flusso di materiale fondamentale per qualsiasi struttura Lean. Permette di avere le informazioni di tutti i prodotti assemblati in un unico file, consultabile per effettuare numerose analisi. E' utile per calcolare la frequenza con cui devono partite i treni per l'asservimento.
- Implementazione di logiche PULL: è necessario introdurre delle logiche più snelle per efficientare i processi e ridurre i problemi precedentemente descritti. L'approvvigionamento dei materiali deve essere guidato da un sistema di segnalazione preciso, in maniera tale che ciascun punto di utilizzo possa richiedere solo i componenti di cui ha bisogno. In questo modo il materiale deve arrivare nella giusta quantità, al momento giusto, nel posto giusto e nella sequenza corretta.

MAPPATURA DEI FLUSSI. Per quanto riguarda la mappatura dei flussi, lo strumento più adatto consiste nella VSM (vedi Capitolo 2). Seguendo lo standard MAFACT alla base dell'azienda, è stata definita una linea pilota di assemblaggio, ovvero la Linea 17, su cui fare le analisi preliminari. Nel caso in cui ne scaturiscano risultati positivi, si potrà applicare lo stesso studio al resto dei reparti.

Dopo aver analizzato quindi la situazione AS IS, è possibile procedere con la rappresentazione grafica della VSM del flusso della Linea 17. Essendo questa una linea bimano, ovvero lavora contemporaneamente mano destra e mano sinistra, su cui si producono due versioni diverse di uno stesso prodotto, è stato necessario rappresentare i flussi di tutti i componenti, raggruppati per categoria. E' possibile osservare le principali fonti di spreco e i possibili punti su cui intervenire per avviare la riprogettazione della linea in ottica PULL.

Come si può osservare, il problema principale risiede nello stock dei componenti successivi alla metallizzazione (che è a flusso teso con lo stampaggio). E' stato quindi necessario partire da questo spunto per avviare le analisi di implementazione delle logiche PULL. In particolare, per risolvere il problema dell'eccessivo stock nell'inventario tra il reparto di metallizzazione e quello di assemblaggio, si è pensato di introdurre il sistema di Kanban di produzione (*Capitolo 4*).

Prima però di effettuare questo cambiamento drastico, che coinvolge tutti i reparti di produzione dell'azienda, si è pensato fosse importante iniziare dall'implementazione di una chiamata PULL. Gli operatori della linea di assemblaggio effettuano una richiesta agli operatori della logistica che sono incaricati del prelievo del materiale dal supermarket (passaggio immediatamente precedente allo stoccaggio a magazzino del prodotto metallizzato) per l'asservimento della linea.

Per avviare un progetto di chiamata PULL, il primo passo è stato la definizione delle rotte fisse da seguire durante l'asservimento.

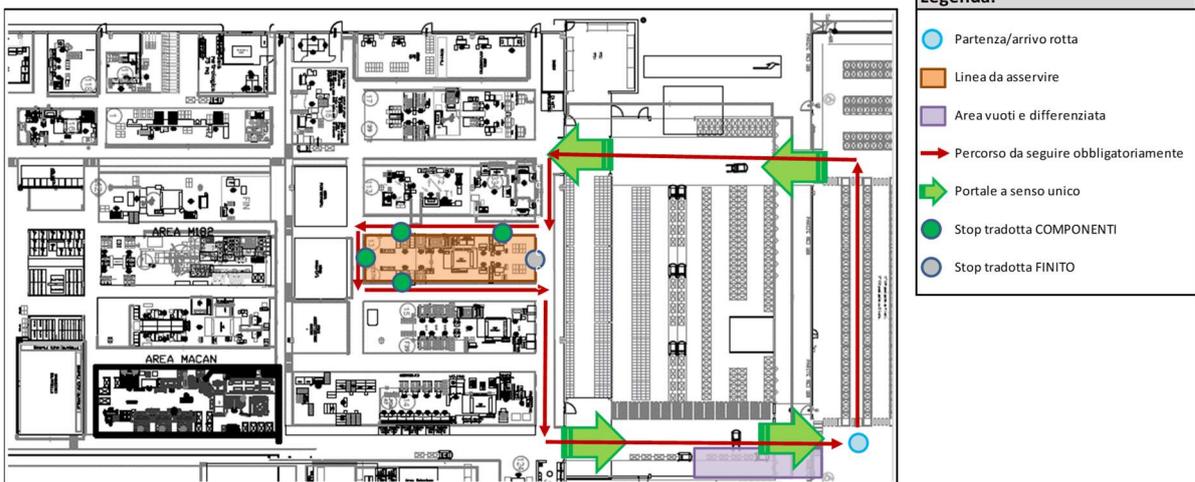
La pianificazione delle linee non è standard ma varia in base alla tipologia di prodotto da assemblare. E' quindi impossibile definire a priori tante rotte fisse quante sono le combinazioni possibili. Si è optato per la definizione di tante rotte quante sono le linee di produzione e a seconda della pianificazione, si guarda la combinazione di rotte relative a quelle linee. Attraverso la definizione dello standard 5S, sono stati anche individuati i punti di stop del treno elettrico attorno alla linea, in modo da rendere ordinato e non più caotico l'asservimento.

Rotta: Linea 17



20 Esempio della rotta fissa della linea 17 con i relativi STOP

Rotta: Linea 13



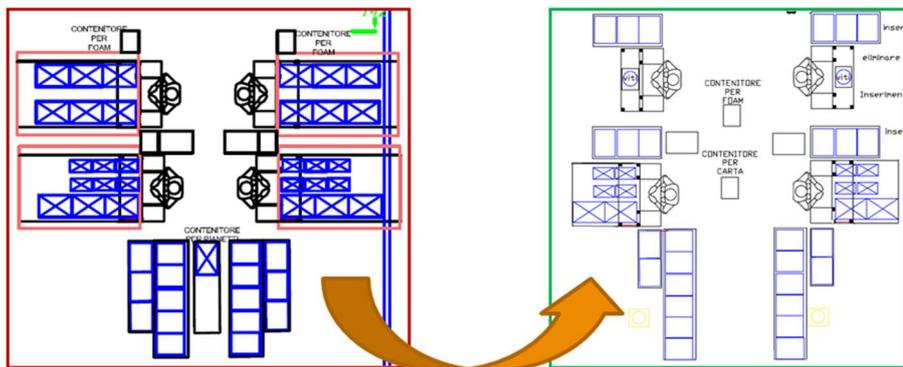
3 Esempio della rotta fissa della linea 13 con i relativi STOP

SUPERMARKET. Nel caso in esame, per problemi di spazio nel magazzino generale (vedi Capitolo 6), è presente un supermarket per i componenti alto rotanti, con frequenze di produzione medio alte. Per i restanti prodotti è prevista un'area commesse in cui vengono preparati appunto i lanci con una copertura pari alla pianificazione. Questa area funge da supermarket dinamico e non

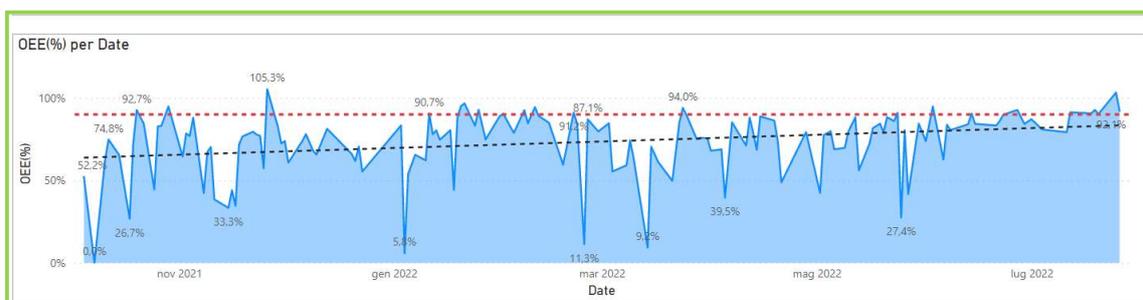
fisso ed è stata riorganizzata secondo lo standard 5S definito e descritto nel precedente capitolo.

Il supermarket a bordo linea invece, consiste nell'utilizzo di rulliere definite in posizioni precise su cui vengono posizionati i materiali portati dagli operatori logistici. Per ogni rulliera è presente un'etichetta (secondo lo standard 5S) identificativa del componente che deve essere posizionato e della sua autonomia. Analizzando il flusso degli operatori di linea, si sono osservate delle inefficienze dovute ad alcune movimentazioni a non valore aggiunto. E' stato pertanto affidato lo studio di un re-layout ad un progettista con il fine di migliorare l'OEE della linea stessa.

Di seguito i miglioramenti:



21 Layout prima e dopo



22 Andamento dell'OEE

Come si può osservare, è seguito un netto miglioramento dell'OEE. Questo è il risultato del fatto che sono state eliminate delle attività a non valore aggiunto, sono quindi aumentate quelle a valore aggiunto e di conseguenza l'OEE della linea.

PFEP. L'ultimo passo da effettuare prima di effettuare l'analisi effettiva per l'implementazione della chiamata PQM consiste nella realizzazione del PFEP.

Il Plan for Every Part (PFEP) è una metodologia di produzione snella focalizzata sul miglioramento della produttività e sulla riduzione degli sprechi. Consente alle aziende di comprendere e affrontare i problemi della catena di approvvigionamento. Corrisponde ad un foglio di calcolo o un database con tutte le informazioni sulle parti utilizzate all'interno di un'azienda.

Lo sviluppo di un PFEP è richiede molto tempo ma lo sforzo viene ripagato quando tutte le informazioni sono consolidate in un unico file e sono fruibili per definire delle strategie di asservimento. Inoltre è uno strumento che attribuisce un vantaggio competitivo ad un'azienda che vuole impostare il proprio sistema logistico in ottica pull. La compilazione di dati accurati dipende dall'ambito dei componenti, ma ci sono dei valori che quasi tutti i PFEP dovrebbero contenere. Alcuni di questi sono:

- il part number;
- la descrizione;
- le statistiche di utilizzo (cycle time...);
- le dimensioni del contenitore e relativa giacenza;

- il numero dei posti di contenitori presenti in linea;
- l'autonomia del contenitore.

In Magna S.p.A. è stato quindi realizzato un PFEP complessivo relativo a tutti i prodotti finiti realizzati all'interno dell'azienda. In particolare, sono state fatte numerose attività di reperimento dati per ogni linea e per ogni prodotto finito montato sulla singola linea.

Successivamente sono state estratte le BOM (Bill of material) di tutti i prodotti. Per ogni componente trovato, è stato indicato quindi il prodotto finito di riferimento e la linea su cui viene assemblato. A questo punto sono state ricercate le informazioni relative a tutti gli imballi utilizzati per i componenti e le quantità da essi contenute. Come ultimi dati sono stati analizzati il Cycle time teorico della linea per capire la produzione oraria e la quantità massima di contenitori che si possono posizionare a bordo linea. Da tutti questi dati sono state calcolate le autonomie dei singoli componenti.

Il PFEP consente alle aziende di identificare i possibili problemi della catena di approvvigionamento, guardando ad esempio l'autonomia, e di conseguenza permette la definizione e l'attuazione di strategie per risolvere potenziali problemi.

Una volta raccolte tutte le informazioni, Il PFEP permette di ordinare i dati secondo differenti categorie e quindi di effettuare analisi immediate ed efficaci per prendere delle decisioni ma soprattutto permette di iniziare la creazione del proprio sistema lean di gestione dei materiali. L'azienda quindi è in grado di definire e puntare al raggiungimento di numerosi obiettivi. A livello strategico, ad esempio, l'impresa può puntare all'implementazione di nuove metodologie per la gestione dei materiali e alla definizione dei flussi logistici ottimali. Da questo deriva un'attività di riprogettazione e di pianificazione delle attività dei vari processi aziendali. A livello operativo invece l'impresa sfrutta la possibilità di avere accesso rapido a tutte le informazioni organizzate e strutturate con un certo ordine per migliorare la gestione di tutte le attività quotidiane in carico al processo logistico.

LOGICA PULL. Dopo aver definito e recuperato tutte le informazioni necessarie, è stato possibile avviare lo studio per l'implementazione di un processo che punta alla logica PULL, partendo dalla linea pilota (linea 17), per quanto riguarda l'asservimento delle linee di produzione.

Dopo avere analizzato i numerosi problemi derivanti dalla gestione a vista dei materiali, ci si è posti la domanda di cosa si potesse fare per migliorare il flusso.

L'obiettivo e l'interesse era quello di automatizzare il processo, eliminando la completa gestione a vista e con lei tutti i problemi derivanti.

Poiché tutte le stazioni della linea 17 di assemblaggio sono dotate di un computer per effettuare alcune delle operazioni necessarie al processo di lavorazione dei componenti, è stato deciso di utilizzare questo pc per effettuare delle chiamate materiale agli operatori logistici. Si parla di implementazione **e-kanban di prelievo**.

Il software che permette di effettuare questa procedura è il PQM. In particolare, è stato necessario creare al suo interno la linea di assemblaggio in questione, indicando tutte le stazioni e per ognuna il numero di operazioni e di componenti che vengono utilizzati. Infine sono stati inseriti tutti i componenti con il relativo codice, la descrizione, la linea cui sono associati, la giacenza all'interno del contenitore trasportato, la classificazione del materiale (vedi Capitolo 6) e il flusso (se componente o prodotto finito).

Dopo avere effettuato tutte queste attività, è sufficiente loggarsi al computer con le proprie credenziali ed aprire la pagina browser denominata PQM. Si inserisce il codice del prodotto di cui è necessario effettuare la richiesta ed in automatico si crea la chiamata.

Affinché non ci siano blocchi nel processo, è necessario dotare tutti i treni elettrici di un dispositivo IoT, quale un tablet. Anche in questo caso si deve aprire la pagina del PQM dedicata alla visualizzazione delle richieste.

Attraverso questo strumento è possibile ricevere una picking list, ossia la lista di materiali richiesti, che devono essere prelevati e portati in linea.

Articolo	Componente	DataTempo richiesta	Quantità	Posizione	Flusso	Status	
Lina 017- 02	03690040B LENTE FOG DX FP BMW F39 MOBILE T2	05-04-2022 08:57:00	1	None	IND02	In preparazione	●
Lina 017- 03	03690060A FILTRO GUIDA LUCE DX FP BMW F39 T2-ECE-	05-04-2022 08:57:14	1	None	IND02	In preparazione	●
Lina 017- 07	03689060A FILTRO GUIDA LUCE SX FP BMW F39 T2-ECE-	05-04-2022 09:03:54	1	None	IND02	In preparazione	●

23 Esempio di picking list

Come si può osservare nella *fig. 23*, lo status risulta essere "in preparazione": l'operatore logistico sta collocandolo il materiale richiesto sulla treno per poi portarlo in linea di assemblaggio. Quando posizionerà il componente sulla rulliera a bordo linea, dovrà premere il bottone nero e lo status diventerà "consegnato". La linea dovrà concludere con la "conferma ricezione materiale".

Questo processo risolve il problema della gestione a vista poiché l'operatore logistico riceve direttamente le chiamate dei componenti necessari alla linea, riducendo il rischio di un asservimento assente o non corretto derivante da una dimenticanza.

Per riuscire a creare dei flussi standardizzati è necessario analizzare i PFEP generali, per comprendere con quali tempistiche devono essere definite le partenze dei treni. E' necessario che le richieste avvengano dopo il consumo di una singola cassetta. Le consegne invece, poiché non possono avvenire ad ogni chiamata per questioni di tempo e di saturazione della risorsa, devono

rispettare degli orari definiti sulla base dell'autonomia dei materiali.

