



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in INGEGNERIA MECCANICA

Le politiche di lean production applicate al contesto manifatturiero

Lean production policies applied to manufacturing context

Relatore: Chiar.mo
Prof. Filippo Emanuele Ciarapica

Tesi di Laurea di:
Alessandro Esposito

A.A. 2019 / 2020

A nonno Matteo

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	5
2. VALUE STREAM MAPPING.....	6
2.2 VSM DELLO STATO ATTUALE.....	8
2.2.1 DISEGNO DELLA MAPPA DELLO STATO ATTUALE.....	8
2.2.2 APPLICAZIONE VSM AL CASO ACME.....	9
2.3 COSA RENDE UN FLUSSO DI VALORE LEAN?	16
2.3.1 SOVRAPPRODUZIONE.....	16
2.3.2 CARATTERISTICHE DI UN FLUSSO DI VALORE LEAN.....	17
2.4 VSM DELLO STATO FUTURO.....	21
2.5 RAGGIUNGERE LO STATO FUTURO.....	30
2.5.1 SUDDIVIDERE LA REALIZZAZIONE IN PICCOLE FASI.....	30
2.5.2 PIANO DI ATTUAZIONE DI UN FLUSSO DI VALORE.....	32
2.5.3 IL MIGLIORAMENTO DEL FLUSSO DI VALORE LAVORO DEL MANAGEMENT.....	34
3. CASI DI STUDIO.....	35
3.1 APPLICAZIONE DELLA VSM AD UN SETTORE INDUSTRIALE INDIANO.....	35
3.1.1 L'AZIENDA XYZ: PROBLEMA E CONSEGUENZE COMMERCIALI.....	35
3.1.2 VALUE STREAM MAPPING ALLO STATO CORRENTE.....	36
3.1.3 ANALISI DELLO STATO CORRENTE.....	39
3.1.4 MODIFICHE PROPOSTE PER LO STATO FUTURO INSIEME A BENEFICI REALIZZATI.....	41
3.2 CASO DI STUDIO APPLICATO AL SETTORE INDUSTRIALE.....	46
3.2.1 INFORMAZIONI SULLA SOCIETÀ.....	46
3.2.2 VSM ALLO STATO CORRENTE.....	46
3.2.3 VSM ALLO STATO FUTURO.....	50
3.2.4 EVENTI KAIZEN.....	53
3.3 CASO DI STUDIO DI UN PRODUTTORE DI APPARECCHIATURE ORIGINALI PER L'INDUSTRIA AUTOMOBILISTICA.....	58
3.3.1 PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA.....	58
3.3.2 VSM STATO CORRENTE.....	61
3.3.3 VSM STATO FUTURO.....	65
3.3.4 ANALISI FINANZIARIE.....	70
4. FLUSSO DEI MATERIALI.....	71
4.1 PLAN FOR EVERY PART (PFEP).....	80
4.2 SVILUPPO DI UN MARKET DELLE PARTI ACQUISTATE.....	84
4.2.1 DETERMINARE I LIVELLI MASSIMI DI SCORTE.....	85
4.2.2 CALCOLO DELLE QUANTITÀ DI CONTENITORI.....	87
4.3 PROGETTAZIONE DEL PERCORSO DI CONSEGNA E IL SISTEMA DI GESTIONE DELLE INFORMAZIONI.....	93
4.3.1 INGRANDIMENTO DEL PERCORSO ORIGINALE PER RENDERLO ALTAMENTE EFFICIENTE.....	105
4.3.2 AMPLIAMENTO DEL SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE LEAN DEI MATERIALI ALL'INTERA STRUTTURA.....	107
4.4 SOSTENIMENTO E MIGLIORAMENTO.....	108
4.4.1 TRE AREE CHE DOVREBBERO ESSERE CONTROLLATE.....	110
4.4.2 GESTIONE DELLE SOVRAPPOSIZIONI.....	112
5. CONCLUSIONI.....	114
6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	115
7. RINGRAZIAMENTI.....	116

INTRODUZIONE

Il termine “Lean production” è stato coniato nel 1988 da John Krafcik. Il termine Lean è il nome con cui viene reso noto il sistema di produzione Toyota in Occidente. Il suo obiettivo principale è la soddisfazione del cliente fornendo prodotti, servizi e sistemi di qualità di cui i clienti hanno bisogno fornendoli però in quantità necessaria al giusto prezzo e con un minimo di materiali, attrezzature, spazi di lavoro e tempo. Tutti i sistemi sono migliorabili e l'obiettivo che le aziende cercano è quello di ottenere un processo o un servizio che realizzi solo ciò che è necessario con la qualità che il cliente si aspetta nel più breve tempo possibile. Ciò che muove le società Lean, è dare solo ciò che il cliente è disposto a pagare, se rileva qualche vantaggio aggiuntivo che può essere venduto anche per uno strato di mercato ed essere redditizio senza intaccare il tutto da un lato, si dovrebbe considerarlo. La riduzione e l'eliminazione degli sprechi porta a massimizzare i vantaggi competitivi all'interno dell'azienda cercando di essere più competitivi, questo è stato avviato meticolosamente negli anni '80 in TOYOTA da Taiichi Ohno e Shingeo. Orientato fondamentalmente ad una maggiore produttività, riducendo gli sprechi e utilizzando meglio le poche risorse disponibili. Lean production è dunque una generalizzazione e divulgazione in occidente del sistema di produzione Toyota, che ha superato i limiti della produzione di massa, sviluppato da Henry Ford e Alfred Sloan, applicata allora, e ancora oggi, dalla quasi totalità delle aziende occidentali. Effettuando una traduzione letterale è possibile notare come questo termine significhi “produzione snella”. Il termine “snella” racchiude una serie di ideologie definite “Lean thinking”. Il “Lean thinking” aiuta a definire precisamente il valore dei singoli prodotti, a identificare il flusso di valore, a far sì che questo flusso scorra senza interruzioni e il cliente “tiri” il valore dal produttore perseguendo, infine, la perfezione attraverso il miglioramento continuo.

1. VALUE STREAM MAPPING

Nel libro "learning to see", di M. Rother e J. Shook, gli autori presentano uno degli strumenti più importanti di cui si ha bisogno per eliminare il "muda" (i nipponici con questo termine indicano le attività inutili che non aggiungono valore quindi improduttive): la mappa del flusso di valore. Con il termine Flusso di valore vogliamo raggruppare tutte le azioni, sia a valore aggiunto che no, atte a portare un prodotto attraverso i principali flussi essenziali per ogni prodotto: in primis il flusso di produzione dalla materia prima alle braccia del cliente, et in secundis il flusso progettuale dall'idea al lancio.

La mappatura del flusso di valori è uno strumento di carta e matita che aiuta a vedere e comprendere il flusso di materiale e informazioni mentre un prodotto fa strada attraverso il flusso del valore. Ciò che si intende per mappatura del flusso di valore è semplice: seguire il percorso di produzione di un prodotto dal cliente fino al fornitore e tracciare una rappresentazione visiva di ogni processo nel flusso di informazioni e materiali.

Per ottenere risultati "lean" non basta fare solo la "mappatura", che è solo una tecnica, ma implementare un flusso che aggiunge valore. Per fare ciò è necessaria una "visione" del flusso e la mappatura aiuta a vedere e concentrarsi sul flusso con una visione di uno stato ideale, o almeno migliorato. Per trarre vantaggio dalla mappatura del flusso di valore, è necessario utilizzarla in officina, mappando un flusso di valore reale che verrà realmente implementato.

All'interno del flusso di produzione, il movimento del materiale attraverso la fabbrica è il flusso che di solito viene in mente. In realtà c'è un altro flusso - di informazioni - che dice a ogni processo cosa fare in quel momento o successivamente. Materiale e flusso di informazioni sono due facce della stessa medaglia e vanno mappati entrambi.

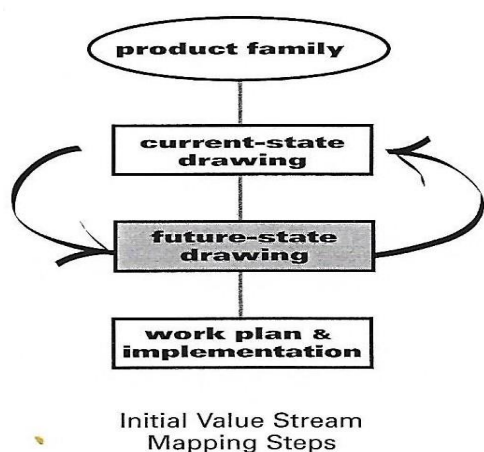
Nella lean production, il flusso di informazioni viene trattato con la stessa importanza del flusso di materiale. Ad esempio, Toyota ed i suoi fornitori possono utilizzare gli stessi processi di conversione dei materiali di base dei produttori di massa, come stampaggio / saldatura / assemblaggio, ma gli stabilimenti Toyota regolano la loro produzione in modo molto diverso dai produttori di massa. La domanda da porsi è: "Come si possono far fluire le informazioni in modo che un processo produca solo ciò di cui ha bisogno il processo successivo quando ne ha bisogno?"

Un punto da capire chiaramente prima di iniziare è la necessità di concentrarsi su una famiglia di prodotti. Spesso i clienti dell'azienda si preoccupano dei loro prodotti specifici, non di tutti i prodotti che produce l'azienda stessa. Quindi non bisognerà mappare tutto ciò che passa attraverso l'officina. A meno che non si abbia un piccolo impianto con un solo prodotto, disegnare tutti i flussi di prodotti su una mappa è troppo complicato. Quindi partendo dal cliente finale, si dovranno dapprima identificare le famiglie di prodotti del flusso di valore. Una famiglia è un gruppo di prodotti che passano attraverso fasi di lavorazione simili e su apparecchiature comuni nei processi a valle. Si rammenta che per l'individuazione di una famiglia di prodotti ci sono vari algoritmi: per esempio quello di KING. In generale, non si deve cercare di distinguere le famiglie di prodotti esaminando i passaggi di fabbricazione a monte, che possono servire molte famiglie di prodotti in modalità "batch". Bisognerà annotare qual è la famiglia di prodotti selezionata, quanti diversi numeri di parte finiti ci sono nella famiglia, quanto è richiesto dal cliente e con quale frequenza.

Si può notare come per il tracciamento di un flusso di valore per una famiglia di prodotti si arriva oltre i confini organizzativi della azienda. Poiché le aziende tendono ad essere organizzate per dipartimenti e funzioni, invece che dal flusso di passaggi di creazione di valore per le famiglie di prodotti. In quest'osservazione all'organizzazione spesso si scopre che nessuno è responsabile della prospettiva del flusso di valore. È sorprendentemente raro visitare una struttura e trovare una persona che conosce l'intero flusso di materiale

e informazioni per un prodotto (tutti i processi e come ciascuno di essi è programmato). Tuttavia, senza questo, le fasi del flusso saranno lasciate al caso, il che significa che le singole aree di lavorazione funzioneranno in modo ottimale dal loro punto di vista e non dal punto di vista del flusso di valore. A questo punto è necessaria una persona con la responsabilità principale di comprendere il flusso di valore di una famiglia di prodotti e migliorarlo. A tal proposito s'introduca la figura professionale del Value Stream Manager. Si suggerisce che in questa veste faccia rapporto la persona più importante del sito produttivo.

