

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di laurea:

Gestione parti mancanti e creazione di un flusso informativo
tramite il *Manufacturing Execution System*: il caso Agco s.p.a.

Relatore

Ch.mo Prof. Faccio Maurizio

Laureando

De Paolis Federico

Correlatore

Ing. Labate Luca Vincenzo

Anno Accademico 2021/2022

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio l'azienda Agco Spa per avermi dato la possibilità di svolgere lo stage ed il lavoro di tesi. Ringrazio tutto il mio ufficio della logistica che mi ha sempre consigliato per il meglio permettendomi di crescere e imparare, ringrazio in particolar modo il mio tutor Labate Luca Vincenzo, per avermi dato la possibilità di mettermi in gioco sin dal primo giorno.

Ringrazio il Professore Faccio Maurizio per avermi dato la disponibilità nel seguire il questo progetto.

Ringrazio mia mamma Monica, mio papà Franco e mia sorella Ludovica per i sacrifici fatti, per avermi dato l'opportunità di fare questa esperienza e di avermi sempre supportato in tutto e per tutto.

Ringrazio i miei nonni, tutti, per avermi dato ogni giorno un motivo in più per intraprendere e concludere questa esperienza.

Ringrazio la mia Chiara per aver sempre creduto in me, per essermi stata vicina e per avermi dato forza nei momenti più difficili.

Ringrazio i miei due migliori amici Davide e Ruggero che sono stati sempre presenti.

Ringrazio infine il mio gruppo di amici di L'Aquila e tutti i miei amici di Vicenza con i quali ho condiviso questa grande esperienza.

Questo lavoro di tesi è dedicato alla mia famiglia.

PREFAZIONE

Il seguente lavoro è stato svolto durante il periodo di stage presso l'azienda Agco Corporation S.p.a. nel sito produttivo nel comune di Breganze, Vicenza. Agco è tra i più grandi colossi a livello mondiale nella produzione di trattori e mietitrebbie, e ciò che contraddistingue questa azienda è la tendenza a volersi migliorare ogni giorno di più, come testimoniato dai continui investimenti. Il volersi migliorare continuamente e il "doversi sporcare le mani" sono stati i fattori comuni tra me e l'azienda che dal suo canto mi ha permesso di mettermi in gioco, di crescere e iniziare questa nuova parte della mia vita. In un contesto in cui la competitività tra le aziende è sempre più elevata, risulta oltremodo necessario ottimizzare ogni singola fase che impatta direttamente e indirettamente sul prodotto finale, dalla catena di approvvigionamento, alle spedizioni. Spesso è proprio l'aspetto più inaspettato che porta un valore aggiunto. Il poter applicare per la prima volta metodi e strumenti del mondo lean, del quale mi sono appassionato durante il corso di studi è stato per me, motivo di grande soddisfazione. L'oggetto di questo lavoro di tesi è la gestione dei componenti mancanti nella linea di assemblaggio e la creazione di un flusso informativo unidirezionale in grado di coinvolgere più reparti aziendali. L'obiettivo del progetto è di migliorare i processi interni dell'azienda che influenzano questa problematica cercando di avere riscontri positivi dal punto di vista della produttività e della qualità del prodotto finale. Lo studio si compone principalmente di tre fasi. Nella prima fase si è definito lo stato corrente di ogni singola risorsa, umana e non che in qualche modo è coinvolta nel problema di parti mancanti. Sono stati analizzati quindi i flussi di tutti i componenti, di tutti gli operatori e sono state mappate le diverse gestioni dei componenti. Nella seconda fase è stato sviluppato un modello di miglioramento in grado di poter gestire questa problematica, applicabile in ogni azienda che riporti tale problema. Infine, nella terza ed ultima fase è stato applicato il modello sviluppato, il che ha previsto lo sviluppo di tanti altri sotto-progetti, quali la definizione di un layout di un'area di interscambio tra il reparto verniciatura e

due dei cinque magazzini aziendali, lo sviluppo di un *Plan For Every Part* strutturato, l'ottimizzazione della scaffalature in linea di assemblaggio ed infine, dopo una fase di formazione del software gestionale aziendale, la creazione di un flusso informativo unidirezionale che potesse coinvolgere il reparto *material planners* per sottolineare l'importanza dell'informazione nei processi aziendali e renderla visibile a chi di dovere. Questo progetto di tesi prevede anche un'analisi del modo in cui altre aziende ed autori hanno gestito questo problema, ed effettua un confronto tra le varie gestioni.

Indice

Indice	2
Indice delle figure	5
CAPITOLO 1 “ IL PROBLEMA”	9
1.1 <i>Il problema</i>	9
1.1.1 <i>Descrizione del problema</i>	9
1.1.2 <i>Fattori che generano un componente mancante</i>	10
1.1.3 <i>Attività di recupero mancanti</i>	12
1.1.4 <i>Conseguenze di un componente mancante in linea di assemblaggio</i>	12
1.2 <i>Lean manufacturing</i>	14
1.2.1 <i>Introduzione alla produzione snella</i>	14
1.2.2 <i>I 5 principi</i>	14
1.2.3 <i>I 7 sprechi</i>	18
1.2.4 <i>5S</i>	19
1.2.5 <i>Il ciclo PDCA e la gestione del miglioramento continuo</i>	20
1.2.6 <i>Spaghetti chart</i>	21
1.3 <i>Lean supply chain</i>	22
1.3.1 <i>Introduzione al lean supply chain</i>	22
1.3.2 <i>Fattori determinanti lean logistic</i>	24
1.3.3 <i>Plan For Every Part (PFEP)</i>	25
1.3.4 <i>Milk run</i>	26
1.4 <i>Lean six-sigma</i>	30
1.4.1 <i>Cenni storici Lean Six-Sigma</i>	30
1.4.2 <i>Che cosa è il Six Sigma?</i>	30
1.4.3 <i>Campi di applicazione Six Sigma</i>	31
1.4.4 <i>Lean-Six Sigma</i>	32
CAPITOLO 2 “ANALISI LETTERARIA”	35
2.1 <i>Gestione parti mancanti nella produzione</i>	35
2.2 <i>Gestione delle parti mancanti basata sul metodo nelle relazioni fornitore-cliente</i>	38
2.3 <i>Gestione delle parti mancanti basata sulla velocità di refilling dei componenti</i>	38
2.4 <i>Gestione delle parti mancanti basata sul metodo kanban</i>	39

2.5 Gestione parti mancanti basata sulla pianificazione	41
2.6 Gestione parti mancanti tramite l'informazione e il M.E.S. (Manufacturing Execution System).....	42
2.7 Gestione delle parti mancanti con metodi statistici.....	44
2.8 Gestione delle parti mancanti in Italcab	46
2.9 Gestione parti mancanti basato sul Poka Yoke.....	47
2.10 Gestione parti mancanti nei kit.....	49
2.11 Confronto delle gestioni	50
CAPITOLO 3 “ IL MODELLO”	53
3.1. Introduzione	53
3.2 Fase 1: Definizione	54
3.3 Fase 2: Misurazione.....	55
3.4 Fase 3: Studio dei dati	55
3.5 Fase 4: Applicazione	56
3.6 Fase 5: Controllo.....	58
3.7 Fase 6: Monitoraggio	59
CAPITOLO 4 “ IL CASO STUDIO”	61
4.1 Presentazione dell'azienda.....	61
4.1.1 Agco nel mondo	61
4.1.2 Core values, vision e mission	62
4.1.3 Prodotti	63
4.1.4 Mercato.....	65
4.1.5 Lo stabilimento Agco Breganze.....	66
4.1.6 Prodotti Agco Breganze.....	67
4.1.7 Cenni sul funzionamento di una mietitrebbia	68
4.2 Introduzione al caso studio	69
4.3 Fase 1: Definizione	69
4.3.1 As-is gestione kanban	71
4.3.2 Mappa as-is gestione kit	75
4.3.3 Mappa as-is operatori coinvolti	78
4.3.4 Spaghetti chart.....	83
4.4 Fase 2: Misurazione.....	84

4.4.1 KPI.....	84
4.4.2 Visual dashboard.....	88
4.5 Fase 3: Studio	93
4.6 Fase 4: Applicazione	95
4.6.1 “Azione correttiva multipostazione”	95
4.6.2 “Azione correttiva BPA”.....	99
4.6.3 “Azione correttiva materiale non sparato”	104
4.6.4 “Azione correttiva rottura di stock”	105
4.6.5 “Azione correttiva ritardo fornitore”	108
4.6.6 “Azione correttiva rettifica”	110
4.7 Fase 5: Controllo.....	111
4.8 Fase 6: Monitoraggio	112
CAPITOLO 5 “CONCLUSIONI E PROPOSTE FUTURE”	115
5.1. <i>Analisi dei risultati e conclusioni</i>	115
5.1.1 <i>Benchmark KPI</i>	115
5.1.2 <i>Risultati azioni correttive</i>	118
5.2 <i>Proposte future</i>	121
5.2.1 <i>Proposta di miglioramento macro-causa “verniciatura-qualità”</i>	121
5.2.2 <i>Proposta di miglioramento macro-causa “RIC”</i>	121
5.2.3 <i>Proposta di miglioramento scaffalature</i>	121
5.2.4 <i>Proposta di miglioramento gestione KIT</i>	122
5.2.5 <i>Proposta di miglioramento lavagne</i>	123
SITOGRAFIA	125
BIBLIOGRAFIA.....	127

Indice delle figure

Figura 1 Schema semplificato flusso componente-prodotto finito. (Fonte: Elaborazione propria)	10
Figura 2 Esempio di logica kanban (fonte: http://www.kanban.it/wpcontent/uploads/value_stream_mapping_kanban.png)	18
Figura 3 Schematizzazione ciclo PDCA (Fonte:aMOzmJJ_ewXJ8D7jFgaRJIXXL4j3HpexhjNOF_P3YmryPKwJ94QGRtDb3Sbc6KY (1451x1451) (scoop.it)).....	21
Figura 4 Esempio di spaghetti chart (fonte: https://www.leanmanufacturing.it/immagini/spaghetti.jpg).....	22
Figura 5 esempio di schermata per il giro di contenitori utilizzata nell'azienda nella quale ho svolto il progetto di tesi	28
Figura 6 Confronto metodologie Lean, Six Sigma e Lean-Six Sigma. (fonte: rielaborazione propria dagli appunti presi durante il corso Six Sigma-Yellow Belt)	33
Figura 7 Parametri statistici componenti mancanti e componenti non mancanti.....	45
Figura 8 definizione aree per l'identificazione di componenti mancanti.....	45
Figura 9 Tabella riassuntiva del confronto tra gli articoli analizzati e il caso studio Agco Spa	51
Figura 10 Modello di miglioramento gestione componenti mancanti.....	53
Figura 11 Fase 1 : Definizione.....	54
Figura 12 Fase 2: Misurazione.....	55
Figura 13 Fase 3: Studio dei dati	56
Figura 14 Fase 4: Applicazione	57
Figura 15 Fase 5: Controllo.....	58
Figura 16 Fase 6: Monitoraggio.....	59
Figura 17: AGCO nel mondo (fonte: Presentazione Agco)	62
Figura 18 Mietitrezza IDEAL 9T (Fonte: 2-Fendt-Ideal-9T-1-400x284.jpg (400x284) (surplex.net)).....	64
Figura 19 Harvesting plants nel mondo (fonte: presentazione Agco).....	66
Figura 20: Caratteristiche a confronto: sistemi assiali, convenzionali e ibridi (Fonte: elaborazione propria)	69
Figura 21 Schema rappresentativo gestione kanban	74
Figura 22 Schema rappresentativo gestione kit.....	77
Figura 23 Immagine lavagna mancanti utilizzata in azienda	78
Figura 24 Esempio di analisi componenti a sistema in questo caso il componente si trova a RIC o nell'ubicazione K479002.....	79
Figura 25 Immagine prelievo in magazzino effettuata in azienda	79
Figura 26 Esempio di registrazione prelievo in magazzino a sistema	80
Figura 27 Esempio di raccolta dati	80
Figura 28 Schema rappresentativo zone di azione degli operatori coinvolti nel recupero mancanti	82
Figura 29 Spaghetti chart flussi legati al recupero mancanti	83
Figura 30 Grafico dati distanza giornaliera media percorsa da un operatore gennaio 2022	88
Figura 31 Grafico dati distanza giornaliera media percorsa da un operatore febbraio 2022	88

Figura 32 Grafico dati efficacia processi gennaio 2022	89
Figura 33 Grafico dati efficacia processi febbraio 2022	89
Figura 34 Grafico dati numero mancanti per macchina in uscita dalla linea gennaio 2022.....	90
Figura 35 Grafico dati numero mancanti per macchina in uscita dalla linea febbraio 2022	90
Figura 36 Grafico dati efficacia operatori gennaio 2022	91
Figura 37 Grafico dati efficacia operatori febbraio 2022	91
Figura 38 Grafico dati macro-cause mancanti gennaio 2022	92
Figura 39 Grafico dati macro-cause mancanti febbraio 2022	92
Figura 40 Esempio di codice multipostazione registrato in picking list	96
Figura 41 Esempio di interfaccia BAAN per la visualizzazione della "quantita' ordine multipla" e "lotto dei fornitori"	96
Figura 42 Esempio di interfaccia BAAN per la visualizzazione della "quantità per contenitore"	97
Figura 43 Esempio di interfaccia con visualizzazione sul "Peso di stoccaggio"	97
Figura 44 Esempio di interfaccia software Windchill per visualizzare il disegno del componente e valutare le dimensioni	98
Figura 45 Esempio di interfaccia BAAN per modificare la quantità per contenitore	98
Figura 46 Esempio di interfaccia KANBANKBOX per allineare le informazioni	99
Figura 47 Immagine dello stato iniziale dell' area BPA.....	100
Figura 48 esempio di foglio di calcolo utilizzato per il dimensionamento delle aree.	100
Figura 49 Layout area BPA.....	101
Figura 50 Immagine layout con segnaletica temporanea	102
Figura 51 Immagine layout con segnaletica temporanea	102
Figura 52 Immagine layout con segnaletica definitiva	103
Figura 53 Immagine layout con segnaletica definitiva	103
Figura 54 Immagine scattata durante un'azione di training.....	104
Figura 55 Attività di training svolta per dichiarare i cartellini da disponibili a rilasciati (sparare i cartellini) con i team leader della linea di assemblaggio scuoti—paglia	105
Figura 56 Esempio di check delle spedizioni del fornitore	106
Figura 57 Esempio di interfaccia BAAN per l'inserimento della "quantità ordine multipla"	106
Figura 58 Esempio di interfaccia BAAN per l'inserimento della "quantità per contenitore"	107
Figura 59 Esempio di studio sui costi	107
Figura 60 Esempio di allineamento "quantità ordine multipla" e "quantità per contenitore"	107
Figura 61 Esempio di tracciamento dei codici che non rispettano i contratti azienda-fornitore..	108
Figura 62 Esempio di contatto fornitore per l'allineamento e il rispetto dei contratti	108
Figura 63 Esempio di interfaccia MES per la sessione "data arrivo" di un componente mancante.....	109
Figura 64 Esempio di interfaccia MES per l'inserimento della data di arrivo di un componente .	109
Figura 65 Esempio di interfaccia BAAN per visualizzare lo storico di un componente	110
Figura 66 Esempio di un modulo di autorizzazione rettifiche	111
Figura 67 Esempio di interfaccia MES per allineamento giacenze	111
Figura 68 Esempio di foglio di monitoraggio utilizzato in azienda	113
Figura 69 Benchmark media mancanti per macchina	115
Figura 70 Benchmark % efficacia operatori.....	116
Figura 71 Benchmark componenti assemblati in uscita linea sul totale delle macchine che transitano giornalmente.....	117
Figura 72 Benchmark distanza giornaliera percorsa da un operatore	117

Figura 73 Benchmark componenti mancanti giornalmente a causa di postazioni multiple.	118
Figura 74 Benchmark componenti mancanti dell'area Big Parts	119
Figura 75 Benchmark componenti mancanti giornalmente a causa di mancata sparata	120
Figura 76 Mappa To-Be gestione kit	122

CAPITOLO 1 “ IL PROBLEMA”

Il primo capitolo è volto alla descrizione e analisi dei componenti definiti “mancanti” nelle linee di assemblaggio, ovvero di tutti quei componenti che, richiesti nelle stazioni di lavoro, non risultano disponibili per l’assemblaggio. Verranno inoltre descritti i principali fattori che determinano un componente mancante e le conseguenze a cui questi ultimi portano. Saranno infine descritti gli strumenti utilizzati nel progetto di tesi con dei riferimenti a livello storico e letterario.

1.1 Il problema

1.1.1 *Descrizione del problema*

Il seguente lavoro di tesi è volto ad un’accurata analisi dei componenti che, nelle linee di assemblaggio non vengono assemblati a causa della loro mancata disponibilità. Il problema reale nasce dal momento in cui un output esce dall’impianto incompleto. Le linee di assemblaggio sono una successione di *work station (WS)* nelle quali vengono assemblati componenti singoli al fine di creare un prodotto finale. Ogni *work station* è composta da posizione di lavoro, attrezzature, operatori e scaffalature con i componenti da assemblare. Il problema sopra descritto nasce proprio da queste ultime. Che cosa succede? L’operatore che assembla i singoli componenti all’interno di una stazione di lavoro, esegue delle definite operazioni secondo un determinato schema e ordine. Nel momento in cui l’operatore deve assemblare un componente che non trova nelle scaffalature, passa all’assemblaggio del componente successivo, se possibile, altrimenti a quello successivo ancora. Nel caso esaminato, le *work station* sono posizionate in maniera tale da generare un semilavorato che verrà assemblato ad altri semilavorati, output di altre WS, come nello schema in figura.

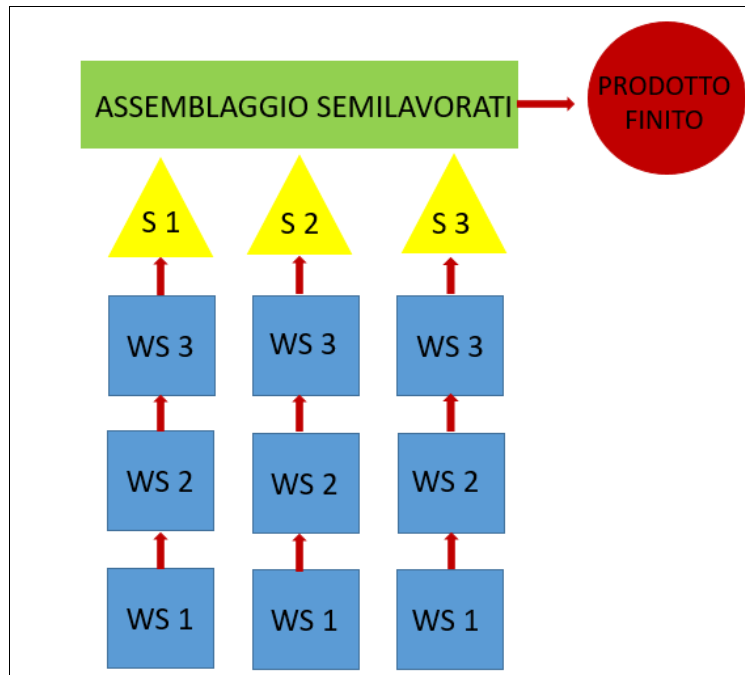


Figura 1 Schema semplificato flusso componente-prodotto finito. (Fonte: Elaborazione propria)

Ciò che si verifica in seguito a tali azioni è che il semilavorato che verrà assemblato ad altri semilavorati sarà incompleto, generando un prodotto finito, a sua volta, incompleto. In ottica soprattutto qualitativa e di processi, è facile intendere che sia un notevole problema e risulta quindi importante cercare di ridurre il numero di componenti non assemblati.

1.1.2 Fattori che generano un componente mancante

E' possibile raggruppare i possibili fattori che generano un mancante in due macro gruppi:

- FATTORI ESTERNI
- FATTORI INTERNI

La causa che generalmente viene associata ad un componente non presente in linea è sicuramente il ritardo di fornitura. Spesso i fornitori, alle strette con l'assenza di materie prime e problemi di trasporto non riescono a consentire un adeguato rifornimento di componenti, sia a livello di quantità ma soprattutto a livello di tempi. E' facile intendere come, in un'azienda che adotta una gestione

snella dei processi cercando di minimizzare le scorte in magazzino, una non adeguata fornitura possa causare problemi non indifferenti alle linee di assemblaggio. Risulta doveroso dire che, la mancanza di un corretto approvvigionamento può dipendere dal fornitore ma anche da un'errata pianificazione e programmazione del lavoro nella quale vanno necessariamente considerati i fabbisogni, i consumi, la presenza di componenti non conformi, i tempi di lavorazione e i tempi di consegna. Tutto ciò fa parte di quelli che vengono definiti fattori esterni.

Sono molto più varie e diversificate invece le cause che possono generare un componente mancante internamente. Generalizzando è possibile dire che, nel momento in cui i processi che concernono il flusso dei materiali dall'arrivo in azienda al posizionamento nelle scaffalature non sono efficienti ed efficaci, si potrebbe generare un mancante. Più nello specifico, nel momento in cui un componente arriva nell'accettazione di una azienda, deve essere lavorato per consentire un corretto stoccaggio nel magazzino. Se vi è un ritardo in questa attività, il magazzino potrebbe non avere giacenza e quindi generare un mancante in linea di assemblaggio. Il discorso si amplifica per merci che devono essere sottoposte a dogana, quindi che necessitano di sdoganamento prima di essere immagazzinate e merci che devono essere sottoposte a controlli di qualità. Quando il materiale è pronto per essere stoccato in magazzino, devono essere tempestive le attività di *IN* e successivamente di *OUT* del materiale. Il ritardo di tali attività potrebbe generare un mancante. Stesso discorso vale per l'attività di *refilling*¹ delle scaffalature. A questo si aggiunge il fatto che è necessario avere elevata accuratezza nel *refilling* in quanto inserire un componente nella scaffalatura diverso da quello indicato causa il problema. Alle cause correlate al flusso dei materiali si uniscono l'organizzazione di aree e magazzini. Avere aree di prelievo dei componenti organizzate ed identificate risulta di fondamentale importanza per far sì che un componente venga identificato e prelevato nel minor tempo possibile. Se un componente non è

¹ Il *refilling* è l'attività di riempimento delle scaffalature.

presente, anche a livello visivo è possibile intervenire con un' analisi e approvvigionamento tempestivo. L'importanza nell'organizzazione comprende, oltre i magazzini, anche le aree di lavoro. Rendere organizzata e pulita la workstation consente di ridurre il problema mancanti. A queste cause si aggiungono quelle di tipo comportamentale. In aziende in cui sono implementati sistemi di gestione dei materiali risulta fondamentale rispettare le azioni necessarie al corretto funzionamento del sistema. Come vedremo nel dettaglio nel capitolo 3, il non rispetto di tali istruzioni è un'importante causa del mancante.

1.1.3 Attività di recupero mancanti

Dal momento in cui viene richiesto un componente mancante dalla linea di assemblaggio, deve essere dedicato un operatore all'analisi di quel componente, all'eventuale reperimento e al *refilling* sulla scaffalatura. E' possibile che, a seconda dei casi, possa essere necessario dedicare più operatori a questa attività. Più nello specifico, in un'azienda dotata di sistemi gestionali, l'operatore vede dove il codice ha giacenza, entra in magazzino, recupera il componente, lo porta in linea di assemblaggio e infine registra nel sistema che in quella precisa ubicazione è stata prelevata una determinata quantità di quel componente. A volte può succedere che il componente non abbia giacenza in magazzino e quindi non sia recuperabile, può succedere che i carrelli elevatori dedicati al magazzino non siano disponibili, può succedere che l'operatore recuperi un componente diverso da quello richiesto, o che addirittura venga comunicato il codice di un componente mancante in maniera errata. Tutte queste variabili determinano un allungamento dell'attività di recupero l'amplificazione di una serie di conseguenze che vedremo nel paragrafo successivo.

1.1.4 Conseguenze di un componente mancante in linea di assemblaggio

Le conseguenze della mancanza di un componente in linea di assemblaggio possono essere molteplici e di differente gravità. Si può parlare di ritardi di montaggio del componente di qualche decina di minuti, fino ad arrivare in uscita

dalla linea con il componente mancante. Il discorso può sembrare banale dal momento in cui si parla di uno, due componenti. Di ben più ampia gravità è se si parla di più codici che per ogni *work station* non vengono assemblati, che comportano delle azioni di recupero di componenti per l'intero tempo di attraversamento della macchina lungo la linea di assemblaggio, per arrivare in uscita linea sempre con più codici che comunque non vengono assemblati. E' facile intendere che generare un componente mancante lungo la linea di assemblaggio vuol dire impiegare tempo, risorse e conseguentemente costi in più per un'attività definita "non a valore". Un aspetto molto importante è il *lead time*², ossia il tempo che intercorre dall'ordine del prodotto da parte del cliente fino all'evasione dell'ordine stesso. Per essere competitivi al giorno d'oggi il *lead time* deve essere il più breve possibile. Avere componenti mancanti in linea di assemblaggio determina un notevole allungamento dei *lead time*. Un secondo aspetto importante è sicuramente quello qualitativo. Avere un componente mancante in linea di assemblaggio vuol dire essere poco efficaci e comporta la riduzione della qualità del prodotto finale. Data l'importanza della soddisfazione del cliente, analizzata nei paragrafi successivi, è possibile dire che l'aumento dei *lead time* e la diminuzione qualitativa del prodotto non può che causare insoddisfazione nel cliente. Una conseguenza importante di un componente mancante può essere la ridondanza del problema, ossia che altri componenti non possono essere assemblati a causa del componente mancante, ciò genera una amplificazione del problema e delle conseguenze annesse. La mancanza di componenti può generare attività di rettifiche inventariali ossia adeguamenti di giacenze effettive in magazzino fisico con le giacenze del magazzino contabile o anche addirittura la riduzione della cadenza della linea, ovvero di prodotto finito che esce giornalmente dalla linea di assemblaggio. Più in generale quindi è possibile dire che le conseguenze di un componente mancante generano una serie di attività in più, alle quali vanno associate tempo e risorse e quindi una molteplicità di costi aggiuntivi.

² Il *lead time* è il tempo che intercorre da quando un cliente effettua l'ordine a quando quest'ultimo viene evaso.

1.2 Lean manufacturing

1.2.1 Introduzione alla produzione snella

A partire dalla fine degli anni '70 ci fu un evento particolare nel mercato delle automobili, al tempo dominato dall'industria americana ed europea che destò non pochi sospetti. In un mercato già molto competitivo, l'industria automobilistica giapponese dimostrò una capacità di penetrazione nei mercati non solo secondari e di automobili utilitarie ma anche di automobili di lusso, senza precedenti. Dopo un decennio circa di dibattiti, con la pubblicazione del libro "*The Machine That Changed the World*", venne ufficializzato e reso pubblico il fautore di tale evento storico: il *Toyota Production System* (TPS).

Il padre del TPS, nonché dirigente aziendale dell'azienda automobilistica Toyota fu *Taiichi Ohno*. L'elevata efficienza di tale sistema è dovuta ad un'idea volta alla riduzione degli sprechi e all'individuazione della one best way, la "migliore strada per fare le cose". L'apparente assurdità del *Toyota Production System* fu quella proprio di mettere in discussione le modalità con cui erano definiti i processi di affermate aziende leader del settore a livello mondiale, quali standardizzazione, lavorare per grandi lotti, logiche *push*³ ed integrazione verticale, per sostituirle con metodologie che, come vedremo nei paragrafi successivi, costituiranno il cosiddetto "*Lean Thinking*".

Il *Lean Thinking* verrà consacrato ufficialmente anche nel mondo occidentale nel 1996 con la pubblicazione del libro "*Lean Thinking*" (James P. Womack & Daniel T. Jones).

1.2.2 I 5 principi

Il pensiero *lean* è volto alla creazione di valore tramite la creazione di un flusso, eliminando gli sprechi. Proprio per quest'ultimo aspetto vi è una simpatica analogia con lo scorrere dell'acqua nei fiumi e dei ciottoli che ne ostacolano il corso. Abbassando man mano il livello dell'acqua, emergono i ciottoli che

³ Push è una logica secondo la quale ciò che è a monte della produzione viene spinto, in attesa di essere utilizzato

corrispondono niente meno che agli sprechi dei processi aziendali. Questi ciottoli devono essere eliminati in modo da far fluire meglio l'acqua del fiume, ovvero i processi aziendali. Continuando ad abbassare il livello dell'acqua emergeranno nuovi ciottoli, che a loro volta andranno eliminati, e così via dicendo. Dopo averli eliminati tutti, il flusso del fiume, così come i processi aziendali potranno scorrere in maniera eccellente.

I 5 principi del *lean thinking* sono:

- 1) DEFINIRE E RIDEFINIRE IL FLUSSO DEL VALORE
- 2) IDENTIFICARE IL FLUSSO DEL VALORE
- 3) FAR SCORRERE IL FLUSSO DEL VALORE
- 4) IMPLEMENTARE UN SISTEMA PULL
- 5) RICERCARE LA PERFEZIONE

Il **primo principio**, ovvero la definizione e ridefinizione del flusso del valore è uno step fondamentale e altrettanto difficile. In processi strutturati identificare il valore vuol dire pensare fuori dagli schemi, ma quale produttore, fornitore o cliente abbandonerebbe il suo prodotto e processo a monte, cercando di individuare un flusso di valore più efficace ed efficiente?

Secondo il pensiero snello la definizione del valore è un 360° tra clienti, fornitori e azienda. A partire dalle esigenze del cliente, determinato uno specifico prodotto, con determinate caratteristiche, offerto ad un determinato prezzo, l'azienda deve bypassare i processi strutturati e gli investimenti per poter creare un quadro chiaro di ciò di cui vi è bisogno.

“Fornire il prodotto o il servizio sbagliato nel modo giusto è uno spreco”.⁴

La fase di ridefinizione, in linea con la logica di miglioramento continuo, consiste nel mettersi sempre in discussione e, una volta definito il valore, ragionare se effettivamente, quella definita, sia la soluzione migliore. Tutto ciò deve essere fatto in team con un certo livello di interazione.

⁴ “LEAN THINKING, Come creare valore e bandire gli sprechi” - James P. Womack, Daniel T. Jones

Il **secondo principio** è volto all'identificazione del flusso del valore. Per essere definito, quest'ultimo deve essere mappato. Per mappare un flusso è necessario definire tutte le attività che vengono svolte nel caso in esame. Le attività possono essere a valore o non a valore. L'obiettivo è quello di eliminare le attività non a valore, ammesso che esse non risultino fondamentali nel processo di creazione di valore per il cliente. Le attività devono essere misurabili. Tutto ciò che non è misurabile non si può gestire. Esistono strumenti quali il *Value Stream Mapping* tramite il quale si può stabilire uno stato corrente del fenomeno analizzato per stabilire uno stato futuro.

L'analisi inizia con l'identificazione di una famiglia di prodotti, con la raccolta dati e definizione dello stato attuale, si stima una "road map"⁵ e la fattibilità delle azioni da implementare. Si ragiona successivamente se il flusso è a valore. Le fasi di implementazione delle azioni e di definizione dello stato futuro sono iterative e si ripetono fin quando non si ha una definizione del contesto chiara e che porta effettivi vantaggi. Il tutto termina con la definizione dello stato futuro e implementazione delle azioni.

La peculiarità della raccolta dati risiede nel fatto che spesso viene effettuata di persona. E' necessario e imprescindibile "sporcarsi le mani" e recarsi fisicamente nei luoghi operativi. Spesso le soluzioni vengono proprio da chi svolge il lavoro.

Il **terzo principio** racchiude metodi e strumenti per far scorrere il flusso. Obiettivo di questa fase è correlare tutte le attività che creano valore in modo tale da creare un flusso. La regola generale di questo step risiede nella produzione di piccoli lotti. Organizzando una produzione per flusso continuativo si cerca di ridurre al minimo gli errori, aumentando la flessibilità e la qualità del prodotto finale. Tutto ciò converge in un aumento inevitabile della produttività. Quali sono le azioni da intraprendere per far scorrere il flusso di valore? E' possibile dire che sono tre le attività da implementare contemporaneamente. La prima, e con ogni probabilità la più complicata, è adottare un nuovo punto di vista, guardare il prodotto da un'altra prospettiva ed avere una ampia visione di tutti i processi

⁵ La *road map* è un percorso pianificato da seguire.

coinvolti senza distogliere l'attenzione dallo specifico prodotto, dall'inizio fino al suo completamento. La seconda attività consiste nell'eliminare tutti i confini che ostacolano il flusso, che siano essi confini di lavoro, di funzioni o di carriere. In ultimo è necessario eliminare gli scarti e i reflussi che non permettono un regolare flusso continuativo. È importante notare che il concetto di flusso (Bozdogan, Milauskas, Mize, Nightingale, Taneja, Tonaszuck, 2000)⁶ può e deve essere applicato in tutta l'organizzazione e non limitarsi al solo stabilimento.

Il **quarto principio** è volto alla creazione di un sistema che tiri il flusso, ovvero un sistema "pull". La logica alla base è che sia sempre il cliente a far partire la produzione. Il problema iniziale risiedeva nella variabilità della domanda. Rendendo i processi più flessibili, riducendo i *lead time* di produzione, è possibile stabilizzare la domanda e implementare un sistema pull. E' una logica visiva che ordina un approvvigionamento solamente nel momento in cui il cliente "consuma" anche se le previsioni ordinano altro. Generalmente il sistema pull viene implementato tramite la tecnica *Kanban*. E' una tecnica basata sulla movimentazione di cartellini che riportano sistematiche informazioni come il codice dell'articolo, la quantità movimentata, l'ubicazione in magazzino, il fornitore e il cliente (nel caso studio il cliente sarà la *work station* in cui il codice è utilizzato). Questa tecnica consente un tempestivo *refilling* del componente presso il cliente, nel momento in cui esso lo richiede consentendo così di tirare il flusso, ridurre le scorte in magazzino, ridurre i lead time e aumentare la qualità del prodotto finale. Più semplicemente, a un codice è associato un cartellino, nel momento in cui il cliente utilizza il codice chiama un altro codice al quale è associato un secondo cartellino, mentre il primo cartellino verrà ripristinato. E' ovvio intendere che il sistema funziona con almeno la creazione di due cartellini per codice.