Poiché la richiesta avviene al consumo di una cassetta, è necessario calcolare l'autonomia della rulliera dopo la prima chiamata effettuata:

Autonomia POST prima chiamata

$$= (\text{Autonomia rulliera per copertura necessaria}) - 1 \quad [3]$$

Questa risulta essere l'autonomia rimanente della rulliera entro la quale è necessario che il treno effettui l'asservimento, per evitare fermi linea. Questo tempo, deve anche comprendere:

- il tempo che il treno impiega per raggiungere la linea di competenza;
- il tempo per effettuare l'asservimento e in parallelo la raccolta dei contenitori vuoti;
- il tempo per lo smistamento dell'immondizia
- il tempo per il posizionamento dei vuoti nell'area dedicata.

Queste sono tutte attività di competenza della logistica, da considerare per definire la frequenza delle partenze.

Il metodo migliore per reperire questi tempi è il "go and see", ovvero conviene andare sul campo ed effettuare delle simulazioni in cui si prendono i tempi.

Considerando poi il worst case delle varie simulazioni, è possibile fare una stima dei tempi.

Tabella 2: Riepilogo simulazioni

Simulazione linea 17 con chiamata e-Kanban				
Simulazioni	Durate singole attività [s]			WORST CASE [S]
	1	2	3	
Partenza dalla linea 17 dopo aver raccolto i vuoti a bordo linea	0	0	0	0
Tempo per arrivare all'area dei vuoti	86	83	84	86
Tempo per scaricare le cassette vuote effettuando la differenziata degli imballi di scarto/plastica	164	75	147	164
Tempo per arrivare al supermarket e caricare le cassette dei componenti necessari (memorizzati a vista)	26	37	31	37
Tempo per caricare le cassette necessarie	37	45	50	50
Tempo per raggiungere le cassette di altri componenti (corpi) posizionati in un'altra area del supermarket	132	210	189	210
Tempo per arrivare alla linea 17	105	90	100	105
Tempo per asservire la linea con le cassette necessarie e rimuovere i vuoti	170	228	202	228
				880 S
				14,7 MIN

Dai dati ottenuti si osserva che il tempo per effettuare un giro completo di asservimento corrisponde a 15 minuti circa. Per definire la frequenza delle partenze quindi è stato moltiplicato per due questo valore ottenendo delle partenze fisse ogni 30 minuti, per avere il giusto margine di sicurezza.

L'ultimo passo da compiere è quello di controllare se l'autonomia delle rulliere dopo la prima chiamata rientri in questo tempo. In caso contrario è necessario effettuare dei cambiamenti o degli interventi per aumentare il numero di cassette sulla rulliera o la quantità per contenitore. L'autonomia è infatti calcolata come:

$$Autonomia[h] = [(pz \text{ per box}) \times (n^\circ \text{ box sulla rulliera})] / CT[pz/h] \quad [4]$$

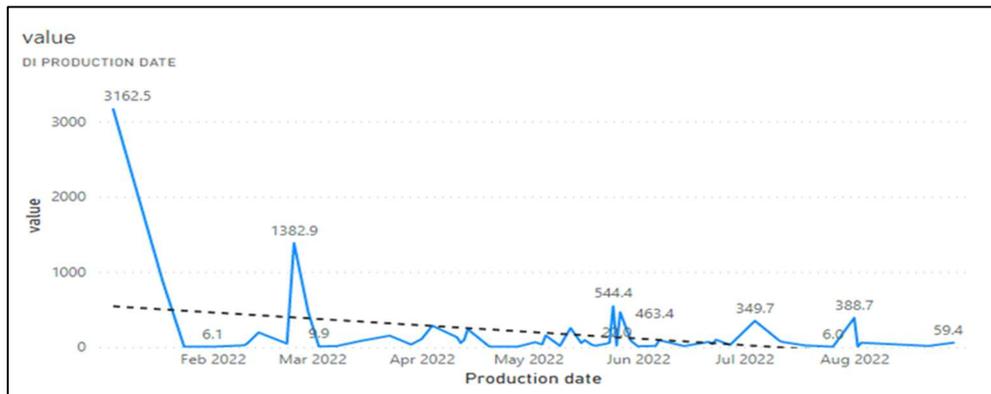
Analizzando la linea pilota, si è osservato che il collo di bottiglia è rappresentato da un solo componente che ha un'autonomia di 20 minuti (autonomia dopo la prima chiamata). Durante quindi le azioni per il re-layout precedentemente descritto, è stata prevista una rulliera con una lunghezza tale da inserire tante cassette quante quelle necessarie per raggiungere un tempo di 30 minuti.

Si è anche ridotto lo stock a bordo linea per tutti quei componenti con un'autonomia maggiore di 30 minuti. Avere infatti tanti componenti per un intero giorno di produzione a bordo linea occupa spazio senza creare valore aggiunto. Sono state quindi ridimensionate tutte le rulliere, riducendo le dimensioni, laddove fosse possibile.

Chiaramente, considerando una sola linea, non si possono osservare grandi risultati, ma pensando di applicare lo stesso procedimento su tutte le linee, i risultati e i savings che si possono ottenere sono importanti.

Intorno al periodo di Marzo 2022 è iniziato il progetto e nel tempo si sono osservati dei netti miglioramenti tra cui:

- Riduzione di molte attività di non valore aggiunto dell'operatore logistico che non effettua più dei giri all'interno dello stabilimento se non quando riceve le chiamate e negli orari stabiliti;
- Lavoro più ordinato e standardizzato;
- Riduzione notevole del numero di logistic downtime come si può osservare nel grafico (*fig. 24*);



24 Logistic downtime da Gennaio 2022 a Ottobre 2022

- Riduzioni del materiale a bordo linea che ha due effetti: riduzione del capitale immobilizzato e riduzione dello spazio occupato a non valore aggiunto (rif. Tabella 3).

Tabella 3: Savings derivanti da chiamata e-kanban

	RISPARMI	
n° cassette	38	box
Costo	2123	€
Spazio	9	m2

A seguito dei risultati positivi, si è estesa la stessa attività su altre linee di produzione. In particolare è stata fatta un'analisi considerando tutti i prodotti lavorati su tutte le linee, è stato associato un peso in base alla frequenza di produzione e sono state riportate le autonomie "collo di bottiglia" di tutti i prodotti.

Seguendo lo standard MAFACT², sono state effettuate delle implementazioni graduali per raggiungere il punteggio richiesto, considerando sempre 30 minuti per la frequenza delle partenze dei treni elettrici.

In particolare, in un primo momento, la chiamata PQM è stata estesa ad un totale di linee in modo da raggiungere il 25%³ e successivamente il 50%⁴. Attualmente più del 70% delle linee seguono questo nuovo standard.

Tabella 4: implementazione chiamata kanban

Assembly Line code	Prodotto	Peso totale	Pull call-off activable with weight	Pull call-off ACTIVE with weight
1	non considerata	0,20		
118	non considerata	0,20		
111	non considerata	0,20		
16	XXXXXXXXXX	0,33		
16	XXXXXXXXXX	0,33	0,33	0,33
16	XXXXXXXXXX	0,33	0,33	0,33
16	XXXXXXXXXX	0,33	0,33	0,33
119	XXXXXXXXXX	1,00	1,00	1,00
18	XXXXXXXXXX	0,17	0,17	0,17
18	XXXXXXXXXX	0,17		
18	XXXXXXXXXX	0,17		
18	XXXXXXXXXX	0,17		
18	XXXXXXXXXX	0,17		
18	XXXXXXXXXX	0,17		
13	XXXXXXXXXX	0,20	0,20	
13	XXXXXXXXXX	0,20	0,20	
13	XXXXXXXXXX	0,20	0,20	
13	XXXXXXXXXX	0,20	0,20	
13	XXXXXXXXXX	0,20	0,20	0,20
13	XXXXXXXXXX	0,20	0,20	0,20
13	New launch	New launch	New launch	New launch
14	XXXXXXXXXX	0,33	0,33	0,33
14	XXXXXXXXXX	0,33	0,33	0,33
14	XXXXXXXXXX	0,33	0,33	0,33
15	XXXXXXXXXX	0,50	0,50	0,50
15	XXXXXXXXXX	0,50	0,50	0,50
17	XXXXXXXXXX	1,00	1,00	1,00
19	XXXXXXXXXX	1,00	1,00	1,00
29	XXXXXXXXXX	0,33	0,33	0,33
29	XXXXXXXXXX	0,33	0,33	0,33
29	XXXXXXXXXX	0,33	0,33	0,33
12	non considerata	0,20		
76	non considerata	0,10		
126	non considerata	0,10		
FIN	non considerata	0,20		
124	non considerata	0,10		
20	New launch	New launch	New launch	New launch
129	New launch	New launch	New launch	New launch
130	New launch	New launch	New launch	New launch
131	New launch	New launch	New launch	New launch
132	New launch	New launch	New launch	New launch
Tot Weighted Assembly Lines*		10,30	Pull call-off activable	Pull call-off ACTIVE*
			8,17	7,37
			79%	72%

*not including New launches Lines to be completed

² Standard di Magna Lighting S.p.A.

³ Considerando le linee con il supermarket

⁴ Considerando alcune linee con la preparazione a commessa

3.5.3. Miglioramento continuo

La logica PULL ed in particolare il metodo di Lean Production ha come obiettivo la riduzione dei muda e il kaizen, ossia il miglioramento continuo. Per tali motivi, si cerca di trovare continuamente degli spunti per snellire ulteriormente il processo.

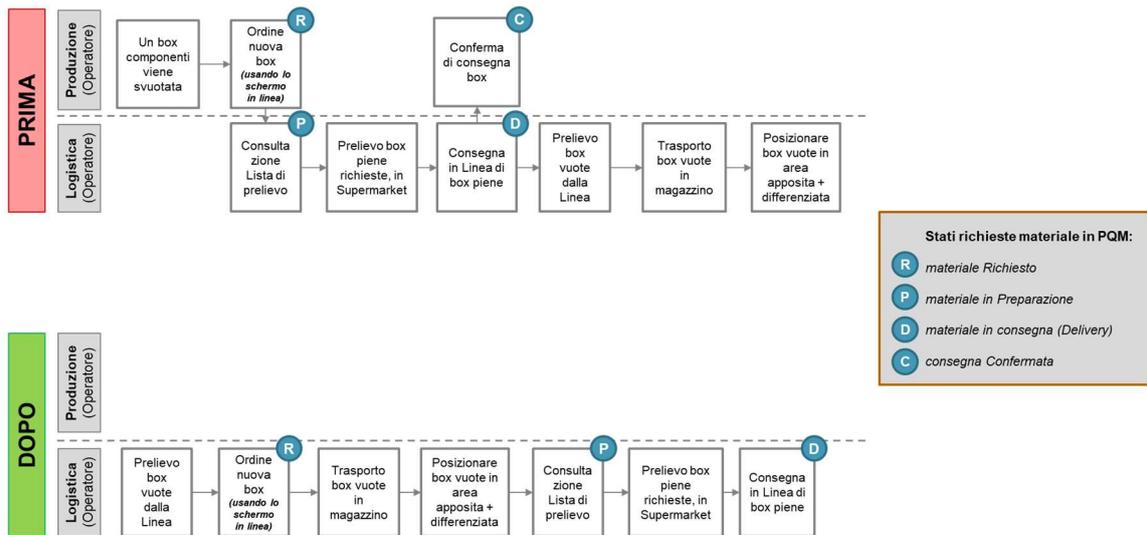
Per ridurre le attività di non valore aggiunto della linea di assemblaggio in modo da aumentare il prodotto finito e quindi il fatturato, una possibile strategia, potrebbe consistere nell'affidare l'attività di richiesta componente direttamente all'operatore logistico. In particolare, quando effettua la partenza ed arriva a bordo linea, oltre ad asservirla con i componenti necessari, dovrebbe ritirare anche i contenitori vuoti. In questa ultima attività, dotandosi di un dispositivo IoT come un terminale a radiofrequenza potrebbe inquadrare l'etichetta con il relativo codice ed effettuare la chiamata.

In modo autonomo quindi, gestirebbe sia le richieste che la consegna del materiale.

Questo miglioramento del processo si porta dietro dei vantaggi:

- Tutte le NVAA (attività a non valore aggiunto) vengono spostate dall'operatore di linea a quello della logistica. Questo implica un aumento dell'efficienza produttiva
- Il flusso risulta più snello in quanto viene rimossa l'attività di richiesta da parte dell'operatore di linea ed anche l'attività di conferma ricevimento materiale.

3 Lean Logistics



10/30/2022

Disclosure or duplication without consent is prohibited

23

25 Miglioramento del flusso, PRIMA e DOPO

4. Processo Kanban

La metodologia Kanban nasce nell'ambito del Toyota Production System. Il significato letterale della parola Kanban è "cartellino". Questo è uno strumento visivo (un cartellino, un segnale...) che governa il sistema PULL, e trasmette una serie di istruzioni comunicando delle informazioni sui materiali da approvvigionare o da produrre. E' un sistema di gestione che regola l'avanzamento dei materiali in relazione all'effettivo consumo nel processo successivo.

Un cartellino Kanban deve possedere quindi delle indicazioni precise:

- Un numero identificativo;
- Il codice del componente e la relativa descrizione;
- La giacenza del contenitore;
- Il reparto da cui parte;
- Il reparto da cui arriva.

E' necessario che i contenitori siano standardizzati con una definizione precisa del numero di pezzi per contenitore. L'avanzamento inoltre nella fase successiva del numero di contenitori pieni deve essere esattamente pari al numero di contenitori vuoti consumati.

Ci sono due tipologie di cartellini Kanban:

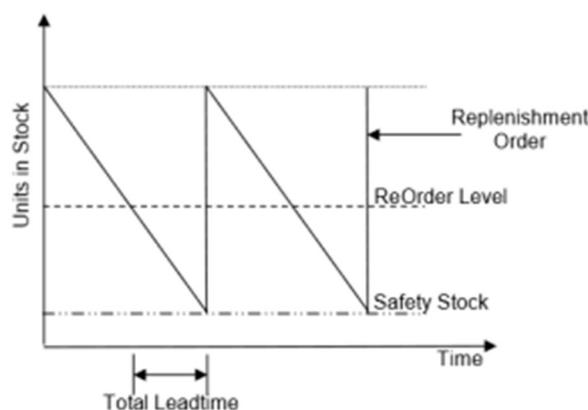
- KANBAN di prelievo: questo è utile per spostare dei componenti verso un processo produttivo. E' il caso analizzato nel *Capitolo 3*.

- KANBAN di produzione: rappresenta gli ordini di produzione attraverso i quali si autorizza il processo a monte a produrre per il processo a valle.

Attraverso questo sistema, si riduce uno dei sette sprechi della Lean Production, ossia la sovrapproduzione (vedi Capitolo 2) perché viene prodotto solo ciò che viene effettivamente richiesto dal processo a valle e con la stessa quantità (logica PULL). Si riducono anche le movimentazioni inutili dei lavoratori, lo spazio per lo stoccaggio che potrebbe essere utilizzato in modo diverso e i tempi con cui vengono stoccati i materiali poiché, tempi lunghi implicano deterioramento.

Il Kanban fa parte di un Kanban Loop:

- il ciclo ha inizio da una stazione di produzione;
- Il prodotto richiesto è disponibile per la consegna immediata;
- Il prodotto deve essere rifornito quando le unità di stock raggiungono il livello di riordino che corrisponde alla domanda durante il leadtime di rifornimento, più uno stock di sicurezza.



26 Kanban loop

Se la domanda è superiore alla media, l'inventario può prelevare dallo stock di sicurezza. Se aumenta al di sopra delle scorte di sicurezza, si verifica invece una situazione di esaurimento scorte.