Vari sono i compiti del manager del flusso di valori, tra i più importanti ci sono: controllo del flusso di valore con cadenza giornaliera o settimanale, guida a creazione di mappe di flusso di valore dello stato corrente e dello stato futuro, segnalazione dello stato di implementazione "lean" alla persona principale in loco (es. responsabile di reparto). Importante è l'introduzione del concetto di "kaizen". Tutti questi compiti sono generalmente impiegati nella metodologia *Kaizen*. La parola giapponese *kaizen* è composta dalle parole *kai* (cambiamento, miglioramento) e *zen* (buono, migliore) significa letteralmente "cambiamento verso il meglio" e denota il processo di miglioramento continuo con l'obiettivo di eliminare gli sprechi mediante il coinvolgimento di tutti. Il *kaizen* consiste in una successione cumulativa di continui miglioramenti e il cambiamento accade a piccoli passi. Il *kaizen*, è recepito come innovazione, è tale a livello metodologico e non tecnologico dato che osserva principalmente i processi e la programmazione del lavoro. Allora il miglioramento continuo è un processo graduale e costante che non presume enormi investimenti, presuppone una corta pianificazione e realizzazione e si fonda sul lavoro in Team. Scorgiamo ora i passaggi del mapping del flusso di valori.



Dopo l'identificazione della product family, si va a disegnare lo stato attuale, che viene fatto raccogliendo informazioni in officina. Ciò fornisce le informazioni necessarie per sviluppare uno stato futuro. Si noti che le frecce tra lo stato attuale e quello futuro vanno in entrambe le direzioni, indicando che lo sviluppo dello stato attuale e quello futuro sono sforzi sovrapposti. Le idee sullo stato futuro emergeranno mentre viene mappato lo stato attuale. Allo stesso modo, disegnare lo stato futuro spesso evidenzierà importanti informazioni sullo stato attuale che accidentalmente possono essere trascurate. Il passaggio finale consiste nel preparare e iniziare a utilizzare attivamente un piano di implementazione che descriva, su una pagina, come si prevede di raggiungere lo stato futuro. Quindi, quando lo stato futuro si attualizza, dovrà essere disegnata una nuova mappa dello stato futuro.

Figura 1. Passaggi della Value Stream Mapping

Questo è un miglioramento continuo nel flusso di valore. Deve sempre esserci una mappa dello stato futuro a livello di flusso di valore.

Il mapping del flusso di valori per una famiglia di prodotti non dovrebbe richiedere troppo tempo (circa due giorni). L'obiettivo in questa fase è di avere una mappa di stato futuro disegnata in modo da poterci permettere di iniziare con l'implementazione. Sempre in questa prima fase, non serve essere meticolosi cercando di rendere perfettamente corretti tutti i dettagli sulla mappa dello stato del futuro in quanto l'ottimizzazione della mappa dello stato futuro verrà fatta man mano che l'implementazione progredisce.

2.2. VSM DELLO STATO ATTUALE

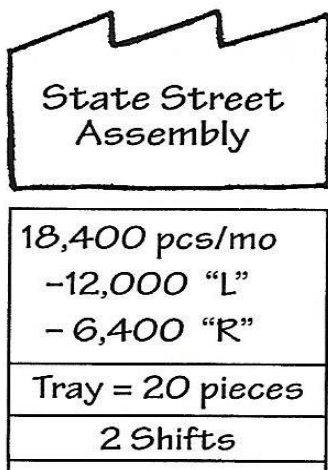
2.2.1. DISEGNO DELLA MAPPA DELLO STATO ATTUALE

Lo sviluppo di uno stato futuro inizia con un'analisi della situazione produttiva attuale. La mappatura inizia a livello del flusso porta a porta nell'impianto, dove si andranno a disegnare le categorie di processo come "assemblaggio" o "saldatura", invece di registrare ogni fase di lavorazione. Per la rappresentazione grafica, si ricorre di una serie di simboli, o "icone", riassunti nel retro di copertina del libro "Learning to see", per rappresentare processi e flussi. Volendo è possibile sviluppare icone aggiuntive personali, pur mantenendole coerenti all'interno dell'azienda in questione in modo che tutti sappiano come disegnare e comprendere le mappe di cui si ha bisogno per istituire la produzione snella. Si parta dalla pianta e si osservi il flusso complessivo, da cui è possibile modificare il livello di ingrandimento; ingrandendo per mappare ogni singolo passaggio all'interno di una categoria di processo o rimpicciolendo per comprendere il flusso di valori esterno all'impianto. Per l'ottenimento di un buon risultato è utile seguire una serie di suggerimenti menzionati qui di seguito:

- effettuare dapprima una breve passeggiata lungo il flusso di valori "porta a porta" per avere un'idea del flusso e della sequenza dei processi e successivamente tornare indietro raccogliendo le informazioni- dello stato attuale - ad ogni processo mentre si cammina lungo il percorso effettivo del materiale e dei flussi di informazione;
- si consiglia di iniziare dalla fine della linea produttiva per lavorare poi a monte anziché iniziare dal molo di ricezione e andare a valle (questa tecnica è bene utilizzarla con i processi che sono legati più direttamente al cliente, il quale dovrebbe stabilire il ritmo per gli altri processi a monte);
- portare il cronometro personale e non fare affidamento su orari standard o informazioni che non sono ottenute personalmente (i numeri in un file riflettono raramente la realtà attuale. I dati dei file possono riflettere i tempi in cui tutto stava funzionando bene) infatti la capacità di immaginare uno stato futuro dipende dall'andare personalmente dove si trova l'azione e dalla comprensione e dai tempi di ciò che sta accadendo;
- mappare personalmente l'intero flusso di valori, anche se sono coinvolte più persone. Comprendere l'intero flusso è di cosa tratta la mappatura del flusso di valore. Se persone diverse mappano segmenti diversi, difficilmente tutti possono comprendere il quadro della situazione;
- ultimo punto, non per importanza, è quanto detto precedentemente nella definizione di VSM (Value Stream Mapping) ovvero di disegnare sempre a mano con la matita iniziando con uno schizzo approssimativo direttamente in officina mentre vengono condotte le analisi dello stato attuale e successivamente correggerlo sempre con la matita. Disegnando a mano si è più portati a concentrarsi sulla comprensione del flusso. Importante è comprendere che il punto chiave della VSM non è la mappa ma la comprensione del flusso di informazioni e materiale.

2.2.2. APPLICAZIONE DELLA VSM AL CASO ACME

Qui di seguito un esempio applicativo di quanto detto fino ad ora preso dal libro "Learning to see". Gli autori del libro ricorrono ad una fabbrica di nome "ACME Stamping". La famiglia di prodotti in questione è una staffa di sterzo in acciaio stampato. Questo componente è prodotto in due versioni: una per le auto con guida a sinistra, l'altra per le auto con guida a destra. All'interno della mappa si andrà ad inserire il flusso porta a porta del prodotto attraverso lo stabilimento ACME, compresa la materia prima fornita, quindi le bobine di acciaio, e la spedizione delle staffe complete al cliente dello stabilimento "State Street Automotive Assembly". Quest'ultimo verrà rappresentato con un'icona di fabbrica e verrà collocato nella parte in alto a destra del foglio bianco. Sotto questa icona si andrà a disegnare una casella dati in cui vengono registrati i requisiti del cliente (sappiamo che il cliente opera su due turni ed utilizza 18400 staffe al mese, 12000 per la guida a sinistra e 6400 per la guida a destra; per quanto riguarda l'imballaggio sappiamo che in un vassoio ne vanno max 20 staffe e in ogni pallet si possono mettere fino a 10 vassoi) - vedi figura 2.



Il prossimo passo è quello di disegnare i processi di produzione di base. Per indicare un processo utilizziamo una casella del processo che appunto indica un processo in cui scorre il materiale. Poiché disegnare una casella per ogni singola fase di lavorazione renderebbe la mappa ingombrante, utilizziamo la casella di processo per indicare un'area di flusso di materiale, idealmente un flusso continuo. La scatola di processo si arresta ovunque i processi vengono scollegati e il flusso di materiale si interrompe. Ad esempio, un processo di assemblaggio con diverse stazioni di lavoro collegate, verrà disegnato come una casella del processo. Ma se un processo di assemblaggio viene disconnesso dal successivo processo di assemblaggio a valle, con le scorte che ristagnano, si accumulano e vengono spostate in lotti tra di loro, allora verranno utilizzate due scatole di processo.

Figura 2

Allo stesso modo, una linea di lavorazione di diciamo 15 operazioni di lavorazione sequenziali, come foratura, maschiatura, ecc..., che sono collegate da una linea di trasferimento tra ciascuna operazione verrebbe mostrata con una sola casella di processo sulla mappa porta a porta, anche se parte delle scorte si accumulano tra le macchine. Ma se ci sono processi di lavorazione nettamente separati nell'impianto, con le scorte tra di loro stagne e trasferite in lotti, ognuno riceve la propria casella di processo.

Il flusso di materiale va tracciato da sinistra a destra nella metà inferiore della mappa nell'ordine delle fasi di lavorazione e non secondo il layout fisico dell'impianto.

Mentre si cammina lungo il flusso del reparto bisogna raccogliere dati importanti in modo tale da poter decidere quale sarà lo stato futuro. A tal proposito disegniamo una casella dati sotto ogni casella del processo cosicché dopo aver mappato diversi stati attuali e futuri, si saprà di quali informazioni di processo si ha bisogno. Qui di seguito, un piccolo elenco che ci aiuta a compilare le caselle poste sotto ogni processo:

Nel caso di ACME Stamping, andremo a registrare le seguenti informazioni nella casella dati sotto ogni fase di elaborazione: il tempo di ciclo (ovvero il tempo che trascorre tra una parte che esce dal processo e la parte

successiva che esce e lo esprimiamo in secondi); il tempo di cambiamento per passare dalla produzione di un tipo di prodotto a un altro (quindi il passaggio dalle staffe per la guida a sinistra a quelle per la guida destra); il numero delle persone necessarie per operare nel processo in questione; l'orario di lavoro disponibile per il turno in tale processo (anch'esso espresso in secondi) a cui però vanno sottratti i tempi di interruzione, riunione e pulizia; EPE (se per esempio si cambia per produrre un parte una volta ogni tre giorni, allora il lotto di produzione sarà "ciascun articolo ogni tre giorni"). Importante nella creazione della mappa di flusso è l'utilizzo dei secondi come unità di tempo per i tempi di ciclo e gli orari di lavoro disponibili.

Lungo il percorso del flusso di materiale del prodotto, è facile trovare luoghi in cui si accumula la merce. Questi punti sono importanti e vanno disegnati sulla mappa dello stato corrente perché ci fanno capire dove si ferma il flusso. Per rappresentare questo fenomeno ci serviamo di un'icona a forma di triangolo e mo' di "triangolo di avviso" per acquisire la posizione e la quantità della merce. Se la merce si accumula in più di una posizione tra due processi, allora bisognerà disegnare un triangolo per ciascuna posizione.

Dopo l'ultima stazione di lavoro ovvero quella di assemblaggio, le staffe dello sterzo nei vassoi vengono portate in un'area di stoccaggio che verrà rappresentata con un'icona del triangolo. Vengono quindi organizzati nell'area di spedizione secondo il programma di spedizione giornaliero e consegnati giornalmente su camion allo stabilimento di assemblaggio del cliente. Considerato che il trasporto avviene su gomme, ci serviremo di un'icona del camion e una freccia larga per indicare il movimento dei prodotti finiti al cliente. Nel caso in cui fossero trasportati mediante treni e/o aerei, utilizzeremo icone che rappresentino il trasporto ferroviario e/o aereo.

- C/T pari al tempo ciclo
- C/O pari al tempo di passaggio da un prodotto all'atro
- UT- uptime ovvero il tempo di attività
- EPE "every part every..." e ci indica le dimensioni lotto di produzione
- Numero di operatori
- Numero di varianti di prodotto
- Dimensioni del pacchetto
- Orario di lavoro (meno interruzioni)
- Tasso di scarto

Se ad una estremità è rappresentata l'icona del cliente finale con annesso trasporto, nell'altra estremità della mappa, verrà rappresentato il fornitore di acciaio con un'altra icona di fabbrica. Si utilizza la stessa icona del camion e la freccia larga per mostrare il movimento del materiale dal fornitore all'azienda ACME. Il fornitore di acciaio riceve un ordine settimanale da ACME e spedisce due volte a settimana. Quindi registreremo in una casella dati che la dimensione della confezione del fornitore è una bobina di acciaio lunga 150 piedi. Una volta arrivato nell'azienda ACME, le bobine di acciaio saranno portate in un'area di stoccaggio quindi utilizzeremo un altro triangolo che rappresenti lo stoccaggio. Si consiglia di non mappare tutte le materie prime acquistate. Basta disegnare il flusso per una oppure due materie prime.