⁶ Fonte: Bozdogan K., Milauskas R., Mize J., Nightingale D., Taneja A., Tonaszuck D., 2000, Transitioning to a Lean Enterprise: A Guide for Leaders, Massachusetts Institute of Technology,

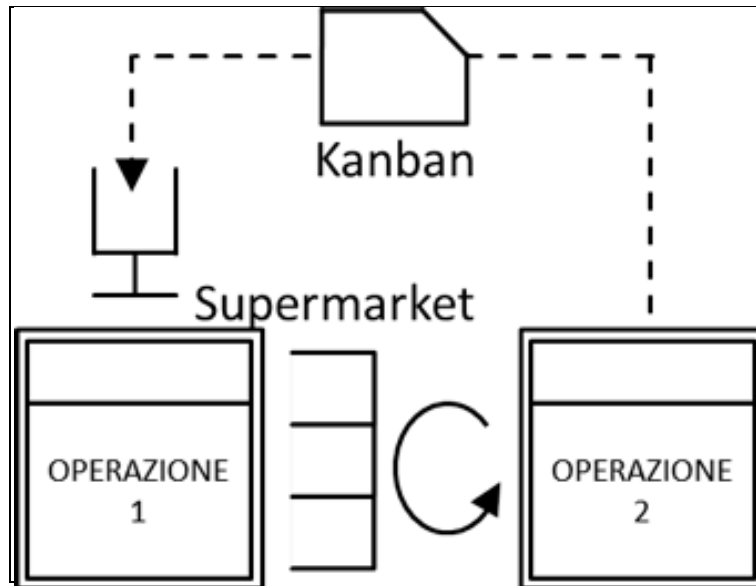


Figura 2 Esempio di logica kanban (fonte:http://www.kanban.it/wp-content/uploads/value_stream_mapping_kanban.png)

Il **quinto principio** è la ricerca della perfezione tramite *il kaizen*, idea di miglioramento continuo tramite piccoli passi ma costanti, volto all'eliminazione degli sprechi e all'aumento della produttività. Tutte le attività a valore devono essere caratterizzate da una forma di miglioramento continuo e incrementale. La perfezione è qualcosa di ideale ma è doveroso cercare di raggiungerla per migliorarsi sempre.

1.2.3 I 7 sprechi

Con il termine "*muda*" vengono indicati da *Taiichi Ōno* gli sprechi che un'azienda deve cercare di eliminare. Questi sprechi sono causati da irregolarità e non uniformità generalmente gestite da sistemi *just-in-time* e *kanban*, precedentemente visti si identificano due macrocategorie di *muda*. La prima concerne tutti quegli sprechi legati alle attività non a valore aggiunto coinvolte in processi necessari per il cliente finale. La seconda concerne gli sprechi legati alle attività non a valore aggiunto coinvolte in processi non necessari per il cliente. Di questa categoria fanno parte:

- Sovraproduzione

- Stock
- Attesa
- Trasporto di prodotti in eccesso
- Movimento in eccesso di macchinari e persone
- Difetti
- Eccesso di elaborazione

1.2.4 5S

E' una metodologia di organizzazione del posto di lavoro tramite l'implementazione, il mantenimento e il miglioramento di separazione, ordine e pulizia. Costituisce la base per un sistema efficace di gestione a vista dell'ambiente di lavoro. Le caratteristiche che la contraddistinguono sono trasparenza e immediatezza della comunicazione e gestione delle informazioni. I risultati che ci si aspettano dall'applicazione di tale metodologia sono l'aumento di sicurezza del posto di lavoro, l'aumento della qualità del prodotto finito, riduzione di tempi, ottimizzazione degli spazi e la migliore comunicazione e immagine. Le 5S sono:

- *SEIRI: SEPARAZIONE*, prevede l'identificazione e conservazione di tutti i materiali utilizzabili e ineliminabili, rimuovendo tutto ciò che non è identificato. Gli oggetti che sono utilizzati vengono valutati in base alla frequenza di utilizzo e azioni di razionalizzazione.
- *SEITON: ORDINARE*, ricerca la modalità di collocazione degli oggetti in modo da soddisfare sicurezza, qualità, efficienza ed ergonomia. Al termine di questa fase un oggetto deve essere facile da vedere, da prendere, da usare e da riposizionare, consentendo una riduzione dei tempi di *set-up*.
- *SEISO: PULIZIA*, è una fase finalizzata all'ispezione. Dalla pulizia emergono le anomalie che tuttavia devono essere eliminate.
- *SEIKETSU: STANDARDIZZAZIONE*, lo standard è l'applicazione della migliore conoscenza disponibile al momento di definizione dello stesso. E' necessario

standardizzare le fasi di separazione ordine e pulizia e definire delle liste (check list) nelle quali si riportano gli standard per evitare di ripetere errori banali, verificare di aver eseguito tutti i passaggi e svolgerli correttamente.

- *SHITSUKE: SOSTENERE IL MIGLIORAMENTO CONTINUO*, sviluppando l'abitudine del rispetto di standard e procedure definite. Le attività principali di questa fase concernono il monitoraggio degli standard, la formazione e l'addestramento costante degli operatori e momenti di condivisione del miglioramento. Nel caso studio analizzato nel quarto capitolo la fase di formazione del personale sarà un aspetto importante tanto quanto critico.

1.2.5 Il ciclo PDCA e la gestione del miglioramento continuo

Il PDCA è un ciclo di miglioramento continuo caratteristico del pensiero snello. La sua applicazione iterativa comporta un miglioramento dei processi e una riduzione degli errori. E' composto da quattro fasi:

- *PLAN, pianificazione*. In questa fase si pianifica tutto ciò che deve essere implementato. Comprende la raccolta dati, la definizione degli attori del progetto, la definizione di obiettivi e risorse a disposizione
- *DO, fare*. In questa fase viene implementato ciò che è stato pianificato nella fase precedente. Questa fase prevede la nascita di problemi. Per questo non è da sottovalutare l'ipotesi di iniziare la fase di implementazione con un progetto pilota⁷ per poi ampliare l'implementazione a un'area più ampia e standardizzare il miglioramento.
 - *CHECK, controllo*. E' la fase in cui vengono monitorati i miglioramenti implementati. In questa fase viene pertanto accertato se gli obiettivi definiti nella fase di pianificazione siano stati raggiunti e in caso negativo, quale problema abbia causato la deviazione del progetto di miglioramento.
 - *ACT, agire*. E' la fase in cui, se gli obiettivi sono stati verificati e non è emerso alcun problema, si può implementare il miglioramento e standardizzarlo, per farlo diventare la nuova *road map* del processo migliorato.

⁷Fonte: [Che cos'è il ciclo Plan-Do-Check-Act \(PDCA\)? | Cantone di Kanbanize](#)



Figura 3 Schematizzazione ciclo PDCA (Fonte:

aMOzmJJ_ewXJ8D7jFgaRJIXXL4j3HpexhjNOF_P3YmryPKwJ94QGRtDb3Sbc6KY (1451x1451) (scoop.it))

La gestione del miglioramento continuo avviene tramite:

- Capacità di creare, indicata in letteratura con il termine giapponese "Monozokuri". Riguarda la conoscenza e l'applicazione delle pratiche e dei metodi pratici della filosofia lean (Kanban, spaghetti chart).
- Capacità di formare, indicata in letteratura con il termine giapponese "Hitozokuri". Riguarda tutte le azioni che servono a saper formare, motivare e crescere le persone. È un fattore più astratto che riguarda il coinvolgimento delle persone nei meccanismi progettuali e decisionali dell'azienda.
- Controllo ragionato da parte dei vertici aziendali. È una strategia chiara e un deployment robusto alla base del miglioramento continuo. È indicato in letteratura con il termine giapponese "Hoshin Kanri" ed attuato con il metodo degli "A3" che non verrà trattato nel testo.

1.2.6 Spaghetti chart

La spaghetti chart è un grafico visual molto utilizzato nei processi manifatturieri e logistici in quanto in esso vengono tracciati tutti i flussi di persone e/o materiali. L'obiettivo principale di tale strumento è andare ad eliminare o, nel

caso in cui non si potessero eliminare, a ridurre i sette sprechi analizzati nel paragrafo 2.1.3. Si procede con l'individuare i processi da mappare, si deve raccogliere successivamente la planimetria dell'area oggetto del tracciamento, si devono definire gli operatori coinvolti, il posizionamento dei macchinari e delle *work station* di interesse per poi definire delle coerenti unità di misura che dovranno rimanere uguali dall'inizio alla fine del lavoro per poter effettuare un *benchmark* quantitativo. Successivamente viene tracciato il flusso di persone e/o materiali sulla planimetria definendo quindi uno stato attuale dei flussi studiati. L'analisi si completa con la definizione di uno stato dei flussi ideale e quindi con una naturale diminuzione dei flussi iniziale. Il risultato è quindi un diagramma di flussi semplificati con aumento relativo di efficienza dei processi. Questo strumento verrà utilizzato anche nel caso studio sviluppato nel capitolo 4.

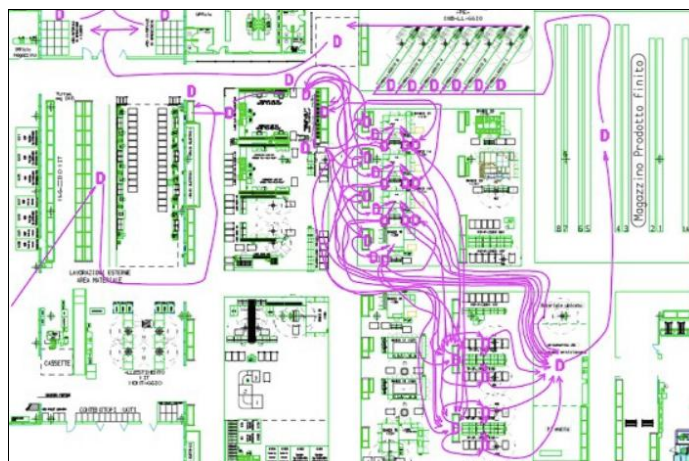


Figura 4 Esempio di spaghetti chart (fonte:<https://www.leanmanufacturing.it/immagini/spaghetti.jpg>)

1.3 Lean supply chain

1.3.1 Introduzione al lean supply chain

Per essere competitivi, al giorno d'oggi, risulta fondamentale rendere efficiente ogni processo aziendale.

Perciò, per rendere un'azienda più snella, non basta solamente focalizzarsi sulla linea di assemblaggio e sui processi produttivi ma estendere l'ottica *lean* anche ai processi legati alla *supply chain*.

Gli obiettivi principali di una *supply chain* snella sono:

- MINIMIZZAZIONE DEI COSTI LEGATI AL FLUSSO DEI MATERIALI
- ACCURATEZZA ED EFFICIENZA NELLE MOVIMENTAZIONI DEI MATERIALI

Il raggiungimento di tali obiettivi consente alle aziende di avere un vantaggio che a volte viene sottovalutato ma, in un mondo dove la competitività è così elevata, è un fattore determinante.

La gestione efficace ed efficiente della catena di fornitura acquista sempre più rilevanza per le strategie aziendali di aziende che, già strutturate, cercano di creare valore dai processi non ottimizzati.

Il vantaggio competitivo, in questo ambito, viene dato da una riduzione dei costi legati alla movimentazione del materiale, alla riduzione dei *lead time*, alla riduzione dei tempi di lavorazione di un codice e di tutti quei costi di attività non a valore aggiunto, oltre che a miglioramento del livello di servizio e razionalizzazione delle risorse.

Entriamo più nel dettaglio.

- Migliorare il livello di servizio vuol dire creare un flusso di approvvigionamento tra fornitore e cliente che garantisca sempre la presenza del codice nel momento in cui viene richiesto dalla linea di produzione. In tale flusso è doveroso considerare anche il tempo di lavorazione di un codice che comprende anche lo stoccaggio in magazzino.

- Avere un flusso ottimale tra fornitore e cliente vuol dire anche rispettare i contratti fornitore-cliente. I fornitori per tutelarsi generalmente lavorano con scorte di sicurezza. E' possibile quindi che a volte il fornitore possa spedire quantità diverse dagli accordi stipulati con l'azienda a causa ad esempio di scarti di lavorazione. Questo, per aziende strutturate che adottano sistemi per tirare il

flusso, come vedremo nel caso studio del capitolo 4, può causare problemi a livello di tempi e costi.

- La riduzione dei lead time è tra i fattori più determinanti per aumentare la competitività. Ridurre il *lead time* vuol dire aumentare la reattività e la flessibilità. Avere tempi di risposta brevi, in un mondo dove i flussi logistici sono sempre più veloci e complessi, vuol dire compiere movimentazioni più brevi ed efficienti tali da ridurre la possibilità di rovinare i codici con errate movimentazioni ed aumentare al contempo la qualità.

- In linea con la logica *lean*, una efficiente gestione dell'approvvigionamento consente di ridurre le scorte e diminuire i costi di stoccaggio.

1.3.2 Fattori determinanti lean logistic

Per implementare un sistema di logistica snella è opportuno:

- Mappare i flussi di ogni singolo componente e delle relative informazioni. L'articolo deve essere tracciato dall'arrivo in azienda fino all'impiego al fine di rendere efficace il secondo fattore determinante.

- Implementare un sistema tramite il quale il codice raggiunga la corretta area di impiego nelle giuste quantità, nel giusto contenitore e soprattutto coi i giusti tempi. Queste logiche vengono definite *just-in-time (JIT)* o *just-in-sequence (JIS)*.

Il *JIT*, ad esempio, abbina elementi, quali affidabilità, riduzione delle scorte e del lead time, ad un aumento della qualità e del servizio al cliente. In tal modo si riducono enormemente i costi di immagazzinaggio, gestione, carico e scarico di magazzino.

- Implementare un sistema tarato che "tiri" il flusso, ossia un sistema *PULL*. In questo modo l'approvvigionamento sarà preciso e puntuale tale da diminuire il rischio di fermo.

Viene ancora una volta sottolineata l'importanza di un ottimo flusso informativo complementare al flusso fisico dei materiali. Ricevere le giuste informazioni in maniera tempestiva è un fattore determinante nell'efficacia dei processi. A

conferma dell'importanza dei flussi informativi è la presenza di strumenti dedicati alla mappatura dei processi transazionali, ovvero dei processi non visibilmente chiari. Uno di questi strumenti è il "MAKIGAMI". Questo strumento, infatti, viene utilizzato quando si vuole porre l'attenzione all'interno di uno o più processi, in quanto si notano tempistiche lunghe o si vuole approfondire l'attività di interesse. Per essere efficaci ed efficienti è necessario vedere cosa mappare, quale è l'obiettivo, chi coinvolgere e concentrarsi solamente su ciò che porta all'output finale. I due focus principali di questo strumento sono sui tempi, nel quale si cronometra ogni attività del processo per capire e quantificare i tempi che compongono il *lead time*, il secondo focus è sui processi, nel quale si differenziano le attività a valore da quelle non a valore. Identificate le criticità tramite la tecnica dei "5 perché" e con la matrice sforzo/impatto, si risale alle cause radici per eliminarle. Come vedremo nel paragrafo successivo vi sono strumenti in grado di associare una molteplicità di informazioni al flusso dei materiali.

1.3.3 Plan For Every Part (PFEP)

Il *Plan For Every Part* è un database che raccoglie specifiche informazioni utili al tracciamento di tutti i codici che entrano in un'azienda. E' un sistema molto importante in quanto, come specificato nel paragrafo precedente, le aziende hanno sempre più difficoltà ad avere informazioni utili e complete raccolte tutte insieme, facili da recuperare.

Nel *Plan For Every Part* vengono tracciate le seguenti informazioni:

- Codice dell'articolo
- Descrizione dell'articolo
- Contenitore in cui viene stoccato
- Contenitore in cui arriva dal fornitore
- Quantità per contenitore fornita
- Coefficiente di utilizzo dell'articolo

- Ubicazione in cui viene stoccato
- Fornitore e dati del fornitore
- Specifiche sulla spedizione
- Peso del contenitore
- Peso unitario dell'articolo
- Peso dell'imballo completo
- Periodo di copertura della spedizione
- Numero di cartellini *kanban* a sistema
- Costo unitario del prodotto

Avere un tale tracciamento vuol dire monitorare in maniera costante l'articolo ed avere, in caso di problemi, una risposta immediata. Nel caso dell'ultimo punto dell'elenco delle informazioni date in merito al prodotto, la voce "costo", è possibile fare anche valutazioni sul tipo di imballaggio con il quale deve essere gestito il codice. Ovviamente materiale costoso avrà bisogno di specifici imballaggi e protezioni oltre che a una possibile valutazione sulla logica con cui ricevere il codice (*PULL* o *PUSH*). Il *PFEP* consente anche di ridurre i *lead time* di processo e ridurre l'inventario extra. Avere, ad esempio, precise informazioni sulla disponibilità di un codice, sulle giacenze e sull'utilizzo di quel codice, permetterebbe di ridurre le scorte di sicurezza.

Il *Plan For Every Part* costituisce di fatto una base caratterizzata da controllo, velocità, organizzazione, flessibilità ed efficienza per il miglioramento continuo.

1.3.4 Milk run

La catena di fornitura è un aspetto strategico per l'implementazione di una logistica *lean*. Spesso le aziende stringono rapporti di fornitura con fornitori geograficamente "vicini", generalmente vengono considerati vicini fornitori in un

raggio di circa 30 km. Tutti i componenti delle aziende possono essere gestiti con due tipi di contenitori:

- Contenitore a RENDERE
- Contenitore a PERDERE

Il primo è un contenitore che, una volta utilizzato il componente, l'azienda deve restituire al fornitore, il secondo, inutilizzabile, deve essere eliminato. Ovviamente i contenitori a rendere hanno un costo più alto. Per quest'ultimi spesso viene strutturato un flusso tra azienda e fornitore che consiste nella raccolta dei contenitori concordati con l'azienda da parte del fornitore, al fine di garantire l'approvvigionamento del componente con quel contenitore. Questa logica viene definita "milk run", dal giro del lattaio che anticamente faceva nelle case del paese per ritirare le bottiglie vuote di latte e renderle il giorno successivo piene.

Per strutturare tale flusso risulta importante avere chiari i seguenti aspetti:

- La data o l'orario di disponibilità dei componenti per ogni punto di raccolta.
- Il tempo entro il quale deve essere fatto il reso.
- La quantità di componenti da gestire.
- I pesi e le dimensioni dei componenti gestiti, in linea con l'importanza del *Plan For Every Part* prima citato.
- La gestione del flusso informativo che deve essere tempestivo e affidabile per consentire un "milk run" efficace.

Di seguito viene riportato un esempio di un foglio di calcolo strutturato dall'azienda nella quale ho svolto il progetto di tesi, nel quale è possibile vedere come vengono tracciate settimanalmente le richieste dei contenitori e i contenitori consegnati con il dettaglio su ogni tipologia di contenitore (2A, 2D,...,KLT2115, KLT3215) gestito tra azienda e fornitore.

Per privacy i fornitori sono stati oscurati.

FORNITORE		2A	2D	2E	3A	3D	3G	4D	5B	5D	6D	6E	7C	7D	7E	8D	8E	8G	9A	9D	10D	C3	KLT2115	KLT3215	KLT4315	KLT4329	KLT6415	
ALFONSO	RICHIESTE																											
	CONSEGNATI																											
AMMA	RICHIESTE																											
	CONSEGNATI																											
BNI	RICHIESTE																											
	CONSEGNATI																											
BORIN	RICHIESTE																											
	CONSEGNATI																											
CAZZOLA SPAZZOLE	RICHIESTE																											
	CONSEGNATI																											
CMA BACCIGA	RICHIESTE			1						1			2								2							
	CONSEGNATI			1						1			2								2							
COMPAGNIA SIDERURGICA	RICHIESTE																											
	CONSEGNATI																											
DIDIMO	RICHIESTE																											
	CONSEGNATI																											
DIMO	RICHIESTE	6	3		25				2			2									3		15		44			
	CONSEGNATI	6	3		25				2			2									2		15		44			
FIORENTIN	RICHIESTE	5																					2					
	CONSEGNATI	5																					2					
GARDI	RICHIESTE																											
	CONSEGNATI																											

Figura 5 esempio di schermata per il giro di contenitori utilizzata nell'azienda nella quale ho svolto il progetto di tesi

L'ottimizzazione dei percorsi tra azienda e fornitori può essere fatta tramite tre metodi:

- ALGORITMO DEL SAVING, questo metodo considera un magazzino e una serie di clienti. Si considerano i primi due clienti e si definisce una funzione obiettivo. Si ipotizza che ogni cliente venga servito con un mezzo dedicato. Ragionando per coppie di punti, si calcola la funzione "saving" data dalla differenza tra la modalità di trasporto dedicata e una modalità combinata:

$$F.O^8: S(i, j) = 2T [M - i] + 2T [M - j] - T[M - j] - T[i - j]$$

$$S(i, j) = T[M - i] + T[M - j] + T[i - j]$$

Dove "T" è il tempo di movimento, "i" e "j" sono i due clienti considerati (quindi ad esempio $T[M - i]$ indica il tempo per muoversi da M a j), "M" è il magazzino ed "S" è il saving. Si calcola quindi la coppia di clienti che ha coppia "i-j" più alta. Una volta identificate le coppie di clienti con il saving più alto vengono serviti entrambi con uno stesso mezzo, mentre gli altri clienti rimangono serviti da un mezzo dedicato. Il metodo si ripete per i restanti clienti fin quando non emergono più risparmi, ossia il nostro saving "S" sia minore o uguale a zero. Si arriva a delle soluzioni petaliforme.

⁸ F.O.= funzione obiettivo

- METODO EXTRAMILES, questo metodo, a differenza del primo, parte dal punto più lontano. In questo caso la funzione obiettivo è una funzione costo.

$$F.O: E = 2T[M - i]$$

Viene indicata con “E” l’extra percorrenza, con “T” il tempo di movimento, con “M” il magazzino e con “i” il cliente più distante. Viene calcolato successivamente per gli altri punti “j” generico quale sia il punto che permette la minore extra percorrenza in caso di combinazione.

$$E = T[M - i] + T[i - j] + T[M - j] - 2T[M - i]$$

Si ipotizza una extra percorrenza massima, ad esempio “non voglio extra percorrenze più lunghe di 100 km” e vengono serviti i clienti che con lo stesso mezzo hanno minore extra percorrenza, inferiore al limite stabilito. La funzione obiettivo generica $F.O. = \beta T + (1 - \beta)d$ consente di poter scegliere due tipi di ottimizzazione, a seconda dell’esigenza:

- $\beta = 1$, OTTIMIZZAZIONE SUI TEMPI

- $\beta = 0$, OTTIMIZZAZIONE SULLE DISTANZE

- In ultimo il METODO DEL COSTO SERVITO nel quale si ipotizza che i sovraccosti siano dovuti a viaggi sbagliati a causa di errata pianificazione esterna aiuta a definire quali sono questi punti caratterizzati da errata pianificazione. Di ogni trasporto calcola sia i chilometri percorsi che il costo legato all’autista sia il costo chilometrico del mezzo, permettendo di identificare delle mappe nelle quali per ogni cliente si definisce il relativo valore del pallet trasportato. E’ possibile quindi identificare merce di valore e merce non di valore. La logistica, in generale, deve essere efficiente sulla merce povera in quanto i costi ammissibili sono bassi.

Il primo vantaggio che offre una corretta implementazione della logica “milk run” è nella costante disponibilità dei codici che gestiscono i fornitori, riducendo eventuali mancanze dei componenti in linea di assemblaggio. Strutturando poi rapporti efficienti e concordando quantità di codici all’interno di un contenitore

con l'azienda, si riducono le attività di travaso che l'azienda deve svolgere internamente per stoccare in magazzino la merce. In secondo luogo si hanno vantaggi legati al costo dei contenitori che, tuttavia, non vengono gettati. In ultimo, con questo sistema, vengono controllati in maniera più efficace i flussi dei materiali che entrano in azienda e dei contenitori che escono.

1.4 Lean six-sigma

1.4.1 Cenni storici Lean Six-Sigma

Il termine "*Six Sigma*" fu coniato da Bill Smith, ingegnere della motorola. Alla fine degli anni '70, motorola cominciò a sperimentare metodologie di *problem solving* basate su analisi statistiche fin quando, nel 1987, lanciò ufficialmente il "*Six Sigma Program*" applicando la metodologia ai processi industriali. Nel 1996, Jack Welch, CEO di General Electric, lancia la metodologia *Six Sigma* in azienda, formalizzandola come un approccio per l'ottenimento di drastici miglioramenti qualitativi. Trovando applicazione in ogni ambito, nel 1998 diventa ufficialmente un modello manageriale. La metodologia *lean* e quella *Six Sigma* hanno viaggiato per anni lungo due rette parallele fino agli anni 2000 dove trovano un punto di incontro unendo il concetto di una produzione incentrata alla riduzione degli sprechi al concetto di minimizzare l'errore. In generale, è possibile dire che inizialmente si interviene con attività di *lean production* per creare un nuovo processo più performante e successivamente si applica la metodologia *six sigma* per consolidarne la stabilità, riducendone la variabilità.

1.4.2 Che cosa è il Six Sigma?

Il *Six Sigma* è un *data driven* di *problem solving*. E' un approccio volto alla risoluzione dei problemi guidato fortemente dai dati. E' un approccio:

- Focalizzato sul problema
- Strutturato per risolvere problemi
- Con una disciplina rigorosa

- Applicabile a qualsiasi ambiente
- Che utilizza la potenza di strumenti statistici a fondamento delle decisioni
- Che rinforza l'importanza delle tecniche grafiche
- Che si focalizza sulla disponibilità e qualità dei dati
- In cui ogni fase è guidata dai dati.

Il *six sigma* si focalizza in modo particolare su aspetti quantitativi e di processo. L'obiettivo è di studiare il fenomeno, comprenderne l'interazione delle variabili al fine di ottimizzare i processi e ridurre i difetti e gli scarti.

1.4.3 Campi di applicazione Six Sigma

Storicamente questa metodologia viene applicata ai processi manifatturieri ma anche nei casi in cui deve essere ridotta la variabilità del processo. Risulta importante tuttavia comprendere quali siano le cause per cui un processo è caratterizzato da variabilità, perché la variabilità comporta difettosità e quali siano i costi legati alla non qualità.

Generalmente la variabilità può essere legata a: requisiti di sicurezza di un prodotto, affidabilità dei prodotti nel tempo, riduzione resi ed interventi di garanzia, riduzione tempi di consegna, riduzione tempi di sviluppo prodotto, progettazione simultanea di più famiglie di prodotto.

Data questa molteplicità di situazioni, le aree di applicazione sono altrettanto numerose e comprendono:

- *OPERATIONS & SUPPLY CHAIN*, volte alla riduzione di difettosità, costi, tempi morti, tempo ciclo, costi di spedizione, riduzione di investimenti, aumento di capacità e soddisfazione del cliente.
- *MARKETING & SALES*, volte all'incremento dell'efficacia della forza vendita e fidelizzazione del cliente.
- *HUMAN RESOURCES*, per supporto ai processi di selezione, training, standardizzazione, tempi di acquisizione più veloci e personale più qualificato.

In maniera meno impattante può essere applicato anche in *RESEARCH & DEVELOPEMENT, FINANCE & ACCOUNTING* e infine nella *GENERAL ADMINISTRATION*.

1.4.4 Lean-Six Sigma

Nasce dalla combinazione di nozioni *lean* e *six sigma* volte alla massimizzazione dell'efficienza e della redditività dei processi.

Il *Lean Six Sigma* è una metodologia di *problem solving* incentrata sul miglioramento dei processi, al fine di eliminare gli sprechi e le inefficienze.

I tre elementi chiave di questa metodologia sono:

- STRUMENTI E TECNICHE, rigorosamente analitiche, volte all'identificazione e risoluzione dei problemi.
- PROCESSI E METODOLOGIE, volti all'organizzazione delle fasi e alla scansione del ritmo dei processi di analisi e risoluzione dei problemi.
- MENTALITA' E CULTURE, per trasmettere una metodologia definita tramite un training costante e consentire il raggiungimento collettivo degli obiettivi in modo consapevole e strutturato⁹.

I tre elementi sopra elencati sono imprescindibili gli uni dagli altri.

Dal grafico riassuntivo in figura è possibile vedere il confronto tra le principali caratteristiche della metodologia Lean, Six Sigma e della metodologia Lean-Six Sigma.

⁹ (fonte: <https://www.goskills.com/Lean-Six-Sigma>)

LEAN	SIX SIGMA	LEAN SIX SIGMA
Riduzione sprechi e flusso materiali	Focus sulla qualità	Focus sulla riduzione degli sprechi, sul flusso dei materiali e sulla qualità
Focus sulle persone e coinvolgimento continuo	Focus sui dati	Focus sul coinvolgimento delle persone ma anche sui dati e sull'utilizzo dei metodi statistici
Miglioramento continuo	Progetti di miglioramento radicale	Miglioramento continuo con un occhio a possibili progetti di miglioramento radicale
"poco e sempre"	Approccio statistico	Piccoli miglioramenti ma continui ma anche fortemente statistici dove c'è possibilità
Metodi di riduzione degli sprechi	Statistica volta a ottimizzare i processi e ridurre i difetti	Metodi volti alla riduzione degli sprechi, ottimizzazione dei processi e riduzione delle difettosità.

Figura 6 Confronto metodologie Lean, Six Sigma e Lean-Six Sigma. (fonte: rielaborazione propria dagli appunti presi durante il corso Six Sigma-Yellow Belt)

E' facile vedere come sostanzialmente la metodologia *lean six sigma* sia una combinazione degli aspetti positivi e maggiormente impattanti delle due metodologie.

E' possibile quindi dire che la metodologia Lean-Six Sigma sia caratterizzato da:

- Focus sulla riduzione degli sprechi, flussi dei materiali e qualità.
- Focus sulle persone, sul loro coinvolgimento ma anche sui dati e sull'utilizzo di metodi statistici.
- Miglioramento continuo ma con un occhio di riguardo per la possibilità di progetti di miglioramento con cambio radicale.
- "Poco e sempre" ma anche con un supporto statistico ove sia necessario.
- Utilizzo di metodi volti alla riduzione degli sprechi, ottimizzazione dei processi e riduzione delle difettosità.

CAPITOLO 2 “ANALISI LETTERARIA”

Il secondo capitolo è incentrato su un’analisi di articoli nei quali viene esaminato il problema dei componenti mancanti. Oltre l’analisi di ogni singolo caso, verranno definiti gli aspetti inerenti il caso reale da me studiato ed effettuato un confronto con gli aspetti trattati dagli articoli scelti. Concluderà il capitolo una tabella riassuntiva del confronto degli articoli e il caso oggetto di questo progetto di tesi.

2.1 Gestione parti mancanti nella produzione

Nell’articolo analizzato viene esaminato il problema dei componenti mancanti nelle linee di assemblaggio dal punto di vista dell’inventario e della poca efficienza dei processi interni. Nell'ambiente di produzione odierno, le diverse parti prodotte internamente e acquistate dai fornitori vengono spesso assemblate insieme in un prodotto finito. La concorrenza ha reso molto importante per le aziende fornire un prodotto personalizzato alla data promessa. Tuttavia, quando gli articoli di inventario mancano al momento della produzione, i tempi di consegna dei prodotti diventano incerti e ciò rende difficile evadere un ordine del cliente alla data promessa. Risulta quindi molto importante definire le cause che generano il problema, associando per ognuna delle azioni correttive. Nel caso studio analizzato viene divisa la produzione in:

- Parti prodotte internamente secondo una strategia *make-to-order*.
- Parti prodotte internamente secondo una strategia *make-to-stock* (su previsione).
- Parti acquistate da fornitori esterni.

La causa principale dei componenti mancanti in linea di assemblaggio è stata associata a una errata gestione del sistema logistico interno, in particolare alla gestione dell’inventario. Quello che si verifica è che molte parti vengono prodotte ma spesso si riesce a trovarle nel magazzino oppure le parti che arrivano dai fornitori non vengono trovate in quanto c'è un disallineamento tra l'inventario nei dati raccolti nel computer e l'inventario fisico disponibile.

Le conseguenze che derivano la presenza di componenti mancanti nelle linee di assemblaggio sono:

- Spreco di materiale;
- Perdita di tempo;

- Spreco economico;
- Tempi di attesa da parte del cliente più elevati;

L'analisi del problema inizia con la definizione del processo di evasione degli ordini e con la definizione del flusso dei materiali. Successivamente, appurato che il problema reale risieda proprio nel fatto che l'operatore necessita di un componente che a sistema è registrato in una locazione ma che fisicamente non è presente, si procede con l'identificazione delle cause del problema. La prima risposta, la più istintiva, è quella di informare il *material planner* di riferimento per riapprovvigionare il componente. Il processo prevede prima un'analisi più attenta inerente alla presenza del componente nelle ubicazioni vicine a quella registrata, al termine di questa analisi, se il componente non è stato trovato, il planner procede con l'approvvigionamento del materiale. È facile intendere come questo comporti un aumento dei *lead time* di produzione e un maggiore impiego di risorse. In più il riordino di componenti presenti comporta un aumento anche dei costi finanziari. Come analizzato nel capitolo 1, nel caso come quello in questione in cui le stazioni di assemblaggio sono sequenziali e la presenza di un componente mancante può generare la presenza di componenti che non possono essere assemblati a causa di questa mancanza, definiti in questo articolo "ordini di arresto", si generano veri e propri blocchi logistici che causano un aumento dei tempi di produzione. Le principali cause riscontrate in tale caso studio sono:

- Controllo della quantità inefficace degli articoli alla ricezione, essendo un controllo manuale, l'errore umano è una variabile da considerare.
- Sistema informatico inefficace, quando un camionista deve posizionare gli articoli che sono già presenti in magazzino, che hanno già posizioni assegnate, l'operatore ubica il materiale in altre locazioni differenti da quella già occupata. Il sistema non è in grado di registrare tale informazione. Di conseguenza vi è la possibilità di perdere gli articoli o di impiegare molto tempo nella loro ricerca.
- Gli operatori prelevano e utilizzano un componente simile a quello richiesto creando difettosità
- Gli operatori più esperti, lavorando a memoria, utilizzano componenti di altri ordini, completando l'ordine corrente e generando un mancante nell'ordine successivo. La dimenticanza di non dichiarare questa azione fa sì che si genera un componente mancante bloccante.