4.1. Lavagne Kanban

Il kanban, come si può comprendere, è un sistema con vantaggi chiari e comprovati per l'efficientamento della produttività e per la flessibilità dei flussi. Esistono numerosi tools di supporto per garantire il corretto funzionamento, basati sempre sul controllo e segnale visivo.

Di seguito vengono descritti i principali.

KANBAN BOARD. Tra i principali strumenti di supporto, quello più diffuso è la kanban board, che rappresenta in modo visual tutte le fasi di lavoro, comprensibili da tutti i team aziendali. E' caratterizzata da un minimo di tre colonne che rappresentano i compiti da fare, quelli in lavorazione e quelli conclusi. Maggiori sono le colonne, superiori sono le possibilità di capire dove si bloccano i processi.

Annessi alla lavagna, ci sono i cartellini visivi che devono essere posizionati nelle colonne. E' definito un numero massimo di cartellini per colonna in modo da prestare l'attenzione prima alle attività arretrate per poi aggiungerne altre. Definire un numero massimo di lavori aiuta infatti a completare le attività in modo più veloce. I cartellini quindi rappresentano delle attività da effettuare mentre le colonne indicano il flusso di lavoro, procedendo da sinistra verso destra.

Il vantaggio di questo strumento consiste nel poter individuare i colli di bottiglia in modo da trovare una soluzione. E' un ottimo strumento per la ricerca del Kaizen. Se è presente una colonna dove i tasks arrivano più velocemente di quanto escono, è presente un collo di bottiglia che causerà un accumulo di lavoro. Il problema quindi diventa visibile a tutto il team.

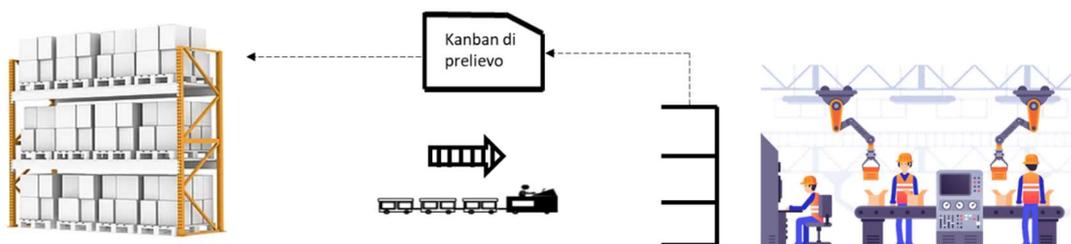
HEIJUNKA BOARD. La Heijunka è una lavagna che si occupa della programmazione e del livellamento della produzione. Organizza i prodotti da spedire e le relative quantità secondo precisi criteri, come il takt time. Permette quindi di interrompere la produzione di lavoro in lotti e di iniziare a lavorare in base alla domanda cliente. Questo permette di ridurre i costi di inventario. Come già detto, permette di livellare la produzione in base al volume medio degli ordini che si ricevono, mantenendo il processo in continua esecuzione senza ulteriori pressioni nel caso in cui il numero di ordini dovesse aumentare durante la settimana. Nel caso in cui si debba gestire un portafoglio di prodotti, è conveniente utilizzare **l'Heijunka box**, ossia uno strumento che visualizza gli ordini di ogni prodotto e in base alla domanda media, livella una sequenza di produzione per ottenere un flusso ottimale. Generalmente le righe orizzontali rappresentano la tipologia di prodotto e le colonne identificano gli intervalli di tempo uguali (minuti, ore ...).

4.2. Kanban di prelievo

Il kanban di prelievo può essere utilizzato per l'approvvigionamento, spostando un componente tra il magazzino e le ubicazioni di produzione in cui viene consumato.

La quantità del kanban indica il numero di unità che devono essere movimentate e trasportate durante il processo. Questa è una quantità fissa e standardizzata per ogni componente.

Dopo che il contenitore contenente il kanban viene consumato, viene segnato come vuoto e viene creato un nuovo kanban. Questo corrisponde ad una richiesta di materiale che deve essere prelevato in magazzino e portato alla linea. Quando l'operatore logistico conferma il prelievo, porta il componente richiesto ed insieme anche il cartellino completato. A ciclo, quando la linea necessiterà dello stesso componente, manderà di nuovo il segnale, segnando il kanban come vuoto e via dicendo.



27 Esempio di Kanban di prelievo

4.2.1. E – Kanban

Il progresso tecnologico ha permesso di informatizzare il cartellino, passando dal cartellino fisico al sistema elettronico, contenente le stesse informazioni necessarie. Questi cartellini/barcode vengono scansionati nel momento in cui è necessario ricevere il materiale e il segnale arriva direttamente al personale dedicato al riempimento.

E' possibile rendere ancora più innovativo il processo creando un link diretto con il fornitore. In particolare, scansionando l'e-kanban, viene inviato direttamente l'ordine al buyer aziendale.

Per un approvvigionamento automatizzato del materiale, le rulliere degli scaffali E-Kanban vengono dotate di sensori intelligenti per avere un rifornimento completamente automatico. In altre parole, quando un contenitore viene consumato e risposto nell'apposito spazio dei contenitori vuoti, si genera un segnale automatico che crea una richiesta nel sistema di gestione del flusso. Viene così ordinato il materiale da rifornire, che si basa sull'effettivo consumo e quindi riflette la domanda del cliente finale. Chiaramente con l'introduzione degli AVG o AMR (vedi Capitolo 5), robot a guida autonoma, i processi dovranno essere ulteriormente automatizzati.

Questo cartellino elettronico, seppur diffuso, non ha sostituito il cartellino cartaceo, essendo questo molto chiaro ed immediato a livello Visual. Il cartellino tradizionale genera un segnale evidente che informa i lavoratori su una specifica necessità, individuando più facilmente i problemi sulle forniture.

4.3. Kanban di produzione

Il Kanban di produzione autorizza la produzione di un contenitore per rimpiazzarne uno appena consumato. Ogni contenitore quindi, per essere spostato, deve possedere un cartellino.

Quando un componente si esaurisce, l'operatore deve prelevare il contenitore pieno dal punto di stoccaggio, staccare il cartellino dal contenitore, posizionarlo sul contenitore vuoto e rimandarlo al reparto a monte per dare l'indicazione di produzione.

L'avanzamento quindi della produzione è di tipo PULL perché il Kanban, partendo dalla pianificazione del prodotto finito per il

cliente, "tira" lungo il ciclo di trasformazione le quantità dei prodotti necessarie per soddisfare l'ordine finale.

Il sistema Kanban è quindi un sistema di controllo e miglioramento del flusso e delle scorte dei materiali nel processo produttivo. Permette di autoregolare il ritmo lungo le diverse fasi del processo produttivo, seguendo l'andamento della domanda cliente.

Ci sono diverse tipologie di Kanban:

- **Single card kanban:** corrisponde al solo kanban di prelievo. Viene usato quando c'è una particolare vicinanza tra i reparti. Ad ogni contenitore è associato un kanban di prelievo e, quando si svuota, il kanban ha la valenza di ordine da prelevare.
- **Dual card kanban:** Utilizza sia il kanban di prelievo che di produzione. Si usa generalmente quando i reparti operativi sono distanti fra loro.
- **Batch kanban:** utilizza la stessa logica del kanban tradizionale, con la differenza che il lotto di produzione è più grande dei consumi. La produzione avviene dopo un certo accumulo di cartellini per quel determinato codice.

4.4. Kanban: i vantaggi

Il primo vantaggio dell'implementazione di un sistema Kanban consiste nel fatto che possiede massima flessibilità pertanto è possibile utilizzare questo metodo per flussi di lavoro e processi già esistenti. L'obiettivo è quello di incoraggiare i continui cambiamenti che possono andare nella direzione del Kaizen, evitando ogni forma di resistenza. Di conseguenza, vuole evitare

e scoraggiare cambiamenti radicali che trovano difficoltà nella loro attuazione.

I continui miglioramenti sono alla base del metodo, fondamentali per ridurre le fonti di spreco e le attività a non valore aggiunto. Da questi derivano dei vantaggi in termini di:

- Migliore visibilità del flusso e conseguente possibilità di reazione per gestire eventuali eccezioni. E' quindi possibile essere sempre al corrente di tutti gli aggiornamenti;
- Maggiore soddisfazione del cliente in quando vengono imposti dei limiti di WIP in modo da lavorare solo quando è prevista la domanda, garantendo un risultato ottimale, senza creare stock a magazzino immobilizzato per giorni/mesi;
- Allineamento tra i vari processi aziendali, promuovendo la trasparenza e incoraggiando la comunicazione;
- Maggiore ordine nel flusso e conseguente miglioramento delle velocità di consegna, identificando in modo semplice dove intervenire per gestire eventuali rallentamenti.

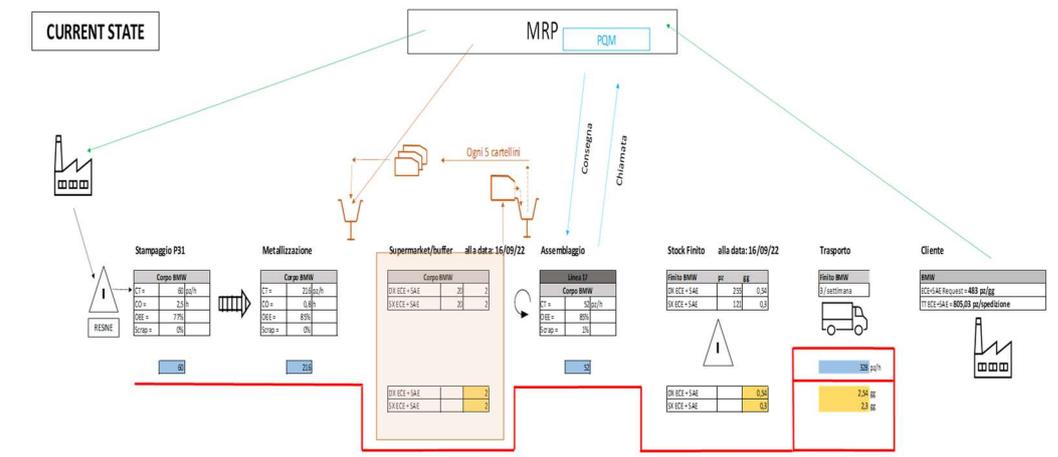
4.5.Caso studio: applicazione Kanban sulla linea pilota

Partendo dalla definizione della linea pilota per il MAFACT, ovvero la linea 17, è stato deciso di effettuare uno studio per avviare un progetto KANBAN. In particolare si è cercato di implementare questo metodo al componente di classe A⁵ prodotto internamente, ovvero il corpo del fanale BMW.

⁵ Riferimento alla Classificazione dei materiali nel **Capitolo 6**

4 Processo Kanban

In una prima fase si è analizzato tutto il flusso del componente, dalla materia prima al prodotto finito. E' stata quindi realizzata una VSM, per avere una visualizzazione chiara di tutti i processi e dei colli di bottiglia presenti lungo la supply chain.



28 VSM Current State, Corpo linea 17

Come è già stato detto nel *Capitolo 3*, dalla VSM si possono osservare le principali fonti spreco. Nel caso in esame, il *muda* corrisponde all'*inventory*, magazzino posizionato tra il reparto di metallizzazione e la linea di assemblaggio.

Avendo già implementato la chiamata PQM per fare in modo che le richieste materiale avvenissero solo quando necessario, rendendo PULL l'asservimento dal magazzino alla linea, lo step successivo è stato quello di intervenire per ridurre lo stock eccessivo.

Analizzando il flusso, si osserva che i corpi vengono stampati sulla pressa 31. Questa risulta essere una pressa non dedicata, ossia sulla macchina si realizzano componenti differenti, appartenenti a linee diverse. L'implementazione del sistema Kanban quindi,

avrebbe dovuto prevedere la gestione kanban di tutta la pressa e non di un solo componente, utilizzando la pianificazione attraverso la Heijunka box. Essendo però un processo preliminare ed essendo la domanda del corpo in questione quella con la richiesta prodotto finito maggiore, si è deciso di trattare la pressa come se fosse dedicata. In un secondo momento, è stato poi effettuato il calcolo kanban dell'intera pressa, introducendo tutti i componenti e le linee di assemblaggio coinvolte.

E' stata calcolata la domanda cliente giornaliera, considerando una media della richiesta del prodotto finito su un orizzonte di un anno, dal dicembre 2021. E' risultata pari a 2375 pezzi/settimana. La domanda giornaliera corrisponde a 475 pz/giorno ed il takt time è pari a 792 pz/spedizione con 3 spedizioni a settimana.

La capacità produttiva della linea è pari a 50pz/h. Considerando un turno di produzione (pari a 7.16 h circa, considerando le pause) si ottiene una produzione pari a 358 pz/turno.

Dalla VSM si osserva che il cycle time della pressa è più alto della linea, quindi la pressa risulta essere avere un vantaggio in termini di velocità. Per sincronizzare i processi è stato necessario definire un buffer che considera anche uno stock di sicurezza.

Analizzando i tempi della pressa, questa risulta avere un vantaggio sia in termini di cycle time rispetto alla linea sia in termini di turni di lavoro. Il reparto dello stampaggio infatti lavora su tre turni a differenza dell'assemblaggio che ne lavora soltanto due. Ciò che però potrebbe causare dei problemi è il change over infatti è necessario un tempo di qualche ora per effettuare il cambio stampo.

4 Processo Kanban

Si è deciso di essere abbastanza conservativi considerando un buffer pari a due turni di copertura del componente stampato.

Riprendendo il PFEP calcolato per la linea 17, è stato calcolato il numero di pallet necessari per una copertura di due turni di produzione. Il calcolo è stato svolto dividendo la produzione di due turni di assemblaggio per il numero di pezzi contenuti per box diviso il numero di cassette contenute per pallet. E' stato trovato un valore pari a 10 pallet per il corpo destro e 10 per il corpo sinistro.

Tabella 5: PFEP linea 17

LINEA 17 CORPO BMW								
Codice	Descrizione	Classe	Coefficiente	pz box	n° FG con 1 cassetta	hourly production line	Produzione in minuti	Autonomia rulliera/asservimento min [minuti]
XXXXXXXX	CORPO BMW	A	1	6	6	50	1,20	7,20
XXXXXXXX	CORPO BMW	A	1	6	6	50	1,20	7,20
XXXXXXXX	CORPO BMW	A	1	6	6	50	1,20	7,20
XXXXXXXX	CORPO BMW	A	1	6	6	50	1,20	7,20
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	15	15	50	1,20	18,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	15	15	50	1,20	18,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	35	35	50	1,20	42,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	35	35	50	1,20	42,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	35	35	50	1,20	42,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	35	35	50	1,20	42,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	105	105	50	1,20	126,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	105	105	50	1,20	126,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	95	95	50	1,20	114,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	95	95	50	1,20	114,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	95	95	50	1,20	114,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	95	95	50	1,20	114,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	200	200	50	1,20	240,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	200	200	50	1,20	240,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	150	150	50	1,20	180,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	150	150	50	1,20	180,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	50	50	50	1,20	60,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	50	50	50	1,20	60,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	80	80	50	1,20	96,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	B	1	80	80	50	1,20	96,00
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	C	3	5000	1666	50	1,20	1999,20
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	C	3	1000	333	50	1,20	399,60
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	C	3	20000	6666	50	1,20	7999,20
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	A	1	189	189	50	1,20	226,80
YYYYY	YYYYYYYYYYYYYYYY	A	1	189	189	50	1,20	226,80

Per calcolare i livelli di riordino, è stato deciso di calcolare dei livelli di sicurezza sfruttando i colori del semaforo:

- Verde: copertura sufficiente, non è necessario produrre
- Giallo: la copertura è ancora sufficiente, è stato esaurito il primo turno di copertura ma ne è presente ancora uno. Il

4 Processo Kanban

reparto stampaggio deve capire che entro un turno di produzione deve avviare la pressa.