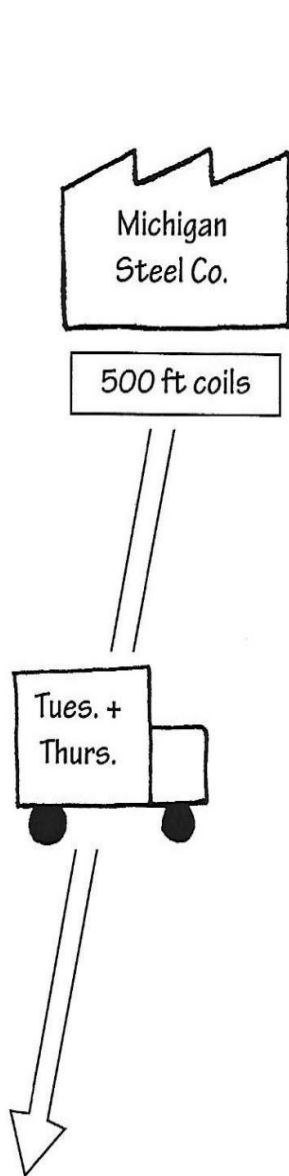


Figura 3. Flusso materie prime

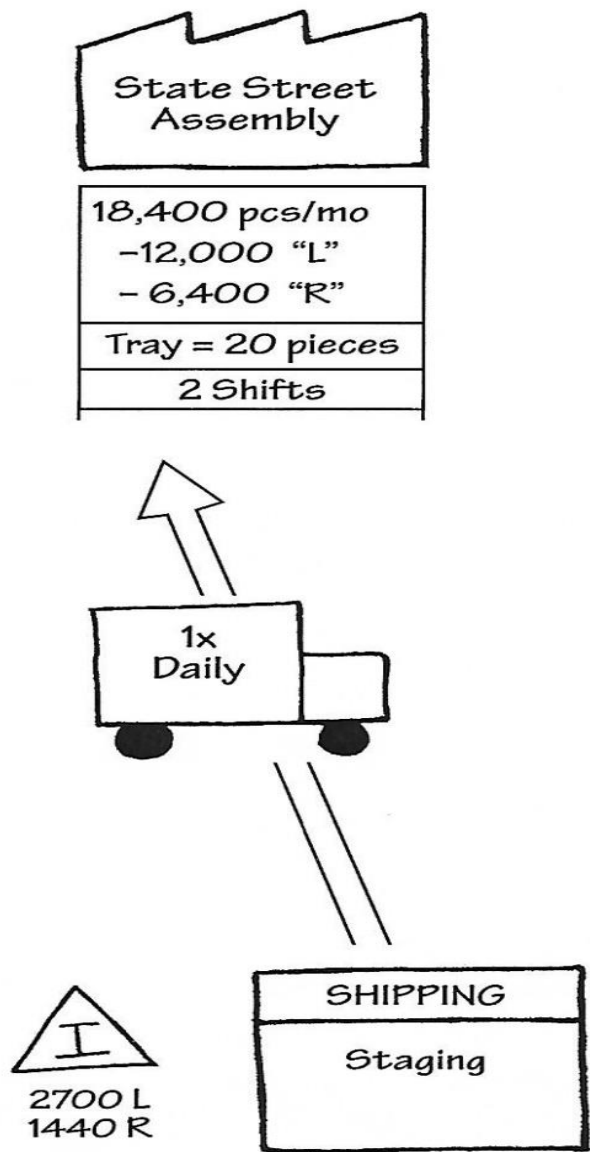


Figura 4. Flusso prodotti finiti

Quanto visto fino ad ora riguarda solo ed esclusivamente il flusso di materiale. Quello che ci si chiede è come faccia lo stabilimento ACME e quindi ogni processo al suo interno e il fornitore di materie prime a sapere quanto produrre e quanto. A tal proposito nasce la necessità di dover rappresentare il flusso di informazioni. A seconda della modalità di scambio delle informazioni, in particolare si utilizza una linea stretta per mostrare i flussi di informazioni. Questa freccia è frastagliata quando le informazioni fluiscono elettronicamente (tramite lo scambio elettronico di dati) piuttosto che dalla carta. Una piccola icona a forma di scatola o nodo viene utilizzata per etichettare o descrivere diverse frecce del flusso di informazioni.

In generale il flusso di informazioni viene rappresentato da destra verso sinistra nella metà superiore dello spazio della mappa. Nel caso in esame, verrà tracciato il flusso di informazioni dal cliente finale, quindi State Street Assembly, al reparto di controllo della produzione e dal reparto di controllo al fornitore di materie prime. Il reparto di controllo della produzione ACME viene rappresentato con una casella di processo. Il controllo della produzione raccoglie le informazioni dai clienti e dall'officina, le consolida e le elabora inviando istruzioni specifiche a ciascun processo di produzione su cosa dovrebbe produrre e quando. Il controllo della produzione invia anche un programma di spedizione giornaliero al reparto spedizioni.

Durante lo studio atto a identificare cosa deve fare ogni processo per il suo cliente e quando farlo, è possibile identificare una parte critica delle informazioni di mappatura. Come già visto nell'introduzione, i movimenti dei materiali sono spinti dal produttore e non richiesti dal cliente. Per "Push" si vuole indicare un processo che produce qualcosa indipendentemente dalle effettive esigenze del processo del cliente a valle e "spingendolo" in avanti. In genere la spinta alla produzione avviene a seguito di una pianificazione che indovina di cosa avrà bisogno il prossimo processo. Purtroppo, questo è quasi impossibile da fare costantemente perché i programmi cambiano e la produzione raramente va perfettamente secondo i piani. Quando ogni processo ha la propria pianificazione, è come se lavorasse isolato, scollegato quindi da qualsiasi tipo di cliente a valle. Ogni processo è in grado di impostare le dimensioni dei lotti e di produrre a un ritmo che ha senso dalla sua prospettiva, invece che dalla prospettiva del flusso di valore. In questa situazione, i processi di fornitura tenderanno a produrre parti di cui i clienti non hanno bisogno ora e quelle parti vengono spinte in magazzino. Questo tipo di lavorazione "batch and push" rende quasi impossibile stabilire un flusso di lavoro regolare da un processo all'altro che è un segno distintivo della lean production.

L'icona di mappatura per il movimento di spinta del materiale è una freccia a strisce. Nel caso in esame ACME, solo il reparto spedizioni è collegato in qualche modo a un "cliente". Ciascuno degli altri processi produce secondo una pianificazione, quindi il trasferimento di materiale da un processo al successivo avviene tramite push. Una freccia di spinta viene disegnata tra ogni processo.

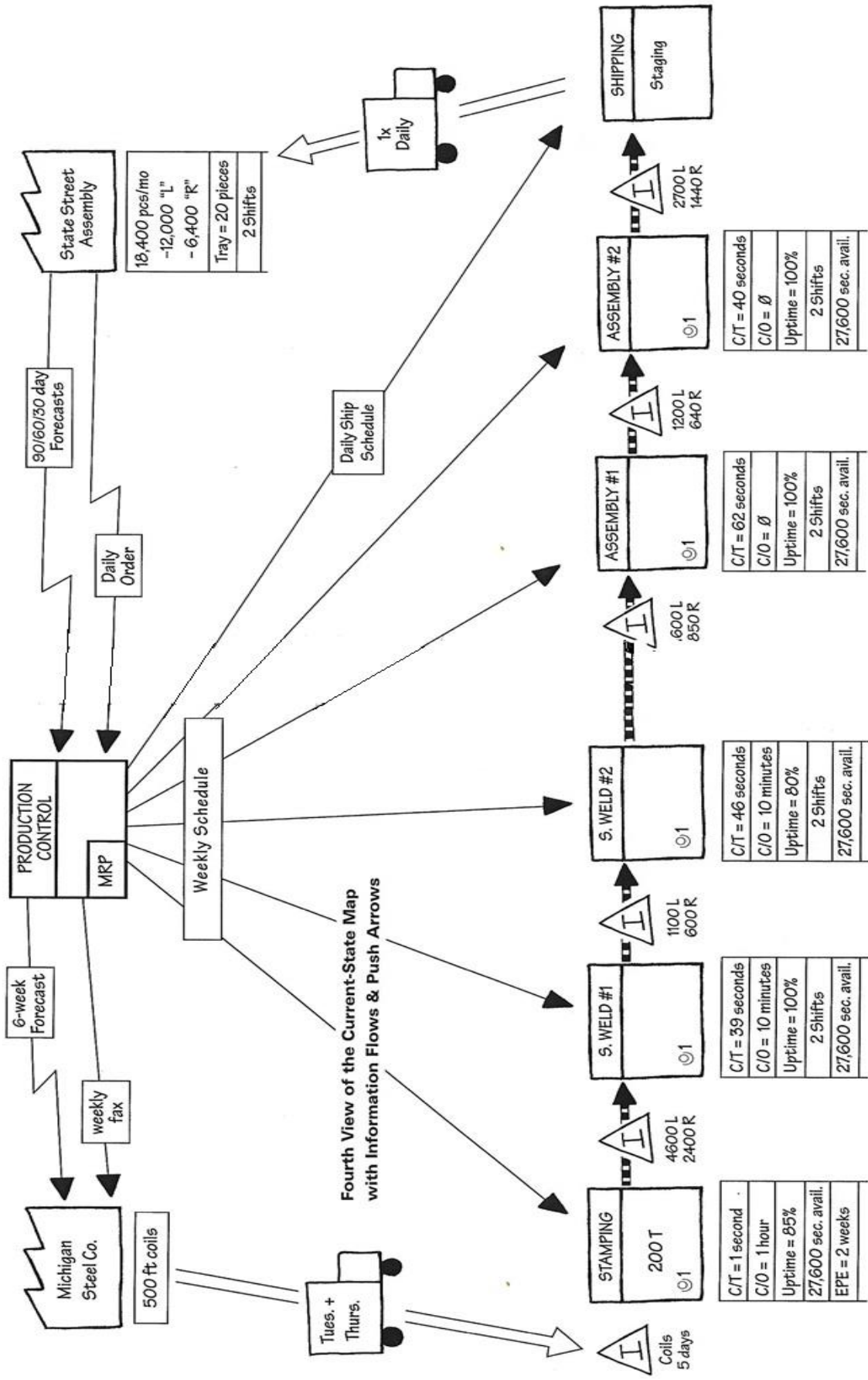


Figura 5. Mappa dello stato corrente

Quanto mostrato nella pagina precedente mostra il modello di base di tutte le mappe del flusso di valore, in particolare un flusso di materiale da sinistra a destra attraverso la parte inferiore della mappa e un flusso di informazioni su questo prodotto da destra a sinistra attraverso la parte superiore. È inoltre possibile vedere come una mappa del flusso di valori differisce dal tipico strumento visivo utilizzato nell'analisi delle operazioni: il layout della struttura. La mappa del flusso di valore rende improvvisamente comprensibile l'insieme di eventi mostrati nel layout dell'impianto dal punto di vista del flusso di valore di un prodotto e del suo cliente. Con i dati dell'osservazione delle operazioni correnti tracciati o registrati sulla mappa, è possibile riassumere la condizione attuale di questo flusso di valori. All'atto pratico si tratta di disegnare una sequenza temporale sotto le caselle di processo e i triangoli di merce stoccata per redigere il lead time di produzione, che è il tempo che impiega una parte a farsi strada attraverso la linea di produzione, partendo dall'arrivo come materia prima fino alla spedizione al cliente. Chiaramente Più breve è il lead time di produzione, minore è il tempo che intercorre tra il pagamento della materia prima e il pagamento del prodotto realizzato con tali materiali. Nell'esempio di mappa che verrà mostrato successivamente sarà possibile notare come il lead time per ogni magazzino è espresso in giorni e viene calcolato nel modo seguente: quantità di magazzino divisa per il fabbisogno cliente giornaliero. Calcolando il lead time attraverso ogni processo e triangolino, è possibile arrivare ad una buona stima del lead time di produzione totale. Nel caso di ACME questo numero è pari a 23,6 giorni. Confrontando questo numero con il tempo di lavorazione fisica del pezzo, pari a 188 secondi, è possibile notare come gran parte del tempo è impiegato per gli spostamenti e non per le lavorazioni a valore aggiunto.