- Scansione inefficace di codici a barre, la procedura di scansione per la determinazione della posizione non è abbastanza rigorosa. Ciò incoraggia la tendenza a consegnare gli articoli in ritardo ai reparti di assemblaggio e controllo.

- Importi errati da prefabbricazione, a volte la quantità dichiarata della produzione di componenti prodotti internamente non è allineata con quella effettiva.

- Ri-sequenziazione degli ordini, influisce sulla disponibilità dell'inventario generando articoli mancanti nel reparto di assemblaggio e "ferma ordini" nel reparto controlli.

- Invisibilità di alcune categorie di materiali a pianificatori, si ipotizza che gli ordini di lavoro sono sempre programmati partendo dal presupposto che tutti gli articoli *Buy-to-Stock* siano fisicamente nei loro scaffali, ciò non sempre si verifica. La conseguenza di ciò sono articoli mancanti che portano a una riduzione della produttività, una ridotta precisione di consegna dovuta all'impossibilità di avvisare l'acquirente responsabile di un articolo affinché agisca rapidamente.

Può succedere che l'informazione data al planner per il ri-provvigionamento venga persa e per questo viene consigliato di registrarla a sistema. La presenza di articoli mancanti genera così inefficienza nel flusso dei materiali e una conseguente congestione della produttività.

Le azioni correttive individuate sono sono:

- Sistema informatico che allerta i gestori di materiale e i pianificatori delle deviazioni¹⁰ di prelievo, nel momento in cui viene prelevato un articolo sostitutivo, il sistema allerta pianificatori e chi gestisce i materiali.
- Definizione di una procedura standard di prelievo e di ubicazione nelle scaffalature
- Formazione e riassegnazione di più persone per controllare e registrare gli articoli acquistati nel sistema informatico.
- Aumento dell'uso dei codici a barre per il monitoraggio e il conteggio del materiale.
- Riduzione della digitazione manuale nel ricevimento materiali.
- Conteggio ciclico dei componenti da parte degli operatori che gestiscono i materiali.
- Miglioramento dei flussi dei materiali.

Tutto ciò comporta una diminuzione delle inefficienze relative alla gestione degli inventari e a una migliore gestione degli articoli in entrata dall'azienda. Un migliore tracciamento e mappatura degli articoli comporta un migliore allineamento tra giacenze

¹⁰ Le deviazioni sono articoli sostitutivi o articoli mancanti

fisiche e contabili. A sua volta, ciò comporta una maggiore precisione nella consegna degli ordini e un aumento di produttività. Anche in questo caso, come nell'articolo analizzato nel paragrafo 2.9, la difettosità è gestita con il metodo *poka yoke* (questa metodologia viene ampiamente discussa nel paragrafo 2.9).

2.2 Gestione delle parti mancanti basata sul metodo nelle relazioni fornitore-cliente

Nell'articolo analizzato viene sottolineata l'importanza delle relazioni tra fornitore e cliente per evitare il problema della creazione dei componenti mancanti nelle linee di assemblaggio. La gestione di tale problematica concerne l'obiettivo comune al caso precedentemente analizzato di garantire una adeguata produttività assicurando al cliente finale la consegna del prodotto finito nelle tempistiche preventivate. Spesso la mancanza di componenti è dovuta a fattori esterni, indipendenti dall'azienda, i ritardi di fornitura. Data la non prevedibilità dei ritardi di fornitura, risulta importante poter gestire quei componenti che vengono a mancare con una determinata cadenza, ovvero i componenti mancanti ricorrenti la cui indisponibilità è ciclica. Questa caratteristica viene associata da una mancanza a monte di materie prime o a una errata pianificazione dei materiali. E' facile intendere come queste mancanze, ciclicamente mettano in discussione la consegna puntuale di componenti e a loro volta del prodotto finale. Data l'importanza dell'immagine aziendale risulta quindi necessario dover intraprendere delle azioni di contromisura a questi problemi che siano istantanee ed efficaci. Questo è ovviamente legato a costi molto elevati. Un fattore determinante per sopperire a tale problematica è stringere un rapporto adeguato con i fornitori in modo da prevenire per lo meno quei componenti che mancano in maniera ricorrente. Questo consente non di eliminare i componenti mancanti relativi a questa casistica ma per lo meno ne rende gestibile una parte.

2.3 Gestione delle parti mancanti basata sulla velocità di refilling dei componenti

Nell'articolo analizzato viene messa in relazione la produttività con la velocità di alimentazione delle stazioni di assemblaggio e il giro di operatori coinvolti in tali attività. La mancanza di un corretto flusso di alimentazione dei componenti genera l'interruzione

della produttività, è possibile dire che l'efficienza della linea dipende dall'efficienza del rifornimento delle parti alla linea di assemblaggio. Una tipica linea di assemblaggio utilizza un approccio di alimentazione delle parti manuale. Ciò comporta la definizione di un numero ottimale di operatori coinvolti nell'attività di alimentazione. Tendenzialmente questo numero è arrotondato per eccesso per evitare il problema di una poco efficace alimentazione con conseguente blocco della linea. Ciò diventa sempre più importante nel caso in cui le stazioni di assemblaggio siano sequenziali, e un mancante nella prima stazione, genera una catena di mancanti. Per evitare questo, vengono introdotti dei *buffer* al fine di garantire un aumento di flessibilità e l'agilità della linea di produzione principale. Tra i fattori principali che garantiscono una efficace produttività quali dimensioni dei buffer, programmi di alimentazione accurati, buona gestione logistica e rapide manutenzioni delle apparecchiature, emergono anche un dimensionamento ottimale dei flussi di alimentazione e la definizione di un numero ottimale di manodopera. In questo articolo la definizione di questi due fattori è avvenuta tramite l'applicazione di un caso reale caratterizzato da una linea di assemblaggio composta da 14 stazioni di lavoro servita da un pallet a stazione contenente 300 componenti, contando un tempo di alimentazione pari a 2 minuti per pallet e un tempo ciclo pari a un minuto. Il numero ottimale di operatori è dato da:

No. of workers = Minimum integer \geq [no. of work stations / no. of feeding pallets¹¹] che nel caso in esame è pari a $14/7=2$.

E' possibile dire quindi che il numero ottimale di lavoratori principalmente dipende dalla velocità del ciclo, dalla dimensione rimanente del buffer e dal tempo di alimentazione delle linee. Si riscontra che con un aumento della dimensione del buffer rimanente, il numero di manodopera richiesta può diminuire in quanto un operatore può servire più pallet in più *work station*.

2.4 Gestione delle parti mancanti basata sul metodo kanban

Nell'articolo analizzato viene trattata la gestione mancanti dal punto di vista dell'alimentazione delle *work station* tramite il metodo kanban. Dal magazzino si prelevano tutti i componenti per l'alimentazione delle linee di assemblaggio interno,

¹¹ (fonte: [Investigation of Part Feeding Problems in Manual Assembly Line \(matec-conferences.org\)](http://Investigation of Part Feeding Problems in Manual Assembly Line (matec-conferences.org)))

rifornite in modalità *supermarket*. "I supermarket sono particolari magazzini nei quali sono presenti, in quantità stabilite, tutti i prodotti che il/i processo/i a valle può/possono richiedere, "esposti" in modo tale che il movimentatore possa scegliere esattamente il prodotto che desidera. La produzione del processo a monte del supermarket viene regolata mediante un sistema di kanban di prelievo e di produzione che quindi produrrà solo per rimpiazzare i pezzi prelevati dalla stazione a valle. Il *supermarket* è lo strumento pull per eccellenza."¹² Il primo ragionamento viene effettuato sulla tipologia degli ordini di produzione che possono essere molto eterogenei dal punto di vista della qualità e quantità. I volumi considerati non sono elevati e il tempo ciclo sono ridotti a circa 2/3 giorni lavorativi. Il secondo ragionamento viene effettuato sulla base della tipologia di cliente dividendoli in;

- "buoni pianificatori", ossia clienti che consci di ciò che vogliono riescono a definirlo con largo anticipo, consentendo all'azienda di effettuare un *forecast*¹³ e produrre con anticipo.
- Clienti che avanzano ordini non pianificati.

In questo secondo caso è necessario servire i clienti con linee dedicate e gestione dei componenti *just-in-time(JIT)*. Questa situazione generalmente viene gestita anche ampliando lo stock dei materiali che potrebbero essere richiesti, anticipando questa fase per ridurre i *lead time*. Per essere più tempestivi, i terzisti dediti all'assemblaggio di componenti da consegnare al cliente finale sono organizzati in modo più flessibile possibile. Per quanto riguarda l'assemblaggio interno, data l'importanza dei ridotti *lead time*, risulta importante non avere componenti mancanti nelle linee di assemblaggio. Fissando dei primi standard di produzione e assemblaggio, per garantire un corretto svolgimento dell'attività di quest'ultima attività, viene introdotta la movimentazione dei componenti tramite kanban. In questo modo si garantisce *in primis* la riduzione delle scorte di sicurezza e di tutti i costi ad essa connessi, e successivamente garantisce la presenza dei componenti nelle stazioni di lavoro, escludendo il fenomeno dei mancanti. A tal fine, vengono inseriti anche dei *supermarket* o magazzini a bordo linea. A questo proposito, viene trattato nell'articolo anche l'introduzione del *WMS StockSystemEvolution* (Warehouse Management System), al fine di avere una costante e aggiornata informazione sull'inventario dei componenti in modo tale da evitare ancor di

¹²(fonte: [SUPERMARKET - Logistica Efficiente](#))

¹³ Il forecast è una previsione su ciò che verrà venduto.

più il verificarsi di componenti mancanti nelle linee di assemblaggio. In questo modo si evitano fermi linea che causano una diminuzione di produttività che risultano, in particolar modo nelle linee di assemblaggio automatiche, molto onerosi. E' infine possibile valutare una alimentazione dei magazzini di linea in maniera asincrona. Ciò è realizzabile generando due attività di prelievo distinte e differenti: la prima attività dalla linea al *supermarket* e la seconda dal *supermarket* al magazzino componenti. Dichiara Gianni Amodio, Operations Director Faster "In questo modo otteniamo una tracciabilità completa dell'associazione componenti/ordine di lavoro e lo status sempre aggiornato delle quantità: quella utilizzata sulla linea, quella presente nel supermarket e quella rimasta a magazzino"¹⁴.

2.5 Gestione parti mancanti basata sulla pianificazione

L'articolo analizzato contestualizza l'ambiente altamente competitivo a cui sono sottoposte le aziende e la necessità servire il cliente nella maniera più veloce possibile. A tal proposito risulta indispensabile non avere componenti mancanti in linea di assemblaggio. Appurato che la presenza di componenti mancanti genera inevitabilmente l'aumento dei *lead time* di produzione, è facile intendere come, di conseguenza, l'azienda perda competitività. Il tutto è amplificato in aziende nelle quali è elevata la richiesta di personalizzazioni da parte dei clienti. Il problema dei componenti mancanti può essere gestito tramite due approcci:

- 1) REATTIVO
- 2) PREVENTIVO

Il primo è un approccio più veloce e tempestivo, il secondo è volto all'eliminazione alla base del problema.

Nel primo caso l'azienda si trova nella situazione di dover lavorare in emergenza costante, rispondendo agli imprevisti con soluzioni costose al fine di garantire il servizio al cliente. Le azioni di reazione non risolvono il problema alla radice, ciò significa che il problema è facile che si ripresenti. Nel caso dei componenti mancanti, possono essere generati ad esempio da ritardi fornitori, scarti in produzione, problemi di approvvigionamento e reperibilità dei materiali. Saper reagire in maniera istantanea e corretta risulta pertanto una *skill* molto importante ma non sempre efficace, per questo

¹⁴ (fonte:<https://www.replica.it/media/uploads/2016/02/34-38.pdf>)

risulta fondamentale attribuire più di un'azione correttiva come reazione al problema. A volte tutto ciò non è sufficiente e quindi bisogna ricorrere a un approccio preventivo. Avere un approccio proattivo al problema che può verificarsi in maniera imprevista vuol dire creare l'opportunità per implementare un'azione importante volta alla risoluzione effettiva del problema. L'approccio preventivo prevede la definizione di un *forecast* di vendite grazie all'aiuto di metodi statistici e di esperienza del personale. Il secondo step prevede il corretto posizionamento dello stock, intervenendo sui componenti, andando a dimensionare in maniera consona sia i target che le scorte di sicurezza. A questo punto interviene una fase di monitoraggio dello stato delle giacenze che comprende anche un'azione di *replishment*¹⁵.

I fattori che generalmente vengono analizzati e migliorati con questi approcci sono:

- Gestione delle scorte, in particolare le scorte di sicurezza
- Razionalizzazione di tempi e processi di produzione.
- Riduzione del tempo di gestione dei componenti mancanti.
- Ottimizzazione del *planning* di produzione.

Tutto ciò porta a:

- Diminuzione costi di acquisto e costi legati alle spedizioni.
- Miglioramento della gestione delle risorse interne.
- Aumento grado di soddisfazione del cliente.
- Risparmio economico.
- Aumento di competitività.

2.6 Gestione parti mancanti tramite l'informazione e il M.E.S. (Manufacturing Execution System)

Nell'articolo analizzato viene effettuato uno studio basato sulla teoria di gestione di fabbricazione e produzione M.E.S., all'interno di un'officina di lavorazioni meccaniche. L'officina è l'unità nella quale le imprese svolgono direttamente le attività di produzione e commerciali. In questo caso l'organizzazione e le prestazioni dell'officina hanno un grande impatto sulla produttività, sul ciclo di sviluppo del prodotto, sul costo e sulla

¹⁵ Il *replishment* è il ripristino di uno stock o di una fornitura a un livello o condizione precedente.(fonte: dizionario online)

qualità del prodotto. La nuova gestione dei processi prevede di aumentare l'efficienza del processo di tracciabilità del processo di produzione, di migliorare il tasso di utilizzo delle apparecchiature e il tasso di utilizzo dell'orario di lavoro e, in particolare, consente di accelerare la trasmissione delle informazioni tra i reparti, di migliorare l'efficienza della gestione e di attuare delle informazioni sulle decisioni. Il sistema preso in esame dall'autore dell'articolo consente di aumentare il sotto-modulo di *query* sull'assieme del prodotto, e richiedere informazioni su una o più parti mancante nel prodotto. Viene quindi definita l'importanza di tracciare e avere monitorate le informazioni dei prodotti in maniera costante. In questo caso il tracciamento viene effettuato tramite *bar-code*. Vengono definiti tre livelli di informazione:

- Livello di pianificazione, include l'elenco delle parti del prodotto, ad esempio la distinta base, inventario, componenti di ricambio etc...;
- Livello di esecuzione, include la linea di elaborazione e l'elaborazione dei *ticket*;
- Livello di monitoraggio del livello di *feedback*, che include per l'appunto *feedback* sui progressi.

Queste tre informazioni vengono utilizzati per identificare in modo univoco la parte da elaborare, come ad esempio numero di parte, parte della produzione e data dell'elaborazione.

Tutte queste informazioni vengono rappresentate tramite un codice a barre (l'analisi dell'elaborazione del codice a barre non è stata studiata per i fini di questo progetto di tesi), in grado di rendere visibile le informazioni prima citate a più reparti. In questo modo, nel caso specifico, i reparti di produzione e gestione utilizzano il raccoglitore di dati del codice a barre (Reader) per la scansione, in questo modo i dati vengono trasmessi sul computer, tramite un terminale portatile (lettore) vengono raccolti i dati, il raccoglitore di informazioni decodifica il codice a barre trasformandolo in formato testo. In questo modo viene resa visibile l'informazione sul tracciamento dei componenti a tutti i reparti. In questo modo. La presenza di un'informazione tempestiva, accurata, univoca ed efficace consente di avere vantaggi a livello di produttività, di sistema ed infine economici. Ne deriva quindi l'importanza del flusso informativo legato ai flussi fisici che consente di tenere traccia dei flussi dei componenti, in particolare di quelli definiti "mancanti" che impattano in maniera diretta su produttività, immagine dell'azienda e costi.

2.7 Gestione delle parti mancanti con metodi statistici

Nell'articolo analizzato viene posto il focus sulla ricerca costante di metodi e procedure per migliorare i processi produttivi da parte delle aziende. La crescita delle aziende è fortemente correlata all'affidabilità dei processi interni. Ancor più importante risulta la qualità del prodotto finito che è legata all'immagine di un'azienda. In questo articolo viene sviluppato un algoritmo in grado di ottimizzare una linea di produzione farmaceutica per controllare la presenza di componenti mancanti negli imballaggi e ridurre al minimo le casistiche di falsi scarti. Per non entrare troppo in termini tecnici, l'algoritmo sviluppato è in grado di poter affermare con una certa affidabilità la presenza di componenti mancanti in un imballaggio in base al peso di quest'ultimo. Questo algoritmo influenza anche la qualità del prodotto finale. Si assume che "l'identificazione dei componenti mancanti in un bene confezionato misto è più complessa, a causa della variabilità di peso di ciascun sottocomponente"¹⁶. Si vogliono evitare prodotti finali con componenti mancanti o comunque la regola generale è che si preferiscono falsi scarti a componenti mancanti. La variabilità è legata ai fornitori e alle *performance* dei processi interni. Vediamo come viene affrontato il problema:

- Nella fase 1, vi è il monitoraggio della variabilità dei componenti. Vengono pertanto definiti degli intervalli di incertezza tramite le deviazioni standard.
- Nella fase 2, vi è la definizione dei limiti di controllo. La variabilità dei componenti può far sì che finale rientri all'interno dell'intervallo definito in precedenza nonostante abbia uno o più componenti mancanti. Dal grafico che segue è possibile vedere un'area comune tra le curve che identificano la presenza di componenti mancanti e un prodotto finale corretto. Quest'area rappresenta il fenomeno prima descritto.

¹⁶ (fonte: Un algoritmo di pesatura per il controllo di componenti mancanti in una linea farmaceutica - Alessandro Silvestri, Domenico Falcone, Cristina Cerbaso, Antonio Forcina, 2014)



Figura 7 Parametri statistici componenti mancanti e componenti non mancanti
(fonte: <https://journals.sagepub.com/doi/10.5772/59022>)

- La fase 4, comprende la definizione di aree di controllo tramite le quali è possibile definire la presenza sicura di uno o più componenti mancanti o la totale assenza.

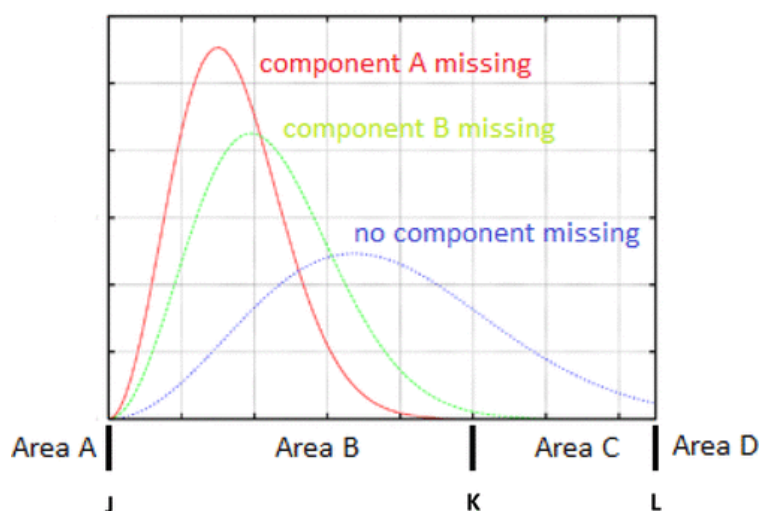


Figura 8 definizione aree per l'identificazione di componenti mancanti
(fonte: <https://journals.sagepub.com/doi/10.5772/59022>)

Ad esempio l'area A indica la presenza di uno o più mancanti mentre l'area D indica la presenza di possibili doppi componenti, escludendo la presenza di componenti mancanti.

In conclusione è possibile dire che questa procedura consente, di poter evitare la presenza di componenti mancanti negli imballi.

2.8 Gestione delle parti mancanti in Italcab

Nell'articolo analizzato viene valutato l'impatto che hanno i componenti mancanti sull'efficacia della produttività e come gestire questo problema all'intento di un'azienda che produce cabine per mezzi di movimento terra. La gestione dei mancanti, viene definita un punto critico nell'ambito dei sistemi della pianificazione della produzione. I fattori che possono generare un componente mancante non sempre sono fattori esterni, ossia ritardo di fornitura, ma possono comprendere fattori interni quali assenza di livello di servizio, contratti di fornitura errati, distinte base errate e politica di scorte poco efficiente. Il problema della mancanza di componenti nelle linee produttive viene amplificato in aziende che, come Italcab Spa, sono caratterizzate da processi produttivi lunghi e complessi con lavorazioni anche interne ed acquisti di materiali dall'esterno. Vediamo come viene gestita la problematica da Italcab Spa. Il processo prevede la definizione di 4 fasi:

- "Definizione del concetto di mancante e conseguente misura corretta del fenomeno"¹⁷.
- "Previsione, con un minimo in anticipo, dei mancanti per gli assemblaggi necessari per le vendite a breve termine".
- "Registrazione e gestione dei mancanti".
- "Conteggio dei mancanti ed individuazione delle cause".

Nella prima fase, viene definito il concetto di componente mancante andando a identificare la tipologia di mancante (mancante durante il prelievo dal magazzino, mancante all'assemblaggio o mancante per il venduto) e associato un livello di importanza a ciascun componente. Nella seconda fase, considerata una copertura della produzione di una settimana, viene fatto un previsionale dei componenti che verranno utilizzati in quell'orizzonte temporale in modo da garantire la copertura della domanda. In questo modo, dai fabbisogni si riesce ad estrarre l'informazione di quali componenti sono destinati a mancare nella linea di assemblaggio. Un componente mancante oltre che a generarsi dai processi a monte, ad esempio da ritardi fornitori, è possibile che si creino nei processi interni, ad esempio durante la fase di assemblaggio. Questo è dovuto anche a delle "non conformità" del materiale arrivato in azienda. A questo punto, la terza fase viene utilizzata per creare uno storico di dati tramite un database nel quale

¹⁷ (fonte: <https://www.opta.it/operations-management/pianificazione-della-produzione/la-gestione-dei-mancanti-italcab>)

vengono registrati sia i componenti mancanti che si creano nelle fasi a monte che quelli che si creano durante i processi di assemblaggio. Infine, nell'ultima fase, grazie allo storico dei dati è possibile di definire "attività di gestione immediata" e intervenire sulle cause che generano un componente mancante e ridurre le casistiche di quella tipologia di mancante. In questo modo è possibile valutare l'andamento e i trend delle azioni implementate. Oltre ad azioni volte alla riduzione della casistiche di un componente mancante risulta importante eliminare le cause-radici per cui quest'ultimo si genera. A tal proposito devono essere definite delle azioni di miglioramento volte alla riduzione del numero dei mancanti che si generano. In questo caso le azioni di miglioramento vertono sul tempestivo ripristino del materiale definito "non conforme" e quindi scartato per questioni qualitative, l'impostazione di un adeguato piano consegne e l'implementazione di uno strutturato sistema di gestione dei ricambi in modo da evitare il fenomeno di "cannibalizzazione" dei componenti della linea di assemblaggio. Tutto ciò consente di "focalizzarsi sulle reali urgenze dell'azienda garantendo minori disservizi alla produzione e intercettando con anticipo i problemi"¹⁸.

2.9 Gestione parti mancanti basato sul Poka Yoke¹⁹

Nell'articolo analizzato, viene preso in considerazione l'aspetto qualitativo del prodotto finale delle linee di assemblaggio e utilizzato un metodo caratteristico del mondo *lean*, quale il *poka yoke*, per minimizzare gli errori ed aumentare l'efficienza dei processi interni. Il contesto di riferimento è sempre quello di un mondo altamente competitivo nel quale le aziende sono costrette a offrire prodotti a livello di design, funzionalità e qualità sempre più elevati, a prezzi più ridotti. I costi di produzione sono direttamente legati all'efficienza dei processi interni. Si inizia dalla definizione di errore come un evento non pianificato nella pianificazione, produzione, progettazione o fornitura di un prodotto. Il difetto nei prodotti deriva dall'aver trascurato un errore, per questo risulta importante essere reattivi nella loro eliminazione. Nel caso in oggetto, focalizza l'attenzione su una linea di assemblaggio di parti automobilistiche e sulle cause di difetti che generano deficit nella qualità del prodotto finale. Nell'articolo viene inizialmente

¹⁸ Fonte: [La gestione dei mancanti in Italcab | OPTA](#)

¹⁹ Il giogo Poka è un termine giapponese che significa a prova di errore (pronunciato Pokah YOH-kay). È un mezzo per pensare a un processo in modo da poter prevenire i difetti in primo luogo(fonte: [Esempi di Poka Yoke che devi sapere | GoSkills](#)).

descritto il processo produttivo. Il secondo passo prevede l'identificazione del problema. I tre problemi identificati tramite l'applicazione di tecniche e strumenti quali diagrammi causa-effetto, diagramma di Pareto etc.. sono stati:

- Posizione errata dei componenti
- Componenti mancanti in linea di assemblaggio
- Pezzo inserto

Il problema è stato analizzato secondo 5 attività principali:

- 1) Sono state osservate tutte le azioni correnti in modo da definire uno stato attuale. In particolare sono state studiate le azioni degli operatori, i movimenti e il contesto operativo.
- 2) E' stato effettuato uno studio della documentazione aziendale: i materiali di riferimento sono documenti aziendali che includono standard operativi (SOP), layout del flusso di processo, diagramma di flusso del processo, piano di ispezione della qualità, reclamo del cliente e documentazione della procedura. Questi documenti hanno contribuito a fornire una comprensione di base sulle operazioni nella linea.
- 3) Tramite delle interviste non strutturate sono state condotte discussioni per avere un'idea approssimativa di come si verifica un problema. Questo processo ha lo scopo di raccogliere esperienze utili, opinioni e anche spiegazioni da personale esperto che opera sul campo.
- 4) La fase finale è stata incentrata sulla raccolta e analisi dei dati: sono stati raccolti e analizzati i dati rilevanti relativi all'identificazione dei problemi tramite un diagramma causa-effetto. Il diagramma di causa ed effetto (CE) viene utilizzato per identificare le possibili cause del problema affrontato nella linea di sub-assemblaggio. Successivamente vi è stata la verifica dei dati che viene utilizzata per scoprire le vere cause. Le quattro principali cause studiate includevano cause umane, fattore materiale, fattore macchina e fattore metodo.

Gli errori umani risiedono nel fatto che gli operatori non riescano a seguire le procedure standard (SOP). Questo è un aspetto che verrà incontrato e analizzato anche nel caso studio del capitolo 4.

Viene proposto quindi un metodo di risoluzione del problema tramite il *poka yoke*. A questo punto sono state identificate una molteplicità di alternative di risoluzione del

problema, tutte volte alla riduzione degli errori. Ad esempio la prima alternativa prevede la riduzione dell'errore tramite un dispositivo appropriato nelle stazioni di assemblaggio che possa avvertire l'operatore nel momento in cui commetta un errore al fine di assicurarsi di non dimenticare nulla. Questo tipo di approccio quindi è volto alla riduzione di difetti nel prodotto finale delle linee di assemblaggio manuale, consentendo un aumento dell'efficacia dei processi interni e un conseguente aumento di qualità.

2.10 Gestione parti mancanti nei kit

Nell'articolo analizzato si pone il focus sull'aumento dei costi legato alla consegna e spedizione di kit torre incompleti, ossia dei kit per la costruzione di torri metalliche per le telecomunicazioni. Il problema nasce dal cliente finale il quale invia reclami relativi ai processi di produzione e successivo accatastamento di parti prodotte e imballate in un kit per la successiva spedizione poiché la quantità di parti richiesta non viene trovata al momento dell'installazione in loco. Viene perciò effettuato uno studio e un'analisi dei processi di produzione, spedizione e consegna delle torri autoportanti. Queste torri variano in base alle richieste dei clienti. Il problema in questo caso viene affrontato definendo inizialmente uno "stato dell'arte". Questo studio si concentra sulla produzione di torri autoportanti con un focus sulla definizione di kit di parti per lo spostamento e assemblaggio finale delle parti. Per garantire un prodotto finale completo, questo kit deve essere a sua volta completo. Il kit è composto da componenti, informazioni e strumenti. Un kit incompleto porta a:

- Maggiore tempo di manodopera
- Bassa produttività
- Scarsa qualità
- Maggiore area di stoccaggio
- Mancato rispetto della data di consegna del kit

Se si lavora con un kit incompleto viene speso il 40% in più di manodopera. Vengono quindi sviluppate otto fasi di miglioramento pratico al fine di migliorare i processi interni, la progettazione degli impianti, ridurre lo sforzo umano e la quantità di materie prime utilizzate. La logica generale alla base è di garantire un assemblaggio completo e qualitativamente elevato al fine di evitare costi e tempi di rielaborazione degli ordini. L'analisi consta di una iniziale definizione dei componenti utilizzati e di un'analisi dei

flussi dei componenti tramite un diagramma di flusso. Successivamente vengono definiti degli indicatori per convalidare i risultati del nuovo flusso definito. In questo caso gli indicatori utilizzati sono la percentuale di torri correttamente assemblate e la percentuale di parti di fabbricazione scadente. Questi due indicatori sono in grado di definire se un kit è arrivato incompleto. Successivamente si definiscono delle azioni di miglioramento in parallelo alla metodologia di studio e movimento dei kit. Dato che le parti dei kit non avevano un ordine predefinito e quindi sparsi in luoghi casuali, lo step successivo è stato la definizione di un'area di impilamento delle parti, stabilendo un nuovo formato di *packing list* in grado di aiutare l'operatore a comprendere e posizionare i pezzi giusti in base ai 3 vettori principali dell'ordine che facilitano il corretto impilamento. Lo studio si conclude con una fase di convalida nella quale viene implementato il progetto di miglioramento su un'area pilota per poi estendere il miglioramento alle restanti aree.

Nel caso specifico i risultati del test pilota mostrano che il progetto di miglioramento ha comportato una riduzione del numero di parti mancanti dei kit delle torri di telecomunicazione, risultando in un'efficacia del 100% del metodo migliorato proposto.

2.11 Confronto delle gestioni

Dagli articoli analizzati si evince come il componente mancante sia un problema effettivo che molte aziende si trovano a dover affrontare. Non tutti però gestiscono il problema allo stesso modo. Un fattore che accomuna la maggior parte degli articoli analizzati è sicuramente l'efficacia della produttività. Essendo quest'ultima un aspetto senza dubbio fondamentale per essere competitivi, è prevedibile che molti articoli trattino questo aspetto che può essere considerato una conseguenza della gestione del componente mancante. Circa metà degli articoli analizzati sottolineano l'importanza dell'informazione. Molte volte quest'ultima viene trascurata perché superficiale. Negli articoli analizzati, in particolare nella "Logistica Management,2015" e nell'articolo di "L.Castelletti,2017", si evidenzia come implementare un flusso informativo in parallelo al flusso fisico dei materiali risulti necessario per consentire una corretta gestione del problema. Avere dei processi intenti efficaci, efficienti e ben strutturati è alla base della gestione dei componenti mancanti, motivo per il quale questo aspetto viene trattato da quasi tutti gli articoli analizzati. I processi interni prevedono la velocità di alimentazione

delle linee, la gestione dei componenti, la gestione dei magazzini e la gestione del personale.

Infine la definizione di azioni correttive associate alle cause che generano il componente mancante viene preso in considerazione in circa metà degli articoli trattati. Spesso la riduzione delle difettosità è gestita con lo strumento *poka yoke*. Nel caso studio analizzato nel capitolo 4 verranno presi in considerazione tutti gli aspetti, in particolare quello delle azioni correttive, trattando l'efficacia della produttività come una conseguenza della gestione dei componenti mancanti.

Viene di seguito rappresentata una tabella riassuntiva nella quale vengono riportati gli articoli analizzati indicando per ogni gestione la tipologia di fattori presi in considerazione.

AUTORI	ANNO	PAR.	EFFICACIA PRODUTTIVITA'	IMPORTANZA DELL'INFORMAZIONE	PROCESSI INTERNI	AZIONI CORRETTIVE
K Smedberg, R Asamoah- Barnieh	2009	2.1	X	X	X	X
M. M. Slamanig	2015	2.2	X	X		
Nareerat Kumnuch, A. Suksan Prombanpong	2015	2.3	X		X	
Logistica Management	2015	2.4	X	X	X	
Quin consulting	2021	2.5			X	X
Xia, Jian Sheng	2015	2.6		X		
A. Silvestri, D. Falcone, C. Cerbaso	2014	2.7			X	
L. Castelletti	2017	2.8	X	X		X
Lee Ing Yi, Sha'ri Mohd Yusof	2007	2.9	X		X	X
K. Lavado, W. Ramos, E. Carvallo, C.Raymundo, F.Dominguez	2019	2.10				
Caso studio Agco Spa	2022		X	X	X	X

Figura 9 Tabella riassuntiva del confronto tra gli articoli analizzati e il caso studio Agco Spa

CAPITOLO 3 “ IL MODELLO”

Il terzo capitolo è incentrato sulla definizione di un modello volto al miglioramento della gestione dei componenti mancanti nelle linee di assemblaggio. Viene fatta una panoramica sul modello in generale per poi focalizzarsi sulle fasi che compongono il modello.