- Rosso: la copertura è scarsa, è necessario iniziare la produzione

Tabella 6: Calcolo posti pallet necessari per Kanban

Prodotto	n° cassette per due turni	cassette su pallet	pallet a supermarket
CORPO BMW	120	12	10
CORPO BMW	120	12	10
CORPO BMW	120	12	10
CORPO BMW	120	12	10

10 PALLET 9 PALLET	8 PALLET 7 PALLET	6 PALLET 5 PALLET	4 PALLET 3 PALLET	2 PALLET 1 PALLET

cassette in 1 turno	60
n° cassette su pallet	12
n° pallet per copertura	5
n° colonne pallet verdi	2,5 2

Secondo questa legenda, il verde corrisponde alla copertura di un turno. Poiché in un turno vengono consumati cinque pallet, e questi possono essere sovrapposti con un indice di impilabilità pari a 2, saranno presenti due colonne contrassegnate da una linea verde, una colonna con la linea gialla e due colonne con la riga rossa.



29 Area Kanban nello stabilimento Magna S.p.A. con nastri colorati

4.5.1. Procedura di applicazione del Kanban al corpo BMW

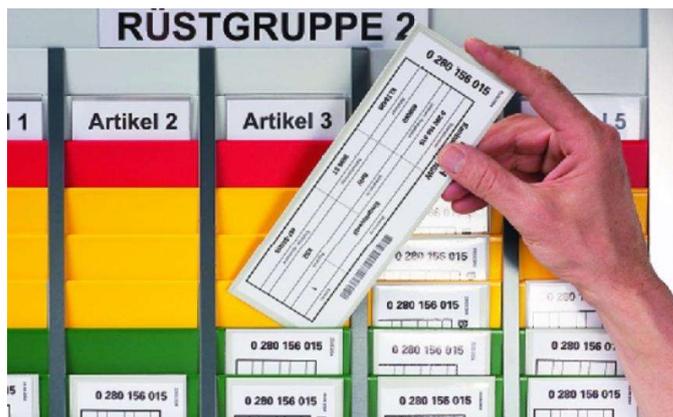
Il primo passo per avviare la procedura, dopo aver effettuato tutti i calcoli, è stato quello di realizzare i cartellini Kanban di produzione.

n° 1	
Codice	XXXXXXXXXX
Descrizione	CORPO BMW
Destinaz.	LINEA 17
Fornitore	Stampaggio
Quantità	72pz (6pz/cassetta * 12 cassette)

30 Esempio di cartellino Kanban

Questi cartellini, poiché la linea di assemblaggio consuma una scatola alla volta mentre dalla metallizzazione vengono realizzati dei pallet composti da 12 scatole, vengono posizionati uno per ogni pallet completo.

La procedura stabilita prevede che ad ogni prima cassetta prelevata da un pallet, debba essere prelevato anche il cartellino di riferimento e debba essere fissato all'interno di una "rastrelliera", partendo dal basso dove le fessure per inserire il cartellino sono di colore verde (come il nastro apposto al pavimento).



31 Esempio di rastrelliera

Al raggiungimento del quinto cartellino, ossia alla prima cassetta del primo pallet nell'area contrassegnata dal nastro giallo, l'operatore logistico è incaricato di prelevare tutti i cartelli apposti fino a quel momento e portarli in una rastrelliera simile, posta tra il reparto di assemblaggio e il reparto di metallizzazione.

Questo passaggio è stato necessario per problemi di distanza. All'interno dello stabilimento è presente un unico corridoio frequentato sia dall'operatore logistico delle linee che dall'operatore logistico dello stampaggio/metallizzazione ed è stato deciso di apporre in questa area una seconda rastrelliera, identica alla prima. Questo per evitare di allungare il percorso di asservimento per svolgere un'attività di non valore aggiunto che rischiasse di portare a dei fermi linea per colpa di un ritardo.

In questo modo, quando durante uno dei suoi viaggi, l'operatore della metallizzazione vede la presenza dei cartellini, è incaricato di prelevarli e portarli alla metallizzazione. Questo reparto avvisa il reparto a monte, lo stampaggio che pianifica la produzione di tanti cartellini quanti quelli ricevuti.

4 Processo Kanban

Anche la soluzione di trasportare cinque cartellini alla volta e non singoli cartellini è stata scelta per evitare di allungare ulteriormente le rotte per gli operatori della logistica con attività di non valore.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

Tabella 7: Stock WK 15 e WK 16

ITEM	Current state WK 15				Current state WK 16			
	Stock	Space [pallet]	LT	Flow Type	Stock	Space [pallet]	LT	Flow Type
CORPO BMW	2.742,00	38,1	5,77	Indirect2	1.474,00	20,5	3,10	Indirect1
CORPO BMW	2.615,00	36,3	5,51	Indirect2	1.000,00	13,9	2,11	Indirect1
CORPO BMW	1.230,00	17,1	2,59	Indirect2	932,00	12,9	1,96	Indirect1
CORPO BMW	1.405,00	19,5	2,96	Indirect2	1.024,00	14,2	2,16	Indirect1

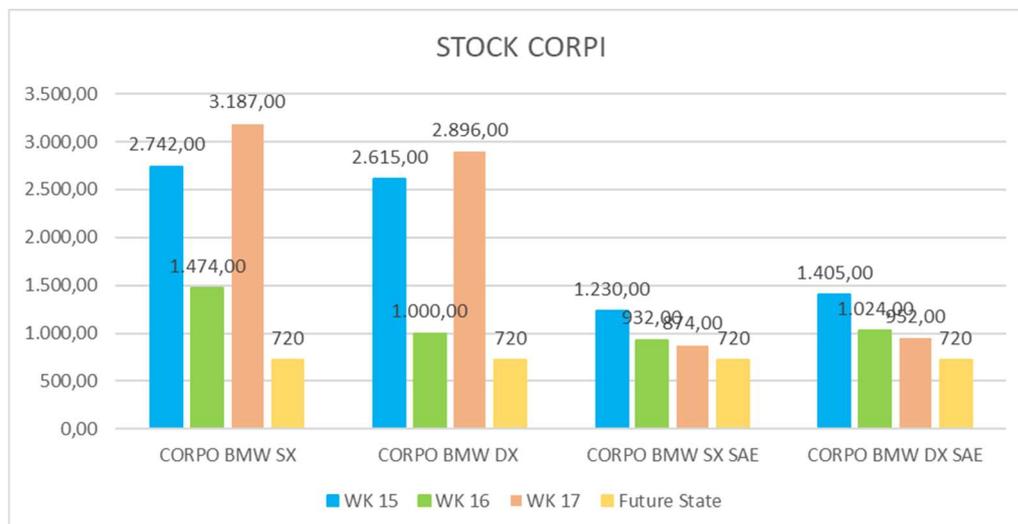
Tabella 8: Stock WK 17 e KANBAN

ITEM	Current state WK 17				SISTEMA KANBAN			
	Stock	Space [pallet]	LT	Flow Type	Stock	Space [pallet]	LT	Flow Type
CORPO BMW	3.187,00	44,3	6,71	Indirect1	720	10,0	1,52	JIT
CORPO BMW	2.896,00	40,2	6,10	Indirect1	720	10,0	1,52	JIT
CORPO BMW	874,00	12,1	1,84	Indirect1	720	10,0	1,52	JIT
CORPO BMW	952,00	13,2	2,00	Indirect1	720	10,0	1,52	JIT

Tabella 9: Riduzioni

ITEM	Reduction tra WK15 e KANBAN	
	Stock	LT
CORPO BMW	-77%	-77%
CORPO BMW	-75%	-75%
CORPO BMW	-18%	-18%
CORPO BMW	-24%	-24%

Tabella 10: Andamento dello stock pre e post KANBAN



Come si può osservare dal grafico a istogramma, è evidente una notevole riduzione dello stock tra la WK 15 e il Future state che comprende l'implementazione del progetto.

L'obiettivo del Kanban è un livellamento della produzione sulla base della domanda cliente. E' possibile notare un andamento abbastanza discontinuo tra una settimana e la successiva, indice di una domanda poco costante. Ecco quindi l'utilità dell'applicazione.

Questa procedura è stata analizzata e descritta nel dettaglio nelle JES, ossia le work instruction, secondo lo standard descritto nel *Capitolo 2*.

4.5.2. Procedura di applicazione del Kanban all'intera pressa 31

Un ulteriore passo avanti è stato fatto con lo studio del kanban relativo a tutti i componenti stampati tutta la pressa 31, senza limitarsi unicamente ai corpi.

Si potrebbe pensare di applicare ed estendere lo stesso procedimento applicato per i corpi BMW a tutti i componenti in questione tenendo conto che si potrebbero verificare delle complicanze.

Procedura copri BMW: I cartellini vengono portati allo Stampaggio quando viene consumato l'equivalente di un turno di stampaggio.

Possibile complicanza nel caso dell'intera pressa 31: nel caso dei corpi BMW, era presente una sola tipologia di cartellini in circolo, con le stesse tempistiche. Con l'introduzione di altri componenti, la gestione rischia di essere complessa e caotica. Inoltre, se alla pressa giungono numerosi cartellini di componenti diversi che hanno quindi raggiunto la soglia di riordino e sono in attesa di stampaggio, l'ordine di priorità può non coincidere con l'ordine cronologico di arrivo dei cartellini.

Proposta di modifica: la proposta di modifica prevede di portare nel reparto Stampaggio ogni cartellino singolarmente, non appena il materiale viene utilizzato dall'Assemblaggio. Questo permette di migliorare la visibilità del reparto e quindi la sua possibilità di pianificazione. Ovviamente la rastrelliera dei cartellini deve avere per ogni prodotto il livello di soglia di riordino, per dare indicazione allo Stampaggio di quando diventa necessario produrre. E' inoltre necessaria la presenza di una Heijunka box in cui pianificare i componenti per necessità e urgenza in base alla pianificazione dell'assemblaggio e non per ordine cronologico di arrivo dei cartellini.

4 Processo Kanban

Poiché la pressa non è dedicata quindi, è necessario fare un'analisi dettagliata considerando tutti i componenti coinvolti nel ciclo kanban. In particolare:

Sono stati raccolti in un file Excel tutti i dati relativi ai componenti e alla linea di assemblaggio (*ref. Tabella 11*).

Tabella 11: Dati relativi ai componenti e alla linea di assemblaggio

Codice componente	Descrizione	Linea	Pressa	Metallizzato e flusso teso	CT Linea (pz/h)	Coefficiente	Assorbimento linea (pz/h)
03689011G	CORPO BMW	17	31	si	52	1	52
03690011G	CORPO BMW	17	31	si	52	1	52
03689016G	CORPO BMW	17	31	si	52	1	52
03690016G	CORPO BMW	17	31	si	52	1	52
03897010I	CORPO M182	19 corpi	31	no	50	1	50
03898010I	CORPO M182	19 corpi	31	no	50	1	50
03895031E	RIFLETTORE M182	19 riflettori	31	si	50	1	50
03896031E	RIFLETTORE M182	19 riflettori	31	si	50	1	50
03872041E	RIFLETTORE M157	13	31	si	35	1	35
03873041E	RIFLETTORE M157	13	31	si	35	1	35

Seguono i dati relativi al processo di stampaggio e di metallizzazione, compresi i tempi di setup e i tempi di change over (*ref. Tabella 12*).

Tabella 12: Dati relativi allo stampaggio e alla metallizzazione

Tempi per lotti Metallizzazione da 45 coppie									
CT Stampaggio reale (pz/h)	CT Stampaggio SAP (pz/h)	CT Metallizzazione reale (pz/h)	CT Metallizzazione SAP (pz/h)	Tempo cambio stampo (ore)	Tempo set-up metallizzazione (ore)	Tempi iniziali metallizzazione (ore) [riempimento nastro]	Tempi iniziali metallizzazione (ore) [carico bilancelle]	Tempi iniziali metallizzazione (ore) [ciclo metallizz]	Tempi iniziali metallizzazione (ore) [scarico e collaudo]
60,0	60,0	216,0	207,7	2,5	0,8	0,3	0,3	0,3	0,5
60,0	60,0	216,0	207,7	2,5	0,8	0,3	0,3	0,3	0,5
60,0	60,0	216,0	207,7	2,5	0,8	0,3	0,3	0,3	0,5
60,0	60,0	216,0	207,7	2,5	0,8	0,3	0,3	0,3	0,5
55,4	51,4	na	na	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
55,4	51,4	na	na	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
60,0	60,0	302,4	259,2	2,5	0,8	0,3	0,3	0,3	0,5
60,0	60,0	302,4	259,2	2,5	0,8	0,3	0,3	0,3	0,5
72,0	64,3	345,6	200,0	2,5	0,8	0,3	0,3	0,3	0,5
72,0	64,3	345,6	200,0	2,5	0,8	0,3	0,3	0,3	0,5

Nella stessa tabella, scomposta per problemi di dimensioni, sono state indicate le dimensioni dei contenitori di ogni componente e

4 Processo Kanban

le caratteristiche generali dei tre processi coinvolti: stampaggio, metallizzazione e assemblaggio (rif. Tabella 13).

Tabella 13: Caratteristiche generali

Tipo contenitore (dimensioni)	pz/contenitore	Bimano STAMP	Bimano MET	Bimano LINEA
60x40x30	6	si	si	si
60x40x30	6	si	si	si
60x40x30	6	si	si	si
60x40x30	6	si	si	si
60x40x30	10	si	si	no
60x40x30	10	si	si	no
60x40x13	25	si	si	no
60x40x13	25	si	si	no
60x40x30	21	si	si	si
60x40x30	21	si	si	si

L'ultima parte della tabella (rif. Tabella 14) è rappresentativa dei calcoli analizzati ed ottenuti.

Tabella 14: Domanda settimanale media e relativi calcoli

Domanda/Produzione media settimanale (pz)	Ipotesi VOLUMI SETTIMANALI STOCK			Tempo necessario per produzione pezzi [Stamp./Met.] + cambio stampo (ore)	Tempo necessario per produzione pezzi [Stamp./Met.] + cambio stampo (turni)	Tempo minimo per avere la prima cassetta di pezzi
	Copertura SETTIMANALE (turni ASSEMBLAGGIO)	cont. necessari	Posti pallet necessari			
2375	6,4	395,8	33,0	42,9	6,0	4,0
2375	6,4	395,8	33,0	42,9	6,0	4,0
40	0,1	6,7	0,6	4,0	0,6	4,0
40	0,1	6,7	0,6	4,0	0,6	4,0
1350	3,8	135,0	11,3	26,9	3,8	2,5
1350	3,8	135,0	11,3	26,9	3,8	2,5
1064	3,0	42,6	1,5	21,1	2,9	4,0
1064	3,0	42,6	1,5	21,1	2,9	4,0
107	0,4	5,1	0,4	4,8	0,7	4,0
107	0,4	5,1	0,4	4,8	0,7	4,0

Il tempo necessario per la produzione dei pezzi comprende tutti i tempi di setup, di produzione e di change over indicati nella tabella (rif. Tabella 14). E' stato calcolato anche il tempo minimo per avere la prima cassetta di pezzi. Questo dato è importante per il calcolo della copertura necessaria in quanto è indice di quanto tempo è necessario per effettuare un cambio stampo immediato.