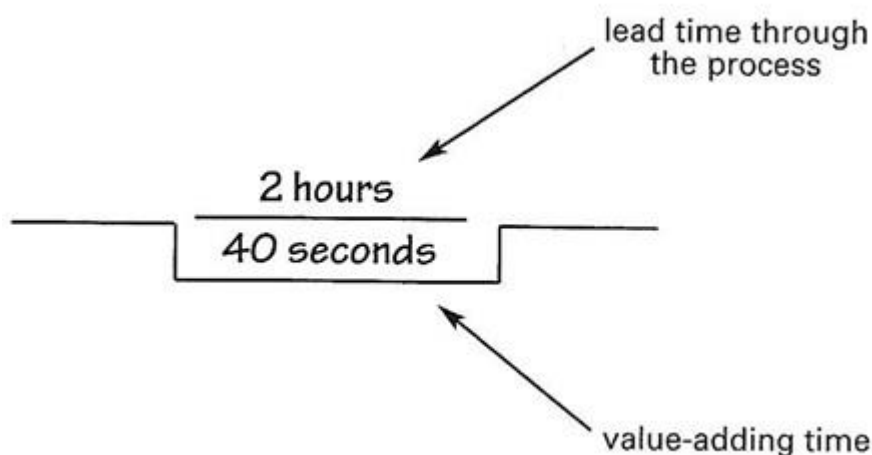


Figura 6 Legenda del lead time

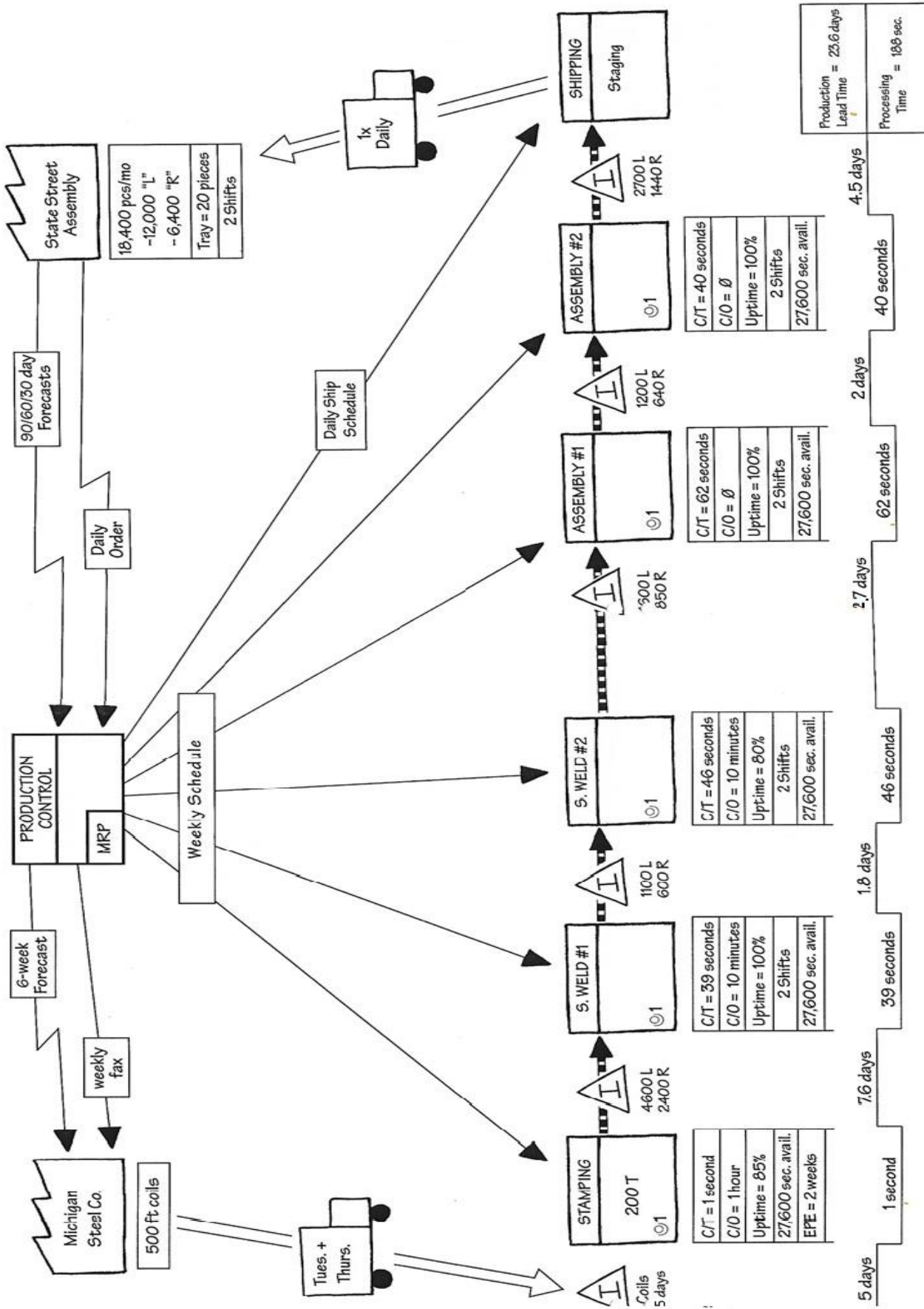


Figura 7. VSM dello stato corrente

2.3. COSA RENDE UN FLUSSO DI VALORE LEAN?

2.3.1. SOVRAPPRODUZIONE

Nella produzione di massa ogni processo opera in modo isolato producendo e spingendo il prodotto in avanti secondo le pianificazioni che riceve da Production Control invece che secondo le esigenze effettive del cliente a valle. Come visto in precedenza i problemi s'insinuano principalmente nelle code di materiale fermo per cui avremo che il tempo a valore aggiunto per la produzione di un prodotto sarà molto breve rispetto al tempo totale che il prodotto trascorre attraverso l'impianto che sarà molto lungo. Per ridurre, quindi, i tempi non a valore aggiunto del prodotto durante la produzione, sarà necessario andare ad eliminare gli sprechi.

La fonte di sprechi più significativa è la sovrapproduzione in quanto i lotti di parti devono essere conservati, richiedendo spazio di archiviazione così come maneggiarli richiederà persone e attrezzature. La sovrapproduzione comporta carenze, perché i processi sono occupati a fare azioni futili. Ciò significa che si ha la necessità di operatori extra e numero di attrezzature in quanto si sta utilizzando parte della manodopera e delle tue attrezzature per produrre parti che non sono ancora necessarie. Inoltre, l'aumento del lead time, comprometterà la flessibilità necessaria per rispondere alle esigenze dei clienti.

La costante attenzione che Toyota mette sull'evitare la sovrapproduzione è ciò che permette loro di distinguersi dal pensiero della produzione di massa. Tale pensiero ritiene che più velocemente si produca, più economico sarà produrre. Ma questo è vero solo da una prospettiva di costo diretto per articolo, misurata dalle pratiche contabili tradizionali, e ignora tutti gli altri costi molto reali associati alla sovrapproduzione e ai "rifiuti" (s'intendono le azioni che non provocano valori aggiunti) che provoca.

2.3.2. CARATTERISTICHE DI UN FLUSSO DI VALORE LEAN

Quello che realmente si cerca nella produzione lean è di collegare tutti i processi, dalla materia prima al consumatore finale, in un flusso fluido senza deviazioni che genera il lead time più breve possibile a fronte di una qualità alta e un costo più basso.

In questo caso ci si affida all'esempio Toyota utilizzando le linee guida che seguono.

LINEA GUIDA 1: PRODURRE RISPETTANDO IL TAKT-TIME

Si ricorda che il takt-time viene calcolato dividendo il tasso di domanda del cliente per turno (in unità), per l'orario di lavoro disponibile per turno (in secondi). Si tratta di un numero di riferimento che ci fornisce un'idea sulla velocità che il processo deve avere. Produrre rispettando il takt-time significa:

- fornire una risposta rapida (all'interno del takt) ai problemi
- eliminare le cause dei tempi di inattività non pianificati
- eliminare i tempi di cambio nei processi di tipo assemblaggio a valle

LINEA GUIDA 2: SVILUPPARE, OVE POSSIBILE, UN FLUSSO CONTINUO

Il flusso continuo si riferisce alla produzione di un pezzo alla volta, con ogni articolo passato immediatamente da una fase di processo all'altra senza ristagni nel mezzo. L'icona di mappatura che si utilizza per indicare il flusso continuo è semplicemente la casella del processo. Nel disegno dello stato futuro, ogni casella di processo dovrebbe descrivere un'area di flusso. Quindi, se si introduce un flusso continuo nel proprio stato futuro, allora due o più caselle di processo dello stato attuale si combinerebbero in una sola casella della mappa dello stato futuro. Un buon approccio può essere quello di iniziare con una combinazione di flusso continuo e un po' di pull/FIFO per poi estendere la portata del flusso continuo man mano che si migliora l'affidabilità del processo (per FIFO s'intende mantenere una precisa sequenza di produzione e trasporto assicurando che la prima parte che entra in un processo sia anche la prima parte che esce. Se la corsia si riempie, il processo di fornitura interrompe la produzione fino a quando il cliente non consuma parte del materiale stoccato. In questo modo la corsia FIFO impedirà la sovrapproduzione).

LINEA GUIDA 3: UTILIZZARE I SUPERMARKET DI PRODOTTI PER CONTROLLARE LA PRODUZIONE DOVE IL FLUSSO CONTINUO NON PUÓ ESSERE ESTESO A MONTE

Ci sono spesso punti nella value stream dove il flusso continuo non è possibile e l'invio in lotti è necessario. A tal proposito bisognerebbe controllare la produzione collegandoli ai loro clienti a valle, il più delle volte

tale controllo viene effettuato tramite sistemi di pull basati su quello che viene definito supermarket di prodotti. Per fare ciò, solitamente è necessario installare un sistema pull in cui il flusso continuo viene interrotto e il processo a monte deve ancora operare a lotti. Lo scopo di collocare un sistema pull tra due processi è quello di avere un mezzo per dare istruzioni di produzione accurate al processo a monte, senza cercare di prevedere la domanda a valle e pianificare il processo a monte. Il “pull” è un metodo per controllare la produzione tra i flussi. L'icona del supermarket è aperta sul lato sinistro e serve ad indicare il processo di fornitura -figura 8. In fabbrica, i supermarket dovrebbero normalmente essere situati vicino al processo di fornitura per aiutare quel processo a capire, in base al “pull” quali sono i requisiti del cliente. Il cliente, quindi, effettua “prelievi” in base alle sue necessità. Questi prelievi attivano il movimento del kanban, termine giapponese che letteralmente significa "insegna". Il kanban quindi è un cartellino che fornisce un'indicazione visiva riguardante il materiale che rappresenta e che viene utilizzato per segnalare la necessità di produrre un certo articolo. Grazie all'utilizzo di questo cartellino associato alla merce si riuscirà a gestire la produzione in base alle richieste del mercato.