3.1. Introduzione

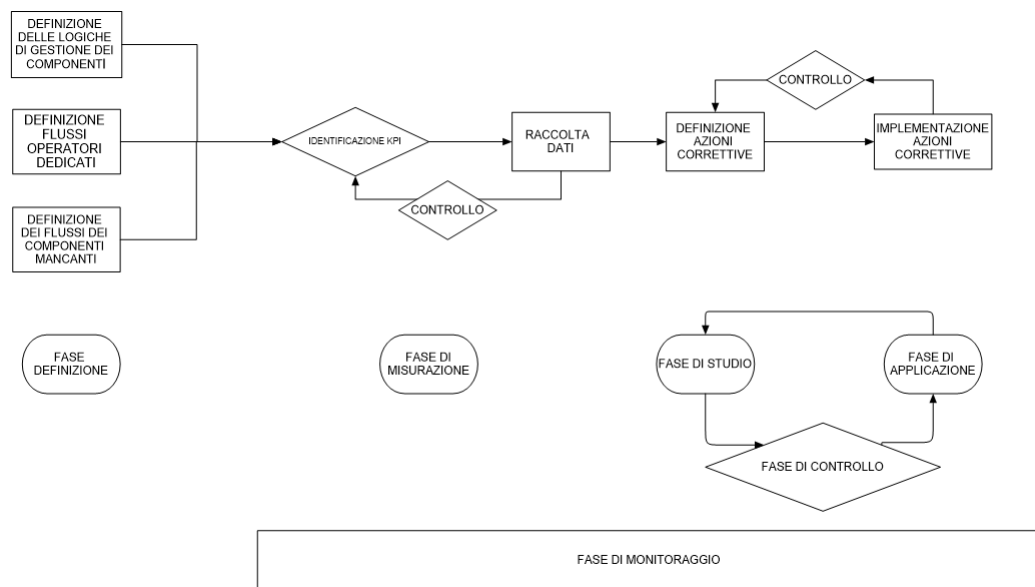


Figura 10 Modello di miglioramento gestione componenti mancanti

Il modello sviluppato per il miglioramento della gestione dei componenti mancanti prevede cinque fasi. La prima è la fase di definizione, si procede con la fase di misurazione, successivamente vi è la fase di studio e a concludere le fasi di applicazione e le fasi di controllo. La sesta fase, quella di monitoraggio, risulta molto importante nel modello di miglioramento e per questo è di supporto dalla fase di misurazione a quella di applicazione. Le fasi di controllo sono necessarie in due momenti differenti del progetto: vi è una fase di controllo iterativa nella fase di definizione volta all'identificazione dei kpi corretti e una fase di controllo tra la fase di studio dei dati e la fase di implementazione dei miglioramenti volta all'implementazioni di azione correttive che portino a un miglioramento

continuo. Vedremo nel dettaglio successivamente quale è il senso di queste due fasi di controllo.

3.2 Fase 1: Definizione

La prima fase, quella di definizione, è molto importante perché costituisce la base dell'intero modello. E' necessario in questa fase andare a definire:

- 1) Logiche di gestione dei componenti dell'azienda.
- 2) I flussi degli operatori nel recupero dei componenti mancanti e le azioni che essi fanno nel recupero.
- 3) I flussi dei componenti mancanti.

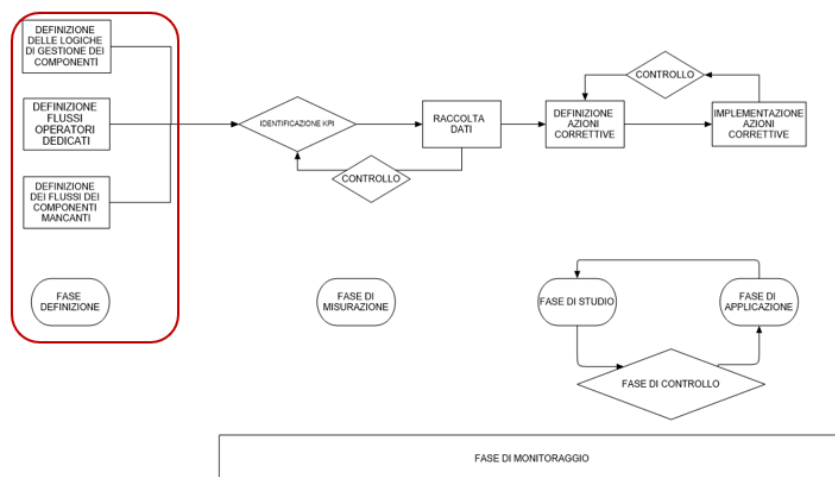


Figura 11 Fase 1 : Definizione

In questo modo si riesce ad avere una panoramica degli aspetti più importanti del problema da gestire. Gli strumenti generalmente utilizzati in questa fase sono mappe che definiscono gli "stati attuali", value stream map, spaghetti chart per mappare i flussi e altri strumenti discussi nel capitolo 1. Avere ben chiari questi tre focus di questa fase consente di effettuare uno studio chiaro e strutturato, per questo motivo è bene dedicare il tempo opportuno nella definizione di

logiche e flussi. E' fondamentale capire il "come" e il "perché" operatori e materiali effettuino determinati movimenti.

3.3 Fase 2: Misurazione

La fase di misurazione viene strutturata secondo due distinti focus. Il primo è l'identificazione di KPI, il secondo è la fase di raccolta dati.

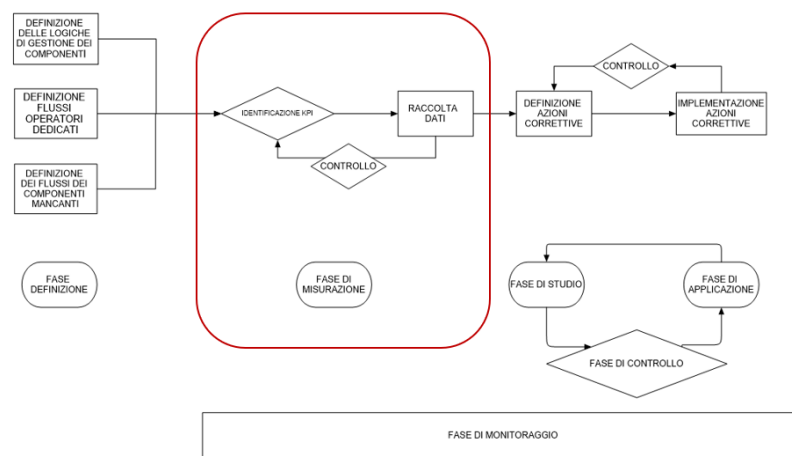


Figura 12 Fase 2: Misurazione

I KPI, o fattori identificativi, hanno l'onere di dover quantificare dei dati che rappresentano il problema. Devono essere quindi trasparenti, significativi, chiari e misurabili. Il focus della raccolta dati è altrettanto importante in quanto costituiscono la base della successiva fase di studio. Il fattore determinante di questo focus è l'accuratezza. Tra questi due focus sono interconnessi in maniera iterativa da una prima fase di controllo. Questa fase è necessaria in quanto non sempre vi è la certezza di individuare in maniera istantanea i KPI corretti. Per questo la fase di controllo nasce per DEFINIRE e RI-DEFINIRE i KPI più adatti a rappresentare il problema.

3.4 Fase 3: Studio dei dati

Appurata l'accuratezza dei dati raccolti, si procede con la fase di studio. In questa fase vengono analizzati i dati andando a capire quali di essi evidenziano un

problema specifico. Si cerca di capire quindi quale sia la causa radice di ogni problema.

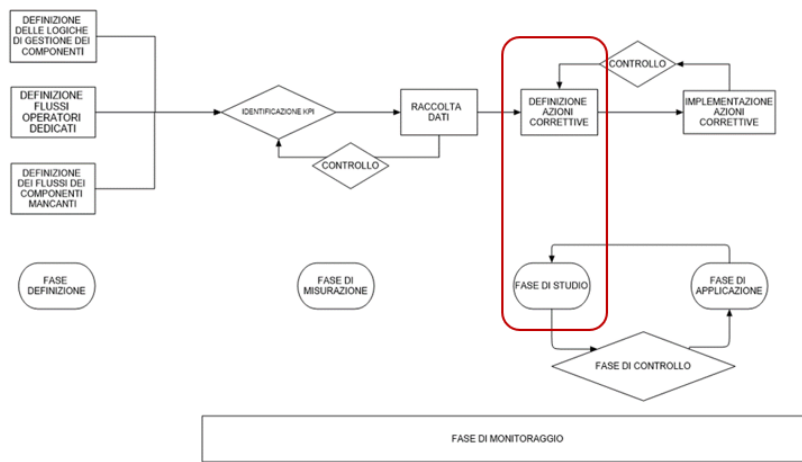


Figura 13 Fase 3: Studio dei dati

In questo caso risulta molto utile fare affidamento a metodi quali la tecnica dei “5 perché” tramite la quale si cerca di giungere alla vera causa che genera un problema per risolvere l’effettiva causa e non cause apparenti. Anche questa fase del modello è fondamentale in quanto, solamente capendo quale sia il problema reale, si riesce a trovare una soluzione efficace. A questo punto, avendo chiare le cause è possibile identificare delle azioni correttive. Il modello prevede la definizione di più azioni correttive per ogni causa del problema. In questo modo, a seconda delle risorse a disposizione e di un confronto costo-beneficio-risultato è possibile andare a stabilire quale azione correttiva tra quelle proposte debba essere implementata per prima. Il senso di definire più azioni correttive verrà spiegato nel paragrafo successivo conseguentemente all’implementazione di tali azioni e di una seconda fase di controllo.

3.5 Fase 4: Applicazione

Una volta definite le azioni correttive per ogni macro-causa individuata, si passa all’implementazione.

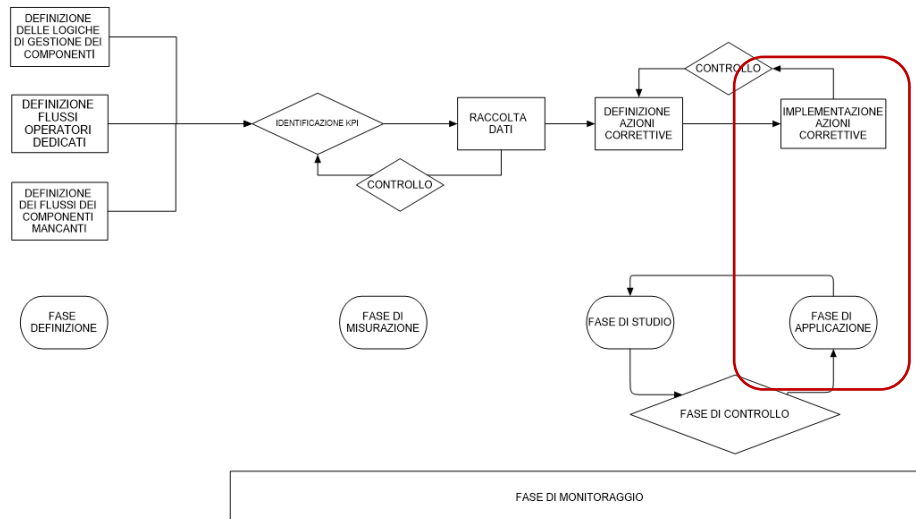


Figura 14 Fase 4: Applicazione

Generalmente per azioni correttive più complesse, risulta utile iniziare l'implementazione con un progetto pilota per verificare i primi risultati e apportare le giuste modifiche affinché il progetto di miglioramento abbia successo. E' possibile, nel momento in cui si devono implementare più azioni correttive, svolgerle in parallelo. Anche in questo caso è stata definita una fase di controllo in modo tale che se le azioni correttive non portano risultati efficaci, è possibile individuarne altre e applicarle. Per questo risulta importante, come detto precedentemente, definire più azione correttive per ogni causa del problema.

3.6 Fase 5: Controllo

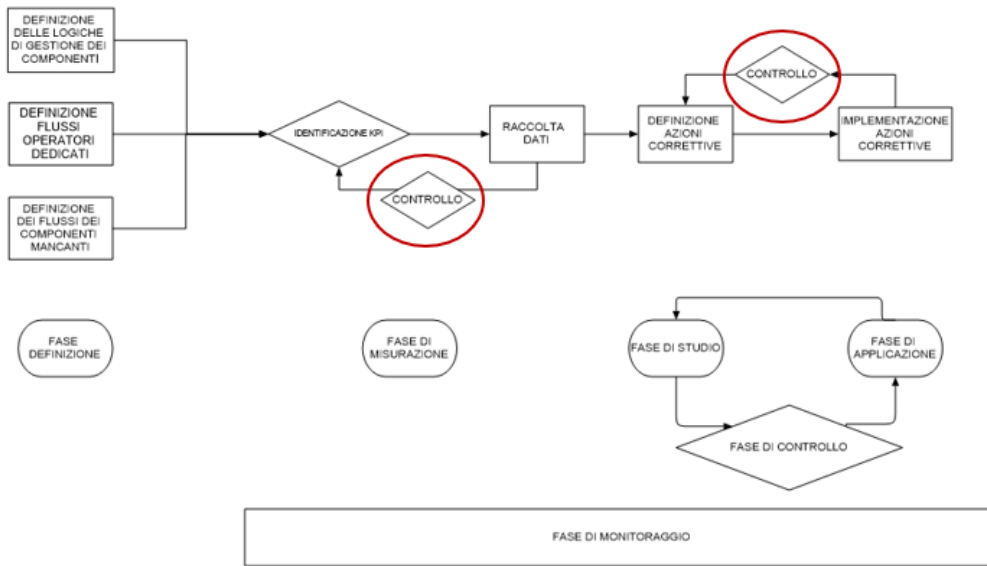


Figura 15 Fase 5: Controllo

Le fasi di controllo di questo modello, come anticipato, sono due. La prima è importante in quanto è di supporto alla definizione dei KPI corretti. Andando quindi ad analizzare i primi dati raccolti, è possibile verificare se effettivamente gli indicatori rappresentato il problema e sono misurabili.

La seconda fase di controllo, allo stesso modo, è di supporto nella verifica che le azioni correttive implementate portino effettivamente a dei risultati. In questo caso, una volta implementata un'azione correttiva, verificando dai dati raccolti che non ha portato i risultati stimati, è possibile implementare una nuova azione correttiva. Per avere questo tipo di informazione è quindi necessario avere disponibilità dei dati. Per questo viene definita una sesta e ultima fase di monitoraggio.

3.7 Fase 6: Monitoraggio

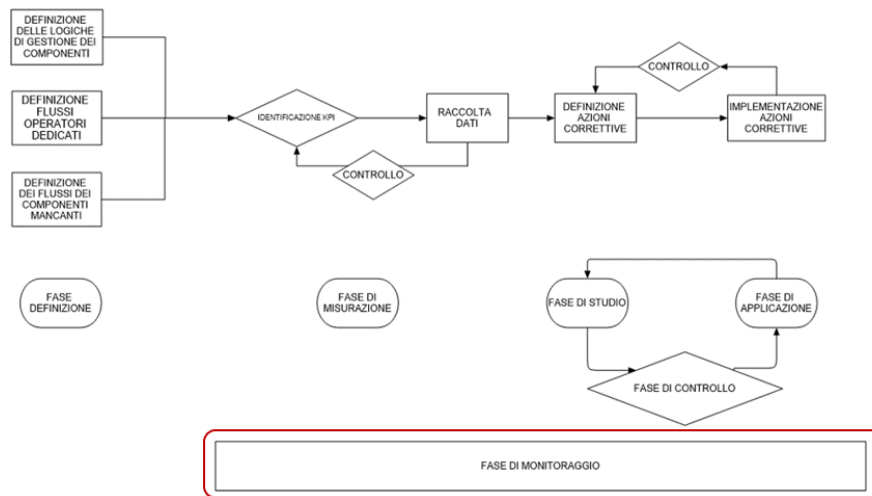


Figura 16 Fase 6: Monitoraggio

La fase di monitoraggio è una fase imprescindibile che va in parallelo a tutte le altre fasi del progetto, esclusa ovviamente quella di definizione. Una volta identificati i KPI corretti, i dati devono essere presi in maniera costante, giornalmente, fino a chiusura del progetto di miglioramento. Da una raccolta dati giornaliera è possibile visualizzare trend, avere informazioni globali e soprattutto consente di evidenziare problemi in maniera istantanea, permettendo di essere molto reattivi. Il monitoraggio, in seguito, fornisce la base per entrambe le fasi di controllo.

CAPITOLO 4 “ IL CASO STUDIO”

Il quarto capitolo è diviso in due parti. Inizialmente viene descritta l'azienda che mi ha permesso di svolgere il lavoro di tesi, si passa da una visione più generica, a livello mondiale, per poi focalizzarsi sullo stabilimento sito in Breganze. La seconda parte del capitolo è volta all'applicazione del modello di miglioramento sul problema reale.

4.1 Presentazione dell'azienda

4.1.1 Agco nel mondo

AGCO Corporation S.p.A. è un multinazionale statunitense leader mondiale nella progettazione, produzione e distribuzione di soluzioni agricole. Nasce in Georgia, a Duluth, nel 1990 dall'acquisizione di *Deutz-Allis* da parte della società tedesca *KHD*, iniziando la produzione e distribuzione di attrezzature agricole sotto i marchi *AGCO®*, *Allis e Gleaner®*. La crescita esponenziale di Agco negli anni è dovuta a una molteplicità di acquisizioni tra le quali si annoverano nel 1994 l'acquisizione di *MASSEY FERGUSON*, nel 1997 l'acquisizione di *FENDT GMBH* e nel 2004 l'acquisizione di *VALTRA*. Nel 2008, volendo rafforzare il settore motori, attua un'azione di *rebranding* verso *SISU* diesel, rinominandola *AGCO SISU POWER*. Successive all'apertura di due siti di produzione in Cina, si evidenziano nel 2011 l'acquisizione del 100% di *LAVERDA S.p.A* e di *GSI Holding Corp. (GSI)*, leader mondiale nella produzione di cereali e di sistemi di produzione di proteine. In linea con il focus principale di AGCO, quello della qualità, nel 2016 acquisisce *Cimbria Holdings Limited*, una società leader a livello mondiale nella produzione di attrezzature utilizzate per la lavorazione delle sementi e la movimentazione post-raccolta dei cereali. Nel 2017, per rafforzare ulteriormente l'offerta di prodotti, AGCO ha completato l'acquisizione della Divisione Foraggio di Lely, gruppo leader nella produzione di presse e carri caricatori in Europa, per poi espandersi in Messico e in America Latina.

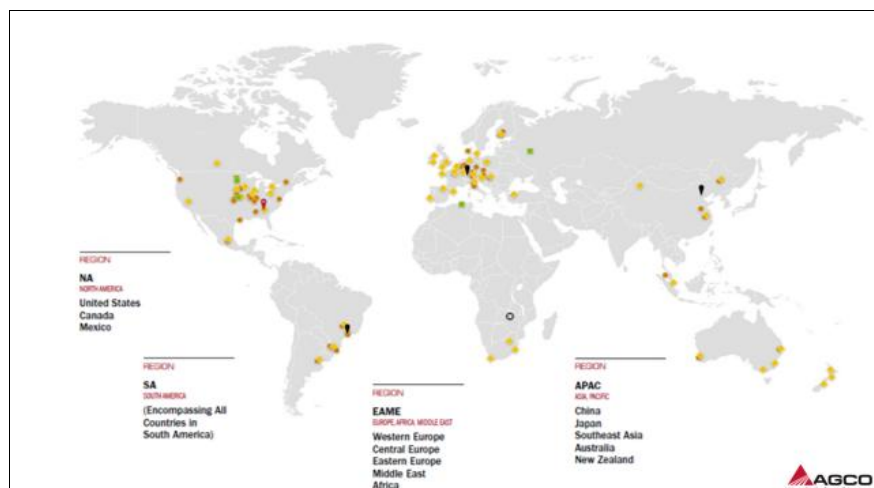


Figura 17: AGCO nel mondo (fonte: Presentazione Agco)

4.1.2 Core values, vision e mission

AGCO²⁰ si fonda su valori fondamentali costanti che emergono giornalmente nel lavoro quotidiano e che nascono dalle interazioni tra le persone verso il raggiungimento della mission. Responsabilità, integrità, rispetto, trasparenza e spirito di squadra sono i valori che caratterizzano le *task forces*²¹ di AGCO oltre a valori aziendali quali attenzione verso il cliente, focus sul rivenditore e dimensioni umane. Risulta di fondamentale importanza la qualità percepita dal cliente, gli standard etici, il valore del marchio e il valore creato per gli azionisti. AGCO raggiunge l'eccellenza assumendosi la responsabilità della propria area di influenza, agendo costantemente in modo integro, coerente, affidabile e onesto, abbracciando le diversità culturali che portano, in ogni modo a superare le sfide come una squadra. Focalizzandosi sulle esigenze dei clienti, cerca di creare soluzioni tendenti alla perfezione per cercare di affermarsi sempre più leader del mercato. Risulta pertanto indispensabile l'importanza che l'azienda dà ai dipendenti. Personale formato, motivato e tra i più competenti del settore, guidato da leader proattivi in grado di mostrare la strada e trascinare tutti verso un unico obiettivo. Qualità e velocità, unite ad innovazione consentono di

²⁰ Fonte: Presentazione Agco

²¹ Una task force (TF) è un'unità o una formazione istituita per lavorare su un singolo compito o attività definita. Originariamente introdotto dalla Marina degli Stati Uniti, il termine ha ora preso piede per l'uso generale ed è una parte standard della terminologia della NATO. (Fonte: [task force - Ricerca \(bing.com\)](#))

raggiungere l'eccellenza. Riconoscere le tradizioni e i valori dei marchi è essenziale per ricevere fedeltà del cliente e rivenditore.

Lo scopo principale è di creare soluzioni incentrate sugli agricoltori per nutrire il mondo in modo sostenibile, tenendo a cuore l'ambiente naturale, puntando ad essere partner di fiducia per soluzioni agricole intelligenti e leader del settore²².

4.1.3 Prodotti

AGCO raggiunge l'eccellenza offrendo soluzioni che si basano sulle esigenze del cliente, con un occhio di riguardo verso l'ambiente e la natura, fondendo qualità, tempi brevi, innovazione e design in un'unica soluzione. Tutto ciò è dovuto all'ottimizzazione delle performances, delle attività produttive e di stoccaggio, all'automazione e ai servizi di connettività che consentono di gestire le aziende in modo più semplice e redditizio, consentendo la massimizzazione della produttività. Di non minore importanza risulta la gestione logistica che attraverso i big data e analisi dei processi a monte della linea produttiva, consente di ridurre i tempi, ottimizzare il lavoro riducendo gli sprechi e aumentare il valore per l'azienda. E' possibile suddividere le principali soluzioni nelle seguenti macrocategorie:

- 1) *TRATTRICI*
- 2) *GREEN HARVESTING*
- 3) *GOLD HARVESTING*
- 4) *CROP CARE*
- 5) *GRAIN E PROTEIN*
- 6) *SERVIZI IT*

- 1) La sezione "*trattrici*" comprende una vasta gamma di trattori che, oltre a differenziarsi per la potenza dei motori, si distinguono in base a tipologia di movimento, versatilità, compattezza e personalizzazione. Tra le scelte più accreditate si hanno trattori cingolati, a quattro ruote motrici, utility,

²² (fonte: <https://www.agcocorp.com/>)

compatti e speciali. Tutti i prodotti posso essere sotto i marchi *Fendt*, *Massey Ferguson*, *Challenger* e *Valtra*.

- 2) La sezione “*Green Harvesting*” comprende tutte le attrezzature che trattano il fieno fresco. Vengono trattate falciatrici, presse e soffianti per foraggio, tutte contraddistinte da un elevato grado di avanguardia in termini di efficienza e capacità. Le principali soluzioni del green harvesting è possibile trovarle sotto i marchi *Fendt*, *Massey Ferguson*, *Challenger* e *Fella*.
- 3) L’eccellenza delle soluzioni viene raggiunta da Agco nella sezione “*Gold Harvesting*”. Ne fanno parte tutte le macchine da raccolta sotto i marchi *Challenger*, *Valtra*, *Massey Ferguson* e *Gleaner*, per arrivare al fiore all’occhiello delle mietitrebbie con il modello IDEAL, sotto il marchio *Fendt* e *Massey Ferguson*. Macchina da raccolta di livello superiore, quest’ultima, in grado di incorporare sistemi all’avanguardia di trebbiatura, separazione e pulizia il tutto con sistemi di azionamento, di monitoraggio e di controllo avanzati, incentrati sulla qualità del prodotto finale.



Figura 18 Mietitrebbia IDEAL 9T (Fonte: 2-Fendt-Ideal-9T-1-400x284.jpg (400x284) (surplex.net)²³

- 4) La sezione “*crop care*” comprende tutto ciò che fa riferimento alla cura dei terreni. Data l’importanza della resa dei terreni, sempre più vincolata dai

²³ [fonte2-Fendt-Ideal-9T-1-400x284.jpg \(400x284\) \(surplex.net\)](#)²³

cambiamenti climatici, e della riduzione di costi connessi, vengono proposte attrezzature in grado di applicare nutrienti e protettivi in maniera efficiente. Tra le principali soluzioni si hanno spargitori e irroratrici sotto i marchi *Fendt*, *Massey Ferguson*, *Challenger* e *Valtra*.

- 5) Con i marchi *GSI* e *Cimbria*, AGCO è il più grande produttore al mondo di contenitori agricoli in acciaio e contenitori per lo stoccaggio di grano e cereali. Sono compresi essiccatoi e attrezzature di trasporto. L'attenzione verso le proteine è sottolineata dalla produzione di alimentatori, sistemi di irrigazione, apparecchiature di ventilazione e riscaldamento, attrezzature per lo stoccaggio e la consegna dei mangimi, pavimentazioni, apparecchiature di confinamento.
- 6) La sezione "*servizi IT*" fa riferimento a FUSE. Fuse è una piattaforma al servizio del cliente che lo aiuta nelle decisioni aziendali individuali con l'unico fine di aumentarne il livello di servizio, la redditività e la massimizzazione del profitto.

4.1.4 Mercato

AGCO è attualmente presente in 140 paesi con un fatturato di 9 miliardi di dollari (2019).

Sfrutta la potenzialità della portata globale per incrementare sempre di più la produttività agricola, riducendo gli sprechi post-raccolta. Come vedremo dai seguenti dati, la stragrande maggioranza delle vendite concernono l'Europa, sempre però con un occhio di riguardo per i mercati in crescita. E' presente in:

- NORD AMERICA, con il 24% delle vendite globali e 1821 rivenditori, con i marchi principali distribuiti *Challenger*, *Fendt*, *GSI* e *Massey Ferguson*. Le colture trattate in Nord America sono grano, fieno, mais, colza, soia, latticini e bestiame.

- AMERICA DEL SUD, con il 9 % delle vendite globali e 245 rivenditori, con i marchi principali distribuiti *Challenger*, *Fendt*, *GSI*, *Massey Ferguson* e *Valtra*. Le colture trattate in Sud America sono soia, canne da zucchero, mais, caffè.

- EUROPA E MEDIO ORIENTE con il 59% delle vendite globali e 868 rivenditori, con i marchi principali distribuiti *Challenger, Fendt, GSI, Massey Ferguson, Valtra*. Le colture trattate in Europa e Medio Oriente sono grano, orzo, mais, semi oleosi, latticini, bestiame.

-ASIA-PACIFICO E AFRICA con l'8% delle vendite globali e 316 rivenditori, con i marchi principali distribuiti *Challenger, Fendt, GSI, Massey Ferguson, Valtra*. Le colture trattate in Asia-Pacifico e Africa sono Cereali, riso, olio di palma, mais, canna da zucchero, latticini, bestiame.

Sono quattro gli *harvesting plant* nel mondo, situati in Santa Rosa (Argentina), Yanzhou (Cina), Hesston (Kansas, Stati Uniti), Breganze (Vicenza, Italia).



Figura 19 Harvesting plants nel mondo (fonte: presentazione Agco)²⁴

4.1.5 Lo stabilimento Agco Breganze

AGCO Breganze nasce con l'acquisizione del 50% di Laverda spa nel 2007 e del restante 50% delle quote nel 2011.

Il plant si estende su un'area di circa 250.000 metri quadri, ospitando più di 800 dipendenti.

²⁴ Fonte: Presentazione Agco

L'impianto comprende una linea di assemblaggio per mietitrebbie *Fendt* e *Massey ferguson* che converge con una più recente linea di assemblaggio della macchina da raccolta IDEAL, costituendo una mixed model.

Sono presenti l'area logistica, l'area verniciatura, l'area spedizioni, l'area riparazioni, l'area prototipi, l'area spedizioni, l'officina e l'area manutenzione. Completano il plant gli uffici, la sala ricevimenti e la mensa aziendale.

4.1.6 Prodotti Agco Breganze

Il Plant, punto di riferimento per Europa e Nord America, è dedicato all'assemblaggio di macchine da raccolta con i marchi *Fendt e Massey Ferguson* che costituiscono il settore di nicchia della vasta gamma di prodotti offerti da AGCO. La mietitrebbiatrice, o mietitrebbia è una macchina agricola la cui funzione è di mietere i cereali secchi e separare i cariossidi dalla pula e dalla paglia.

La distinzione più importante nelle mietitrebbie prodotte nel plant di Breganze è nel sistema di taglio più raccolta che può essere convenzionale, ibrido o assiale. Entreremo più nel dettaglio nel paragrafo successivo.

Le macchine agricole con sistema convenzionale sono identificate con il nominativo "scuoti-paglia" mentre le macchine con sistema assiale, più recente e all'avanguardia, sono identificate con il nominativo "IDEAL".

Le soluzioni scuoti-paglia sono²⁵:

- "Hi line" e "Hi line autolivellante" con i marchi *Fendt e Massey Ferguson*.
- "Utility" e "Utility autolivellante" con i marchi *Fendt e Massey Ferguson*.
- "Economy" con i marchi *Fendt e Massey Ferguson*.
- "Hillside combines" con i marchi *Fendt e Massey Ferguson*.

Le differenze sostanziali tra i modelli sopra elencati sono in termini di potenza, rendimento, produttività, efficienza, qualità e costo.

Le mietitrebbie IDEAL prodotte sono:

²⁵ Fonte: Presentazione aziendale

- “7 Single Helix AGCOpower 9.8 L 451 HP” con i marchi *Fendt e Massey Ferguson*.
- “8 Dual Helix MAN 12.4 L 538 HP” con i marchi *Fendt e Massey Ferguson*.
- “9 Dual Helix MAN 15.7 L 647 HP” con i marchi *Fendt e Massey Ferguson*.
- “10T Dual Helix MAN 16.2 L 790 HP” unicamente con il marchio *Fendt*.

Anche in questo caso le differenze sostanziali tra i modelli sopra elencati sono in termini di rendimento, produttività, efficienza, qualità e costo.

4.1.7 Cenni sul funzionamento di una mietitrebbia

Come detto nel paragrafo precedente, la mietitrebbia, trebbia i cereali secchi e separa i cariossidi dalla pula e dalla paglia.

E' possibile dire quindi che le due azioni principali svolte da una mietitrebbia sono due:

- Taglio della spiga
- Separazione del grano dalla spiga.

A seconda del modo in cui vengono svolte queste due attività, si distinguono tre tipologie di sistemi di taglio più separazione:

- CONVENZIONALE: il taglio avviene in maniera convenzionale mentre la separazione avviene con un'azione di scuotipaglia
- IBRIDA: il taglio avviene in maniera convenzionale mentre la separazione avviene tramite un rotore.
- ASSIALE: sia l'azione di taglio che di separazione avviene tramite un rotore.

La differenza sostanziale tra sistemi convenzionali e assiali è nella qualità della paglia che viene separata.

Risulta ormai fondamentale, per essere competitivi, rendere profittevole ogni parte del prodotto lavorato.

Nei sistemi assiali l'obiettivo è quello di ottenere una paglia qualitativamente migliore e riutilizzabile, mantenendo l'efficienza, propria delle mietitrebbie. Dal seguente grafico si evince come le macchine assiali

consentano di avere, a costo di un'efficienza energetica leggermente inferiore, il rendimento, la qualità del grano e la qualità della paglia molto più elevate di un sistema convenzionale, con maggiore semplicità.

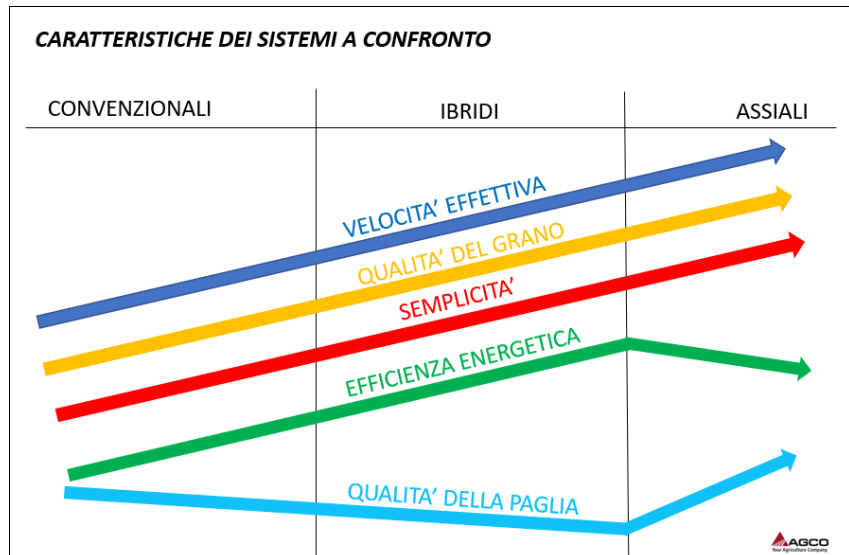


Figura 20: Caratteristiche a confronto: sistemi assiali, convenzionali e ibridi (Fonte: elaborazione propria)

4.2 Introduzione al caso studio

Il problema descritto nel capitolo 1 è quello che verosimilmente si verifica nell'azienda. Essendo quella del recupero mancanti un'attività non a valore e considerando lo sforzo in termini di risorse impiegate, qualità del prodotto, costi annessi a tale problematica e la poca efficacia con cui viene affrontato il problema dei componenti mancanti, si è deciso di applicare il modello di miglioramento descritto nel capitolo 3, per cercare di migliorare alcuni e fornire una base per il raggiungimento di una condizione ottimale. L'azione di miglioramento è avvenuta seguendo ogni fase descritta dal modello.