In altre parole, se si sta effettuando la produzione sulla pressa 31 di un componente ed è necessario effettuare un cambio di produzione, il tempo che impiega per effettuare il cambio e per produrre la prima cassetta del secondo componente utilizzabile a bordo linea è il tempo espresso nella colonna "Tempo minimo per avere la prima cassetta di pezzi".

Arrivati a questo punto, è necessario fare delle ipotesi relative a quale componente viene stampato sulla pressa in parallelo a quali linee di assemblaggio lavorano.

Le colonne della tabella rappresentano:

- **Tempo necessario per la produzione pezzi** → è il tempo che si impiega per soddisfare la domanda del cliente
- **(Peggior) Tempo minimo per avere il primo lotto di ALTRI pezzi** → è il tempo del worst case nel caso in cui si volesse cambiare la produzione passando al componente con un maggior tempo di produzione della prima cassetta
- **Tot copertura** → è la somma dei due valori descritti nei punti precedenti
- **Tot copertura (turni)** → è l'equivalente del punto precedente, trasformato in turni

4 Processo Kanban

Tabella 15: Analisi dello stock necessario per il Kanban

Ipotesi VOLUMI SETTIMANALI STOCK					
	Tempo necessario per produzione pezzi [Stamp./Met.] + cambio stampo (ore)	(Peggior) Tempo minimo per avere il primo lotto di ALTRI pezzi (45 coppie) (ore)	TOT copertura (ore)	TOT copertura (turni)	
Assemblaggio 13, 17 e 19; stampaggio 17	42,9	4,0	46,9	6,5	>> COPERTURA 13, 19 riflettore/corpo
Assemblaggio 13, 17 e 19; stampaggio 13	4,8	4,0	8,8	1,2	
Assemblaggio 13, 17 e 19; stampaggio 19 corpo	26,9	4,0	30,9	4,3	>> COPERTURA L17
Assemblaggio 13, 17 e 19; stampaggio 19 riflettore	21,1	4,0	25,1	3,5	
^preso manualmente il valore del tempo di Stampaggio del relativo prodotto		^preso manualmente il valore del tempo maggiore tra quelli degli altri prodotti		^preso manualmente il valore del tempo maggiore tra quelli degli altri linea/prodotto. Poi copiarli nella tabella sotto.	
Linea	Copertura				
13	6,5				
17	4,3				
19 corpi	6,5				
19 riflettori	6,5				

Sono stati analizzati quattro casi, ipotizzando quale componente stesse producendo la pressa 31 e supponendo che tutte e tre le linee lavorino contemporaneamente:

- Per stampare tutta la domanda del componente della **linea 17** sono necessari 6.5 turni.
- Per stampare tutta la domanda del componente della **linea 13** sono necessari 1.2 turni.
- Per stampare tutta la domanda del componente della **linea 19 (corpo)** sono necessari 4.3 turni.
- Per stampare tutta la domanda del componente della **linea 17 (riflettore)** sono necessari 3.5 turni.

Da questi dati si giunge ad una conclusione: **La copertura del componente che è in produzione sulla pressa deve essere pari alla massima copertura di uno degli altri componenti.**

Ad esempio, nel caso della produzione sulla pressa 31 del componente della linea 17, la copertura di questo componente

deve essere pari al valore massimo tra le altre coperture, ovvero 4,3 turni. Lo stesso discorso vale per gli altri componenti.

I valori di copertura che si ottengono sono elevati e questo dipende sicuramente sia dal fatto che la pressa non è dedicata quindi bisogna considerare anche gli altri componenti interessati sia dal fatto che i tempi di change over della pressa sono decisamente alti. E' dunque necessaria l'implementazione della metodologia SMED.

4.5.3. Rischi dell'implementazione kanban

- Mancata ottimizzazione della saturazione pressa: producendo in base al numero di cartellini kanban arrivati e non in base alla pianificazione della produzione, il numero di set-up rischia di aumentare.
- Possibile aumento stock e quindi capitale immobilizzato a causa della necessità di dare certezza di copertura alle linee di Assemblaggio col kanban.
- Possibile aumento giorni di copertura (come conseguenza all'aumento dello stock) >> deterioramento KPI logistica.
- Errato dimensionamento kanban (in assenza di revisioni periodiche frequenti sulle quantità prodotte VS richieste).
- I cartellini kanban indicano la quantità da produrre, non necessariamente l'ordine in cui farlo: rischio di produrre componenti da riassortire ma non urgenti se viene seguito l'ordine dei cartellini kanban e non le priorità di Planning e Production Control >> rischio fermo linea assemblaggio.

- Nel caso ci sia una necessità costante di controllo dell'intero processo di pianificazione dello stampaggio da parte del Planning si ha un inutilizzo effettivo del sistema kanban >> rischio demotivazione operatori (produzione e logistica).

5. AVG: Automated Material Handling

I veicoli a guida autonoma, AGV, detti anche AMR, robot mobili autonomi, sono sistemi di trasporto autonomi appunto, utilizzati negli asservimenti logistici per compiti che generalmente sono affidati a carrelli elevatori o manuali.

Vengono utilizzati per sostituire i lavori manuali ripetitivi come lo spostamento delle quantità di materiale. Per questo consentono una logistica flessibile, riducendo al minimo i colli di bottiglia. Sono dunque utilizzati per migliorare il flusso di lavoro e ridurre i costi di manodopera.

La caratteristica principale di questi robot consiste nel fatto che non necessitano di una figura umana per azionare la macchina, ma riescono a svolgere numerosi compiti in modo indipendente, come carico e scarico pallet, movimentazione di materiali...

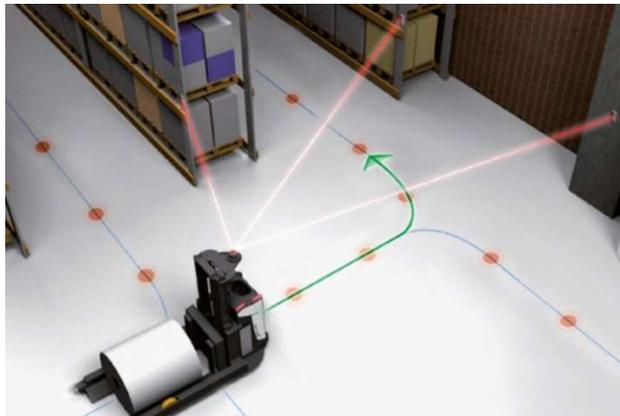
5.1. Tipologie

Il primo veicolo senza conducente è nato nel 1954 a seguito di una modifica di un trattore in grado di seguire un filo incorporato nel pavimento. A seguito di questa data, non ci sono stati dei grandi cambiamenti se non negli anni '80 in cui sono nati dei sistemi definiti "veicoli a guida automatica". Da questo momento, si sono sviluppati numerosi meccanismi di guida non più a filo ma con laser o nastri magnetici. Oggi questi robot sono autonomi, wireless in grado di cambiare percorsi e riconoscere gli ostacoli. Il tutto con estrema facilità e sicurezza.

Esistono **AGV a guida laser** che utilizzano appunto uno scanner laser per individuare un bersaglio. Il tempo con cui il riflesso del

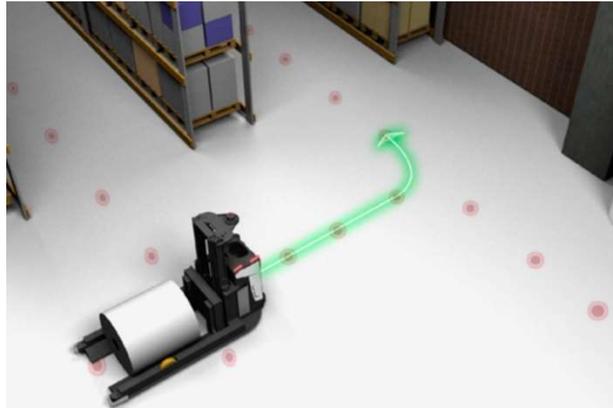
laser sul bersaglio torna indietro, permette di calcolare la distanza da percorrere. E' molto versatile ma per cambiare percorso è necessario agire sul computer di bordo.

Il veicolo naviga in modo autonomo usando uno o più laser posti a circa 20cm da terra che hanno il compito di definire un layout, mappando alcune porzioni. La localizzazione avviene con la triangolazione dei segnali provenienti dal laser che forniscono la posizione del robot. Utilizza quindi il layout circostante per creare riferimenti fissi.



32 Esempio di AGV a guida laser

Altri **AGV con navigazione a spot** invece, utilizzano un spot magnetico, tipo qr - code, come guida del percorso. Sono veloci e facili da installare e da modificare perché non introducono modifiche nella pavimentazione.



33 Esempio di AGV con navigazione a spot

Questi robot hanno una grande flessibilità in quanto possono svolgere numerose attività differenti: possono trasportare carrelli, pallet, rulliere per asservimento linee... grazie ai numerosi accessori che si possono applicare.



34 Esempio AGV con trasporto pallet



35 Esempio AGV con trasporto rulliere

Esistono anche delle stazioni degli AGV che permettono ulteriori movimentazioni come sollevatori di pallet autonomi per permettere l'utilizzo di movimentazioni con transpallet, o stazioni per il contenimento di pallet vuoti per effettuarne la movimentazione.



36 Esempio stazione con sollevatore



37 Esempio stazione per contenimento pallet

In realtà AVG e AMR non sono esattamente la stessa cosa. Di seguito le differenze.

AGV:

- Richiede dei percorsi tracciati, come appunto spot magnetici che limitano la flessibilità;

- Nel caso di un ostacolo, si fermano senza possibilità di cambiare percorso;
- Nel caso in cui sia necessario espandere o cambiare layout, le procedure sono lente e costose.

AMR:

- Non necessitano di spot posizionati a terra perché hanno la navigazione autonoma;
- Viaggiano in sicurezza attorno a persone e ostacoli, ovvero sono in grado di aggirarli;
- Non è costoso cambiare layout.

5.2. Vantaggi e Benefici

Gli AGV, essendo dei robot, hanno sicuramente numerosi vantaggi. In particolare, limitano al minimo il funzionamento umano, con la conseguente riduzione di infortuni. Sono molto efficienti e questo determina un elevato ritorno sull'investimento.

Questi strumenti generalmente sostituiscono quelle attività che per l'uomo risulterebbero alienanti. La resa di un lavoratore durante il turno non è costante, ma ha dei momenti di down in cui il rischio di inefficienze, incidenti, distrazioni è elevato. Un sistema di veicoli a guida autonoma al contrario, può funzionare continuamente, senza essere influenzato da carichi di lavoro pesanti.

Il flusso logistico, grazie a questi robot, non può più essere ritenuto una causa di inefficienza, di errore o di ritardo perché viene svolto con tempi e processi standardizzati. Inoltre aumenta la sicurezza sul posto del lavoro (aspetto fondamentale per un manager, parallelamente alla crescita dell'azienda) perché

vengono sostituiti e rimossi dalla circolazione i mezzi necessari all'asservimento dotati di forche.

Un altro aspetto importante riguarda il costo del lavoro. Secondo delle stime del settore della logistica, c'è carenza di molti dipendenti nel reparto del magazzino generale. Utilizzando gli AGV, si riducono i costi di manodopera perché i dipendenti devono svolgere meno lavoro di non valore, potendosi dedicare ad attività portatrici di ricavi aziendali. E' dunque implicito l'effetto di riqualificazione del personale, con effetti sulla produttività ed efficienza aziendale.

5.3. Sistema di gestione

Il sistema di gestione AGV è un software installato in un PC Server del cliente. Questo software si deve occupare della gestione delle missioni, ottimizzazione dei programmi di trasporto e comunicazione con gli altri software gestionali dell'azienda, ERP...

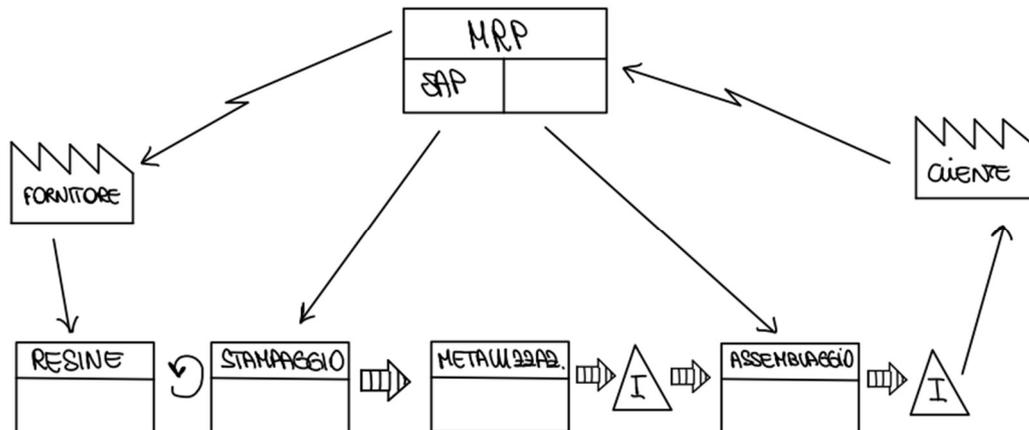
Garantisce i carichi in modo che siano trasportati alla destinazione corretta, quando richiesto, nel modo più efficiente.

Esistono dei sistemi che riescono a calcolare il percorso migliore e più efficiente per l'AGV, in modo da ridurre i tempi di attesa e i viaggi senza carico, evitando flussi non saturi.

5.4. Caso applicativo: AVG utilizzato per l'asservimento del reparto Stampaggio

Magna Lighting sta investendo in tecnologie 4.0 per essere sempre più competitiva sul mercato. Attraverso l'utilizzo di strumenti come le value stream maps, VSM, sono stati analizzati i principali

flussi all'interno dello stabilimento. Ne è derivato che il principale flusso di asservimento con movimentazioni a non valore aggiunto fosse quello relativo allo stampaggio, con le relative eccezioni.



38 VSM flusso stampaggio

Il fattore principale che è stato analizzato consiste nella necessità di una movimentazione automatizzata dei materiali e il costo opportunità di non fare lo stesso.

5.4.1. Situazione AS IS

Per comprendere gli studi svolti, è necessario partire con la descrizione del flusso generale che attraversa il reparto Stampaggio.



39 Layout stabilimento



40 Legenda del Layout

Lo stampaggio segue la pianificazione attraverso i sistemi di gestione ERP, prelevando in modo autonomo le resine dal magazzino resine, sfruttando un meccanismo di tubi e celle di essiccazione.

La maggior parte delle presse, non sono dedicate, ovvero non producono un solo componente ma molteplici, effettuando dei changeover. Questo è un primo aspetto importante poiché ne derivano vantaggi e svantaggi. Sicuramente la flessibilità delle presse corrisponde ad un vantaggio poiché non si ha l'esigenza di avere un reparto di grandi dimensioni per ospitare tutte le presse di cui si avrebbe bisogno. Allo stesso tempo però, i tempi di changeover sono molto alti, quindi si crea una inefficienza togliendo tempo alla produzione di valore aggiunto.

Solo alcune delle presse infine sono a flusso teso con il reparto di metallizzazione. Un robot si occupa di posizionare i prodotti

stampati su un nastro trasportatore posizionato in prossimità della pressa, che collega il reparto con quello successivo.

L'operatore della metallizzazione si occupa poi del caricamento delle bilancelle.

Questo passaggio non è comune a tutte le presse. La maggior parte di esse ha un buffer di contenitori vuoti a bordo pressa utilizzati per posizionare i componenti stampati. Quando si crea un pallet, l'operatore incaricato, lo solleva con l'utilizzo del transpallet e lo posiziona nel punto di carico.