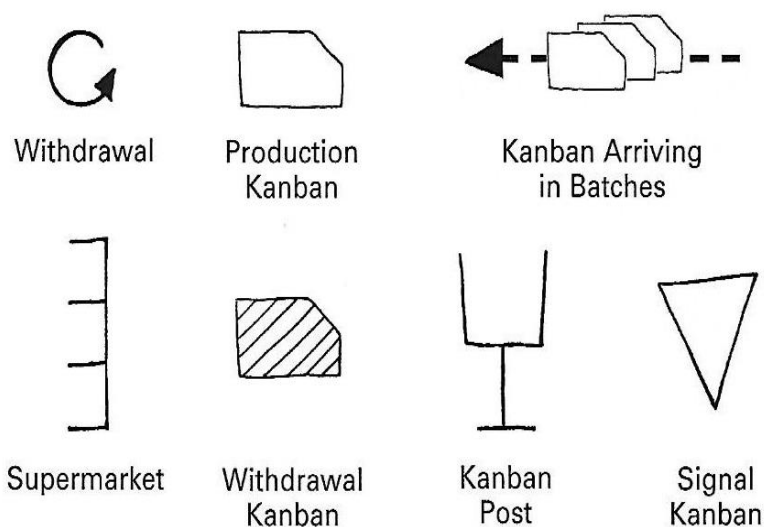


Figura 8. Rappresentazione supermarket e kanban

LINEA GUIDA 4: PROVARE A INVIARE LA PROGRAMMAZIONE DI UN CLIENTE A UN SOLO PROCESSO DI PRODUZIONE

Utilizzando i sistemi di pull del supermarket, in genere è necessario programmare un solo punto nel value stream “porta a porta”. Questo punto è chiamato processo del pacemaker, perché il modo in cui si controlla la produzione in questo processo determina il ritmo di tutti i processi a monte. Il processo pacemaker, come dice il suo nome, è un singolo processo lungo la linea produttiva che dà ritmo alla produzione. Non andrebbe confuso con il collo di bottiglia, che diventa un vincolo in quanto non ha capacità sufficiente per soddisfare la domanda.

LINEA GUIDA 5: LIVELLARE IL MIX DI PRODUZIONE

La maggior parte dei reparti di assemblaggio trova più facile pianificare lunghe esecuzioni di un tipo di prodotto ed evitare cambi. Di fatti raggruppano gli stessi prodotti e li producono tutti in una volta rendendo difficile servire i clienti che vogliono qualcosa di diverso dal lotto che viene prodotto in quel momento. Ciò richiede di

avere più scorte di prodotti finiti, nella speranza che si avrà a portata di mano ciò che un cliente vuole o più lead time per soddisfare un ordine. Per questo motivo s'introduce il concetto di "livellare il mix di produzione". Livellare il mix di prodotti significa distribuire la produzione di diversi prodotti in modo uniforme in un periodo di tempo. Ad esempio, invece di assemblare tutti i prodotti "Tipo A" al mattino e tutti i Prodotti di Tipo B" nel pomeriggio, livellamento significa alternarsi ripetutamente tra lotti più piccoli di "A" e "B". Più si livella il mix di prodotti al processo del pacemaker, più si è in grado di rispondere alle diverse esigenze dei clienti con un breve lead time pur tenendo poco inventario dei prodotti finiti. Questo permette anche ai supermarket a monte di essere più piccoli. Ma attenzione! Livellare il mix richiede l'assunzione di alcuni passaggi in assemblaggio che richiedono tempo a fronte di un "non guadagno", come un numero elevato di cambi, il tutto deve avvenire cercando di mantenere tutte le variazioni dei componenti in linea con ogni fase della produzione (per eliminare il tempo di passaggio). La ricompensa di questo livellamento sarà l'eliminazione di grandi quantità di attività non a valore aggiunto nel flusso di valore. L' icona per il livellamento è il simbolo di figura 9 che viene inserito in una freccia di flusso delle informazioni.

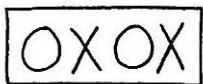


Figura 9. Icona di livellamento

LINEA GUIDA 6: LIVELLARE IL VOLUME DI PRODUZIONE

Troppe aziende rilasciano grandi lotti di lavoro nei processi in officina, il che causa diversi problemi:

- Non c'è alcun senso del takt time;
- Il volume di lavoro svolto in genere si verifica in modo non uniforme nel tempo, con picchi e avvallamenti che causano un carico aggiuntivo su macchine, persone e supermarket;
- La situazione diventa difficile da monitorare al punto tale da non capire se si è al passo con la produzione oppure si è indietro o addirittura avanti;
- Una grande mole di lavoro rilasciata in officina, può mescolare gli ordini di un processo nel flusso di valore. Così facendo si va incontro all'aumento dei tempi di consegna e la necessità di accelerare.
- Rispondere ai cambiamenti nei requisiti dei clienti diventa molto complicato, cosa che spesso può essere vista in flussi di informazioni molto complessi nei disegni allo stato attuale.

Stabilire un ritmo di produzione costante o di livello comporta un flusso di produzione prevedibile, che per sua natura segnala i problemi e consente di intraprendere un'azione correttiva rapida. Un buon punto di partenza è rilasciare regolarmente solo una piccola e consistente quantità di istruzioni di produzione (di solito tra i 5 e i 60 minuti) al processo di pacemaker e contemporaneamente portare via una quantità uguale di prodotti finiti. Questa pratica prende il nome di "ritiro a ritmo".

Si chiami "Pitch" la quantità di lavoro rilasciata e spesso si calcola il pitch con riferimento alle quantità di prodotto contenute in un contenitore (standard) ovvero ad un loro multiplo o frazione. Esso sarà pari al prodotto del takt time per i pezzi di ogni confezione (oppure pezzi di ogni kanban). Ci sono molti modi per praticare il ritiro ritmo di piccole quantità costanti di lavoro. Uno strumento utilizzato in alcune aziende per aiutare a livellare sia la miscela che il volume di produzione è una scatola di livellamento del carico (o heijunka). In questo sistema di kanban si indicano non solo la quantità da produrre, ma anche il tempo necessario per

produrre tale quantità (in base al tempo di lavoro). I kanban vengono inseriti (caricati) nella casella di livellamento nella sequenza di mix desiderata in base al tipo di prodotto-figura 10. Il gestore del materiale ritira il kanban e li porta al processo del pacemaker uno alla volta, con l'incremento del pitch.

L'icona del livellamento del ritmo di produzione ha lo stesso simbolo del livellamento del mix perché un prerequisito per la produzione snella è che sia il mix che il volume della produzione siano livellati.

load-leveling box

kanban are responded to from left to right at pitch increment

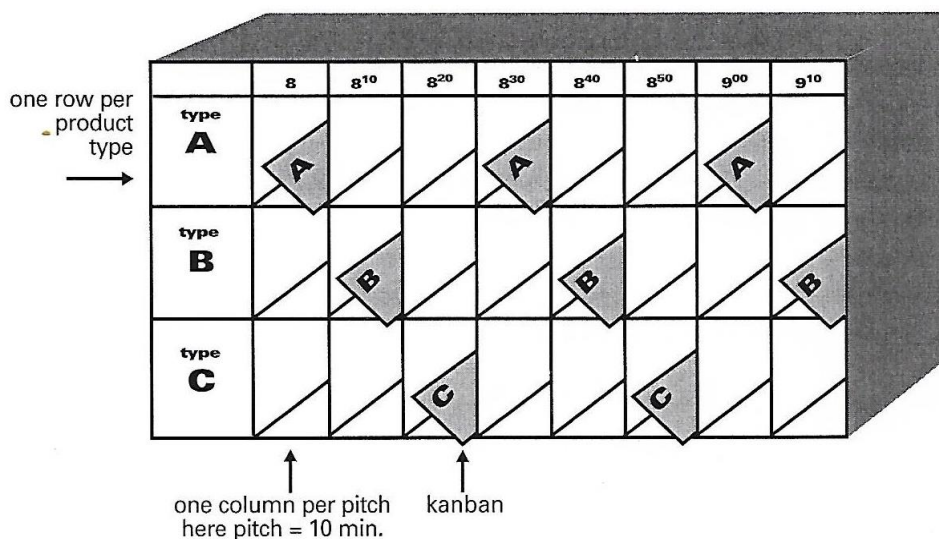


Figura 10

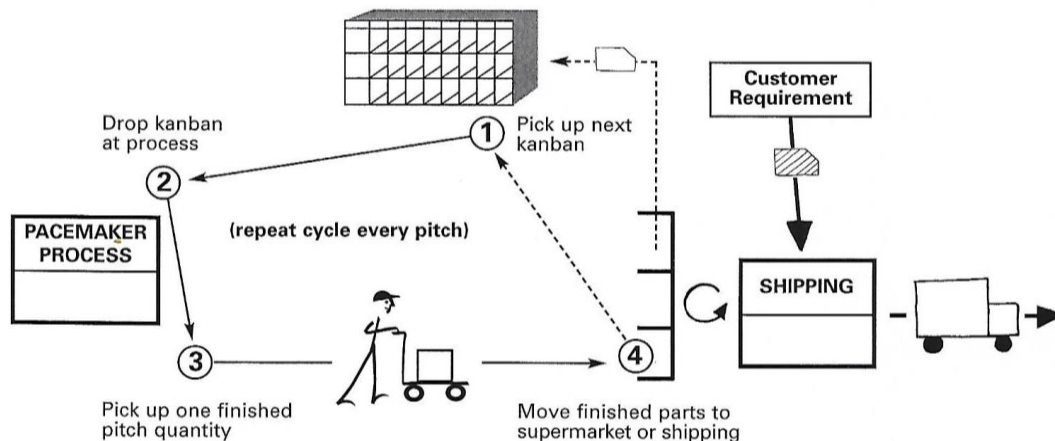


Figura 11. Un esempio di "ritiro a ritmo"

LINEA GUIDA 7: SVILUPPARE CAPACITÀ DI FARE "CIASCUN ARTICOLO OGNI GIORNO" NEI PROCESSI DI FABBRICAZIONE A MONTE DEL PROCESSO PACEMAKER.

Riducendo i tempi di passaggio e lavorando lotti più piccoli nei processi di fabbricazione a monte, tali processi saranno in grado di rispondere più rapidamente alle mutevoli esigenze a valle. A loro volta richiederanno ancora meno materiale da tenere nei loro supermarket. In generale, si annotano le dimensioni del lotto o "EPE" ("ciascun articolo ogni ..."turno, giorno, settimana, takt, pitch, ...) così da indicare pure la frequenza con cui un processo cambia per produrre tutte le variazioni delle parti. Un obiettivo iniziale in molti stabilimenti è quello di produrre almeno "ciascun articolo ogni giorno" per numeri di parte ad alto rendimento. Un metodo

per determinare le dimensioni iniziali dei lotti nei processi di fabbricazione consiste nel basarli sul tempo rimasto nel corso della giornata per effettuare i cambi. Ad esempio, se si dispone di 16 ore disponibili al giorno e sono disponibili 14,5 ore per eseguire il fabbisogno giornaliero, sono disponibili 1,5 ore per le operazioni di passaggio. (Un obiettivo tipico è circa il 10% del tempo disponibile da utilizzare per i cambi.) In questo caso, se il tempo di passaggio corrente è di 15 minuti, è possibile effettuare 6 cambi al giorno. Per eseguire i lotti più piccoli più frequentemente è necessario ridurre il tempo di passaggio e/o migliorare i tempi di attività.