4.3 Fase 1: Definizione

Nella prima fase, vi è stata una definizione dello stato attuale dei processi. Tramite delle mappe "AS-IS", ovvero delle mappe che descrivono il flusso attuale dell'oggetto, sono state mappate le due tipologie di processi con cui vengono gestiti tutti i componenti aziendali. I due tipi di gestione sono:

1. GESTIONE KANBAN
2. GESTIONE KIT

I codici kanban sono gestiti dal sistema gestionale Kanban Box. Vediamo nello specifico come funziona questa gestione all'interno dell'azienda. Dal momento in cui un componente entra nella zona accettazione, viene travasato per essere stoccato in magazzino. Durante l'operazione di travaso, vengono inseriti i componenti in degli appositi contenitori chiamati "KLT", sui quali viene apposta un'etichetta che riporta il codice del componente, la tipologia del contenitore, la quantità inserita nel contenitore, l'ubicazione nella quale viene stoccato e il corrispondente codice a barre. L'articolo viene stoccato in magazzino. A ciascun contenitore, il sistema gestionale kanban box associa un cartellino. In linea di assemblaggio, sulle scaffalature, vi sono i contenitori con i componenti utilizzati dall'operatore. Nel momento in cui il contenitore è presente in scaffalatura, risulta un cartellino in stato "disponibile" sul sistema gestionale kanban box, ossia presente sulla scaffalatura, utilizzabile. Una volta che l'operatore utilizza tutti i componenti all'interno del contenitore, con un terminale spara il *barcode* dell'etichetta associata al contenitore dichiarando il cartellino in stato "rilasciato", in parole più semplici avvisa il sistema gestionale che il componente è finito e si deve provvedere a un tempestivo *refilling*. Nel momento in cui un operatore entra in magazzino per prelevare tale componente, dichiara al sistema questa azione modificando lo stato del cartellino da "rilasciato" a "in lavorazione". Una volta prelevato il codice e posizionato su apposite macchine per portarlo in linea, lo stato del cartellino viene modificato a "prodotto" per poi modificarlo a "disponibile" nel momento in cui viene portato nelle scaffalature. I cambi di stato di un cartellino possono essere fatti manualmente tramite il barcode e il terminale o direttamente al sistema.

La gestione kit, invece, prevede una serie di componenti diversi che vengono prelevati in sequenza e depositati su un'apposita struttura che andrà in linea, denominata per l'appunto "kit". Ogni *work station* ha dei kit associati. In questo caso dalla linea viene dichiarata la necessità di un kit, in magazzino l'operatore

stampa la lista dei componenti associati a quel kit, li preleva dal magazzino e li posiziona all'interno della struttura dedicata per poi portarli in linea con una cadenza stabilita.

4.3.1 As-is gestione kanban

Nel momento in cui l'operatore necessita di un componente, se il componente è presente sulla scaffalatura è possibile assemblarlo, altrimenti il codice del componente viene scritto da un team leader su una lavagna. A quel punto viene analizzato il codice scritto in lavagna e può succedere che:

- Il codice in linea risulta in stato "DISPONIBILE" ma non è presente sul rack. Ciò significa che l'operatore in linea, una volta utilizzato l'intero contenuto del KLT, non ha dichiarato lo stato del cartellino da "DISPONIBILE" a "RILASCIATO" per consentire il *refilling* del codice.
- Il codice risulta in stato "IN LAVORAZIONE", il materiale è in fase di prelievo dal magazzino. Se il codice inserito in lavagna risulta "IN LAVORAZIONE" è possibile che:

vi è un ritardo delle consegne da parte del fornitore.

il cartellino sia stato dichiarato da "DISPONIBILE" a "RILASCIATO" in ritardo dalla linea. Non risulterà quindi disponibile sui racks per tutta la durata del lead time del cartellino.

- Il codice risulta in stato "PRODOTTO", è stato prelevato dal magazzino ed è in attesa di essere consegnato alla linea di assemblaggio.
- Il codice è in stato "ROTTURA DI STOCK":
la quantità contenuta nel KLT è inferiore a quella registrata in anagrafica e, di conseguenza, inferiore a quella che dovrebbe essere riportata sull'etichetta. (es. se devo fare 5 KLT da 10 pezzi e il fornitore spedisce 55 pezzi, verranno fatti 5 KLT da 10 pezzi e 1 KLT da 5 pezzi. Quest'ultimo è "ROTTURA DI STOCK"). In questo caso l'operatore deve stampare l'etichetta, prelevare il codice a magazzino e scaricarlo a sistema manualmente.

- la giacenza del codice è 0, non è presente in nessun reparto e viene contattato il *material planner* di riferimento per l'approvvigionamento.
- il kanban risulta disponibile nel momento in cui l'operatore parte dal magazzino con il dolly.
- Il codice risulta presente nel reparto verniciatura (K2):
 Se la verniciatura è completa, il codice può essere recuperato
 Se la verniciatura non è completa, il codice risulterà mancante e inserito nel M.E.S.
- Il codice risulta in "RIC+UBICAZIONE", ciò significa che è stata associata l'etichetta al KLT che tuttavia risulta fermo, in attesa di essere stoccato, a RIC o VERNICIATURA.
- Il codice ha un utilizzo in più postazioni e non risulta presente in tutte le postazioni dedicate a causa di:
 - ritardo dei fornitori
 - quantità stoccata in magazzino inferiore a quella richiesta in tutte le postazioni in linea.

Può accadere quindi che viene effettuato il *refilling* in un'area ma non in un'altra.

- Il codice non è presente in nessuna area, deve essere "RETTIFICATO".
- A sistema risulta una giacenza contabile che gli operatori non riescono a trovare fisicamente in nessuna area dell'impianto. Viene contattato il *material planner* di riferimento per l'approvvigionamento e allineata la giacenza a sistema con la giacenza effettiva (rettifica).
- Il codice può risultare "NON IMPEGNATO". Non risulta tuttavia un utilizzo del codice in nessuna macchina, ciò significa che può esserci un errore di trascrizione o un errore nella distinta base.

Avviene così la prima attività di recupero. Dall'analisi l'operatore vede quale sia la causa della mancanza del codice sulla scaffalatura, per vedere dove sia fisicamente, recuperarlo e portarlo sulla scaffalatura.

Se il componente non viene recuperato viene inserito nel sistema gestionale *BAAN*, nella sessione M.E.S., dedicata alla gestioni delle parti mancanti. Il componente verrà inserito a sistema con uno stato "APERTO". La logica con cui i componenti sono gestiti a M.E.S. è la seguente:

- 1) Il componente che non viene trovato in scaffalatura viene inserito a sistema con uno stato "APERTO".
- 2) Il componente viene recuperato durante le attività di recupero e portato nella *work station*, a sistema viene dichiarato il componente in stato "RECUPERATO".
- 3) Quando il componente viene montato, viene dichiarato a sistema in stato "CHIUSO".

La macchina procede lungo la linea di assemblaggio senza il componente mancante fino a fine linea dove viene effettuato il controllo sul sistema gestionale *BAAN* nella sessione M.E.S.

Avviene in questa fase la seconda attività di recupero. L'operatore, in maniera analoga a quanto descritto precedentemente, controlla a sistema se i codici sono disponibili e dove si trovano. Se l'operatore recupera il componente, lo porta nella *work station*, viene dichiarato lo stato del componente a sistema "RECUPERATO" e nel momento in cui verrà montato, verrà dichiarato lo stato del componente "CHIUSO". Se tuttavia il componente non viene recuperato, la macchina va in *OFF-LINE*, o più semplicemente in area riparazioni dove viene stilata una lista dei componenti mancanti e viene effettuata la terza e ultima attività di recupero per completare la macchina.

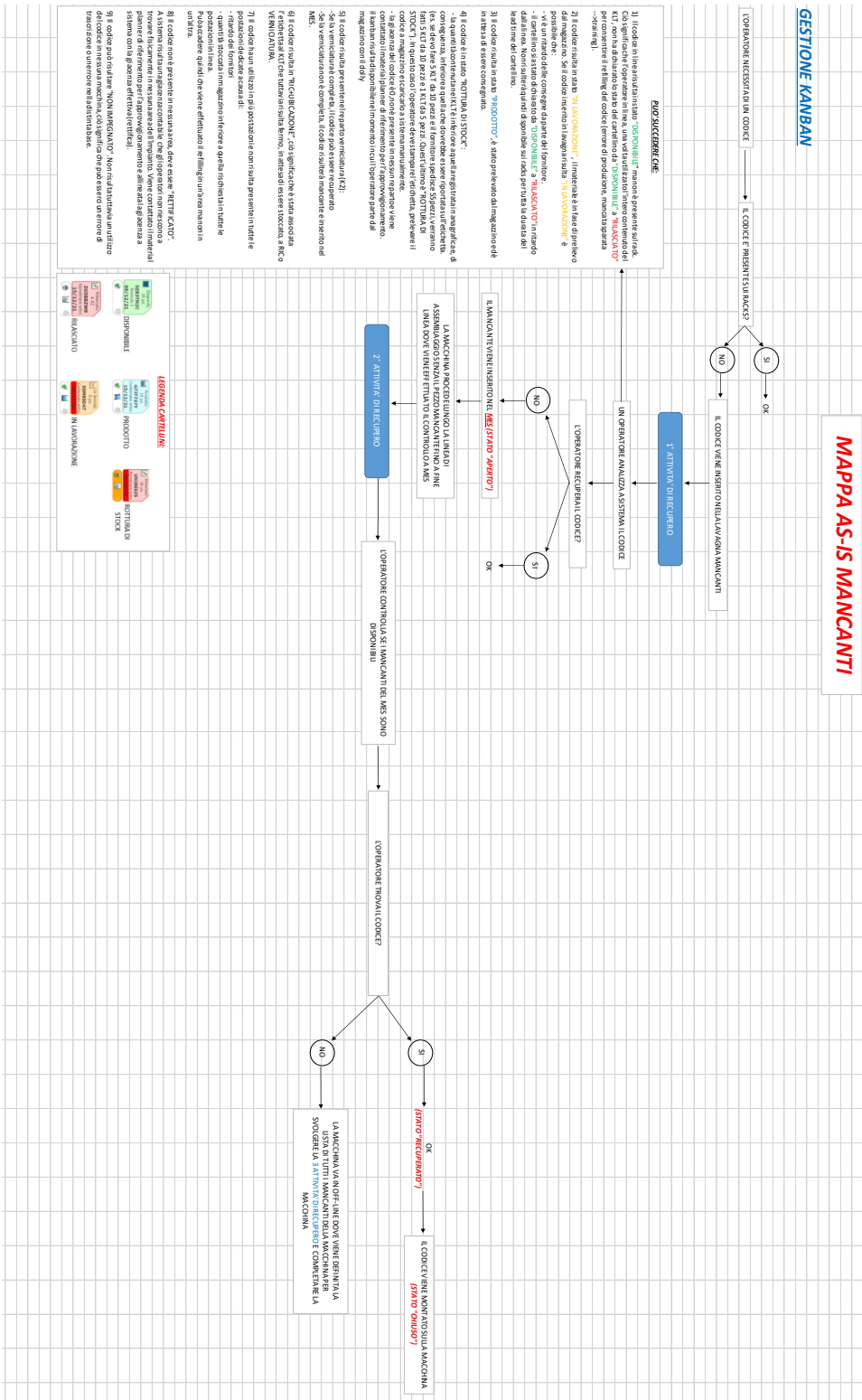


Figura 21 Schema rappresentativo gestione kanban

4.3.2 Mappa as-is gestione kit

Per ciò che concerne la gestione kit, nel magazzino dedicato allo stock di questi componenti, viene estrapolata la lista dei componenti legati a un kit. Un operatore entra nel magazzino per prelevare i componenti che compongono il kit. Se il componente è stoccato in magazzino, viene prelevato. Una volta finita la lista, l'operatore esce dal magazzino con il kit pronto. Può succedere che vi siano alcuni componenti della lista non presenti in magazzino. Avviene così la prima attività di recupero nella quale l'operatore cerca a sistema se il componente è presente in altri reparti. Il componente può risultare non ubicato perché processato in altre aree. Può succedere che il codice sia in:

- 1) **ACCETTAZIONE**, può essere effettuato il recupero e può essere quindi inserito il componente nel kit.
- 2) **AREA**: può essere effettuato il recupero e può essere quindi inserito il componente nel kit.
- 3) **QUALITA'**:
 - Se il controllo è "ok", il componente può essere inserito nel kit.
 - Se il controllo non è "ok" il componente risulta mancante fin quando non viene benestariato.
- 4) **PAINT**:
 - Se il componente è disponibile, può essere effettuato il recupero e può essere inserito nel kit.
 - Se il componente è in fase di verniciatura, risulterà mancante fin quando non verrà verniciato
- 5) **SALDATURA**: Il componente è mancante
- 6) **GREZZO**: Il componente è mancante

Nel momento in cui il componente non viene recuperato, viene inserito nel software gestionale GPC²⁶ indicandone anche la macro-causa che lo ha generato. A questo punto il kit viene portato dall'area di stallo del magazzino in linea, senza il componente mancante. Il componente mancante, una volta che il kit raggiunge la linea, viene inserito nella lavagna mancanti. Avviene qui la seconda attività di recupero. Un operatore si reca presso la lavagna e una volta analizzato il codice, lo cerca. Se l'operatore trova il componente viene portato in linea, altrimenti viene inserito come mancante nel sistema gestionale *BAAN*, nella sessione *M.E.S.*, con uno stato "APERTO". La macchina procede

²⁶ Il GPC è un software gestionale utilizzato sono per i componenti con gestione KIT.

lungo la linea di assemblaggio senza il componente mancante fino ad arrivare a fine linea dove viene effettuato il controllo a *M.E.S.* Si procede con la terza attività di recupero. L'operatore controlla quindi se i mancanti segnati a sistema siano disponibili. Se il componente viene recuperato, viene portato a fine linea dove viene registrato in stato "RECUPERATO" e nel momento in cui viene montato viene dichiarato in stato "CHIUSO", altrimenti la macchina va in *OFF-LINE* dove viene definita la lista di tutti i mancanti della macchina per svolgere la quarta ed ultima attività di recupero e completare la macchina.

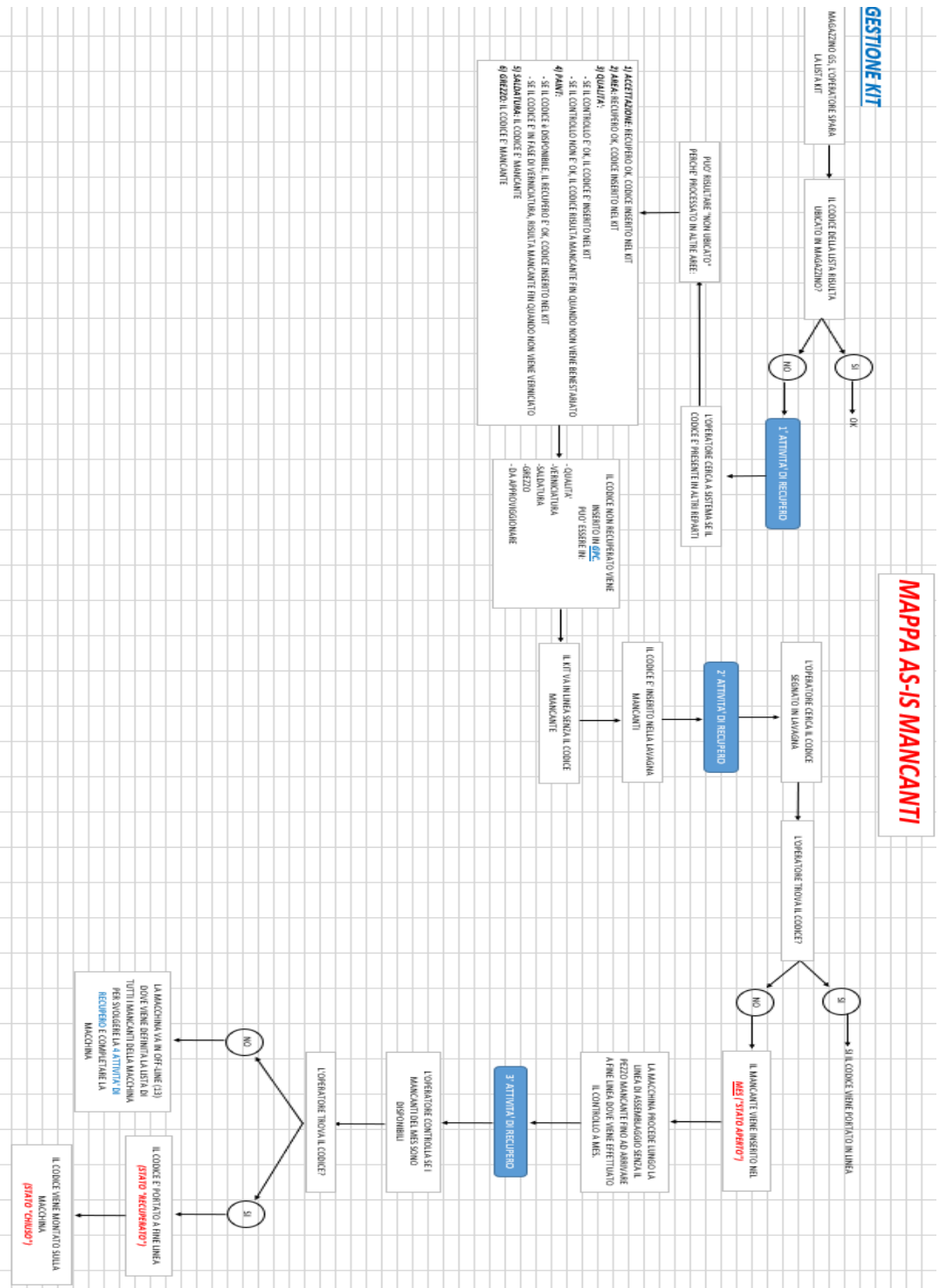


Figura 22 Schema rappresentativo gestione kit

4.3.3 Mappa as-is operatori coinvolti

E' stato eseguito un lavoro di mappatura degli operatori coinvolti nell'attività di recupero mancanti.

Nello specifico in questo progetto si è evidenziato come ben 5 operatori sono coinvolti in tali attività.

Il percorso che generalmente viene effettuato è il seguente:

- 1) L'operatore si reca presso la lavagna mancanti per analizzare i codici scritti dagli operatori della linea. La lavagna riporta i seguenti dati: DATA, ORA, CODICE, AREA DI UTILIZZO, ORA IN CUI SERVE. L'operatore che recupera i mancanti inserisce una nota nella quale riporta la causa del mancante

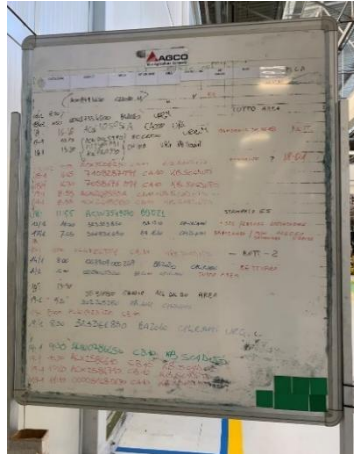


Figura 23 Immagine lavagna mancanti utilizzata in azienda

- 2) L'operatore analizza il codice a sistema: nella sezione "magazzino", del sistema gestionale BAAN, ed entrando nella sezione "visualizza scorte per articolo e magazzino" e "visualizza giacenze per ubicazione e lotto", come nell'esempio riportato in figura, è possibile vedere l'ubicazione in cui il codice è presente in magazzino.

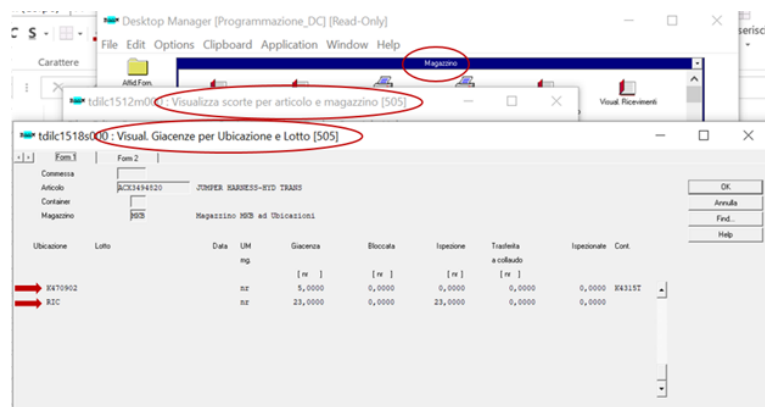


Figura 24 Esempio di analisi componenti a sistema in questo caso il componente si trova a RIC o nell'ubicazione K479002

- Una volta verificata l'ubicazione della giacenza del codice, viene effettuato il prelievo.



Figura 25 Immagine prelievo in magazzino effettuata in azienda

- L'operatore, prelevato il codice, effettua il trasferimento del codice a sistema dalla posizione in cui lo ha prelevato, alla posizione in cui il codice verrà portato. Nella sezione "magazzino", "distribuzione interna", l'operatore inserisce il codice articolo prelevato, la quantità prelevata, il magazzino e la relativa ubicazione di prelievo e il magazzino e relativa ubicazione di destinazione

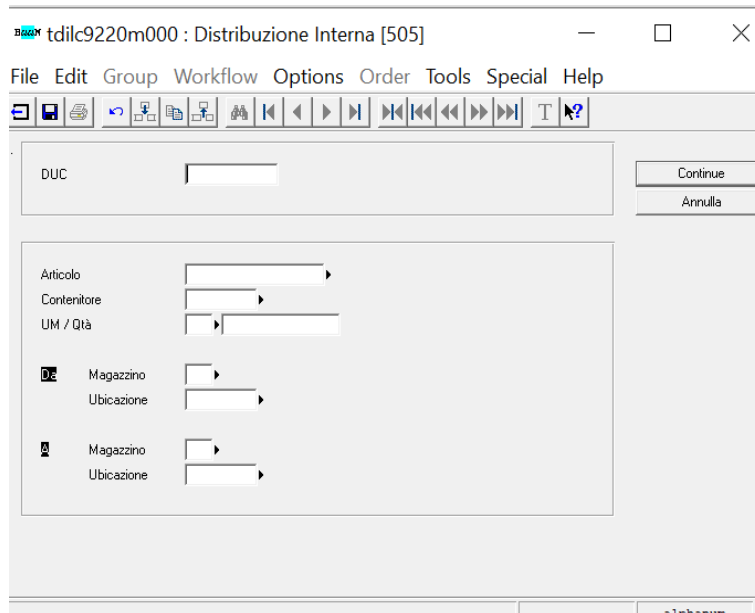


Figura 26 Esempio di registrazione prelievo in magazzino a sistema

- 5) L'operatore consegna il codice in area e lo cancella dalla lavagna.
- 6) L'operatore infine compila un foglio di calcolo per la raccolta dati per questo progetto di tesi. Riporta la DATA in cui è stato analizzato il codice, IL CODICE, L'AREA DI UTILIZZO, L'ORA, LO STATO DEL CODICE, LA GESTIONE, LA CAUSA DEL MANCANTE ed eventuali NOTE.

Data	Codice	Area	N° Ordine	Or	Recuperat	KIT / KANBAI	Causale	Note	Make /Buy
18/05/2021	705979M91	DB			OK	KIT	2	NO DISTINTA	
18/05/2021	003230755500	CC1010		URG	OK	KB	4	KB BB1022	
18/05/2021	7110759M91	CH0000			OK	BPA			
18/05/2021	ACW2239360	CC1010		URG	OK	KIT	2	OK	
18/05/2021	003001329740	CA1010		URG	OK	KB	4	KB BA2010	
18/05/2021	003218382500	BA1010		URG	OK	KB	6	BLU	
18/05/2021	003221220500	CZ2010		URG	OK	KB		IN AREA	
18/05/2021	003535611550	CZ2010		URG	OK	KB	8		
18/05/2021	7063970M1	CB0000		URG	OK	KB	4	BB1022	
18/05/2021	003212085500	BA2010		URG	OK	KIT 1 PZ	2		
18/05/2021	003136416610	BA2010		URG	OK	KB	8	BLU	
18/05/2021	003218262500	BA1210		URG	OK	KB	8	BLU	
18/05/2021	00322584900	CA1010		URG	OK	KB	8	BLU	
18/05/2021	03000155610	BB2010		URG	OK	KB	8	DA STAMPARE	
18/05/2021	7111197M1	CB0000		11:00	OK	KB	2	CB3010	

Figura 27 Esempio di raccolta dati

I cinque operatori dedicati sono così distribuiti:

- **OPERATORE 1:** si occupa della lavagna dei codici con gestione kanban delle macchine scuoti paglia, dei codici richiesti dalla stazione di FINE LINEA e RIPARAZIONI. (Come è possibile vedere dallo schema successivo).
- **OPERATORE 2:** si occupa dei codici con gestione kanban e con gestione kit delle macchine IDEAL.
- **OPERATORE 3:** si occupa delle stazioni di FINE LINEA e RIPARAZIONI.
- **OPERATORE 4:** si occupa dei codici con gestione kit delle macchine scuoti paglia.
- **OPERATORE 5:** si occupa del recupero dei componenti legati alle liste kit di cui abbiamo parlato nel paragrafo 2.

Dato l'elevato numero di risorse impiegato in tali attività e l'elevata area in metri quadri dello stabilimento, è stato reputato utile analizzare il flusso degli operatori coinvolti in tale attività. L'analisi è stata effettuata con una spaghetti chart.

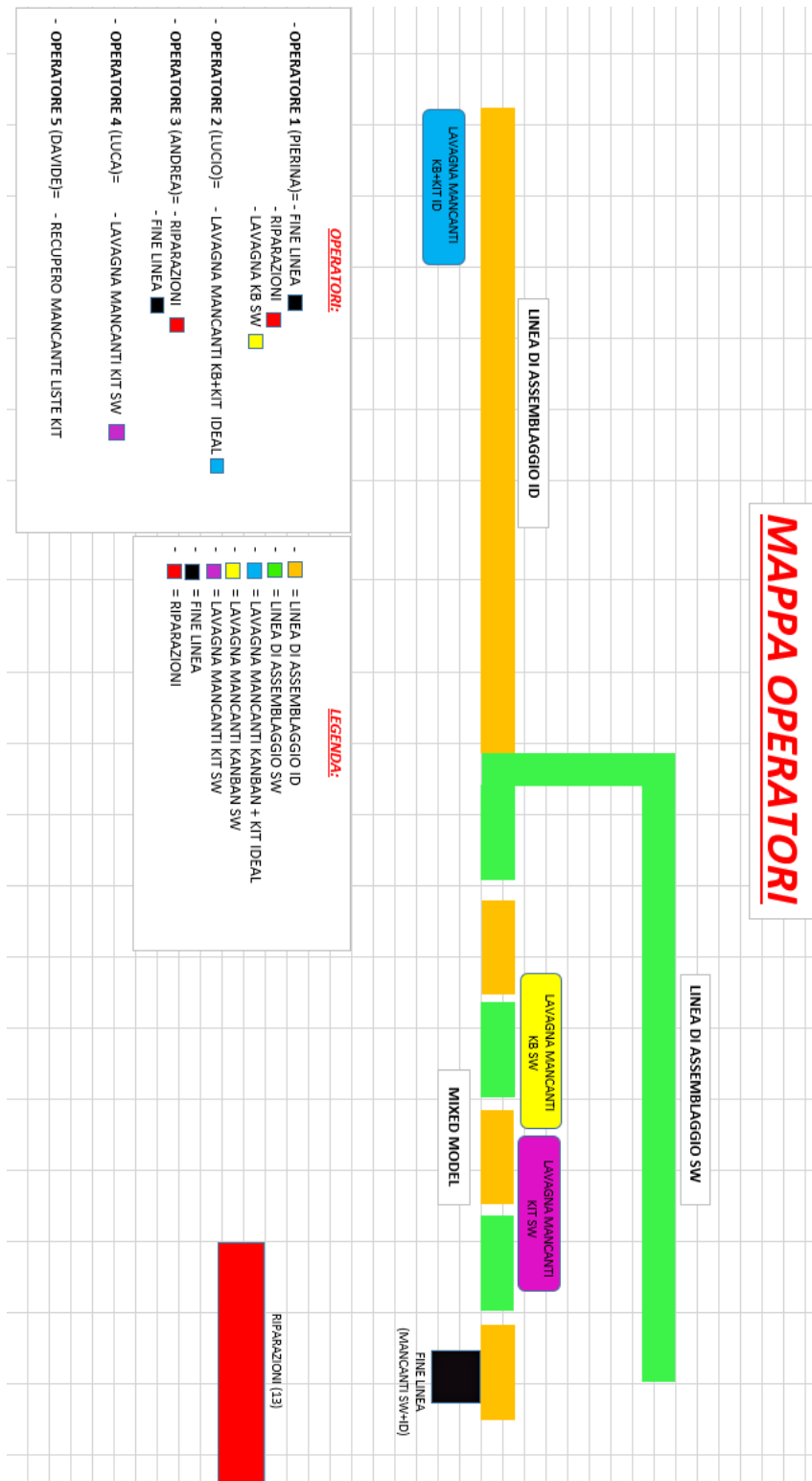


Figura 28 Schema rappresentativo zone di azione degli operatori coinvolti nel recupero mancanti

4.3.4 Spaghetti chart

Per lo sviluppo della spaghetti chart sono stati considerati i punti in cui vengono raccolti i componenti richiesti, quindi la LAVAGNA IDEAL DEI COMPONENTI CON GESTIONE KANBAN E KIT, LA LAVAGNA DEI COMPONENTI SCUOTIPAGLIA DEI CODICI CON GESTIONE KIT, LA LAVAGNA DEI COMPONENTI SCUOTIPAGLIA CON GESTIONE KANBAN, LA STAZIONE FINE LINE E LA STAZIONE RIPARAZIONI, a ognuno dei quali è stato associato un colore. In queste due ultime stazioni i componenti mancanti non sono divisi per tipologia di macchina ma per ordine di produzione. Sono stati considerati inoltre i principali punti in cui la merce viene reperita. Nella maggior parte dei casi si parla di flussi verso i magazzini, in particolare G5 ed MKB, magazzini volti allo stoccaggio dei componenti con gestioni kit e kanban. Effettuando questa suddivisione è stato possibile individuare anche il percorso effettuato da ogni singolo operatore. Si evidenzia come ci sia un enorme e confuso flusso legato a questa attività.

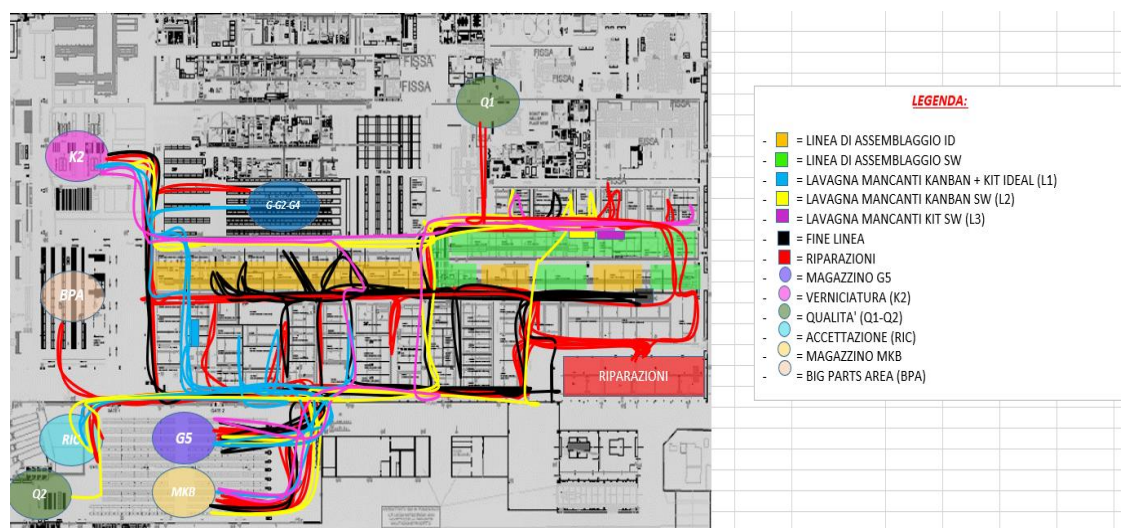


Figura 29 Spaghetti chart flussi legati al recupero mancanti

Si conclude così la fase di definizione dello stato corrente dell'azienda. Ci concentriamo ora sulla fase di misura.

4.4 Fase 2: Misurazione

4.4.1 KPI

Questa fase è stata dedicata all'identificazione di KPI significativi, misurabili e rappresentativi per poter monitorare dati della situazione aziendale attuale e poter effettuare un benchmark con la situazione futura. Sono stati individuati i seguenti KPI:

- 1) DISTANZA GIORNALIERA PERCORSA DA UN SINGOLO OPERATORE
- 2) EFFICACIA DEI PROCESSI
- 3) % EFFICACIA DEGLI OPERATORI
- 4) NUMERO TOTALE DEI CODICI SCRITTI IN LAVAGNA

I dati sono stati presi nei mesi di gennaio e febbraio.