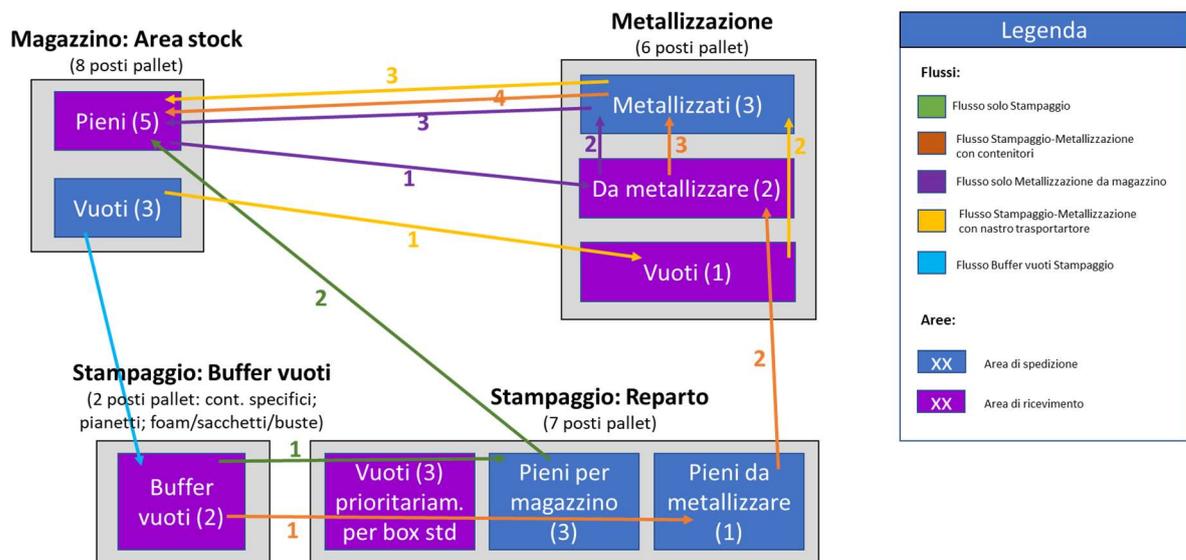
Il flusso dell'operatore logistico che si occupa dello stampaggio pertanto, è articolato in più attività:

- Deve assicurarsi che ci siano sempre contenitori vuoti nel punto di scarico in modo da evitare dei fermi pressa per mancanza imballo.
- Nel caso fosse necessario un refill, deve occuparsi del prelievo dei contenitori vuoti dall'area apposita e posizionarli nel punto di scarico.
- Prelevare i pallet in zona di carico e ubicarli a magazzino.

A queste attività seguono delle eccezioni nel caso in cui intervenga anche il reparto di metallizzazione:

- Nel caso in cui i pallet in zona di carico fossero da metallizzare, deve prelevarli e ubicarli nella zona di scarico-pieni in metallizzazione.
- Deve assicurarsi che ci siano sempre contenitori vuoti nel punto di scarico-vuoti in modo da evitare dei fermi campane per mancanza imballo.

- Nel caso fosse necessario un refill, deve occuparsi del prelievo dei contenitori vuoti dall'area apposita e posizionarli nel punto di scarico-vuoti in metallizzazione.
- Prelevare i pallet in zona di carico in metallizzazione e ubicarli a magazzino.



41 Schema flusso asservimento Stampaggio

5.4.2. Situazione TO BE

Analizzando i flussi, si osserva come l'asservimento, apparentemente complicato, sia in realtà abbastanza lineare, anche nel caso di eccezioni. Dal magazzino allo stampaggio infatti è presente un corridoio lungo tutto lo stabilimento (*fig. 38*), che viene percorso da un operatore logistico a turno, passando davanti alla metallizzazione.

Le attività manuali sono sempre le stesse, svolte in modo ripetitivo, rischiando di incorrere in numerosi errori che poi si

ripercuotono nei reparti successivi, in cui il valore inizia ad aumentare.

Per tali motivi, sia di semplicità di flusso che di elevato rischio di errore, è stato pensato di introdurre il primo robot AGV in questo flusso.

Analizzando i dati posseduti dal reparto stampaggio, è stato poi calcolato il numero di posti pallet necessari nel caso di asservimento con l'AGV. Nella situazione attuale, l'operatore, muovendosi con il carrello, è in grado di impilare due pallet, e trasportarli verso il magazzino. Nel caso dell'AGV questo non è possibile, pertanto è necessario aumentare il numero di baie in cui posizionare i pallet di vario tipo.

Allo stesso tempo, i tempi di asservimento sono sicuramente inferiori nel caso di implementazione del robot pertanto è sufficiente una riprogettazione del design.

6. Magazzino verticale automatico 4.0

Il flusso fisico della logistica interna, prevede uno stretto contatto con il magazzino generale in cui prelevare i componenti necessari per l'asservimento delle linee di produzione. E' dunque necessaria un'integrazione sincronizzata per riuscire ad ottimizzare i tempi, gli spazi e gli spostamenti.

Numerose sono le funzioni aziendali per una gestione precisa ed evoluta di tutti i processi logistici in uno stabilimento: tracciabilità delle merci, controllo della corretta giacenza (dunque frequenti inventari), pianificazione strategica delle linee in base alle giacenze presenti su sistemi informatici...

Automatizzare il magazzino ha numerosi vantaggi poiché consiste nel velocizzare tutte le operazioni di stoccaggio e prelievo merci, affidando ad una macchina l'operazione di immagazzinamento, secondo una sua logica intelligente. Questo aumenta il grado di affidabilità ottenendo un vantaggio competitivo rispetto alle standard strutture di stoccaggio.

I magazzini verticali in particolare, hanno la caratteristica di sfruttare l'altezza del magazzino, con l'obiettivo di ottimizzare gli spazi. Sono delle scaffalature che possono raggiungere delle altezze importanti consentendo lo stoccaggio di componenti su una superficie relativamente ridotta.

Per ovviare al problema del poco spazio a magazzino rispetto al numero di scorte necessario ed evitare un conseguente over stock o una cattiva organizzazione, la pratica maggiormente diffusa corrisponde all'outsourcing. In molte località lontane dai centri urbani, è possibile osservare distese di magazzini di grandissime

dimensioni, che sono una sorta di buffer per i magazzini situati nelle aree commerciali. Risulta essere più conveniente esternalizzare i componenti di alcuni progetti affidandoli a magazzini appunto esterni, per ridurre lo stoccaggio nel proprio stabilimento e avere una gestione chiara e ordinata dei componenti che si possiedono.

Chiaramente è necessario uno studio dettagliato che richiede calcoli e analisi per capire quali siano i componenti più adatti ad essere dati in outsourcing, considerando numerosi aspetti quali le maggiori movimentazioni a cui sono soggetti, le tempistiche di trasporto e trasferimento ed il relativo costo.

I magazzini verticali possono addirittura triplicare lo stoccaggio delle merci sulla stessa superficie, evitando gli ulteriori spostamenti. Questo porta sicuramente un vantaggio sulla sicurezza della produzione e sull'immediata gestione di eventuali problematiche.

Ci sono due diverse tipologie di magazzini verticali:

- Classici;
- Automatici.

I magazzini classici sono le tradizionali scaffalature dove vengono stoccati generalmente i pallet. Questi hanno però dei vincoli che devono essere rispettati, in base alle regole di sicurezza esistenti. In particolare devono avere delle altezze definite perché possono essere riempiti unicamente da strumenti di prelievo che non possono superare un determinato limite. Sono inoltre necessarie delle reti particolari dal lato di non prelievo per evitare possibili ribaltamenti.

Tutto questo viene affidato alla gestione umana, con quindi possibili errori, tralasciando i possibili problemi di assenteismo e infortuni.

L'utilizzo di magazzini automatici ha rappresentato invece un salto di qualità nell'ambito dello stoccaggio grazie all'introduzione di macchine in grado di automatizzare il prelievo. Questo ha permesso di aumentare notevolmente l'altezza di stoccaggio, senza preoccuparsi della sicurezza del posto di lavoro.

Una maggiore disponibilità di spazio permette un notevole risparmio a livello di superficie occupata e una conseguente eliminazione di movimenti scomodi o poco sicuri con possibilità ridotte. Al contrario, si agevolano tutti i flussi interni al reparto logistico, aumentando le performance e la qualità e riducendo i rischi e attività a non valore aggiunto.

Uno degli aspetti principali consiste nella movimentazione e quindi nello stoccaggio delle merci che vengono gestiti in modo automatico. Il personale si limita unicamente a posizionare le cassette in posti appositi, identificati dalla macchina stessa, dando solo alcuni input.

Questo chiaramente riduce notevolmente l'errore umano e il rischio di movimentazioni poco accurate che possono essere la causa del danneggiamento delle merci. Aumenta la sicurezza per gli addetti e la qualità della merce stoccata poiché non è a contatto con polveri esterne.

Grazie alla flessibilità e alla personalizzazione delle altezze dei vassoi, possono essere stoccate merci di qualsiasi dimensione. E' necessaria una configurazione precisa per l'identificazione dei vassoi di riferimento ed un calcolo preliminare per comprendere

quanti componenti possono essere allocati in base alle loro dimensioni.

Un magazzino verticale automatico quindi è la migliore risposta alle esigenze della supply chain, sempre più efficiente e ottimizzata. Per questo risulta essere una delle soluzioni che ha preso più piede nell'intra-logistica. E' uno strumento offerto dall'industrial 4.0 che sfrutta l'evoluzione della tecnologia rendendo sempre più competitive le aziende.

L'automazione avviene tramite l'utilizzo di software specializzati. Attraverso l'interfaccia con il sistema informatico aziendale sono consentite operazioni tradizionalmente delegate agli operatori logistici. Questa gestione risulta essere semplice e intuitiva e sicuramente riqualifica il ruolo di alcuni operatori che non sono più destinati al solo stoccaggio dei componenti tramite l'utilizzo di un forklift, ma interagiscono con nuovi strumenti più all'avanguardia. In particolare, gli operatori continuano ad essere fondamentali per le operazioni di carico e scarico merci senza più preoccuparsi di attività ripetitive come l'ubicazione corretta del pallet sia fisica che contabile.

Le ubicazioni vengono direttamente suggerite e allocate dal sistema stesso, quindi l'attenzione dell'operatore può essere rivolta unicamente alla supervisione e controllo della qualità del processo. I problemi in questo caso, se si presentano, riescono ad essere notati e abbattuti quasi nell'immediato.

6.1. Come funziona

La struttura di un magazzino verticale automatico viene definita VLM, ossia Vertical Lift Module. E' dotato di uno o più elevatori che

si occupano della movimentazione dei vassoi, prelevandoli e riposizionandoli secondo una logica pre-impostata.



42 Esempio di magazzino verticale automatico

Attraverso l'utilizzo del computer del magazzino, si effettuano i movimenti di interesse e si seguono le istruzioni che si presentano sullo schermo in base all'azione che si vuole intraprendere: carico o scarico.

Nel caso del carico, il magazzino effettua la movimentazione di uno dei vassoi precedentemente codificati, risultante libero. Si

apre lo sportello e compare il vassoio in una baia. A questo punto, l'operatore segue le indicazioni che compaiono sullo schermo allocando la merce nei vassoi secondo le posizioni indicate. Conclusa l'operazione, il magazzino procede automaticamente all'ubicazione.

Nel caso dello scarico invece, a seguito della chiamata di un determinato componente, il magazzino rispetta la logica FIFO di default e indica all'operatore le cassette che deve prelevare.

Alla base del funzionamento è presente una struttura digitale che permette il controllo e la gestione delle movimentazioni. E' necessario e utile che questa infrastruttura si integri con i software gestionali aziendali per le successive movimentazioni in modo da avere le giacenze sempre allineate.

6.2. Vantaggi per l'azienda

Come già detto, il primo vantaggio che deriva da questo magazzino verticale automatico consiste nell'ottimizzazione degli spazi, con conseguente ricavo di superficie disponibile. E' sicuramente indicato per le aziende con problemi di spazio ma può essere la scelta più adatta anche in ambienti spaziosi dove si vuole lasciare massima possibilità di manovra con efficientamento dei flussi.

Anche il personale viene ridotto e riqualificato e questo comporta dei benefici. L'errore umano può essere la causa numero uno dei danni, soprattutto nelle fasi di spostamento e movimentazione dei prodotti. Dalle merci allocate a magazzino, a seguito di processi di lavorazione e/o assemblaggio, si ottengono i prodotti finiti. E' quindi fondamentale prestare una particolare attenzione ai

componenti e alle materie "prime" alla base delle lavorazioni affinché contengano minori difetti possibili per evitare scarti. Questo permette di ridurre la probabilità che il difetto possa giungere all'end of line dove avviene la realizzazione del prodotto finito, caratterizzato da un notevole valore economico.

Anche l'integrazione del software con i sistemi di gestione aziendali garantisce una maggiore efficienza della logistica di magazzino con vantaggi nell'intera supply chain.

Questo software permette di rispettare la logica seguita nella maggior parte delle aziende, ossia la logica FIFO. Il magazzino è in grado di memorizzare le posizioni in cui vengono ubicati i componenti in fase di carico merci. Ciò permette all'operatore di prelevare i componenti secondo l'ordine "First In First Out", dando la precedenza ai componenti stoccati per primi. Non sono necessari ulteriori passaggi o controlli per assicurarsi che il componente preso rispetti l'ordine di immagazzinamento, come richiederebbe il magazzino tradizionale. È sufficiente il prelievo sfruttando l'automazione.

Il magazzino verticale automatico è quindi la soluzione per l'ottimizzazione dei flussi e il miglioramento della gestione delle scorte. Il risultato che ne consegue è un incremento della produttività sia dal punto di vista qualitativo, essendo stoccati e prelevati con una certa attenzione e un certo ordine, sia dal punto di vista quantitativo.

Quest'ultimo aspetto è importante perché molto spesso capita di avere delle giacenze disallineate e questa è la causa di imprevisti nei reparti di produzione successivi. Non avere il controllo delle giacenze è un problema che si ripercuote sull'andamento

economico dell'azienda. Non si riescono a rispettare le pianificazioni, sono necessari dei cambi prodotto non stabiliti e repentini, si crea confusione e caos... tutti fattori che non contribuiscono al miglioramento continuo e al raggiungimento dei risultati e KPI sfidanti che si impongono le aziende.

La soddisfazione puntuale dei bisogni e delle richieste del cliente è indispensabile nell'industria 4.0 e per il modello di Lean production che vede appunto il cliente come il fattore che mette in moto tutto il processo produttivo.

6.3. Applicazione del magazzino verticale automatico

All'interno dello stabilimento Magna di Moncalieri sono stati acquistati due magazzini verticali automatici, **Silos plus**, per risolvere, in parte, il problema dell'eccessiva saturazione del magazzino.

La mente di SILO è il software web-based, ICON, progettato interamente da ICAM. E' un applicativo multi-macchina flessibile che permette la comunicazione con i principali ERP gestionali. Per questo, è stata realizzata un'interfaccia per l'integrazione immediata tra ICON e SAP.

Il primo passo verso il suo utilizzo è stato la definizione di uno standard per calcolare l'indice di saturazione del magazzino tradizionale. Questo ha permesso di dimostrare l'effettiva sovra saturazione del magazzino generale, individuando l'area maggiormente problematica. Utilizzando alcune delle transazioni di SAP, sono state create delle versioni riferite ai vari "sotto-magazzini" presenti nel magazzino generale, differenziati in:

- Magazzino PA02, di competenza della produzione;
- Magazzino GW01, il magazzino generale dei componenti;
- Magazzino F per i prodotti finiti;
- Magazzino RESINE, per tenere traccia delle resine
- Magazzino SOSTA, l'area in cui vengono posizionati i componenti in attesa di essere ubicati.