2.4 VSM DELLO STATO FUTURO

Facendo un breve summit si può dire che lo scopo della mappa del flusso di valore è quello di evidenziare le fonti di spreco ed eliminarle implementando quindi un flusso di valore dello stato futuro che può diventare una realtà in un breve periodo di tempo. L'obiettivo sarà costruire una catena di produzione in cui i singoli processi siano collegati con i loro clienti tramite flusso continuo o "pull" e ogni processo si avvicini il più possibile a produrre solo ciò di cui i suoi clienti hanno bisogno e quando ne hanno bisogno. Supponendo che si stia lavorando in una struttura esistente con un prodotto e un processo esistenti, alcuni degli sprechi in un flusso di valore saranno il risultato della progettazione del prodotto, dei macchinari di lavorazione già acquistati e della posizione remota di alcune attività. Queste caratteristiche dello stato attuale probabilmente non possono essere modificate immediatamente. A meno che si viene coinvolti nell'introduzione di un nuovo prodotto, la prima iterazione della mappa dello stato futuro dovrebbe prendere i progetti dei prodotti, le tecnologie di processo e le posizioni degli impianti come dati e cercare di rimuovere il più rapidamente possibile tutte le fonti di rifiuti non causate da queste caratteristiche.

Per una buona rappresentazione della mappa dello stato futuro è possibile seguire otto domande chiave come guida. Anche per la mappa dello stato futuro ci serviamo del caso della fabbrica ACME

DOMANDA 1: QUAL È IL TAKT-TIME DI ACME PER LA FAMIGLIA DI PRODOTTI IN QUESTIONE?

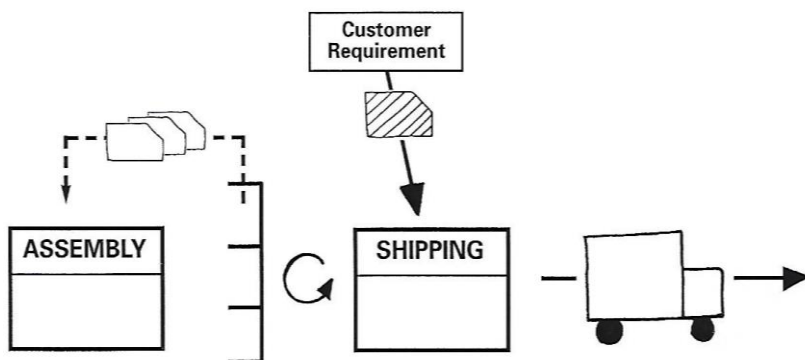
Partiamo dall'orario di lavoro disponibile per un turno nell'area di assemblaggio di Acme, che è di 28.800 secondi (8 ore). Da questo si sottraggono le due pause di dieci minuti per turno. La domanda del cliente di 460 unità per turno viene quindi suddivisa nell'orario di lavoro disponibile per dare un takt-time di 60 secondi. Quindi il takt-time non include il downtime dell'apparecchiatura e quindi il tempo di passaggio tra le staffe fra l'unità con guida a sinistra e quella con guida a destra o per la produzione di scarti. Bisogna cercare di far scorrere il processo di pacemaker il più vicino possibile al takt time. Un divario significativo tra takt time e tempo di ciclo indicherà l'esistenza di problemi di produzione che causano tempi di fermo non pianificati. Quando si compensano i problemi di produzione andando molto più velocemente del takt, l'incentivo a eliminare quei problemi svanisce. Se si producesse più velocemente, dovrebbe esserci un piano per colmare il divario. È importante non confondere il "takt-time" con il "Cycle time". Il Takt Time è il ritmo della produzione e indica il tempo necessario a produrre un singolo componente o l'intero prodotto, noto anche come Ritmo delle Vendite. Il Cycle time è il tempo lavorativo necessario al completamento del processo analizzato.

DOMANDA 2: ACME DOVREBBE COSTRUIRE PER UN SUPERMARKET DI PRODOTTI FINITI O SU COMMESSA?

Nel caso ACME, le staffe di guida sono piccole (facili da immagazzinare) inoltre si hanno solo due varietà. Considerato che la domanda del cliente aumenta e diminuisce in modo imprevedibile ACME ha scelto di iniziare con un supermarket di prodotti finiti e di avvicinarsi in futuro alla produzione su commessa. ACME si basa su previsioni a trenta giorni del cliente per determinare la quantità di capacità produttiva necessaria nel periodo immediatamente successivo. Si ricorda che gli impianti lean regolano periodicamente il numero di operatori in fare di assemblaggio, ridistribuendo gli elementi di lavoro, per adeguare la produzione ai cambiamenti della domanda. Tornando al caso ACME, quest'ultima determinerà la produzione effettiva per mezzo di kanban che tornerà a monte della cella di saldatura/assemblaggio dal supermarket dei prodotti finiti. Poiché il cliente compra in multipli di 20 vassoi a staffa, questa è la scelta semplice per il "kanban size". Mentre il reparto spedizioni ritira i vassoi dal magazzino per metterli in consegna, i kanban di quei vassoi vengono rispediti al montaggio. Ognuno di questi kanban dice essenzialmente: "Il cliente ha appena consumato venti staffe con guida a sinistra (o destra), per favore ne faccia altre venti".

Example: Building to a Supermarket

The supermarket schedules assembly (Acme's choice)



Example: Building Directly to Shipping

Production Control schedules assembly

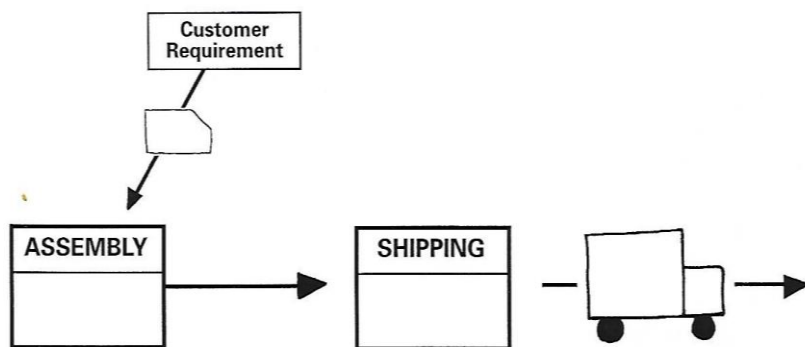


Figura 12. Esempio di mappa nel caso di produzione su commessa o per il magazzino

DOMANDA 3: ACME DOVE PUÓ INTRODURRE IL FLUSSO CONTINUINO?

Il grafico di figura 13 riassume i tempi di ciclo totali attuali per ogni processo. L'operazione di stampaggio, si svolge molto rapidamente. Incorporarla in un flusso continuo non converrebbe in quanto rallenterebbe il suo ciclo fino a raggiungere il takt-time. Un'altra soluzione potrebbe essere di incorporarlo in una famiglia di prodotti ma non è pratico in quanto porterebbe la pressa ad essere molto sottoutilizzata e la necessità di acquistare un'altra pressa per altre linee di prodotti.

Osservando come queste postazioni sono già dedicate alla famiglia di prodotti, il flusso continuo nell'assemblaggio sarà certamente una possibilità. Idem per le stazioni di saldatura in cui il lavoro potrebbe passare da una fase di saldatura all'altra mediante un flusso continuo. L'approccio lean consiste nel mettere i quattro processi immediatamente adiacenti l'uno all'altro, cosicché gli operatori trasportino i pezzi da una fase di processo all'altra in modo che ogni operatore sia appena al di sotto del takt-time. Dividendo il contenuto totale di saldatura e lavoro di assemblaggio per il takt time si avrà che sono necessari 3,12 operatori dovendo scegliere in numero intero immediatamente successivo, dovremmo avere quattro operatori i quali sarebbero abbastanza sottoutilizzati. Siccome una redistribuzione degli elementi di lavoro non sarà sufficiente per eliminare la necessità di un quarto operatore, la prossima opzione sarà quella di eliminare le attività che non danno valore aggiunto attraverso il processo *kaizen* per portare il contenuto di lavoro sotto il tetto del takt time. Un obiettivo *kaizen* potrebbe essere quello di ridurre il contenuto di lavoro di ogni operatore a 56 secondi o meno. Con entrambi gli approcci il quarto operatore e il gestore del materiale che attualmente sposta parti tra i processi isolati possono essere riassegnati ad altre attività che creano effettivamente valore. Per consentire alla produzione di prendere tempo e di livellare il mix, un processo di pacemaker dovrebbe idealmente avere un tempo di cambio minimo o nullo e cambiare molto frequentemente. Quindi i tempi di cambio da sinistra a destra della saldatura devono essere ridotti dagli attuali dieci minuti a pochi secondi. Sarà inoltre necessaria un'attenzione focalizzata sul miglioramento dell'affidabilità del secondo saldatore a punti e questo potremmo farlo attraverso un approccio di manutenzione migliorato.

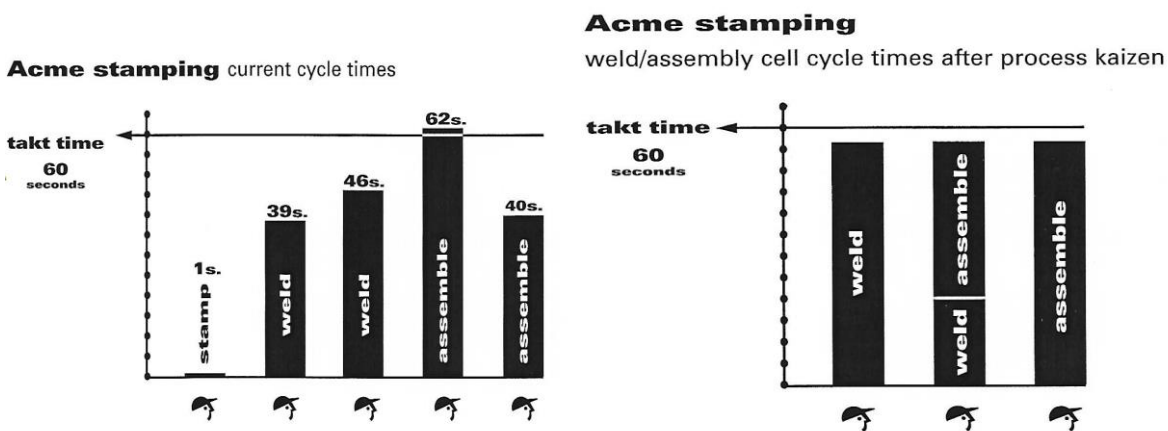


Figura 13

A questo punto visto che si ha un flusso continuo, su questa mappa dello stato futuro, le quattro scatole di processo, di saldatura e di assemblaggio sono state combinate in un'unica scatola di processo per indicare il flusso continuo – figura 14.

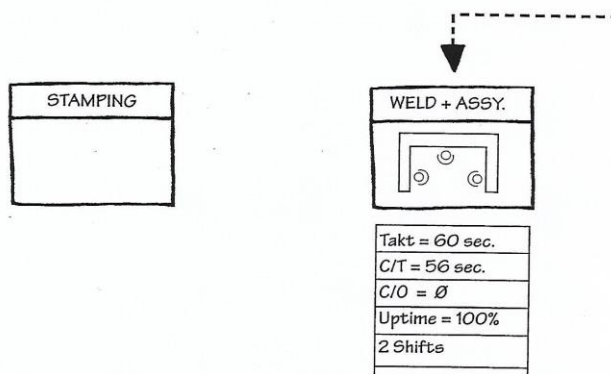


Figura 14

DOMANDA 4: DOVE ANDRANNO UTILIZZATI I SISTEMI PULL-SUPERMARKET?

ACME ha deciso di produrre staffe di guida per un supermarket di prodotti finiti. Sono necessari due magazzini supplementari - uno per le parti stampate e uno per le bobine.