- 1) Per ciò che riguarda la distanza giornaliera percorsa da un operatore, è stato consegnato un orologio con GPS attivo all'operatore da inizio turno a fine turno, spegnendo il segnale nei momenti di pausa pranzo. E' stato evidenziato un range di distanza percorsa compreso tra i 7Km e 10Km per ciascun operatore. E' stato possibile dire che un operatore dedicato al recupero dei componenti mancanti, in AGCO S.p.a percorre in media 8,3 Km al giorno per tale attività. Considerando che sono ben 5 gli operatori dedicati, è facile intendere come questo dato sia significativo e al contempo spaventoso. In termini economici, ipotizzano uno stipendio annuo di circa 19000 euro netti annui per ciascun operatore, la sola attività di recupero mancanti, lato risorse umane, costa all'azienda circa 95000 euro annui.
- 2) Per valutare l'efficacia dei processi interni, è stato considerato utile monitorare il numero di componenti mancanti con cui escono gli ordini di produzione giornalmente. Il dato è stato pulito dai componenti mancanti a causa di ritardi di fornitura in modo tale da valutare con più accuratezza l'efficacia dei processi interni. E' stato quindi calcolato giornalmente il numero totale dei componenti mancanti sugli ordini di produzione in

uscita dalla linea e diviso per il numero di ordini di produzione. Il dato evidenzia un range che va dai 23 ai 2 componenti non montati sugli ordini di produzione in uscita dalla linea che si sono alternati tra 3 e 4 macchine uscite al giorno, constatando una media giornaliera di circa 3,35 componenti mancanti per ogni macchina in uscita dalla linea. Questi ordini di produzione incompleti vengono successivamente diretti in una apposita area aziendale chiamata “riparazioni” per essere completate. E’ possibile dire che maggiore è il numero di componenti mancanti per ogni ordine di produzione e maggiori saranno i tempi di attraversamento.

- 3) Il terzo KPI valuta l’efficacia degli operatori. Per ogni macchina che esce dalla linea vengono considerati tutti i componenti che, già registrati come mancanti sul sistema *M.E.S.*, vengono montati prima che la macchina esca dalla linea. Dalle estrazioni giornaliere fatte dal sistema vengono quindi contati i componenti che risultato in stato “CHIUSO” e divisi per tutti i componenti registrati a sistema per ciascun ordine di produzione in stato “ RECUPERATO”, “APERTO” e “ CHIUSO”. Anche in questo caso, per valutare l’effettiva efficacia degli operatori, i dati sono stati puliti dai componenti mancanti per ritardo fornitura. I dati nei mesi evidenziano una media di componenti montati, quindi in stato chiuso di circa 14,45 pezzi. Applicando la formula:

$$\frac{CHIUSI}{CHIUSI + APERTI + RECUPERATI - RITARDO FORNITORI}$$

Nel periodo analizzato si è registrata un’efficacia media del 58%.

- 4) Il quarto KPI è volto all’analisi di tutti i componenti scritti giornalmente nelle lavagne mancanti. Sono state definite 13 macro-cause che possono determinare un componente mancante sulle scaffalature. Le macro-cause individuate sono:

- “MULTIPOSTAZIONE”, un componente può avere più punti di utilizzo nelle linee di assemblaggio, nel momento in cui non vi è un bilanciamento tra quantità spedita dal fornitore, quantità utilizzata e quantità per contenitore, si può verificare che tutti i componenti spediti dal fornitore siano portati in un punto di utilizzo, lasciando di seguito scoperti gli altri.
- “MANCANTE KIT”, nel processo di composizione dei KIT descritto nella mappa AS-IS del paragrafo 4.3.2, è possibile che vengano portati in linea i KIT privi di alcuni componenti perché non stoccati in magazzino.
- BPA, il componente che non è stoccato nei magazzini per vincoli di dimensioni, peso e forma, ma si trova in un’area chiamata BPA (*Big Part Area*), non è di facile reperimento a causa della disorganizzazione di quest’area.
- “QUALITA’”, il componente non è presente nelle scaffalature in quanto, avendo bisogno del controllo qualità, è in fase di controllo e ne risulta difficile la ricerca in quando non esiste una comunicazione univoca che dica che il codice si trova in quel reparto ne quando sarà disponibile.
- “MATERIALE IN AREA”, componente viene dichiarato non presente nelle work station ma dall’analisi a sistema il componente risulta presente e fisicamente l’informazione viene confermata. Questo accade perché il contenitore con il componente può essere spostato dagli operatori che assemblano o anche per mancanza di attenzione.
- “IN LAVORO”, il componente non è presente nelle scaffalature in quanto può essere che sia in fase di prelievo dal magazzino o che ancora non venga portato in linea di assemblaggio dall’operatore.
- “K2”, il componente non è presente nelle scaffalature in quanto deve essere verniciato e può quindi accadere che non sia ancora stato lavorato o in fase di asciugatura. Il problema che si verifica è simile a quanto spiegato per la qualità.

- “NON SPARATO”, in questo caso il componente non è presente in scaffalatura in quanto, data la gestione del codice sul sistema gestionale kanbanbox che consente il *refilling* del componente solamente una volta finito il contenitore in linea di assemblaggio, l’operatore in linea non ha dichiarato il termine del componente in area, non consentendo il *refilling*.
- “RIC”, il componente è stato consegnato dal fornitore ed è in fase di lavorazione nelle rulliere di travaso, postazioni in cui gli arrivi vengono travasati in contenitori adeguati per essere stoccati nei magazzini. E’ possibile in questo caso che i componenti travasati siano già posizionati in corrispondenza della scaffalatura di stoccaggio. Questa situazione viene indicata come “RIC+UBI”
- “ROTTURA DI STOCK, il componente non è presente nelle *work station* ma a sistema risulta la giacenza. In questo caso si verifica che la quantità indicata sul contenitore non corrisponde alla quantità registrata sull’anagrafica. In questo modo il sistema gestionale kanbanbox non consente la chiamata dei cartellini stoccati in magazzino.
- RITARDO FORNITORE, in questo caso il componente non risulta presente in azienda a causa di un ritardo di fornitura.
- RETTIFICA, in questo caso il componente non è presente in linea di assemblaggio perché a sistema risulta una giacenza che fisicamente non vi è. In questo caso viene fatto uno “storico” del codice, ossia si verifica in quali ubicazioni è stato stoccato nel tempo il componente. Nel caso in cui non venga trovato, viene allineata la giacenza a sistema con quella effettive e quindi rettificato.
- NON IMPEGNATO, in questo caso il componente non risulta presente in linea perché a sistema non ha impegno e quindi non viene utilizzato nelle operazioni di assemblaggio.

4.4.2 Visual dashboard

E' stata sviluppata una *visual dashboard* per rendere più semplice e immediata la lettura dei dati raccolti.

Vengono di seguito riportati:

1) DISTANZA MEDIA GIORNALIERA PERCORSA DA UN OPERATORE:

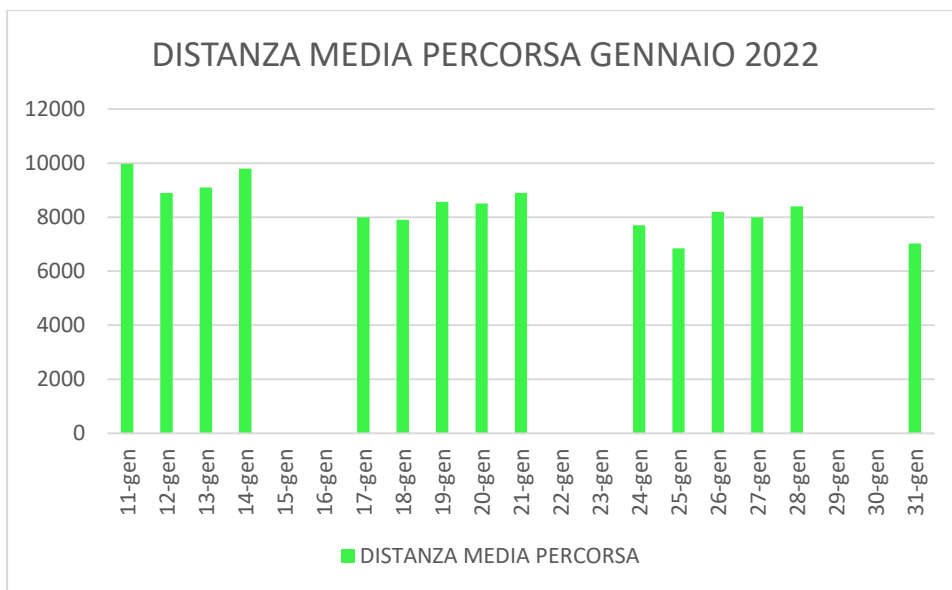


Figura 30 Grafico dati distanza giornaliera media percorsa da un operatore gennaio 2022

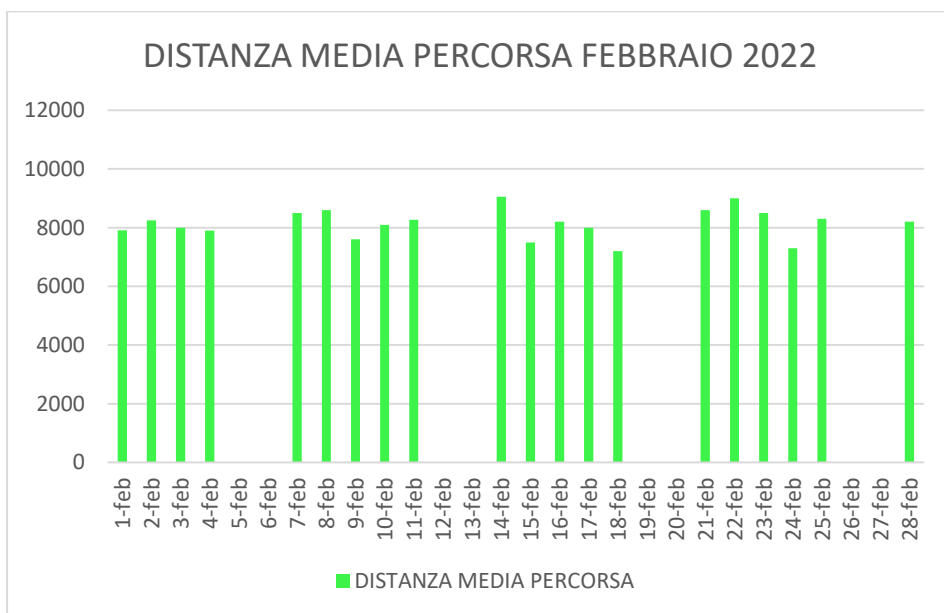


Figura 31 Grafico dati distanza giornaliera media percorsa da un operatore febbraio 2022

2) EFFICACIA PROCESSI

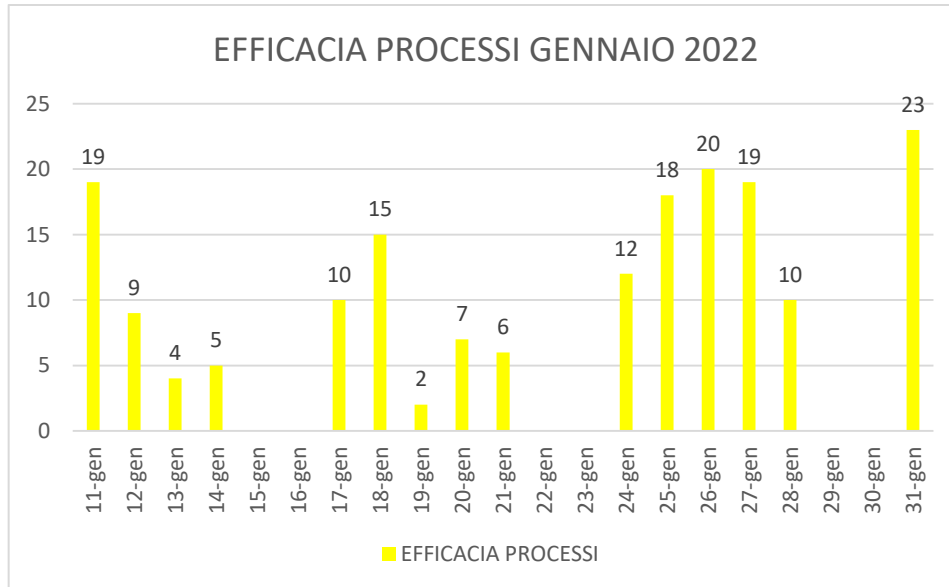


Figura 32 Grafico dati efficacia processi gennaio 2022

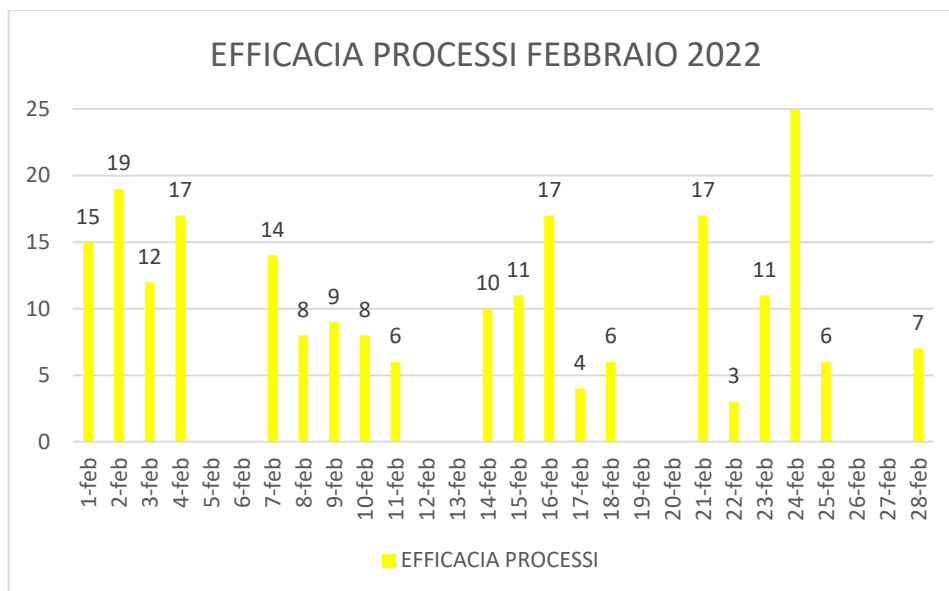


Figura 33 Grafico dati efficacia processi febbraio 2022

3) NUMERO MEDIO DI MANCANTI PER MACCHINA IN USCITA DALLA LINEA

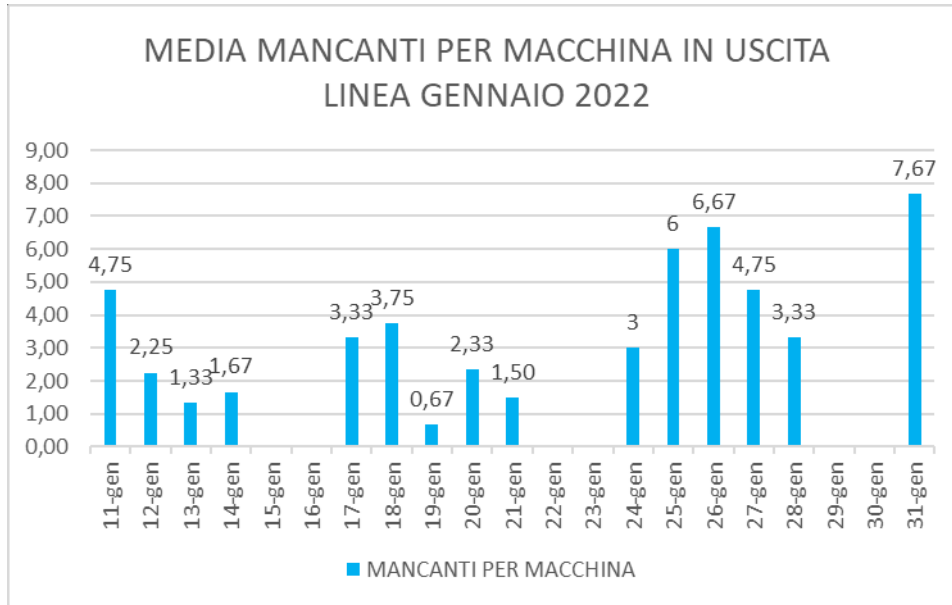


Figura 34 Grafico dati numero mancanti per macchina in uscita dalla linea gennaio 2022

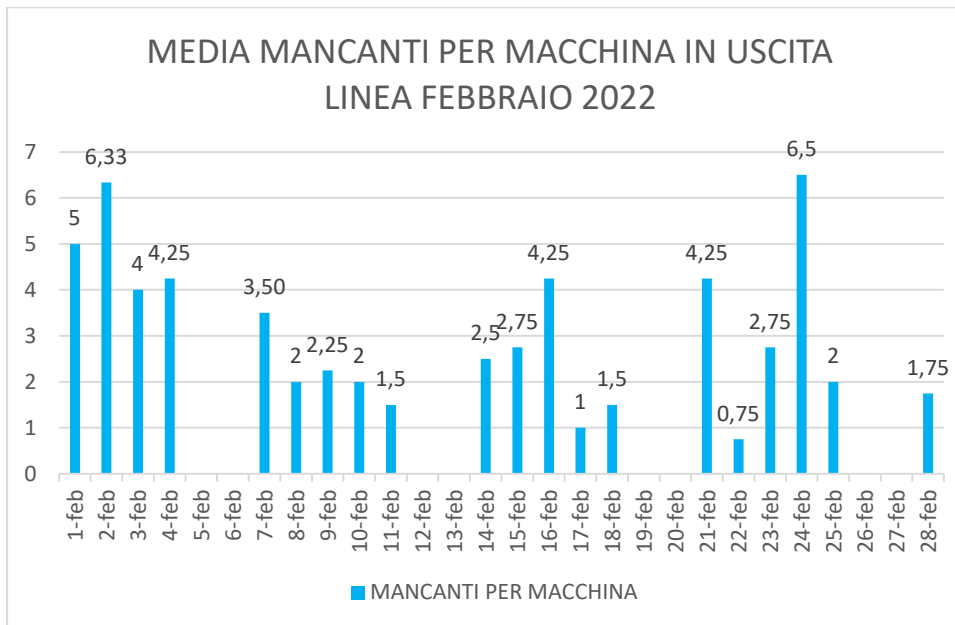


Figura 35 Grafico dati numero mancanti per macchina in uscita dalla linea febbraio 2022

4) EFFICACIA OPERATORI

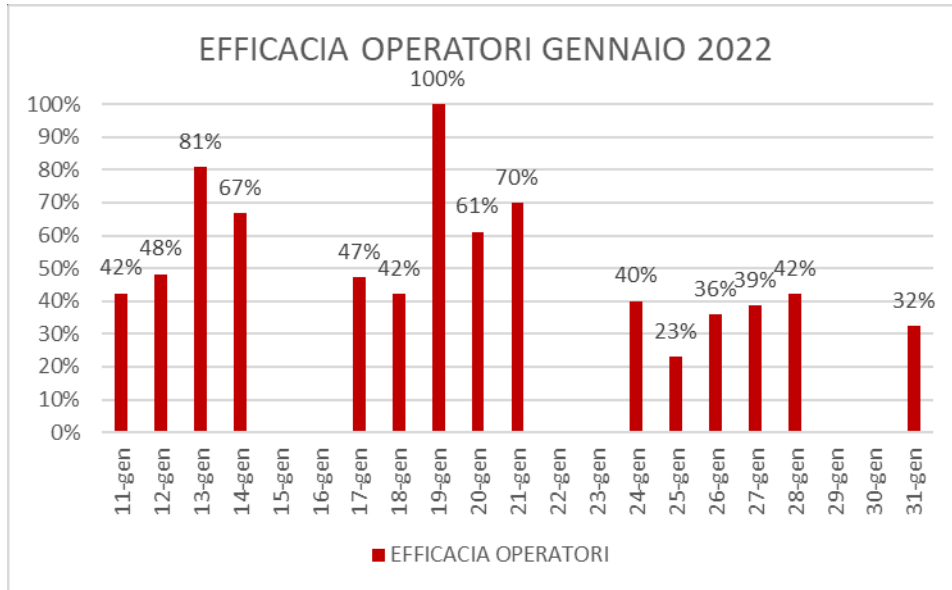


Figura 36 Grafico dati efficacia operatori gennaio 2022

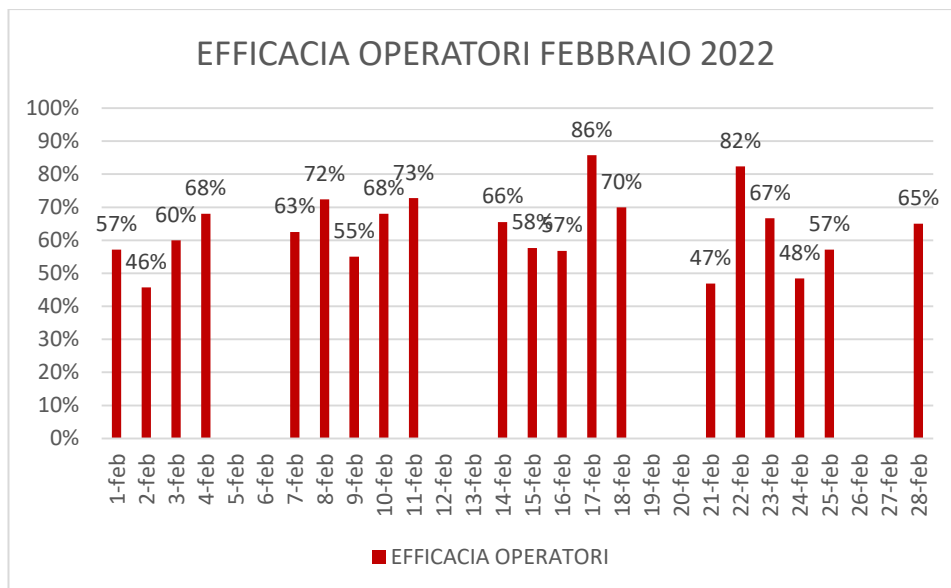


Figura 37 Grafico dati efficacia operatori febbraio 2022

5) MACROCAUSE MANCANTI

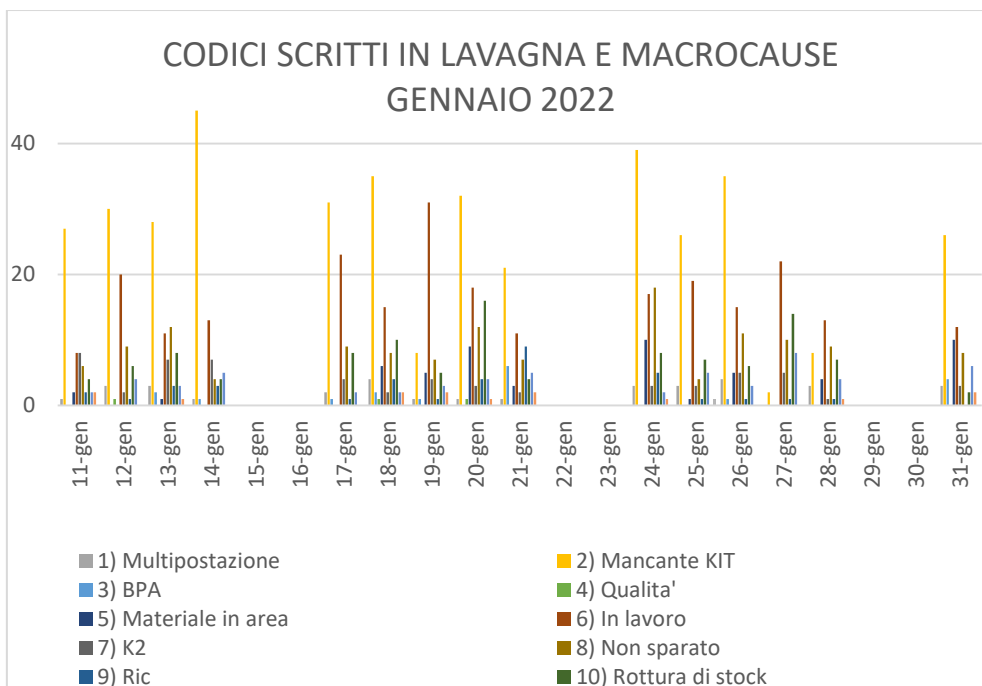


Figura 38 Grafico dati macro-cause mancanti gennaio 2022

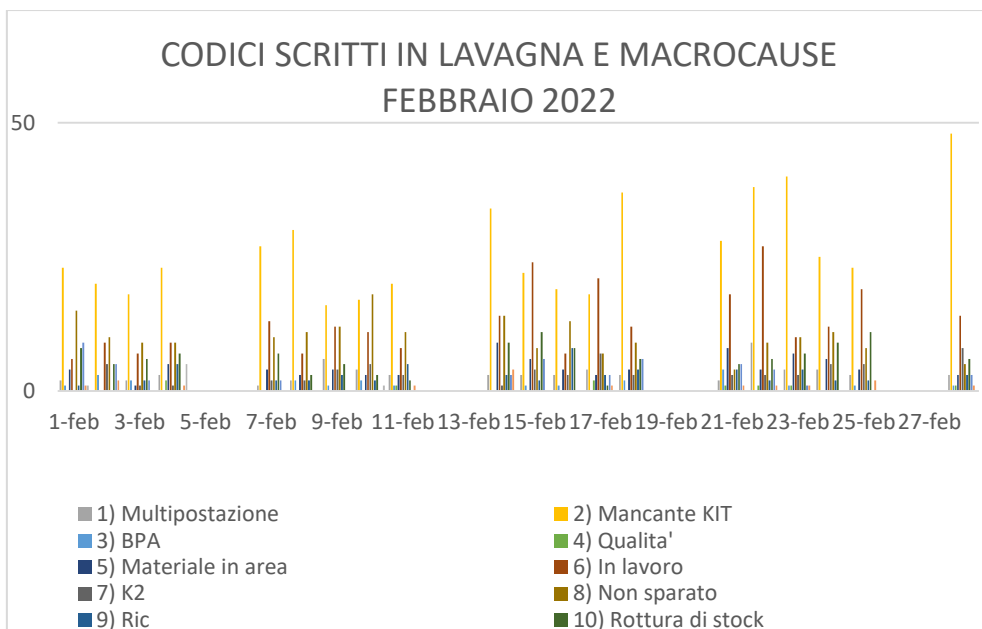


Figura 39 Grafico dati macro-cause mancanti febbraio 2022

4.5 Fase 3: Studio

In questa fase sono stati analizzati i dati raccolti e studiato un piano di risoluzione del problema. Come prima operazione è stata individuata un'azione correttiva per ogni macro-causa del mancante. E' stata fatta questa scelta in quanto il processo con cui vengono gestiti i componenti mancanti è il seguente:

- L'operatore non trova il componente nella scaffalatura, il team leader del reparto scrive il codice nella lavagna.
- Dopo due giorni che il componente non viene recuperato viene inserito nel sistema gestionale *BAAN*, sessione *M.E.S.* in stato "APERTO".
- La macchina procede lungo la linea di assemblaggio con il componente mancante tracciato a sistema.

In questo modo, cercando con le azioni correttive di ridurre il numero di componenti scritti in lavagna, ci si aspetta che automaticamente si riducano i componenti non assemblati.

Le azioni correttive individuate sono le seguenti:

- 1) **MULTIPOSTAZIONE** = Bilanciare il *refilling* dei racks, corretto dimensionamento dei *kanban* e gestione dei parametri ERP²⁷. Si cerca così di definire una quantità da inserire nel singolo contenitore in modo che possa essere allineata con i lotti dei fornitori, con le quantità multiple concordate con i fornitori, con i punti di utilizzo del codice, con il peso massimo che può contenere un contenitore e con il volume del codice in oggetto. Questa azione è alla base del progetto Plan For Every Part di cui si è ampiamente parlato nel capitolo 1.
- 2) **MANCANTE KIT** = Ridurre le fasi della gestione KIT dei componenti sviluppando uno stato futuro più immediato e semplice. Questa azione correttiva non verrà trattata nel progetto di tesi e indicata come proposta di miglioramento futuro.

²⁷ L'ERP è un sistema che coinvolge tutti i principali processi aziendali per la pianificazione della produzione.

- 3) BPA = L'azione correttiva individuata per cercare di ridurre i mancanti dell'area BPA, è stata nella definizione di un layout strutturato al fine di rendere pulita e organizzata tale area, in linea con il principio 5S discusso precedentemente.
- 4) QUALITA' = l'azione correttiva per questa tipologia di causa è l'implementazione di una interfaccia nel reparto qualità che possa indicare la data di disponibilità di un componente sottoposto a collaudo in modo da avere un'informazione unidirezionale, chiara e immediata.
- 5) MATERIALE IN AREA = l'azione correttiva per questa tipologia di causa è definire degli incontri con i team leader e svolgere delle azioni di training al fine di far svolgere agli operatori in linea di assemblaggio il lavoro in maniera corretta.
- 6) MATERIALE IN LAVORO = Analisi settimanale kanban rimasti in lavoro, per eliminare i kanban non trovati e contattare i planners per l'approvvigionamento. In questo caso, dato il difficile periodo legato alla pandemia Covid-19, la percentuale di assenteismo degli operatori è stata molto elevata. Questo ha comportato un notevole rallentamento ed aumento dei codici mancanti per questa causa.
- 7) K2 = L'azione correttiva per questa tipologia di causa è, come nel caso 4 "QUALITA'" è l'implementazione di una interfaccia nel reparto verniciatura che possa indicare la data di disponibilità di un componente sottoposto a trattamenti di verniciatura in modo da avere un'informazione unidirezionale, chiara ed immediata.
- 8) NON SPARATO = L'azione correttiva in questo caso è di training. Viene spiegato dai Team Leader agli operatori che è necessario, una volta finito il contenuto del contenitore (KLT), dichiarare lo stato del cartellino da stato "disponibile" (verde), a stato "rilasciato" (rosso) per consentire il tempestivo *refilling* del codice e non creare il mancante.
- 9) RIC = l'azione correttiva ipotizzata in questo caso è di miglioramento del flusso informativo tra *planners* e accettazione, stabilendo un livello di priorità di lavorazione del codice di cui si ha urgenza di utilizzo in linea. Ciò significa che nel

momento in cui il componente arriva in accettazione, non viene sottoposto alle fasi di stoccaggio ma viene portato direttamente in linea. Questa azione correttiva non è stata implementata in questo progetto di tesi.

- 10) ROTTURA DI STOCK= In questo caso si è pensato di migliorare il flusso informativo tra *planners*, *paint* e ufficio logistica per allineare contenitore e quantità per contenitore e monitorare consegne fornitore. Tutte queste azioni concernono il progetto di *Plan For Every Part*.
- 11) RITARDO FORNITORI = L'azione correttiva individuata in questo caso è di creare un flusso informativo che coinvolga il reparto *planners* in modo da tracciare il codice e vedere quando sia disponibile in azienda, facendo inserire nel tracciamento *M.E.S.* dei componenti mancanti la data di arrivo del componente.
- 12) RETTIFICA= in questo caso l'azione correttiva è esattamente una rettifica. Si procede effettuando uno storico del codice per visualizzare le giacenze effettive e nel caso di mancata giacenza contattare i *planners* per l'approvvigionamento
- 13) Per i codici di cui gli operatori non inseriscono la causa, è stata individuata come azione correttiva quella di training per avere i dati più affidabili e significativi possibile.

Si è definito infine un piano di azione, implementando le azioni correttive ritenute migliori e che potessero portare un miglioramento effettivo all'azienda.

4.6 Fase 4: Applicazione

La fase di applicazione è la fase di implementazione delle azioni correttive.

4.6.1 "Azione correttiva multipostazione"

Il processo individuato per implementare l'azione correttiva definita è il seguente:

1)

p/n	Descrip	Source	incomi	After P	Painted	cont	POU	Nr of Pl	POU W	manag
00322366	CHIAVISTE	buy	MKB		0	K2115T	BB1010	2	BIB	KB
00322366	CHIAVISTE	buy	MKB		0	K2115T	CB1020	2	C7B	KB

Figura 40 Esempio di codice multipostazione registrato in picking list

Il codice in oggetto viene definito "multipostazione" in quanto ha utilizzo nelle work station CB1020 e BB1010.

2)

The screenshot shows the 'Gestione Dati Articoli' window for article 00322366000. The interface is divided into several sections for order management parameters. The 'Dati d'ordine' section includes fields for 'Politica d'ordine' (anonimo), 'Sistema d'ordine' (MRP), 'Metodo di riordino' (lotto econom), 'Nr. lotti al giorno' (0), 'Qta ordine multipla di' (50,0000), 'Quantità ordine minima' (0,0000), 'Quantità ordine massima' (9999999,0000), 'Quantità ordine fissa' (1,0000), 'Lotto economico' (250,0000), and 'Punto di riordino' (0,0000). The 'Dati d'ordine' section also includes 'Data 1a ordine ammesso', 'App. dati giacen./ord.', 'Cod. nomenclat' (04335000), and 'Paese di origine'. The 'Dati art. ripet.' section includes 'Codice piano', 'Ordini di art. RPT per' (0), 'Gg inizio pian. ord. MPS', 'Metodo pian. ord. MPS' (non applica), 'Peccen. min. insimilante' (0), and 'MPS/MRP sist. ordine RPT'.

Figura 41 Esempio di interfaccia BAAN per la visualizzazione della "quantità ordine multipla" e "lotto dei fornitori"

Dal software gestionale aziendale *BAAN* è possibile identificare "quantità ordine multipla" e "lotto fornitore".

3)

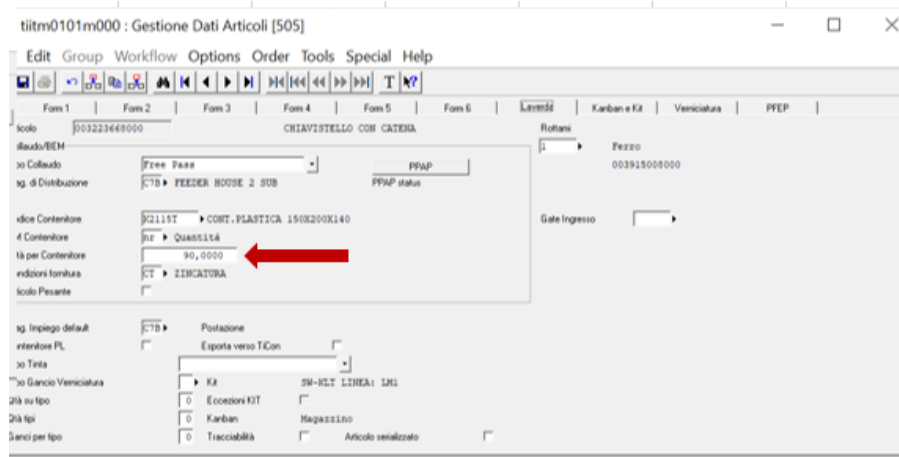


Figura 42 Esempio di interfaccia BAAN per la visualizzazione della "quantità per contenitore"

Dal software gestionale aziendale *BAAN* è possibile identificare "quantità per contenitore" e capire che non sia allineata con i dati del fornitore.