E' stato necessario calcolare il numero di posti pallet totali presenti nelle varie aree di ubicazione e da questo valore, estraendo il numero di pallet presenti nel magazzino, si è riusciti ad ottenere l'indice di saturazione. Il target definito per controllare l'over stock a magazzino è stato supposto essere 90%, abbastanza conservativo per avere un margine di sicurezza, poiché tendenzialmente si aggira intorno all'80%.

La formula utilizzata è la seguente:

$$\%Saturazione = \frac{n^{\circ} \text{vani occupati}}{n^{\circ} \text{vani liberi}} [5]$$

E' stata applicata sia sui singoli magazzini che a livello generale per comprendere l'andamento del magazzino. Come si può osservare dall'immagine (*rif. Tabella 16*), il magazzino è al limite di rischio over-stock ed il problema principale risiede nel sotto magazzino "GW01" che comprende i componenti.

6 Magazzino verticale automatico 4.0

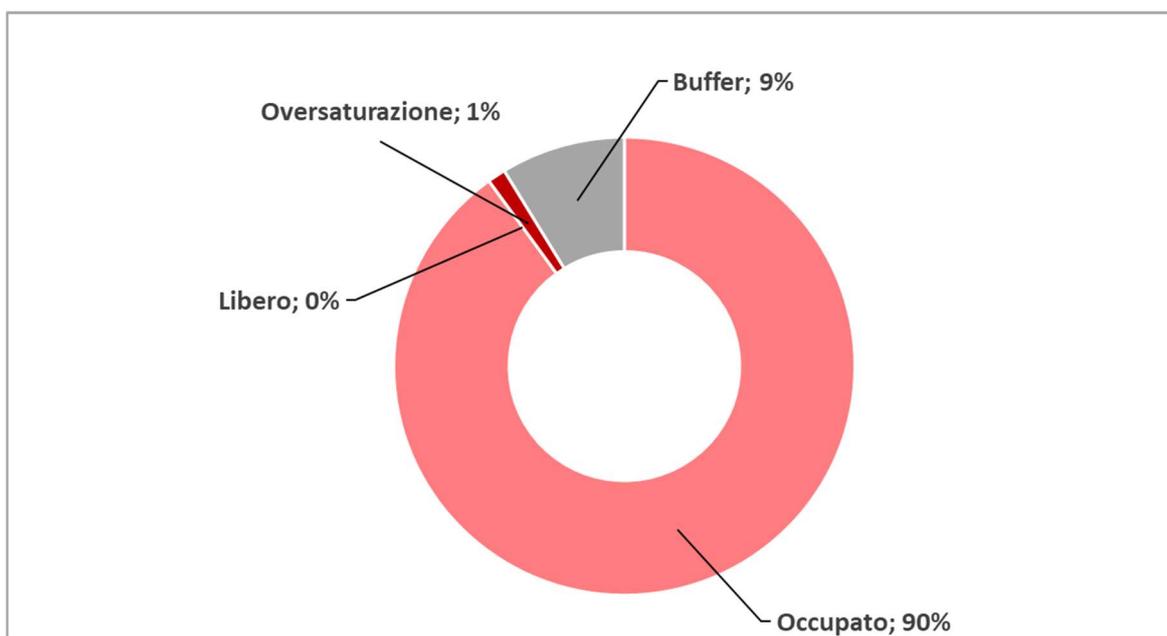
Tabella 16: Tabella di calcolo dell'indice di saturazione del magazzino

Indice occupazione magazzino:

Tipo magazzino in SAP	Ubicazioni	N° vani DISPONIBILI TOT	N° vani OCCUPATI	Indice occupazione per area
F	Magazzino del prodotto finito	502	306	61%
GW01	Magazzino generale dei componenti	2088	2199	105%
SOSTA	Magazzino di sosta	105	97	92%
RESINE	Magazzino delle resine per stampaggio	376	201	53%

Indice occupazione magazzino:	3071	2803	91%
--------------------------------------	-------------	-------------	------------

Tabella 17: Grafico saturazione del magazzino



Da questa prima analisi, si può comprendere l'area in cui è necessario l'utilizzo del magazzino verticale. I componenti stoccati sono numerosi e di vario genere pertanto è indispensabile eseguire

una classificazione per prendere la decisione di quali prodotti è più utile inserire nel nuovo strumento automatico.

Per procedere, è stata applicata l'analisi ABC.

6.3.1. Analisi ABC

L'analisi ABC fonda le basi nella regola empirica nota come **teorema di Pareto**. Secondo Pareto, il 20% delle cause provoca l'80% degli effetti. Nella gestione aziendale, questo teorema si può tradurre in: "l'80% circa degli utili viene in realtà prodotto da circa il 20% dei clienti". Ecco quindi che si può pensare ad una classificazione di carattere strategico in cui si ordinano i clienti in base al fatturato. Le aziende possono in questo modo comprendere quali sono i clienti su cui investire con azioni commerciali migliori per garantirsi una crescita economica nel tempo.

Il concetto generale di questa analisi consiste nel fatto che il valore massimo di efficienza si raggiunge con un numero limitato di risorse. Applicando la teoria al caso in esame, si può comprendere che il valore economico del magazzino dei componenti è rappresentato da una percentuale sul totale. E' necessario comprendere da quali componenti sia composta questa percentuale.

Proprio questo rapporto misurabile tra le cause e gli effetti è il valore che suggerisce all'impresa delle soluzioni strategiche da adottare per aumentare il business.

La classificazione ABC si applica in molti ambiti di gestione, sia in produzione che in logistica ed è fondamentale nel controllo dei flussi di materiale. E' in questo campo che si può analizzare la

correlazione tra il valore dei componenti ed il valore del magazzino. Questo è un capitale immobilizzato e stoccato senza valore aggiunto per l'impresa.

Per questi motivi, è fondamentale ottimizzare le scorte e garantire un flusso di produzione costante. Si possono così soddisfare i bisogni del cliente contenendo le spese di approvvigionamento e i costi di gestione del magazzino.

Se il flusso di asservimento non riesce ad essere costante e standardizzato, il caos si ripercuote sul flusso di produzione. Questo significa che la produzione non riesce ad avere un flusso cadenzato e crea prodotto finito con grande valore economico in modo instabile. Come conseguenza può derivare la difficoltà di far giungere a destinazione quanto richiesto dal cliente, rendendo necessario l'utilizzo di mezzi di trasporto speciali con costi extra per l'azienda.

Riprendendo il principio di Pareto, essendo che solo il 20% delle scorte determina il valore economico del magazzino, si comprende che all'interno del magazzino, ci sono solo alcuni dei componenti stoccati che rappresentano la fetta principale del fatturato.

Questo non significa che i prodotti di poco valore devono o possono essere trascurati perché tutti contribuiscono al raggiungimento del prodotto finito. Il prodotto finito possiede il valore economico principale da cui dipende il fatturato dell'azienda, ma deriva dall'assemblaggio di numerosi componenti, anch'essi di vario valore. Poiché l'over saturazione del magazzino dipende proprio dai componenti, è indispensabile effettuare le analisi partendo da questi ultimi.

I gruppi A, B e C sono definiti secondo alcune regole:

- **GRUPPO A** : a questo gruppo appartengono i componenti che generano la maggior parte del fatturato poiché possiedono il più alto valore di consumo. E' utile avere la situazione di questo gruppo sotto controllo e prevederne una buona scorta.
- **GRUPPO B**: comprende i prodotti che non possiedono di per sé un grande valore economico ma lo aggiungono al prodotto finito.
- **GRUPPO C**: i prodotti di questo gruppo sono quelli che hanno il più basso valore di consumo. Dovrebbero essere presenti in basse unità di stock per evitare l'occupazione di spazio utile con prodotti di non valore.

6.3.2. Analisi ABC applicata al magazzino dei componenti

Dopo aver valutato che l'indice di saturazione (*rif. Tabella 16*) da abbattere è quello relativo al magazzino dei componenti, si rende necessario applicare la classificazione ABC al caso in esame.

- **GRUPPO A**: componenti con il maggiore valore economico che necessitano di essere monitorati con attenzione e regolarità. Devono essere immagazzinati in aree sicure, per avere sempre giacenze corrette ed evitare numerose movimentazioni rischiose.

- **GRUPPO B:** componenti con un valore economico medio. A questo gruppo sono stati associati componenti di dimensioni medio-grandi poiché occupano grande spazio e quindi sottraggono metri quadri utili alla creazione di valore.

- **GRUPPO C:** componenti con un valore relativamente basso. In particolare in questo gruppo rientra la "minuteria", ossia viti, bulloni... che non hanno alcun valore ma utili unicamente all'assemblaggio dei vari componenti per il raggiungimento del prodotto finito.

A questo proposito, è importante citare un KPI fondamentale, ovvero €/m². Ogni metro quadro dello stabilimento rappresenta uno spazio che potrebbe essere utilizzato per la creazione di valore aggiunto. Stoccare quindi componenti del gruppo C, equivale a sottrarre spazio per un'eventuale creazione di valore e quindi di fatturato.

A seguito di questa categorizzazione, si può definire la strategia aziendale da seguire.

Si può pensare di effettuare un'analisi dell'inventario del magazzino GW01, analizzando la saturazione di ogni singolo gruppo. Questa azione potrebbe dare come risultato la presenza di un'eccessiva quantità di componenti di gruppo C che potrebbe essere quindi ridotta. Generalmente questi componenti vengono acquistati da fornitori esterni, pertanto risulterebbe necessario cambiare i termini e le condizioni di acquisto, attività con lunghe tempistiche.

Si è optato però per un'azione più veloce focalizzata sull'analisi del gruppo A. I componenti con maggiore valore economico sono risultati essere i circuiti elettronici. Essi richiedono una particolare attenzione, sia nella movimentazione che nello stoccaggio in aree pulite per mantenere i requisiti di qualità. Per queste caratteristiche sono stati considerati i più indicati per essere stoccati nel magazzino verticale automatico.

6.3.3. Utilizzo del magazzino verticale automatico

Il primo passo da compiere per strutturare un'analisi dettagliata e precisa al fine di sfruttare al meglio il magazzino verticale automatico ICAM consiste nella strutturazione di un GANTT (rif. *Tabella 18*) con elencate le attività da svolgere e le relative tempistiche.

Tabella 18: Gantt delle attività per utilizzo ICAM

Activity	Owner	Time					
		May	June	July	August	September	October
Vertical warehouse relocation	Supplier; (Log proj. Team support)	█					
Realization of interface between SAP and the Vert. Warehouse system	IT; (Log support)		█				
Project team's Vert. Warehouse utilization learning	Log Project team			█			
Contract placement with Vert. Warehouse supplier for 1 year of technical assistance	Log Project team				█		
Realization of user manual	Log Project team					█	
Analysis of components to be stored in Vert. Warehouse	Log Project team						█
Training for the logistic operators in charge of Vert. Warehouse management	Log Project team						█
Components encoding in Vert. Warehouse system	Log Project team						█
Locations encoding in Vert. Warehouse system	Log Project team						█
SAP settings for allowing a correct data flow among systems	Log Project team; (IT support)						█
Pilot components storage	Log operators; (Log proj. Team support)						█
Components storage: normal running activity	Log operators; (Log proj. Team support)						█

Dopo aver calcolato i posti liberi nel magazzino verticale, si è dedotto il numero di posti pallet che potevano essere svuotati dal magazzino generale.

Tabella 19: Calcoli posti disponibili in ICAM e assunzioni

MAGAZZINO VERTICALE ICAM	
	Dati:
n° vassoi in ICAM	75
n° ICAM	2
n° vassoi TOT	150
box a vassoio	6
n° box contenuti TOT	900
n° posti pallet liberati	75

Ipotesi:		
1	Standard box	60x40x30
2	Box x pallet	12

Per semplificare, questi calcoli sono stati effettuati sulla base di alcune ipotesi:

- le cassette dei componenti sono state ipotizzate tutte di dimensioni standard, 60x40x30cm;
- i pallet sono stati considerati anch'essi standard, contenenti 12 cassette ciascuno.

Si può sottolineare un immediato vantaggio. A differenza del magazzino tradizionale in cui un vano può contenere un pallet con cassette dello stesso componenti, nel magazzino verticale, un vassoio può contenere componenti differenti. Questo permette massima flessibilità del sistema perché i vassoi possono contenere scatole diverse in modo da saturare tutto lo spazio, al contrario del posto pallet in cui, indipendentemente dal fatto che il pallet sia completo o meno, quel posto risulta comunque saturo. Non è infatti possibile utilizzare un posto pallet per due componenti differenti.

6 Magazzino verticale automatico 4.0

Definito lo spazio disponibile, si può procedere con l'identificazione dei componenti che si vogliono stoccare. Nel caso di Magna, come detto precedentemente, si è deciso di immagazzinare i componenti del gruppo A corrispondenti ai circuiti. E' stato analizzato l'inventario di questi componenti e quindi le quantità di vassoi da codificare. L'ultimo passo consiste nella codifica dei vassoi, in base alle dimensioni delle cassette.

Come fase preliminare, è stato preferito un sistema di stoccaggio semi-dinamico. In particolare, sono stati associati codici uguali a vassoi uguali per evitare errori iniziali. Si tratta di una scelta provvisoria come fase di "avviamento" per iniziare a formare gli operatori su come stoccare e prelevare il materiale. E' stato infine creato un file riassuntivo in cui sono stati memorizzati tutti i vassoi su cui possono essere ubicati i componenti.

Tabella 20: File riassuntivo assegnazione vassoi ICAM

Assegnazione vassoi Magazzino verticale										
Codice	Descrizione	pz/box	Linea di produzione	Tipo contenitore	Vassoi assegnati	Silo	TOT vassoi	Stato	Impostazione qtà max	Ciclo inpostato in SAP
XXX	XXXXXXXXXX	189	17	std grande	2, 3, 10, 11	1	4	Codificati PN e vassoi. Materiali caricati in ICAM.	ok	ok
					21, 44, 45	2	3	Codificati PN e vassoi. Materiali caricati in ICAM.	ok	ok
XXX	XXXXXXXXXX	189	17	std grande	5, 6, 7, 8, 9	1	5	Codificati PN e vassoi. Materiali caricati in ICAM.	ok	ok
					22, 23	2	2	Codificati PN e vassoi. Materiali caricati in ICAM.	ok	ok
XXX	XXXXXXXXXX	110	18	1/2 std grande	12-17	1	6	Codificati PN e vassoi. Materiali caricati in ICAM.	ok	ok
XXX	XXXXXXXXXX	48	15	std grande	18-31	1	14	Codificati PN e vassoi. Materiali caricati in ICAM.	ok	ok
XXX	XXXXXXXXXX	120	15	std grande	32-45	1	14	Codificati PN e vassoi. Materiali caricati in ICAM.	ok	ok
XXX	XXXXXXXXXX	36	14	40*60*20	1-4	2	4	Codificati PN e vassoi.	ok	ok
					46-47	1	2			
XXX	XXXXXXXXXX	36	14	40*60*20	5-8	2	4	Codificati PN e vassoi.	ok	ok
					48-49	1	2			
XXX	XXXXXXXXXX	72	14	29*39*18	9-20	2	12	Codificati PN e vassoi.	ok	ok
					50-51	1	2			
XXX	XXXXXXXXXX	102	16	43*59*39				da codificare	tbd	tbd
XXX	XXXXXXXXXX	36	14	29*39*18				da codificare	tbd	tbd

Il numero di vassoi scelto è stato calcolato in base alla domanda cliente media (maggiorata di una scorta di sicurezza). L'intenzione è quella di procedere con questa modalità fino al raggiungimento di una percentuale minima di errori di inventario. Successivamente si potrà utilizzare la massima flessibilità del sistema assegnando ai vassoi unicamente le dimensioni delle cassette stoccabili.