PRODOTTI STAMPATI

L'ideale sarebbe introdurre una minuscola timbratrice dedicata alle staffe di sterzo - che chiamiamo "strumento della giusta dimensione" - e incorporare questa mini-prensa nel flusso continuo di saldatura e assemblaggio. Purtroppo, questo non è possibile nell'immediato futuro. Quindi dobbiamo allestire un magazzino e utilizzare i prelievi da quel magazzino (pull) per controllare la produzione di stampaggio. L'utilizzo di piccoli contenitori permetterà ad ACME di tenere sempre nella cella sia le parti stampate LH che RH riducendo il tempo di cambio LH-to-RH al processo del pacemaker, dove il cambio molto frequente (livellamento del mix).

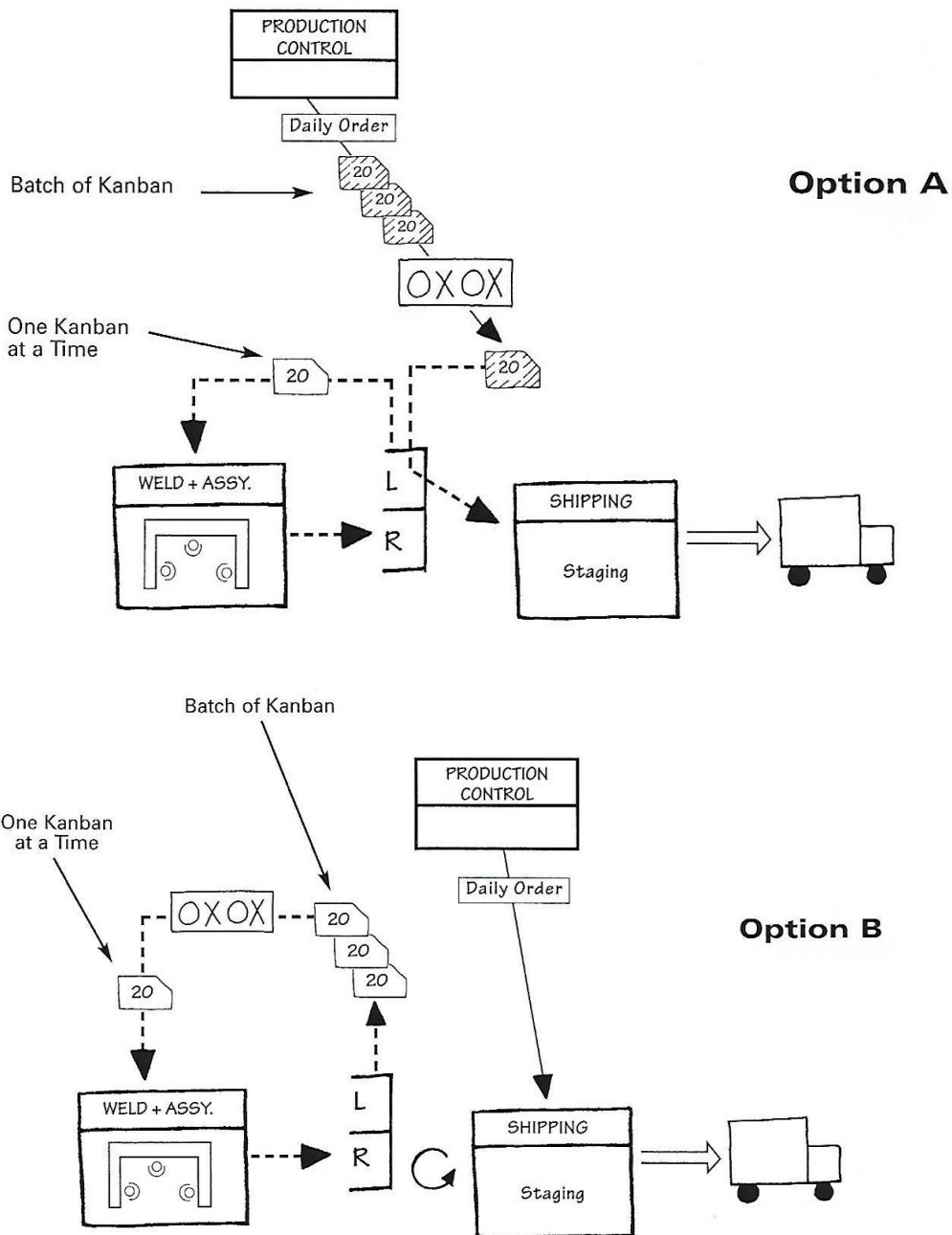
BOBINE

Per costruire un flusso di valore magro a livello di impianto, la futura mappa di stato deve anche mostrare un terzo super mercato presso il molo di ricezione, che contiene bobine di acciaio. Anche se il fornitore di acciaio di ACME non è pronto a ricevere kanban e produrre in base a loro, ACME può comunque collegare un kanban di prelievo interno a ogni bobina e inviare tali kanban al proprio reparto di controllo della produzione ogni volta che viene utilizzata un'altra bobina. Il controllo della produzione può quindi ordinare le bobine in base all'utilizzo effettivo, anziché in base alla migliore ipotesi di MRP su quale sarà l'utilizzo futuro. (MRP può ancora essere utilizzato per fornire una previsione di pianificazione della capacità per il fornitore della bobina, ma gli ordini di giorno devono essere basati sul pull)

Una volta che il controllo della produzione ha effettuato l'ordine del giorno per le bobine, il kanban corrispondente può essere inserito negli slot kanban nella banchina di ricevimento. Questi indicano il giorno in cui dovrebbero arrivare le bobine. Se ci sono kanban ancora lasciati nello slot di ricezione di ieri, allora qualcosa non va al fornitore.

Già da ora è possibile vedere come si incominciano ad avere dei progressi dopo l'aggiunta del sistema "pull" per il controllo della produzione di stampaggio e la consegna delle bobine "ciascun articolo giorno" nello

Figura 16



DOMANDA 7: QUALE DOVREBBE ESSERE L'INCREMENTO DI LAVORO DA RILASCIARE E TOGLIERE AL PROCESSO PACEMAKER?

La domanda che ci si pone è in che modo ACME fornirà l'immagine del takt alla cella di saldatura/assemblaggio e con quale frequenza controllerà la produzione? Restituendo tutti i 46 kanban (per un valore di due turni) alla cella in una volta sola, non fornirebbe alcuna immagine di takt alla cella. Si vuole evitare di effettuare il dosaggio del volume di istruzioni di lavoro in questo modo. Un incremento naturale del lavoro di saldatura/assemblaggio nel caso di ACME è il tempo di ripresa di 60 secondi x 20 pezzi per vassoio = 20 minuti. Questo è il passo delle staffe di sterzo, che corrisponde a un kanban per un vassoio di 20 staffe di sterzo. Questo passo significa che ACME si eserciterà a rilasciare le istruzioni di lavoro a ritmo, di un kanban alla volta, e a ritirare i prodotti finiti nella sua cella di saldatura/assemblaggio. Ogni 20 minuti, un addetto alla

movimentazione del materiale porta il kanban successivo (ovvero il successivo incremento di lavoro) alla cella di saldatura/assemblaggio e sposta il vassoio delle staffe appena finito nell'area dei prodotti finiti. Se un vassoio non è finito all'incremento di 20 minuti del passo, allora ACME sa che c'è un problema di produzione, per esempio, un problema con l'attrezzatura per la saldatura a punti.

DOMANDA 8: QUALI MIGLIORAMENTI SARANNO NECESSARI AFFICHÉ IL FLUSSO DI VALORE DI ACME FLUISCA COME DESCRITTO NEL PROGETTO DELLO STATO FUTURO?

Per il raggiungimento dei risultati previsti nel progetto dello stato futuro sono previsti:

-Riduzione dei tempi di cambio formato e delle dimensioni dei lotti alla pressa di stampaggio, per consentire una risposta più rapida all'utilizzo a valle;

-Eliminazione del lungo tempo necessario per il cambio tra i dispositivi di azionamento sinistro e destro nella saldatura, per rendere possibile il flusso continuo e la produzione mista;

-Miglioramento del tempo di funzionamento a richiesta della seconda macchina per la saldatura a punti;

-Eliminazione degli scarti nella cella di saldatura/assemblaggio, per ridurre il contenuto di lavoro totale fino a 168 secondi o meno;

Questi elementi verranno segnalati sulla mappa dello stato futuro con l'icona della nuvoletta frastagliata *kaizen*. Bisognerebbe anche capire come utilizzare la tecnologia di stampaggio esistente - progettata per produrre stampaggi in un volume molto più alto di quello che il cliente. Il segreto è che la pressa di tranciatura, rende più piccoli i lotti dei due pezzi di cui il nostro flusso di valore ha bisogno e li rende più frequenti. Ciò richiederà un'ulteriore riduzione del tempo di cambio. Infatti, i metodi per ridurre i tempi di allestimento su una pressa da tranciatura sono ben noti e una riduzione del tempo a meno di dieci minuti può essere ottenuta rapidamente. La EPE ora eguaglierà ogni pezzo ad ogni turno. In questo modo la quantità di materiale immagazzinata tra il processo di stampaggio e la cella di saldatura/assemblaggio si ridurrebbe di circa l'85%.

A questo punto è possibile disegnare la mappa completa del flusso di valore dello stato futuro di ACME, con i flussi di informazioni, i flussi di materiali e le esigenze di *kaizen* specificate.

A causa del livellamento della produzione nella sua cella di saldatura/assemblaggio e dello sviluppo della capacità di timbrare ciascun articolo ogni turno, ACME può ridurre ulteriormente la quantità di bobine e parti stampate detenute nei supermarket. Naturalmente, questo mette grande pressione sul mantenimento dell'affidabilità delle apparecchiature e la prevedibilità della produzione a ritmo takt.

Con il tempo di produzione ridotto attraverso il suo reparto di produzione, il processo pacemaker e la risposta rapida ai problemi, ACME potrà comodamente ridurre la quantità di prodotti finiti che detiene a due giorni. A questo punto si osservino i risultati nella tabella presente in figura 18.

Acme Stamping Lead-Time Improvement

	Coils	Stamped Parts	Weld/Assy WIP	Finished Goods	Production Lead Time	Total Inventory Turns
Before	5 Days	7.6 Days	6.5 Days	4.5 Days	23.6 Days	10
Continuous Flow & Pull	2 Days	1.5 Days	Ø	4.5 Days	8 Days	30
With Leveling	1.5 Days	1 Day	Ø	2 Days	4.5 Days	53

Figura 18

2.5 RAGGIUNGERE LO STATO FUTURO

2.5.1. SUDDIVIDERE LA REALIZZAZIONE IN PICCOLE FASI

Una mappa del flusso di valori guarda l'intero flusso attraverso l'impianto in questione, a differenza delle singole aree di elaborazione, e nella maggior parte dei casi non sarà possibile implementare in una sola volta l'intero concetto di stato futuro. Quindi è responsabilità del manager del flusso di valore suddividere l'implementazione in fasi. Uno dei punti più importanti del piano di implementazione del futuro è immaginarlo come un processo di costruzione di una serie di flussi collegati per una famiglia di prodotti. Per rendere più chiare le idee si provi a pensare al concetto di "value stream loop". Dividendo la mappa del flusso di valore dello stato futuro segmenti o loop, come descritto di seguito. Il ciclo del pacemaker: comprende il flusso di materiale e informazioni tra il cliente e il processo del pacemaker. Questo sarà il loop più a valle dell'impianto e il modo in cui sarà gestito questo loop avrà un impatto su tutti i processi a monte di quel flusso di valore.