4)

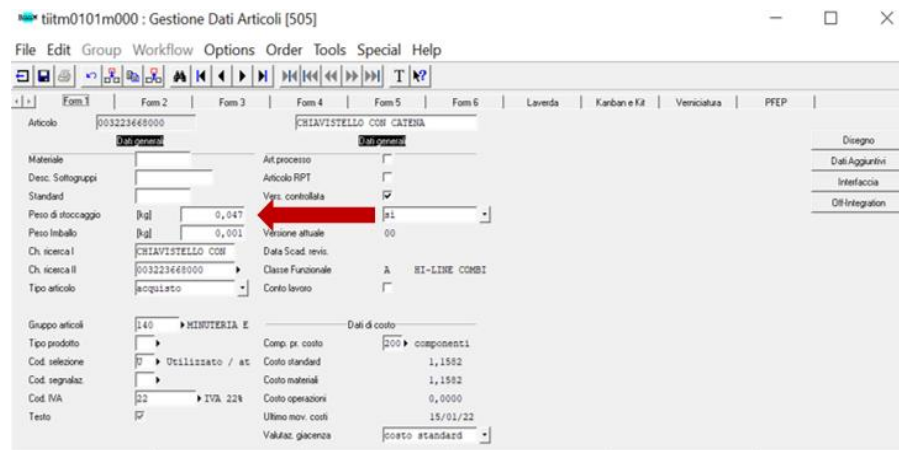


Figura 43 Esempio di interfaccia con visualizzazione sul "Peso di stoccaggio"

Dal software gestionale aziendale *BAAN* è possibile identificare il "peso di stoccaggio". Il vincolo sul peso è di 12 Kg, il peso lordo del contenitore (KLT) non può superare i 12 Kg.

5)

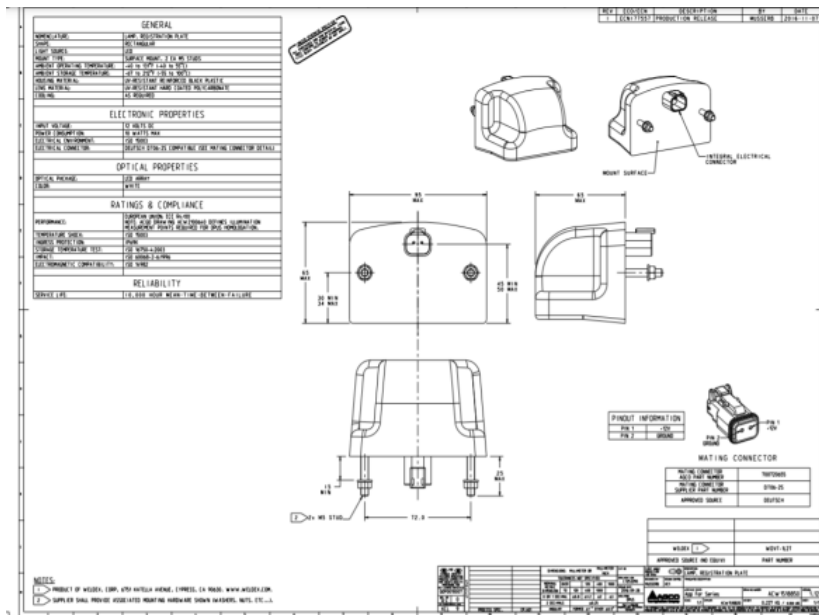


Figura 44 Esempio di interfaccia software Windchill per visualizzare il disegno del componente e valutare le dimensioni

Dal software gestionale aziendale windchill è possibile vedere il disegno del codice in oggetto e le sue dimensioni per poter verificare il vincolo sul volume.

6)

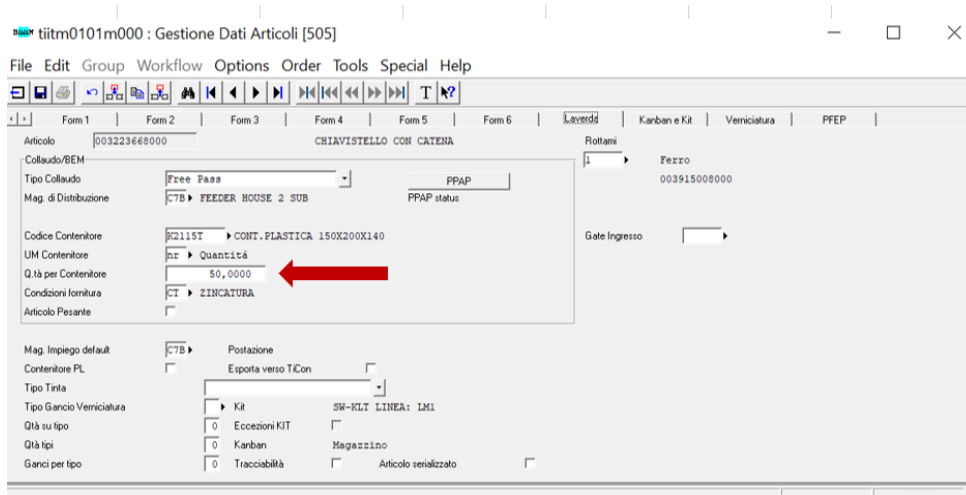


Figura 45 Esempio di interfaccia BAAN per modificare la quantità per contenitore

Una volta fatte le dovute considerazioni e definito un valore consono che soddisfa tutti i vincoli, è possibile aggiornare la "quantità per contenitore" nel software gestionale *BAAN*.

7)



Legami Kanban																
	Codice	Descrizione	Gestione	Fornitore	Cliente	Contenitore	LT	KB N°	QTA	Prezzo	Valuta	Punto Riord.	Lotto di KB	Ubicaz. presso cliente	Manager	Proprietà
	003223668000	CHIAVISTELLO CON CATENA	Kanban	MKB	BB1010	K2115T	2	2	50					BB1010.0 2.B5		AGCO S.
	003223668000	CHIAVISTELLO CON CATENA	Kanban	MKB	CB1020	K2115T	2	2	50					SWCB102 0.05.B4		AGCO S.

Figura 46 Esempio di interfaccia KANBANBOX per allineare le informazioni

E' necessario infine allineare le quantità modificate nel software gestionale che gestisce i flussi dei codici kanban, *KanbanBox*.

4.6.2 "Azione correttiva BPA"

L'azione correttiva in questo caso è stato di dimensionamento e organizzazione dell'area big parts.

A partire dalla definizione dello stato iniziale dell'area come si può notare dall'immagine che segue si è capito come, da un'area oltremodo disordinata fosse problematica la ricerca dei componenti.



Figura 47 Immagine dello stato iniziale dell' area BPA

Si è effettuato quindi uno studio differenziando i componenti stoccati in gabbie in ferro di diverse dimensioni e componenti posti su apposite strutture. Con il vincolo dei componenti che obbligatoriamente devono essere stoccati internamente all'azienda per non essere sottoposti ai fattori climatici esterni, si è considerata una copertura delle macchine in linea di tre giorni. Con una cadenza pari a 2 macchine IDEAL e due macchine scuotipaglia, ogni area garantisce la copertura di 6 macchine IDEAL e 6 macchine scuotipaglia.

IDEAL - KIT	CODICE	DESCRIZIONE	n pz kit	Qtà per macchina
IAA1110/02	ACW192391A	ASSALE POSTERIORE	4	1
	ACW905015C	CASSONE OSCILLANTE INF CL7/8 WA		
IAA2010/02	ACW907967B	CASSONE OSCILLANTE INF CL9 WA	2	1
	ACX263690B	SIEVE FRAME CL10 WA		
	ACX3675610	FRAME WA-SIEVE,CL10		
IAA2010/03	ACW932703A	CASSONE OSCILL. SUP	2	1
	ACW922439A	CASSONE OSCILL. SUP		
	ACX263712A	CHAFFER FRAME CL10		
IAA2010/04 CASS. ALIMENT.	ACW905015C	SIEVE FRAME CL7/8 WA	2	1
	ACW907967B	SIEVE FRAME CL9 WA		
	ACX263690B	SIEVE FRAME CL10 WA		
	ACX3675610	FRAME WA-SIEVE,CL10		
ICB1050/02	ACX3016970	RALLA	1	1
	ACX2986490			
ICB1050/02	ACX3353700	ADAPTER WA	1	1
	ACX3387900	MANUAL PITCH WA		
	ACX2704820	PANEL-COOLING BOX,1		
IAE2020/02	ACX2704820	PANEL-COOLING BOX,1	4	1
	ACX2801240	TELAIO RADIAT. 7/8		

Figura 48 esempio di foglio di calcolo utilizzato per il dimensionamento delle aree.

Il dimensionamento è stato effettuato considerando quanti componenti di un kit venivano assemblati su una macchina e quanti componenti si trovavano su un kit. Successivamente è stato definito il layout dell'area suddividendo i kit dalle gabbie in ferro.

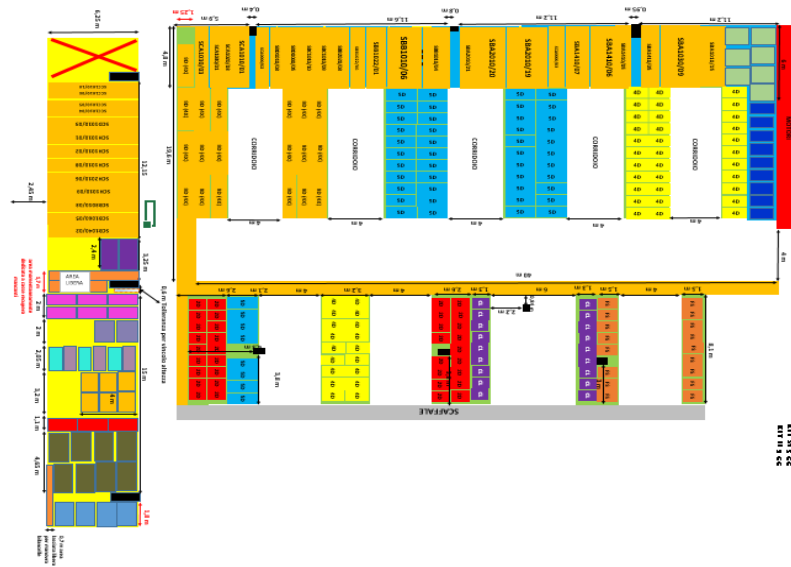


Figura 49 Layout area BPA

E' stato messo in opera il layout dividendo i componenti come da studio, identificando inizialmente l'area con una segnaletica temporanea a terra e, una volta fatta la richiesta di acquisto, identificando l'area con la segnaletica permanente in area. Data la flessibilità di cui necessitano le aziende oggigiorno, si è optato per una segnaletica che in caso di necessità, potesse essere modificata in tempi brevi e che al contempo potesse essere chiara e funzionale.

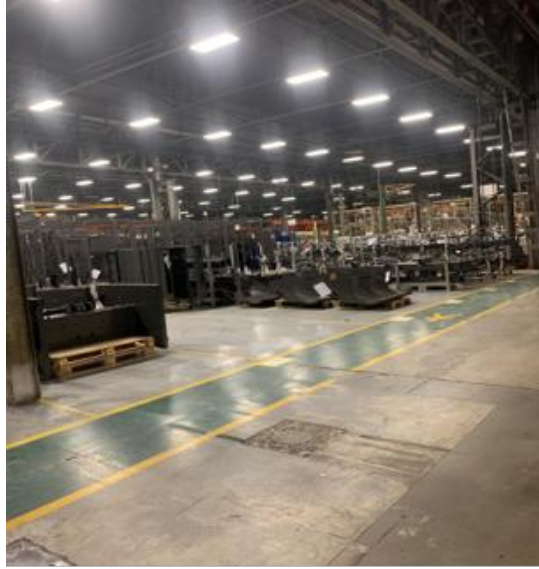


Figura 50 Immagine layout con segnaletica temporanea



Figura 51 Immagine layout con segnaletica temporanea



Figura 52 Immagine layout con segnaletica definitiva

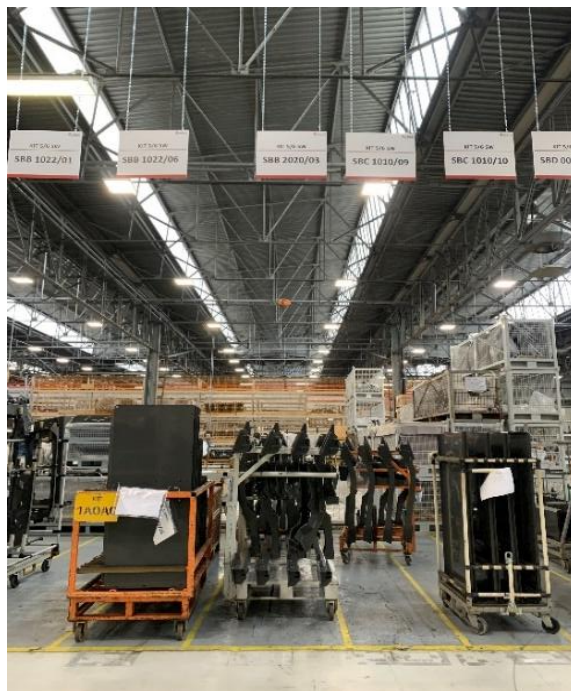


Figura 53 Immagine layout con segnaletica definitiva

Questo dimensionamento è stato inoltre funzionale in quanto una parte dell'area destinata ai KIT è servita come buffer tra linea di assemblaggio, area BPA, reparto verniciatura e area fabbricazione.

4.6.3 "Azione correttiva materiale non sparato"

L'azione correttiva in questo caso è di *training*. Viene spiegato dai Team Leader agli operatori che è necessario, una volta finito il contenuto del contenitore (KLT), dichiarare lo stato del cartellino da stato "*disponibile*" (verde), a stato "*rilasciato*" (rosso) per consentire il tempestivo *refilling* del codice e non creare il mancante.

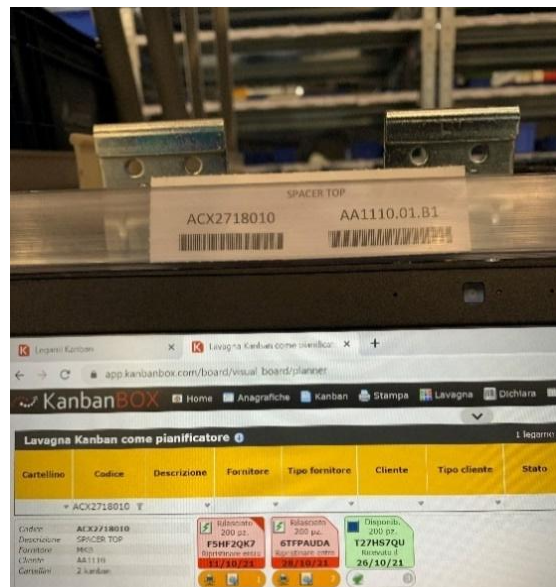


Figura 54 Immagine scattata durante un'azione di training

La figura rappresenta un codice che nel sistema gestionale kanbanbox risulta disponibile ma non è fisicamente presente in area, sulla scaffalatura. E' stata quindi effettuata per zone un'azione di training durante la quale è stata spiegata ai team leader l'importanza delle azioni per consentire il *refilling* dei componenti.



Figura 55 Attività di training svolta per dichiarare i cartellini da disponibili a rilasciati (sparare i cartellini) con i team leader della linea di assemblaggio scuoti—paglia

4.6.4 "Azione correttiva rottura di stock"

I codici sono definiti in "rottura di stock" quando la quantità registrata nei sistemi non è uguale alla quantità nel contenitore. Ciò può avvenire quando:

- il fornitore spedisce la quantità contrattata ma non sono allineati la "quantità ordine multipla" e la "quantità per contenitore".
- il fornitore non spedisce la quantità totale contrattata.

Tramite il progetto *PLAN FOR EVERY PART* (PFEP), si monitorano le spedizioni cercando di individuare i codici che genereranno una rottura di stock.

Nel primo caso si identificano i codici per cui i dati "quantità ordine multipla" e "quantità per contenitore" non sono allineati, si svolge uno studio sui costi e, nel caso risulti possibile, si allineano.

Nel secondo caso si contatta il fornitore cercando di allineare il più possibile le spedizioni con i dati del sistema.

pagina ANDRESI data 21/8/22

qtm	codice	fornitore	cont	qta	ben	dolly	note	coll	prelievo
18/1	029381060201	ITSC	629	5			colleudo	1	
18/1	0221949500	ITSTAL	2115	60			49	1	
18/1	02224980500	ITSTAL	2115	32			49	8	
18/1	02220953500	ITSTAL	6215	108			26	12	
18/1	02218842500	ITSTAL	3215	60	●		19/0	5	
18/1	022209754500	ITSTAL	3215	60	●		19	4	
18/1	02218843500	ITSTAL	3215	60			19	5	
17/1	07516101	CONVEGSA	4315	66	●		19/0	7	
17/1	ACW0149734	DANUSSE	4315	50			19	10	
21/1	684220420050	BUSCHSST	4315	40			19/0	3	
18/1	ACW0149754	DANUSSE	4315	142	●		19/0	2	
21/1	ACW1923051	AGSO	4329	24			19/0	6	
17/1	ACW1949474	VOS	6429	14	●		19/0	2	
17/1	ACW4269420	VOS	6415	24			19	2	
17/1	ACW7591614	PKC	806	5			65	1	CS
17/1	ACW2564740	PKC	806	10			65	1	CS
17/1	ACW2497661	PKC	6315	29	●		19/0	3	CS
17/1	ACW9097910	PKC	6315	9	●		19/0	2	CS

Figura 56 Esempio di check delle spedizioni del fornitore

Tramite il monitoraggio delle spedizioni evidenziato nella figura in alto, si individua la quantità totale spedita dal fornitore.

tiitm0101m000 : Gestione Dati Articoli [505]

File Edit Group Workflow Options Order Tools Special Help

Form 1 Form 2 Form 3 Form 4 Form 5 Form 6 Laverda Kanban e K2 Verriciatura PFEP

Articolo ACW9097910 JUNIFER-ENGINE ACCESS LIGHT Off-Integration

Dati d'ordine

Politica d'ordine anonimo

Sistema d'ordine MRP

Metodo di riordino lotto per lo

Ni. lotti al giorno 0

Qta ordine multipla di 9,0000

Quantità ordine minima 0,0000

Quantità ordine massima 9999999,0000

Quantità ordine fissa 1,0000

Lotto economico 9999999,0000

Punto di riordino 0,0000

Intervallo ord. [99] 20

Lead time [99] 58

Tempo di sicur. \Transit [99] 10

Dati di ordine

Data Te ordine ammesso

Agg. dati giacen./ord.

Cod nomenclat 84339000

Paese di origine

Dati art. spet.

Codice piano

Ordni di art. RPT per

Perc tariffa x pianif.

Gg inizio pian.ord.MPS.

Metodo pian. ord. MPS non applica

Percen. min. rimanente 0

MPS/MRP sist.ordine RPT

Zoom

Figura 57 Esempio di interfaccia BAAN per l'inserimento della "quantità ordine multipla"

Dal software gestionale BAAN è possibile identificare la "quantità ordine multipla".

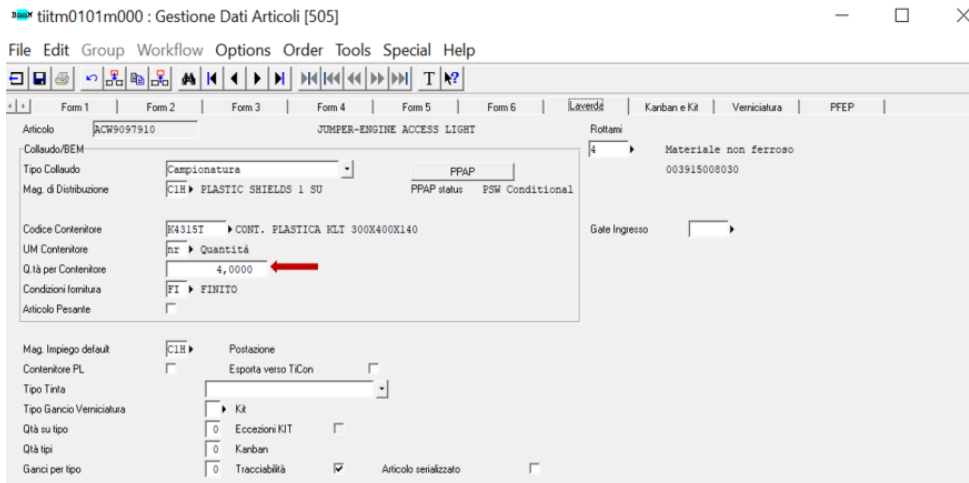


Figura 58 Esempio di interfaccia BAAN per l'inserimento della "quantità per contenitore"

Dal software gestionale BAAN è possibile identificare la "quantità per contenitore".
 Se la "quantità ordine multipla" corrisponde alla spedizione del fornitore ma la "quantità ordine multipla" non corrisponde alla "quantità per contenitore". Viene quindi effettuato uno studio sui costi e allineata la "quantità ordine multipla" con la "quantità per contenitore" nel software gestionale BAAN.

Fornitore	Articolo	Descrizione	Perc	Mag	Conte	Q con	Q Mul	CHECK MULTIPLO	costo standard	NUOVO MULTIPLO	DELTA QTY	DELTA COSTO
BAACARMA	ACW9097910	JUMPER-ENGINE AC	100	MKB	K4315T	4	9	FALSO	7,94 €	4	-5	-39,70 €
BAACARMA	003208814500	FLESS.34UM.3'	100	GS	2A	10	6	FALSO	6,44 €	10	4	25,77 €

Figura 59 Esempio di studio sui costi

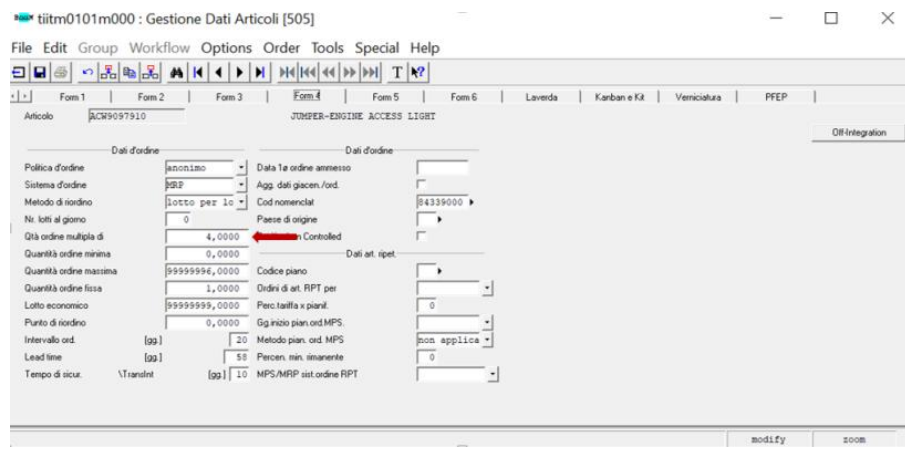


Figura 60 Esempio di allineamento "quantità ordine multipla" e "quantità per contenitore"

Se la "quantità ordine multipla" corrisponde alla "quantità per contenitore". Viene tracciato il codice e stilata una lista dei codici che non rispettano gli accordi contattato il fornitore per allineare le spedizioni agli accordi.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Articolo	Descrizione	Perc	Mag	Contenit	Q con	Q Mul	CHECK MULTIPLO	DATA ARRIVO	CONTENITORE ARRIVATO	QUANTITA' PER CONTENITORE ARRIVATA	COMMENTI
1												
35	ACW1886830	TUBE ASM		100 MKB	K3215T	19	19	VERO	24-nov	K3215T		17 quantità sbagliata

Figura 61 Esempio di tracciamento dei codici che non rispettano i contratti azienda-fornitore

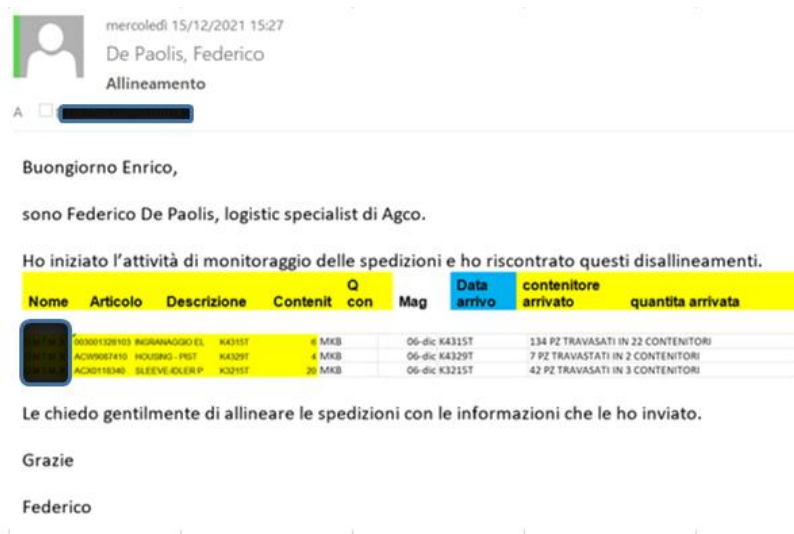


Figura 62 Esempio di contatto fornitore per l'allineamento e il rispetto dei contratti

4.6.5 "Azione correttiva ritardo fornitore"

Al fine di creare un flusso informativo unidirezionale e rendere l'informazione immediata, è stata fatta una richiesta al servizio "know-how" per rendere implementare la sessione "data arrivo" nel sistema gestionale BAAN. Questa sessione viene resa compilabile a tutto l'ufficio planners, personale dedicato anche all'approvvigionamento del materiale, in modo da rendere immediata l'informazione sulla data di disponibilità del mancante.

titfc9516m100 : Gestione Mancanti MES per Logistica [505]

Totale Mancanti Aperti: 766
Totale Mancanti: 37443

1599 - CORTESE Pierina

OSP	Seq	Parte Mancante	Descrizione	Quantà Mancante	Volts	Stato	Canale Logistica	Chiusura Previata	Data Arrivo	Giocatore Mag/Ubicone-Dia
113276	28	003015584300	SOPPORTO EST.ALBE	1,00	10A/1	Aperto				M3B-K431303-24
113177	2	003213474900	LEVA RITEGNO SEMI	3,00	15A/2	Aperto	BITFOR	09/02/2019		G2-E310702-400 M3B-K7305
113276	20	003215629000	MAGNETIC SENSOR	1,00	10B/1	Aperto				M3B-RIC-120
113277	34	003215629000	MAGNETIC SENSOR	1,00	10B/1	Aperto				M3B-RIC-120
113277	3	003215256500	PARETE DI RACCORDO	2,00	15A/1	Aperto	BITFOR	09/02/2019		G2-0320901-52 G2-1190202
113177	4	003215256500	DIVISORE ELEVATOR	1,00	15A/1	Aperto	BITFOR	09/02/2019		G2-1150401-62 M3B-K08100
112722	1	003215242500	SPORTELLO RACC.EL	1,00	15A/1	Aperto				M3B-K501603-4 M3B-K54090
112794	5	003215242500	SPORTELLO RACC.EL	1,00	15A/1	Aperto	BITFOR			M3B-K501603-4 M3B-K54090
113059	4	003215242500	SPORTELLO RACC.EL	1,00	15A/1	Aperto	BITFOR			M3B-K501603-4 M3B-K54090
113046	3	003215242500	SPORTELLO RACC.EL	1,00	15A/1	Aperto	BITFOR			M3B-K501603-4 M3B-K54090

Figura 63 Esempio di interfaccia MES per la sessione "data arrivo" di un componente mancante

A seconda dell'*Ordine Di Produzione (ODP)*, per ogni codice è possibile inserire la data di arrivo.

titfc9516m200 : MES Gestione Data Arrivo Mancanti [505]

Ordine di produzione: 112677

Visualizza mancanti: Tutti

Sequenza	Oper.	Parte Mancante	Descrizione	Quantà Mancante	Motivo Mancante	Traccia	Pipò	Data Arrivo Mancante
4	120	003212750500	SEVERE LEVER	1,00	13 Recuperato	1FA/2	1	
1	10	003215242500	SPORTELLO RACC.ELEV.	1,00	3 Recuperato	15A/2	1	
5	20	003233342500	PULEGGIA COM. INVERSO	1,00	13 Recuperato	1FA/2	1	
4	20	003233343500	DISCO INNESTO INVERS	1,00	13 Recuperato	1FA/2	1	
3	20	003233404505	STAFFA COM. INVERSO	1,00	13 Recuperato	1FA/2	1	
2	120	003233601000	CAVO C/GUAINA COM. IN	1,00	13 Recuperato	1FA/2	1	
7	0	ACW1973970	ACW1973970	1,00	3 Recuperato	1TA	1	

Figura 64 Esempio di interfaccia MES per l'inserimento della data di arrivo di un componente

Nella sessione "*Gestione Mancanti MES per Logistica*" è così possibile vedere la data di arrivo di un componente e rendere l'informazione visibile a tutti in maniera istantanea.

4.6.6 "Azione correttiva rettifica"

La rettifica è un'azione correttiva fatta generalmente in seguito a uno storico. Nel caso in cui la giacenza di un codice registrata nel sistema gestionale *BAAN* non è congruente alla giacenza effettiva nel magazzino, è possibile che il codice non sia stoccato nella posizione indicata da sistema gestionale o che la quantità di codici registrata non sia uguale a quella effettiva, viene effettuato uno storico. Vengono pertanto estratte da *BAAN* le ubicazioni del codice in un determinato arco di tempo, con la relativa data, quantità e tipo di transazione. Viene controllato se il codice in oggetto è presente ancora in tali postazioni. Se è presente, il codice viene portato in area. Se non è presente viene rettificato.

Dal sistema gestionale *BAAN* è possibile svolgere lo storico del codice per vedere, come nell'esempio in figura, dove un articolo è stato ubicato in un certo periodo di tempo. L'operatore controlla se il codice è presente in quelle ubicazioni. Se il codice è presente viene portato in area, altrimenti viene fatta una rettifica.

Mag	Ubicaz.	UM mg.	Data trans	Ora transaz	Tipo transaz	Quantità [nr]
MKB	K301101	nr	24/09/2021	17:32:37	trasferimento	5,0000
MKB	K301101	nr	28/09/2021	09:58:15	trasferimento	-5,0000
MKB	K301101	nr	30/09/2021	14:19:38	trasferimento	8,0000
MKB	K301101	nr	30/09/2021	14:19:43	trasferimento	8,0000
MKB	K301101	nr	30/09/2021	14:20:11	trasferimento	8,0000
MKB	K301101	nr	01/10/2021	14:57:14	trasferimento	-8,0000
MKB	K301101	nr	07/10/2021	18:45:01	trasferimento	-8,0000

Figura 65 Esempio di interfaccia BAAN per visualizzare lo storico di un componente

Viene quindi compilato un modulo nel quale viene indicata la data di richiesta rettifica, il codice con la relativa descrizione e la quantità da rettificare. il modulo deve essere approvato.

Authorization Form For Adjustments 27/01/2022

Requested Date	Item	Description	Q.ty Adjustment	Causal	Group Leader	First Operator	Second Operator	Cause
27/01/2022	003233487500	CAVO SGANC.FRENO STAZIONAMENTO	-3	rpv	Galvan	Vezzaro		Adjustment For Depo
27/01/2022	003235704500	GRID WA - CORN, 55W	-8	RI1	Carlana	Barbieri	Battistella	Correction From Repor
27/01/2022	acw4172150	CYLINDER CENTER BRACKET	-2	RPV	Dalla Valle	Sacco		Adjustment For Depo
27/01/2022	acx2590300	LH SIDE FRAME, PF30/35 IDEAL	-1	RPV	Dalla Valle	Sacco		Adjustment For Depo
27/01/2022	acw4172160	EXTER, CYLINDER BRACKET	-2	RPV	Dalla Valle	Sacco		Adjustment For Depo
27/01/2022	003000162730	FLANGIA CUSCINETTO	-6	RPV	Sartori	Marena		Adjustment For Depo
27/01/2022	ACW0577630	BUSHING	-2	RPV	Galvan	GALVAN	RIZZOLO	Adjustment For Depo
27/01/2022	ACX504670	RH HANDRAIL WA	-6	RPV	Galvan	GALVAN	RIZZOLO	Adjustment For Depo
27/01/2022	003233559500	STONETRAP DOOR HINGE 55W	-2	RPV	Galvan	GALVAN	RIZZOLO	Adjustment For Depo
27/01/2022	acw3484760	CROSS REINFORCEMENT	-16	RPV	Dalla Valle	Zambello		Adjustment For Depo
27/01/2022	acw616875a	REINFORCEMENT	-6	RPV	Dalla Valle	Zambello		Adjustment For Depo
27/01/2022	ACW7581860	PLATE-GUSSET	-10	RPV	Dalla Valle	Dalla Valle R		Adjustment For Depo
27/01/2022	ACW1273360	ANTI SLIP STRIP-BLACK L=400	-260	scg	meneghetti	cortese		Adjustment For Scra
27/01/2022	003236639000	MOTORE IDRAULICO 2 VELOCITA'	+1	ri1	meneghetti	cortese		Correction From Repor
27/01/2022	ACX3292130	SUPPORT	-2	RPV	Galvan	GALVAN	RIZZOLO	Adjustment For Depo

Figura 66 Esempio di un modulo di autorizzazione rettifiche

Una volta approvato il modulo, da sistema gestionale BAAN, nella sezione "magazzino", "inserimento movimenti magazzino", è possibile inserire il "codice articolo" "magazzino" da cui si rettifica la quantità,, il tipo di transazione, e la quantità rettificata. Una volta terminata la rettifica, le giacenze effettive e le giacenze registrate a sistema risulteranno allineate.