A seguito di queste implementazioni, sono stati analizzati i "savings" per comprendere se si fossero ottenuti risultati positivi.

Di seguito un elenco dei KPI:

- Un primo KPI migliorato corrisponde alla riduzione della saturazione del magazzino, avendo liberato 75 posti pallet.
- La saturazione del magazzino verticale automatico è pari al 100% per quel che riguarda l'assegnazione dei codici ai vassoi. Questo significa che è completamente predisposto per ricevere e stoccare i componenti, evitando possibili sprechi di non utilizzo.
- Essendo uno strumento che permette di avere maggiormente sotto-controllo le giacenze, è stato fatto un inventario dopo pochi mesi dal primo utilizzo. In poco tempo si è osservata una riduzione delle discrepanze del 17%.

Il magazzino verticale automatico, come detto precedentemente, riduce le movimentazioni dei componenti. In particolare, nel

magazzino dello stabilimento Magna, ci sono diversi flussi logistici. I componenti generalmente quando arrivano dal fornitore o dal flusso di stampaggio vengono stoccati nel magazzino generale. A seguito della richiesta componente attraverso il processo di Kanban di prelievo, vengono prelevati da GW01 e ubicati in un'area supermarket. A questo punto gli operatori logistici prelevano i componenti ed effettuano l'asservimento sulle linee. Con l'utilizzo del magazzino verticale si salta uno step. Il magazzino di ICAM corrisponde sia al magazzino GW01 che al supermarket, pertanto si ha una riduzione di flussi di processo.

Tabella 21: Tabella riassuntiva KPI

KPI	Delta	Trend
# free pallet locations (in main warehouse)	+75	
% assigned/mapping vert. warehouse locations	+100%	
# of components handling factor (from Receiving to Line)	-1	
Average monthly inventory discrepancy [%*] / Inventory accuracy improvement	-17%	

6.3.4. Processo del flusso dei materiali elettronici da ICAM alle linee di produzione

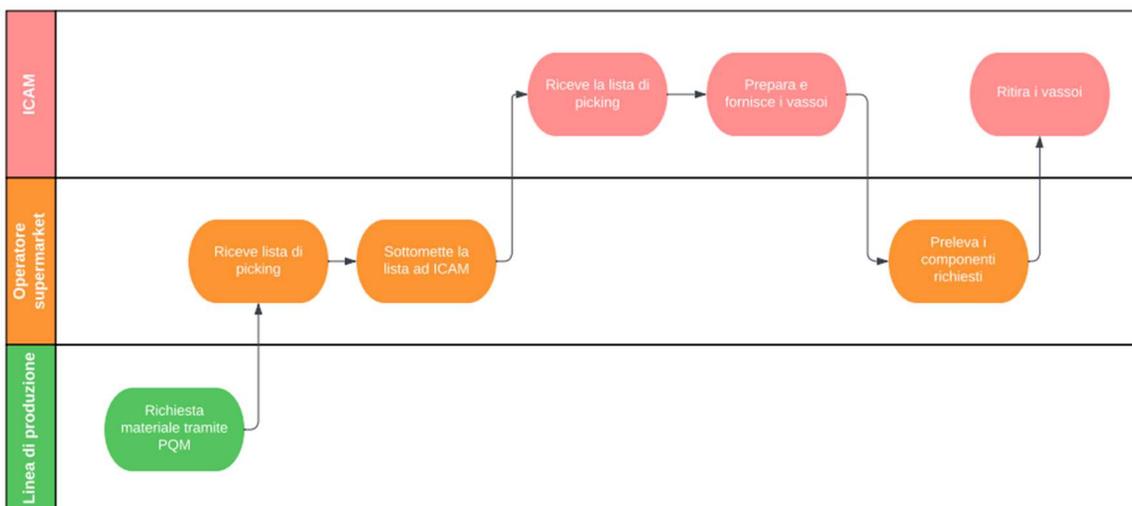
Il flusso studiato per l'asservimento dei componenti elettronici alle linee di produzione, sfruttando quindi il magazzino verticale automatico, ha inizio con la richiesta del materiale da parte delle linee di produzione sfruttando il sistema di chiamata PQM, con logica PULL.

La lista di picking arriva in automatico all'operatore che si occupa dell'asservimento del supermarket. Utilizzando una pistola RFID, sottomette la lista ricevuta al magazzino verticale.

Il sistema in automatico cerca nei vassoi le cassette seguendo la logica FIFO. Da una delle baie esce o escono i vassoi, a seconda di quanti part number sono stati richiesti e sullo schermo viene proposta l'esatta posizione da cui effettuare il prelievo.

Quando il pick-up si conclude, il magazzino riposiziona al suo interno i vassoi e allinea lo stock sia sul suo sistema che su SAP.

Tabella 22: Rappresentazione del flusso



7. Conclusioni

La Lean production ha trovato applicazione soprattutto nel settore Automotive con lo sviluppo dell'industria 4.0.

L'azienda Olsa S.p.A di Moncalieri, divenuta oggi Magna Lighting S.p.A., ha iniziato il processo di evoluzione verso una logica PULL a seguito dell'acquisizione.

L'applicazione della Lean Production all'interno di uno stabilimento con salde radici in una logica di produzione a stock, risulta però lenta e spesso difficoltosa.

Per questo è molto importante il coinvolgimento di tutto il personale, operativo e manageriale, affinché siano chiare le intenzioni e l'ottica in cui si vuole andare.

Una buona strategia consiste nel fare leva sui vantaggi che si possono raggiungere per ottenere una partecipazione pro attiva di tutti i lavoratori, specialmente di quelli più scettici, che subiscono il maggior numero di cambiamenti della logica operativa (operatori di linea e logistici).

Grazie all'introduzione di strumenti volti alla rappresentazione esplicativa degli obiettivi e dei conseguenti improvements, dopo un'iniziale "repulsione" verso i nuovi sistemi, si sono visti i primi risultati di una gestione maggiormente controllata e standardizzata. Questo ha incentivato gli operatori a lavorare con più attenzione, al punto da essere loro stessi talvolta a proporre delle idee di miglioramento.

Una mentalità snella ha contribuito alla velocizzazione del processo, in grado di adattarsi ai continui cambiamenti e innovazioni.

E' quindi importante una sincronizzazione di tutte le attività al fine di ottenere una produzione coordinata e finalizzata alla soddisfazione delle esigenze del cliente finale.

Partendo dall'analisi di una linea pilota, sono stati standardizzati i flussi di asservimento, definendo delle rotte precise e cadenzate. Dall'analisi dei KPI, a seguito di risultati stabili e positivi, è stato possibile estendere e applicare le stesse implementazioni anche sulle altre linee di assemblaggio.

Per livellare non solo il line feeding ma anche la produzione stessa, è stato successivamente studiato un processo Kanban su uno dei cinque prodotti stampati da una specifica pressa. Tale processo è stato in grado di ridurre notevolmente lo stock a magazzino.

L'obiettivo futuro prevede l'estensione di questa metodologia sull'intera produzione della pressa per valutarne l'efficacia. Con risultati positivi e stabili, si potrà procedere con la pianificazione Kanban su tutto il reparto dello Stampaggio. L'asservimento di questo reparto infine, in ottica di miglioramento continuo verrà sostituito con l'introduzione di un AGV in grado di velocizzare e automatizzare le movimentazioni in piena sicurezza.

Per un ulteriore passo verso la "perfezione", tutti i processi logistici manuali saranno trasformati in attività di valore aggiunto, lasciando l'asservimento ai robot autonomi AGV.

8. Sitografia

https://fomir.it/wp-content/uploads/2017/11/Approfondimenti-sulla-Lean_Production.pdf

<https://www.considi.it/lean-thinking/>

<https://vitolavecchia.altervista.org/lean-production-principali-strumenti-della-produzione-snella-utilizzati-in-azienda/>

<https://www.businesscoachingitalia.com/kaizen-il-metodo-giapponese-per-il-miglioramento-continuo/>

<https://www.makeitlean.it/blog/visual-management-e-lean-office>

<https://www.theleansixsigmacompany.it/blog/generale/visual-management-il-sorprendente-super-potere-della-visualizzazione/>

<https://www.ariamax.it/visual-management-cose-e-come-funziona/>

<https://vitolavecchia.altervista.org/principali-tecniche-e-strumenti-del-visual-management-in-azienda/>

<https://www.produzioneagile.it/5s-visual-management/>

<https://www.leanproduction.com/5s/>

<https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/valuestreammapping.html>

<https://www.kaizen-coach.com/dizionario-lean/value-stream-mapping-vsm>

<https://www.make-consulting.it/value-stream-map-la-guida-completa/>

<https://txm.com/creating-visual-management-board/>

<https://airbornleadership.com/en/tool/visuel-agil-plan/>

<https://bigpicture.one/visual-project-management-board/>

<https://planet-lean.com/what-is-a3-thinking/>

<https://goleansixsigma.com/a3/>

<https://www.esselogistics.it/blog/ottimizzazione-della-logistica-come-migliorare-la-supply-chain/>

<https://www.becosan.com/it/logicista-interna-o-intralogistica/>

<https://www.cignoli.it/intralogistica/>

<https://www.panthera.it/news/logistica-interna/>

<https://www.velaction.com/water-spider-mizusumashi/>

<https://www.ctq.it/sito/news/supermarket-la-gestione-pull-kanban/>

<http://sixsigma.uniroma2.it/cos-e-il-six-sigma/>

<https://www.considi.it/metodologia-lean-six-sigma/>

<https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/supply-chain/kanban.html>

<https://learn.microsoft.com/it-it/dynamics365/supply-chain/warehousing/material-replenishment-withdrawal-kanban>

<https://kanbantool.com/kanban-guide/heijunka>

<https://www.leanevolution.com/magazine/heijunka-il-livellamento-dimpresa>

<https://www.mecalux.it/blog/push-pull-sistema>

<https://kanbantool.com/kanban-guide/what-is-5s>

<https://www.techopedia.com/definition/26065/product-quality-management-pqm>

<https://www.acrastyle.co.uk/products/control-monitoring-solutions/power-quality-meter-pqm/>

<https://www.rls.si/eng/applications/agv>

<https://www.automaticguidedvehicles.com/>

<https://www.agvnetwork.com/what-is-automated-guided-vehicle-agv-robot>

<https://www.flexqube.com/news/automated-guided-vehicle-systems-5-things-to-know-before-introducing-agvs-to-your-shop-floor/>

<http://www.euroguidance.it/perche-automatizzare-i-processi-aziendali-5-vantaggi-da-non-trascurare>

<https://www.topsupplier.com/blog/il-plan-for-every-part-la-gestione-dei-dati-critici-per-prendere-le-giuste-decisioni-scopriamolo-insieme->

<https://123dok.org/article/costruzione-del-pfep-plan-for-every-part.dzxoxjdz>

<https://gesrepair.com/a-plan-for-every-part/>

<https://falconfastening.com/lean-learning/inventory-management/how-to-create-a-plan-for-every-part-pfep-part-1-of-2/>

<https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/magazzino/magazzini-verticali-cosa-sono-e-quando-si-usano>

<https://industrial-innovation.it/magazzino-verticale-automatico/>

9. Bibliografia

Donini C., Lean manufacturing. Manuale per progettare e realizzare un'azienda snella, Franco Angeli, 3° edizione, 2019.

Frescura E., Martinazzo D. , Le 5S applicate in azienda, Independently published, 2020.

Frescura E., Martinazzo D. , Problem solving e gestione dei progetti: PDCA, A3 e visual planning, Independently published, 2020.

Goldsby T., Lean Six Sigma Logistics: Strategic Development to Operational Success, J. Ross Publishing, 2005.

Myerson P., Lean supply chain and logistics management, McGraw-Hill Education, 2012.

Pavanato R., The lean book. Come creare processi efficaci ed efficienti in ogni organizzazione, Guerini Next, 2020.

Rother M., Shook J., Learning to See. Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, The lean enterprice institute Brookline, Massachusetts, USA, Version 1.2, 1999.

Magna Lighting S.p.A support material:

Program MAFACT Assessment requirements – Guideline, Rev. 02, 2021

Mafact Corporate Training Module 5S, 2021

Pull System, Rev. 6, 2021

Mafact Training Module – PULL SYSTEM, 2021

Visual Shopfloor Management Train, rev. 8, 2021

Continuous Flow Training Module, 2021

Ringraziamenti

Ringrazio il Professor Maurizio Galetto per avermi supportato in questo percorso di conclusione degli studi magistrali, sia come relatore che come tutor accademico. E' stato fondamentale durante l'esperienza del tirocinio curricolare, sempre disponibile per ogni mia richiesta di aiuto. Grazie ai suoi suggerimenti ho continuato il percorso all'interno dell'azienda, raccogliendo il maggior numero di informazioni necessarie per avere un quadro completo del progetto formativo, ed oggi, l'inserimento all'interno dell'azienda lo devo anche a lui.

Un ringraziamento particolare lo devo ad Alain, il mio tutor aziendale che ha creduto in me dal principio, affidandomi sin da subito delle attività importanti per l'evoluzione ed il miglioramento mio e dell'azienda. Con la sua determinazione mi ha immersa completamente nel mondo Magna Lighting, coinvolgendomi nella maggior parte dei progetti e dandomi la possibilità di proseguire con tutto il team il lavoro iniziato, a valle del tirocinio curricolare. Lo ringrazio infine per le sue lezioni di teoria che è riuscito a darmi in ogni momento libero, assolutamente necessarie per la mia formazione.

Non può mancare un ringraziamento anche ad Andrea per il suo supporto e la pazienza che ha avuto nell'affiancarmi dal primo giorno, cercando di farmi comprendere al meglio la logica ed i processi logistici interni.

Grazie al mio collega del team di ingegneria, Luca, per tutto il tempo che riesce a dedicarmi, coinvolgendomi in tutti i progetti e cercando di trasferirmi tutte le sue conoscenze.

Un ultimo ringraziamento va a tutto l'ufficio della logistica che non mi ha mai fatta sentire in soggezione, anzi, mi ha sempre coinvolta e accolta come una di loro. In particolare, grazie Anna per aver rotto il ghiaccio ed a Lucia con cui le pause sono decisamente piacevoli.

Un enorme ringraziamento va ai miei genitori, a mio fratello e ai miei nonni che hanno creduto in me dal primo giorno e mi hanno sempre fatto sentire il loro sostegno. Questo traguardo lo dedico a voi.

Ringrazio anche la mia seconda famiglia, Laura, Alessandro, Dalila e Veronica per il bene che mi vogliono e la forza che mi hanno dato facendo il tifo per me.

Ed infine, non posso non ringraziare il mio fidanzato, presente dal primo giorno di università, fino all'ultimo. Ha avuto la pazienza e la costanza di sopportarmi e supportarmi in questo lungo percorso, non facendomi mancare nulla. Grazie a lui e alla sua grande famiglia.

Grazie a tutti i miei amici che hanno reso il percorso sicuramente più leggero e divertente, non facendo sentire il peso delle ore e ore delle interminabili lezioni. Serena, infine, grazie per questi fantastici quattro anni che abbiamo condiviso insieme. Sei un'amica speciale ed il Poli non sarebbe stato lo stesso senza i nostri confronti, i nostri momenti di svago e soprattutto la nostra ansia che condivisa è stata sicuramente più piacevole.

In conclusione, grazie al Politecnico di Torino per questi fantastici anni che mi ha regalato, fatti di tanti momenti felici e di qualche momento più complicato, che hanno però contribuito alla mia crescita, sia personale che professionale.