Figura 67 Esempio di interfaccia MES per allineamento giacenze

4.7 Fase 5: Controllo

La prima fase di controllo in questo caso reale, è avvenuta della definizione dei KPI. Inizialmente i per il calcolo dell'efficacia degli operatori erano stati considerati tutti i componenti mancanti. Solo dopo aver constatato che l'efficacia

effettiva degli operatori non può dipendere da mancanze esterne all'azienda, è stato deciso di pulire i dati dai componenti mancanti a causa di ritardo fornitura. Successivamente anche il calcolo del secondo KPI, l'efficacia dei processi, è stato deciso di suddividerlo in due indicatori, (numero di mancanti in uscita linea e media componenti mancanti per macchina). Questo per avere un dato più accurato e rappresentativo. Sostanzialmente la prima fase di controllo è stata di supporto per l'identificazione dei più adatti KPI.

La seconda fase di controllo, seguendo la stessa logica correttiva, è stata utilizzata nella fase di implementazione delle azioni correttive. Una volta implementata l'azione correttiva, dal monitoraggio dei dati, che vedremo nel paragrafo successivo, è possibile controllare se questa azione correttiva abbia effettivamente portato un miglioramento. E' opportuno dire che non tutte le azioni correttive hanno un riscontro immediato. In questa seconda azione di controllo si verifica quindi l'efficacia di una azione per poter studiare, in caso di risultato negativo, una seconda azione correttiva.

4.8 Fase 6: Monitoraggio

La fase di monitoraggio, come da modello, è stata una fase di supporto iniziata di pari passo con l'identificazione dei KPI definitivi. Questa fase si è svolta in parallelo alle altre fasi del modello. In particolare è iniziata l'11 gennaio, e aggiornata giornalmente, fino a conclusione del progetto di tesi. Verrà inoltre utilizzata come base dati in azienda per eventuali ulteriori analisi riguardo questa problematica.

KPI	DESCRIZIONE	STRUMENTO	11-gen	12-gen	13-gen	14-gen	17-gen	18-gen	19-gen	20-gen	21-gen	24-gen	25-gen	26-gen	27-gen	28-gen	31-gen	
1) DISTANZA MEDIA	DISTANZA MEDIA PERCORSO NEL RECUPERO MANCANTI	SPAGHETTI CHART	9880	8900	9100	9800	8000	7900	8570	8500	8900	7700	6850	8200	8000	8400	7930	
2) EFFICACIA PROCESSI	NUMERO MANCANTI IN USCITA LINEA (Al netto dei codici)		19	9	4	5	10	15	2	7	6	12	18	20	19	10	23	
	MEDIA MANCANTI IN USCITA LINEA PER MACCHINA	MANCANTI USCITA LINEA/ NUMERO DI	4,75	2,25	1,33	1,67	3,33	3,75	0,67	2,33	1,50	3	6	6,67	4,75	3,33	7,67	
3) % EFFICACIA OPERATORI	NUMERO MANCANTI RECUPERATI IN USCITA LINEA SUL	TOTALE CHIUSI SULLE MACCHINE IN USC	14	14	17	10	9	11	7	11	14	8	6	9	12	8	11	
		(CHIUSI/(APERITI+RECUPERATI+CHIUSI))	42%	48%	81%	67%	47%	42%	100%	61%	70%	40%	21%	36%	39%	42%	32%	
4) NUMERO TOALE DEI CODICI SCRITTI IN LAVAGNA	INDIVIDUA LE MACROCAUSE DEI MANCANTI	TOTALE	84	86	79	89	100	91	86	109	75	115	85	104	62	58	83	
		1) Multipostazione	1	3	3	1	2	4	1	1	1	1	3	3	4	0	3	3
		2) Mancante KIT	27	30	28	45	31	35	8	32	21	39	26	35	2	8	26	
		3) BPA	0	0	2	1	1	2	1	0	6	0	0	1	0	0	4	
		4) Qualita'	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
		5) Materiale in area	2	0	1	0	0	6	5	9	3	10	1	5	0	4	10	
		6) In lavoro	8	20	11	13	23	15	31	18	11	17	19	15	22	13	12	
		7) K2	8	2	7	7	4	2	4	3	2	3	3	5	5	1	3	
		8) Non sparato	6	9	12	4	9	8	7	12	7	18	4	11	10	9	8	
		9) Ric	2	1	3	3	1	4	1	4	9	5	1	1	1	1	0	
		10) Rottura di stock	4	6	8	4	8	10	5	16	4	8	7	6	14	7	2	
		11) Ritardo fornitore/fabbricazione	2	4	3	5	2	2	3	4	5	2	5	3	8	4	6	
		12) Reticifica	2	0	1	0	0	2	2	1	2	1	0	0	0	1	2	
		13) Non impegnato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Codici non segnati	22	10	0	6	19	0	18	8	4	9	15	18	0	7	7			
14) Inefficacia operatore nella trascrizi		26%	12%	0%	7%	19%	0%	21%	7%	5%	8%	18%	17%	0%	12%	8%		

Figura 68 Esempio di foglio di monitoraggio utilizzato in azienda

Una volta definiti i KPI, giornalmente si è provveduto alla compilazione del foglio elettronico. Questa fase che può sembrare scontata non è banale in quanto consente di essere reattivi. Consente anche di fare delle previsioni su eventi che possono accadere e consente infine di poter essere informati in maniera costante sull'andamento di fattori controllati e sui quali si vuole lavorare.

CAPITOLO 5 “CONCLUSIONI E PROPOSTE FUTURE”

Data la costante azione di monitoraggio dei dati che proseguirà oltre il progetto di tesi, sono stati analizzati in questo capitolo i dati del mese di marzo con considerazioni delle azioni correttive implementate e focus sui primi risultati. Verranno successivamente fatte delle proposte di miglioramento futuro al fine di garantire un ulteriore miglioramento della gestione di questa problematica.

5.1. Analisi dei risultati e conclusioni

5.1.1 Benchmark KPI

Al termine del progetto è stato possibile effettuare un confronto tra i dati raccolti nei mesi di gennaio e febbraio e i dati raccolti nel mese di marzo.

Il primo KPI analizzato è stato l'efficacia dei processi. Questo KPI è stato valutato in base al numero di componenti mancanti in media su ogni macchina che esce dalla linea di assemblaggio. Nel mese di gennaio e febbraio si è individuata una media di 3,35 componenti per macchina mentre nel mese di marzo una media di 2,53 componenti per macchina registrando una media di quasi un componente mancante per macchina in meno.

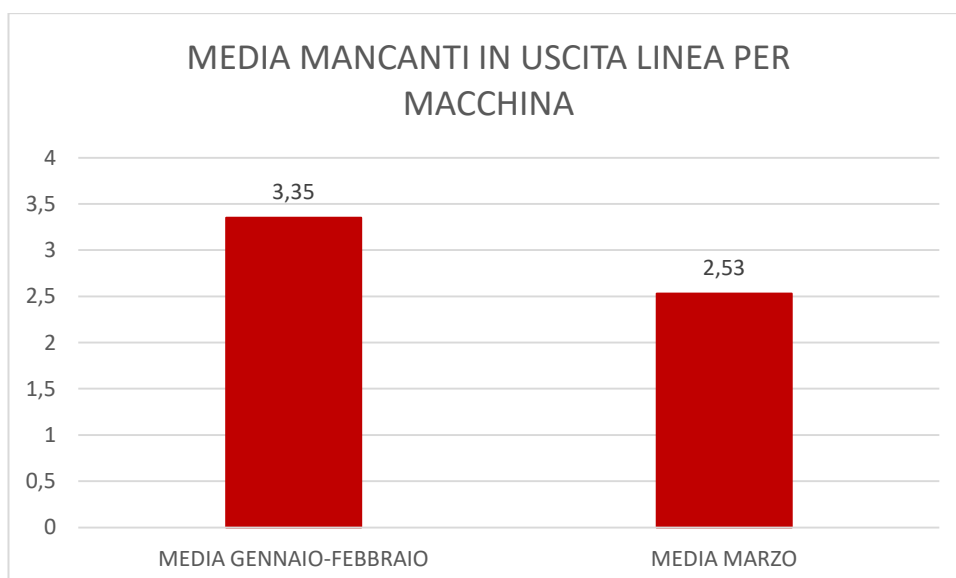


Figura 69 Benchmark media mancanti per macchina

Il secondo KPI analizzato è stato l'efficacia degli operatori. Questo indicatore è stato valutato in base al numero di componenti "mancanti" montati sulle macchine uscite dalla linea giornalmente, diviso tutti i componenti mancanti registrati a sistema per quelle macchine, al netto dei componenti mancanti per ritardo fornitura. Nel mese di gennaio e febbraio si è registrata una media del 58% mentre nel mese di marzo una media del 68%. Si è registrato quindi un aumento di 10 punti percentuali.

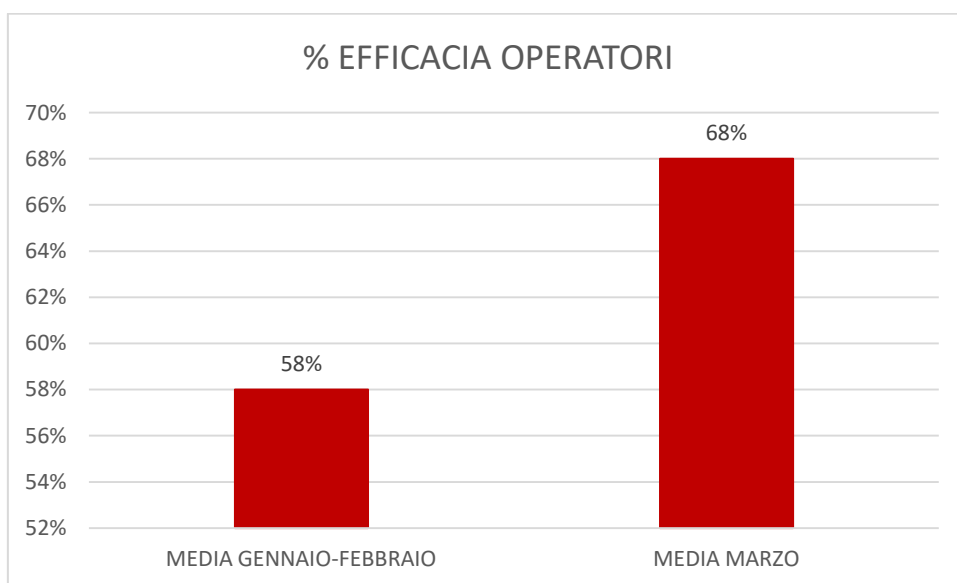


Figura 70 Benchmark % efficacia operatori

Inoltre si è monitorato solamente il numero di componenti "mancanti" a sistema assemblati sul totale delle macchine che giornalmente escono dalla linea che per i mesi di gennaio e febbraio è stata pari a 14,85 componenti sul totale delle macchine mentre nel mese di marzo pari a 19 componenti sul totale delle macchine. Si è registrato un aumento di circa 4 componenti montati in più sul totale delle macchine che transitano.

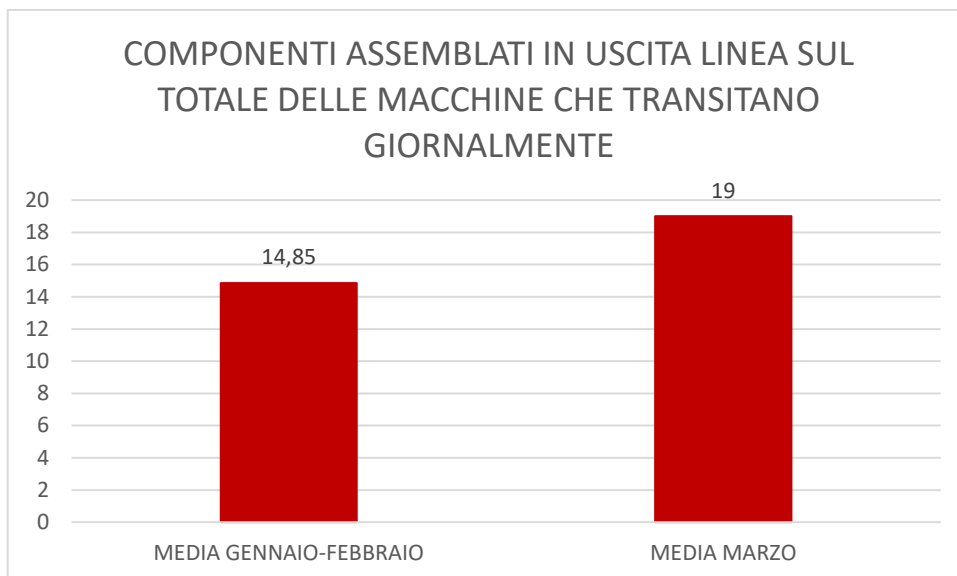


Figura 71 Benchmark componenti assemblati in uscita linea sul totale delle macchine che transitano giornalmente

In ultimo, il terzo *KPI* analizzato è stato la distanza percorsa giornalmente in media da un operatore dedicato all'attività di recupero mancanti. Nel mese di gennaio febbraio di è individuata una media di 8,28 km mentre nel mese di marzo una media di 7,2 Km.

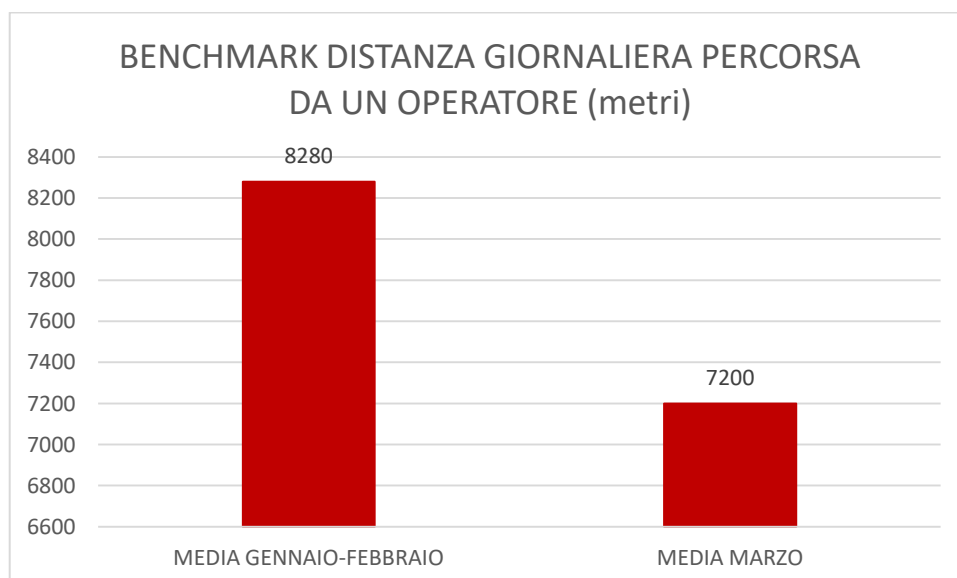


Figura 72 Benchmark distanza giornaliera percorsa da un operatore

Questa riduzione di distanza percorsa è dovuta all'incremento di efficacia dei processi e degli operatori.

E' possibile dire quindi che si notano leggeri miglioramenti e che la direzione da seguire è corretta.

5.1.2 Risultati azioni correttive

Il continuo monitoraggio dei dati ha permesso di verificare gli effettivi primi miglioramenti in seguito alle azioni correttive implementate.

- 1) Come si può notare dai grafici di seguito, l'azione correttiva dei componenti multi-postazione ha comportato una riduzione dei componenti generati da questa macro-causa da una media di 2,8 componenti al giorno a una media di 1,7 componenti al giorno.

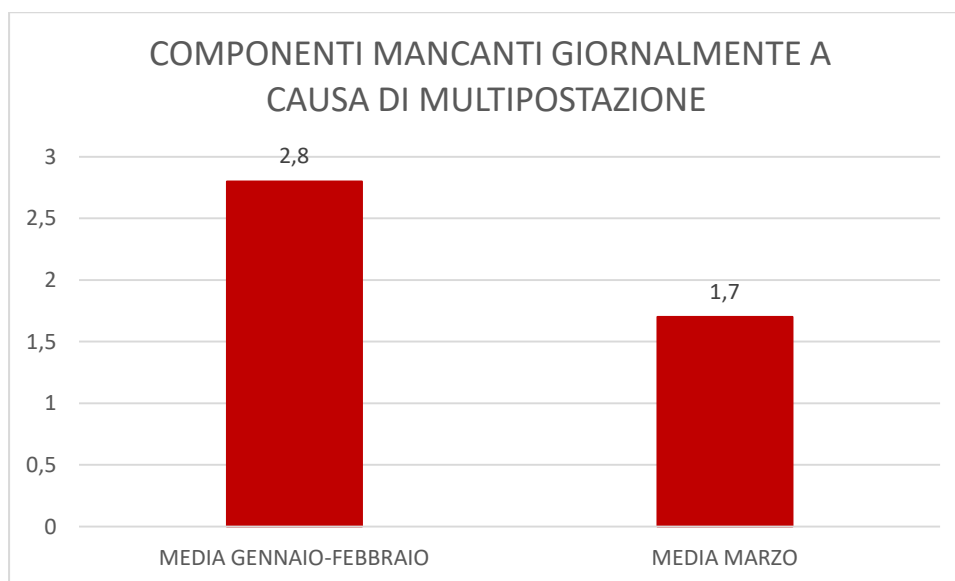


Figura 73 Benchmark componenti mancanti giornalmente a causa di postazioni multiple.

Si riscontra una diminuzione dei componenti, in seguito all'azione correttiva implementata di circa un componente in media al giorno.

- 2) In maniera analoga, la definizione di un adeguato layout dell'area *Big Parts (BPA)*, ha permesso la diminuzione di componenti mancanti generati da questa macro

causa da una media di 1,2 componenti al giorno a una media di 0,22 componenti al giorno.

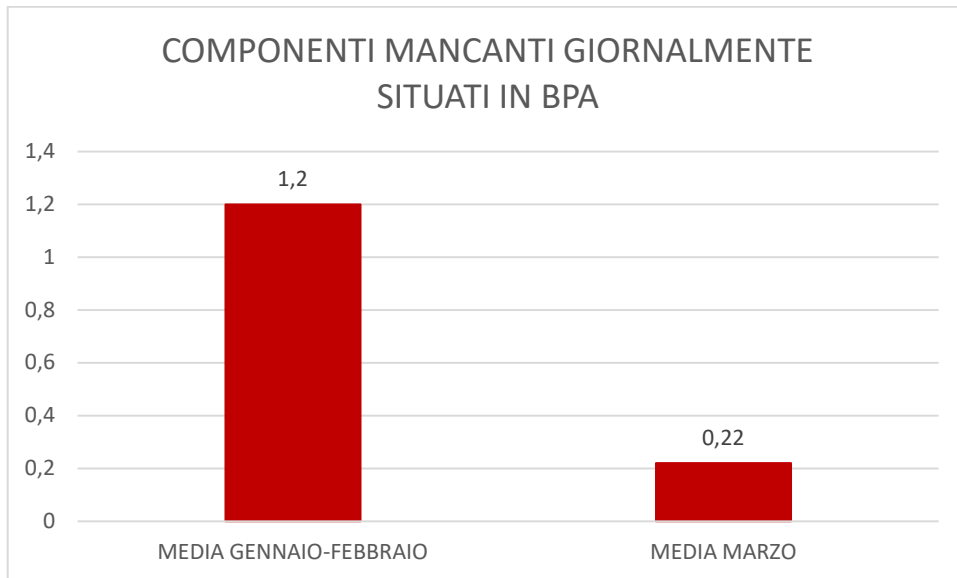


Figura 74 Benchmark componenti mancanti dell'area Big Parts

Si riscontra una diminuzione dei componenti, in seguito all'azione correttiva implementata di circa un componente in media al giorno.

- 3) Le azioni di *training* hanno consentito di diminuire la media dei componenti scritti nelle lavagne a causa di codici "non sparati" da una media di 9,7 componenti al giorno a una media di 4,4 componenti al giorno.

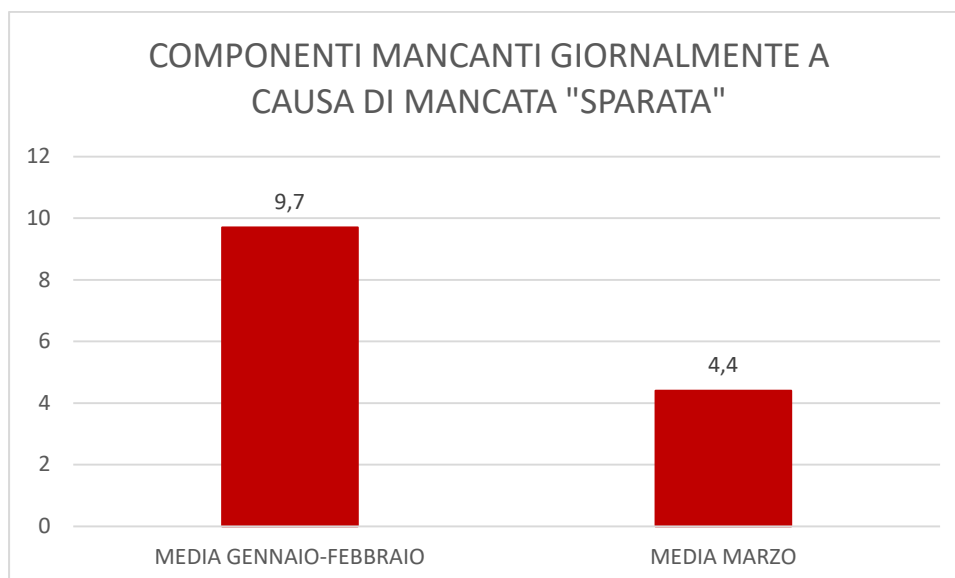


Figura 75 Benchmark componenti mancanti giornalmente a causa di mancata sparata

Si riscontra una diminuzione dei componenti, in seguito all'azione correttiva implementata di circa 5,3 componenti in media al giorno.

Ci si aspetta che stabilendo degli incontri di *training* ordinari, questa media sia destinata ad arrivare prossima allo zero. L'azione di *training* fondamentale è stata quella iniziale, svolta agli operatori dedicati alla compilazione del file per la raccolta dati, che ha consentito di avere una base dati più chiara ed affidabile.

Il progetto *Plan For Every Part* implementato risulta essere nella fase iniziale e per questo non sono stati riscontrati particolari miglioramenti, così come per le azioni di rettifica non è possibile vedere risultati tangibili se non per il fatto che le giacenze effettive saranno sempre più allineate con le giacenze fisiche. L'implementazione della sessione *M.E.S.* al reparto dei *material planners* ha consentito di creare l'inizio di un flusso informativo unidirezionale, con l'apporto di tutti i benefici discussi nel capitolo 1. Questo flusso informativo servirà da base per coinvolgere ulteriori reparti quali, come vedremo nel paragrafo successivo, il reparto verniciatura e i reparti qualità.

Ci si aspetta una fase di stabilizzazione di componenti mancanti leggermente inferiore a quella individuata nei periodi di gennaio-febbraio. Il problema più grande riscontrato in tale progetto di tesi è stato nel cambio di abitudine delle persone. Le azioni di *training* effettuate in azienda hanno avuto i primi riscontri positivi solamente dopo vari solleciti e momenti di chiarimento. In un'azienda che opera in mercati globali risulta necessario

essere al passo con i tempi, se non addirittura di anticiparli, per questo è importante essere dinamici e creare una mentalità strutturata, organizzata e incentrata sul miglioramento continuo.

5.2 Proposte future

5.2.1 Proposta di miglioramento macro-causa “verniciatura-qualità”

La prima proposta di miglioramento continuo risiede nello sfruttamento del flusso informativo implementato nel reparto *material planners*. Allo stesso modo è possibile creare lo stesso flusso con il reparto verniciatura e reparti qualità aprendo le stesse sessioni a sistema. In questo modo i reparti coinvolti potranno rendere visibile a tutti la disponibilità di un codice che è stato sottoposto a lavorazioni di verniciatura o controllo qualità consentendo così agli operatori di non recarsi in tali reparti se il codice non è disponibile evitando spostamenti non necessari. Già solo per il reparto verniciatura si stimano 30 minuti delle 8 ore lavorative giornaliere impiegati in questi movimenti.

5.2.2 Proposta di miglioramento macro-causa “RIC”

Dato il periodo di difficoltà di reperimento materie prime e i ritardi nel processare materiali in ingresso, a causa anche di ritardi fornitori, per i componenti mancanti con macro-causa “ric”, che vengono richiesti dalla linea ma ancora sono in fase di scarico dal camion, viene proposto di stabilire una matrice di priorità dei codici da scaricare, evitando quindi che vengano sottoposti a tutte le fasi di stoccaggio, rendendo il materiale subito disponibile per la linea di assemblaggio.

5.2.3 Proposta di miglioramento scaffalature

Data infine l'elevata quantità di codici che risultano obsoleti ma ancora presenti nelle scaffalature e data l'intenzione di voler aumentare la cadenza della linea di assemblaggio, si propone di eliminare tutti i codici obsoleti da scaffalature e magazzini al fine di diminuire la saturazione di questi ultimi, consentendo lo stoccaggio di materiale per supportare l'incremento della cadenza e consentendo tuttavia di avere *work station* più organizzate ed efficaci.

5.2.4 Proposta di miglioramento gestione KIT

Dalla mappatura della gestione *KIT* è possibile vedere come l'utilizzo di due software, *GPC* e *M.E.S.*, per la gestione di questi componenti mancanti, generi un processo di gestione ampio e complesso. In questo caso l'eliminazione del software *GPC* e l'inserimento dei mancanti *KIT* direttamente sul software gestionale *M.E.S.* consentirebbe di ridurre notevolmente le fasi di questa gestione consentendo di avere un unico flusso informativo unidirezionale su *M.E.S.* riducendo conseguentemente il generarsi di errori ed avere un'informazione efficace ed istantanea.

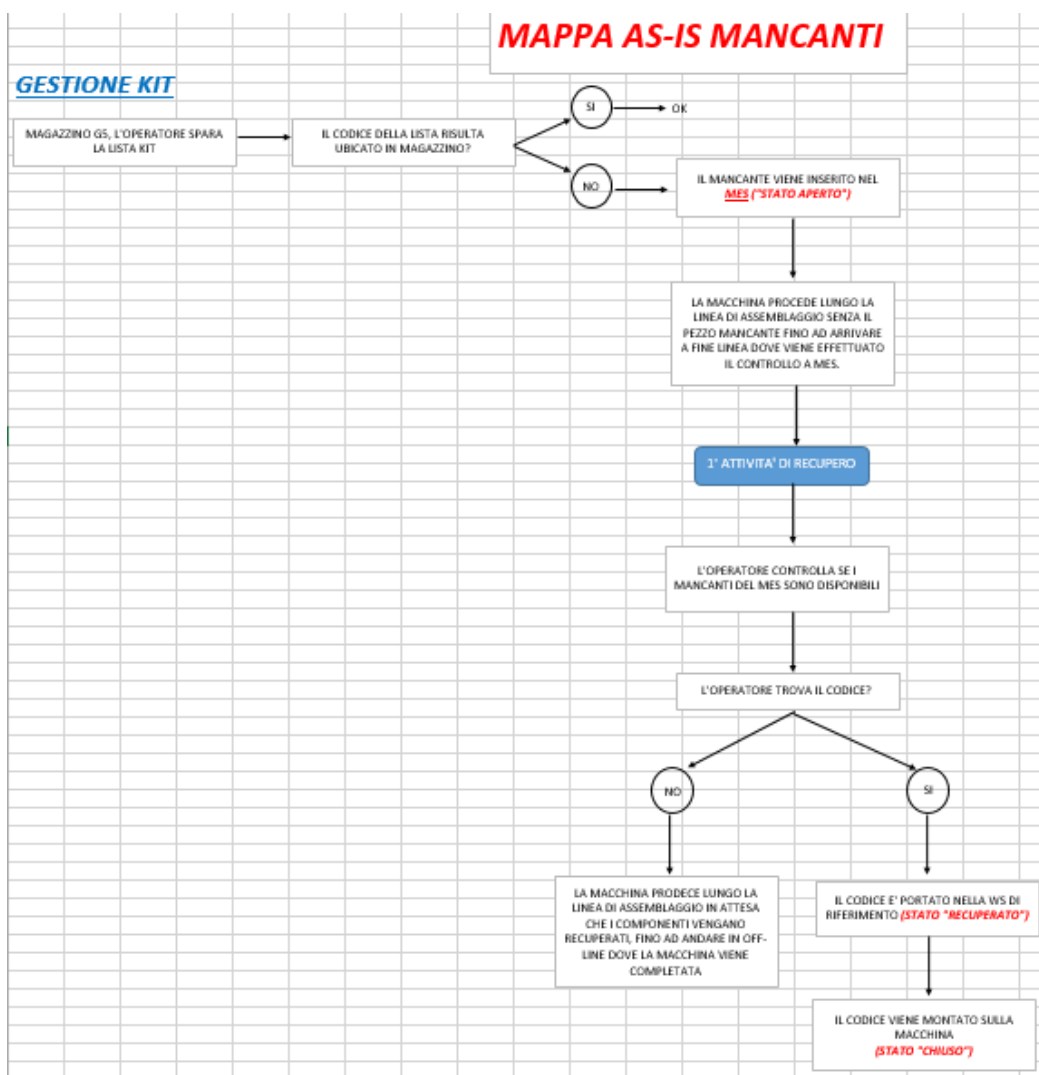


Figura 76 Mappa To-Be gestione kit

5.2.5 Proposta di miglioramento lavagne

In ultimo, avendo tutte le gestioni dei componenti mancanti l'inserimento dei codici sulle lavagne, anche in questo caso l'eliminazione delle lavagne e l'inserimento dei componenti mancanti direttamente sul software gestionale *M.E.S.*, consentirebbe di fare un discorso molto simile a quello fatto nel paragrafo 5.2.4. Il questo caso sarebbe opportuno partire con un progetto pilota ed eliminare le lavagne per area in modo tale da studiare la reazione degli operatori, essendo le abitudini, come detto precedentemente, le più difficili da cambiare.

SITOGRAFIA

- ✓ <https://www.agcocorp.com/>
- ✓ <https://www.goskills.com/Lean-Six-Sigma>
- ✓ DMAIC-Cycle.png (2499×2499) (leansixsigmatraining.ie)
- ✓ <https://www.theleansixsigmacompany.it/dmaic/>
- ✓ 2-Fendt-Ideal-9T-1-400x284.jpg (400×284) (surplex.net)
- ✓ value_stream_mapping_kanban.png (340×263)
- ✓ aMOzmJJ_ewXJ8D7jFgaRJIXXL4j3HpexhjNOF_P3YmryPKwJ94QGRtDb3Sbc6KY(1451×1451) (scoop.it)
- ✓ spaghetti.jpg (573×383) (leanmanufacturing.it)
- ✓ Che cos'è il ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA)? | Cantone di Kanbanize
- ✓ <https://www.make-consulting.it/servizi/lean-management/lean-supply-chain/>
- ✓ <https://www.topsupplier.com/blog/il-plan-for-every-part-la-gestione-dei-dati-critici-per-prendere-le-giuste-decisioni-scopriamolo-insieme->
- ✓ <https://www.leanthinking.it/cosa-e-il-lean-thinking/aree-di-applicazione/lean-supply-chain-management/>
- ✓ [https://it.wikipedia.org/wiki/Just_in_time_\(produzione\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Just_in_time_(produzione))
- ✓ https://amslaurea.unibo.it/739/1/Grilli_Paolo_tesi.pdf
- ✓ <https://www.opta.it/logistica-aziendale/logistica-distributiva/milk-run-logistica>
- ✓ Il problema degli elementi mancanti al momento della produzione:... - Google Scholar (GOOGLE SCHOLAR)
- ✓ Scopus - Dettagli del documento - Gestione delle parti mancanti basata sul metodo nelle relazioni fornitore-cliente - Insegnamenti tratti dall'industria aeronautica europea

- ✓ <https://www.opta.it/operations-management/pianificazione-della-produzione/la-gestione-dei-mancanti-italcab>
- ✓ <https://doaj.org/article/e960b23e7157412d9c2c477151867241>
- ✓ 26-49.pdf (replica.it)
- ✓ replishment - Ricerca (bing.com)
- ✓ Come diminuire i mancanti attraverso la pianificazione - Quin (quinlive.it)
- ✓ <https://explore.openaire.eu/search/publication?pid=10.4028%2Fwww.scientific.net%2Famm.713-715.2352>
- ✓ Un algoritmo di pesatura per il controllo di componenti mancanti in una linea farmaceutica - Alessandro Silvestri, Domenico Falcone, Cristina Cerbaso, Antonio Forcina, 2014 (sagepub.com) (GOOGLE SCHOLAR)
- ✓ Insert Title here (Style: Paper title) (researchgate.net) (GOOGLE SCHOLAR)
- ✓ Esempi di Poka Yoke che devi sapere | GoSkills
- ✓ Modello di produzione di kit per torri di telecomunicazione basato sull'approccio di Ikea per ridurre al minimo il ritorno a causa di parti mancanti in un kit aziendale per la lavorazione dei metalli | SpringerLink (GOOGLE SCHOLAR)
- ✓ Modello di produzione di kit per torri di telecomunicazione basato sull'approccio di Ikea per ridurre al minimo il ritorno a causa di parti mancanti in un kit aziendale per la lavorazione dei metalli | SpringerLink (GOOGLE SCHOLAR).

BIBLIOGRAFIA

- ✓ Panizzolo R., Slide delle lezioni, Insegnamento di Gestione Snella dei Processi, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, A.A. 2020/2021
- ✓ Persona A., Slide delle lezioni, Insegnamento di Logistica Industriale, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova, A.A. 2020/2021
- ✓ “LEAN THINKING, Come creare valore e bandire gli sprechi”- James P. Womack, Daniel T. Jones