Poi ci sono gli anelli aggiuntivi: a monte del loop del pacemaker ci sono loop di flusso di materiale e di informazioni tra i tiri. Vorrà dire che ogni supermarket dell'impianto di pullsystem nel flusso di valori di solito corrisponderà la fine di un altro loop. Questi cicli sono un modo eccellente per spezzare lo sforzo di

implementazione dello stato futuro in parti gestibili. Andando ad applicare anche questo nel caso ACME avremo (figura 19):

- Loop 1: Ciclo Pacemaker;
- Loop 2: Ciclo di stampa;
- Loop 3: Coil-Supplier loop;

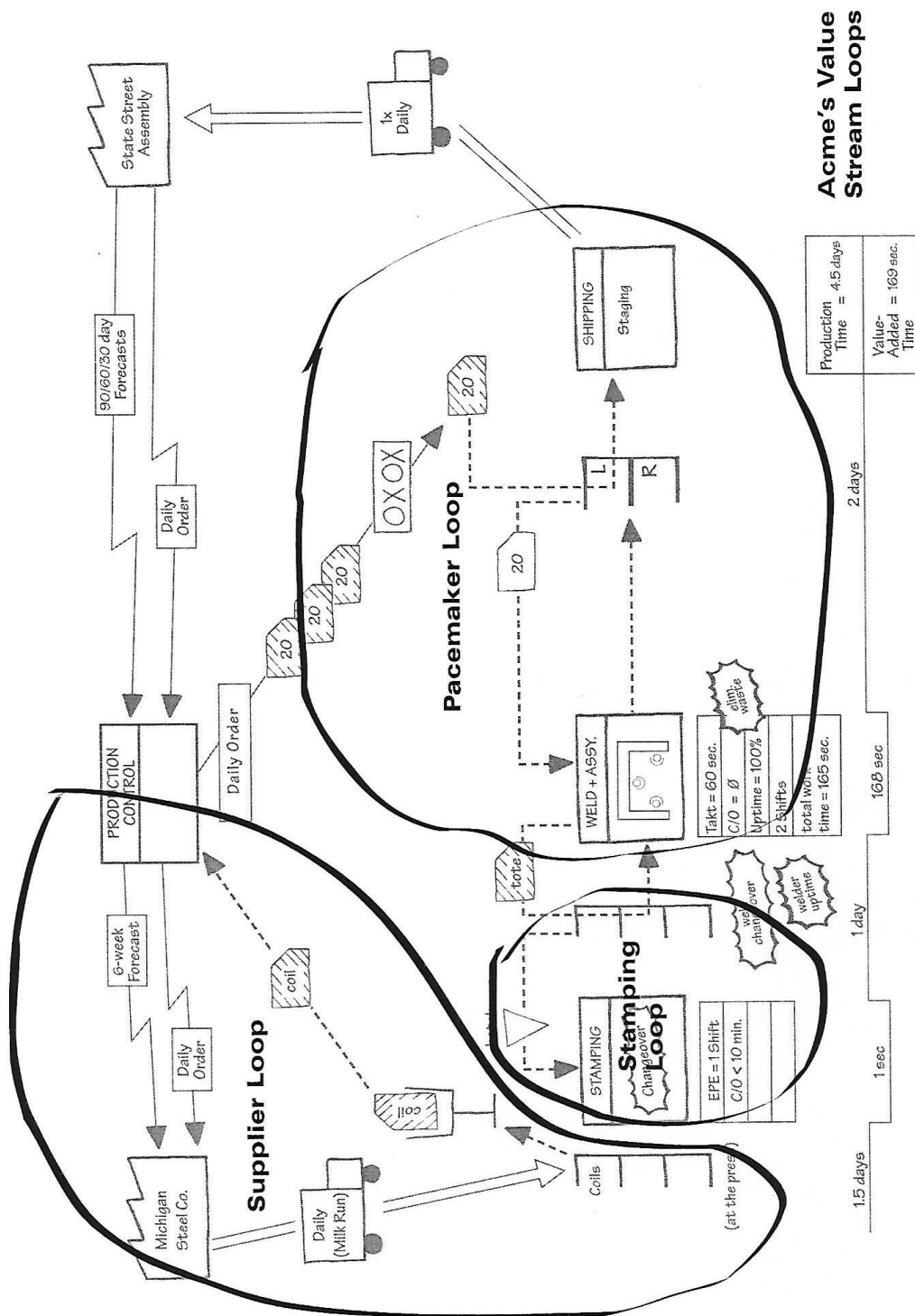


Figura 19. ACME's value stream loop

2.5.2. PIANO DI ATTUAZIONE DEL FLUSSO DEL VALORE

La mappa dello stato futuro mostra dove si vuoi arrivare. Creando, su un foglio a parte un flusso di valore anno sarà possibile vedere in modo più chiaro: esattamente quello che si prevede di fare passo dopo passo; obiettivi misurabili; checkpoint con scadenze reali e revisori denominati.

La prima domanda che di solito ci si pone nell'implementazione della pianificazione è: "In quale ordine si dovrebbe implementare?" o "Da dove iniziare?" si consiglia di rispondere a queste domande considerando i cicli nel flusso di valori dello stato futuro.

Per scegliere un punto di partenza è possibile cercare i loop: o lì dove il processo è ben compreso dalle persone o lì dove la probabilità di successo è alta oppure lì dove è possibile prevedere un notevole guadagno monetario.

Dopo aver evidenziato i loop sulla mappa dello stato futuro, sarà possibile numerarli in ordine di piano di implementazione. Una strategia efficace è quella di iniziare l'implementazione "pacemaker" a valle. Il loop del pacemaker, essendo il più vicino al cliente finale, funge da "cliente" interno e controlla la domanda nei loop a monte. Man mano che il flusso nel pacemaker diventa lean, esso rivelerà i problemi a monte che richiedono attenzione. All'interno di un loop di flusso di valore i miglioramenti di un loop spesso seguono questo schema:

1. Sviluppare un flusso continuo che opera in base al tempo di presa
3. Stabilire un sistema di "pull" per controllare la produzione.
3. Introdurre il livellamento.
4. Esercitare il *kaizen* per eliminare continuamente gli sprechi, ridurre le dimensioni dei lotti, ridurre i supermarket ed estendere la gamma di flusso continuo.

Per sviluppare con successo il flusso continuo, il sistema di "pull" e il livellamento richiederanno diversi livelli di lavoro preparatorio. Ad esempio, prima di poter raggiungere un elevato grado di livellamento, si dovrà acquisire la capacità di eseguire rapidi cambiamenti. Sia i miglioramenti continui del flusso che quelli del sistema "pull" e del livellamento dovranno muoversi in una certa in modo affiancato. Tuttavia, in caso di dubbio, è necessario procedere con i miglioramenti del flusso e lasciare che siano questi miglioramenti del flusso a guidare l'implementazione dei miglioramenti del processo di supporto. Altrimenti, si può lavorare per sempre semplicemente sforzandosi, aspettando di raggiungere un alto livello di capacità di processo. Una volta che si ha un senso per l'ordine di base in cui si vogliono implementare gli elementi della visione del futuro, il manager del flusso di valore deve scriverli come piano annuale del flusso di valore. Il formato per il piano del flusso di valori è mostrato in figura 20.

Com'è possibile immaginare, la chiave per rendere utile un piano di flusso di valore annuale è l'integrazione nel normale processo di business, in particolare nel processo di budgeting. Non ci sono soldi approvati senza un piano di flusso del valore. Questo renderà più facile per entrambe le parti - chi richiede e chi approva - una volta che tutti si saranno abituati all'uso di questo strumento. Prima di una revisione, il manager del flusso di valore dovrebbe valutare onestamente ogni obiettivo di implementazione come sul target (O), leggermente in ritardo (Δ), o non riuscito (X). La chiave per una revisione efficace dei progressi è la gestione delle eccezioni. Quindi durante la revisione sarà meglio concentrarsi prima sugli X punti e, se rimane abbastanza tempo per l'incontro, sugli Δ . L'idea alla base di una revisione del flusso di valore è qualcosa che viene definito "prova ed errore basato sul piano", che si riferisce alla fusione di due processi di pensiero solitamente opposti: "pianificazione" e "prova ed errore". Volendo si potrebbe incorporare la visione trimestrale del flusso di valore nel processo di valutazione del personale. Quando sono legati alle valutazioni delle prestazioni del personale, i piani per lo stato futuro tendono a diventare meno aggressivi e le valutazioni dei progressi più generose. Anche in questo caso, si suggerisce di condurre le revisioni del flusso di valori in officina mentre si cammina nel flusso.

2.5.3. IL MIGLIORAMENTO DEL FLUSSO DI VALORE È LAVORO DEL MANAGEMENT

Il management deve capire che il suo ruolo è quello di vedere il flusso complessivo. Si può chiedere alle prime linee di lavorare sull'eliminazione degli sprechi, ma solo il management ha la prospettiva di vedere il flusso totale, poiché taglia i confini dipartimentali e funzionali. Molti errori sono legati al territorio, per esempio, quando si attuano cambiamenti nelle pratiche di produzione di massa consolidate da tempo. Se lo si fa nel modo giusto, ogni approccio sarà più vicino all'obiettivo. Tale reiterazione è una parte normale di qualsiasi sforzo di implementazione lean e il successo sarà raggiunto da coloro che hanno la determinazione di lavorare personalmente attraverso gli ostacoli. Il management ha bisogno di dedicare del tempo e di imparare veramente queste cose per sé stesso, impararle al punto da poterle insegnare. Insegnandolo principalmente nelle loro interazioni quotidiane con il personale. A qualsiasi livello, dal CEO al supervisore di stabilimento, le parole e le azioni dei manager devono spingere la creazione di un flusso di valore lean. Non funzionerà se viene relegato a pochi minuti alla riunione settimanale del personale. Deve essere parte integrante delle attività di ogni giorno. Molto importante è esercitarsi con il concetto di mappatura presentato fino ad ora al punto che diventi un mezzo di comunicazione istintivo. Se si chiede agli operatori di lavorare al takt time, bisogna essere in grado di gestire all'interno dello stesso quadro di takt time. È necessario capire se l'organizzazione di supporto (manutenzione, ecc.) è in grado di rispondere ai problemi incontrati dagli operatori di produzione entro il takt time. Nel caso in cui non lo fosse, vorrà dire che l'organizzazione non è pronta per la produzione in takt time.

In conclusione, la figura professionale del "value stream manager" ha il compito di guidare le persone che gestiscono il processo, non solo nella produzione ma in tutte le funzioni aziendali, e di assumersi la responsabilità del costo, della qualità e della consegna del prodotto nello stato attuale, mappando e guidando l'implementazione dello stato futuro.

3. CASI DI STUDIO

3.1. APPLICAZIONE DELLA VSM AD UN SETTORE INDUSTRIALE INDIANO

Il caso che sta per essere presentato è riferito ad uno studio effettuato agli inizi degli anni duemila e presenta un'applicazione della Value Stream Mapping. Lo scopo di questo case study è migliorare il takt-time e la produttività. Nonostante vi siano minacce dirette di sistemi di produzione economici, l'industria indiana delle due ruote (specie il segmento motociclistico) è in costante crescita e i fornitori sono sottoposti ad un'enorme pressione per soddisfare la crescente domanda.

3.1.1. L'AZIENDA XYZ: PROBLEMA E CONSEGUENZE COMMERCIALI

Il mercato automobilistico indiano comprende principalmente cinque operatori nel settore delle due ruote con la maggior parte delle aziende che hanno rapporti di collaborazione con aziende giapponesi. La crescita complessiva del mercato delle due ruote nel corso del 2003 è attribuita ad un significativo aumento delle vendite di motociclette. Negli anni che vanno dal 2000 al 2005, il mercato indiano delle due ruote ha assistito a un marcato spostamento verso le moto a scapito degli scooter. Nelle zone rurali, i clienti preferiscono motocicli più robusti per resistere alle cattive condizioni stradali. Il secondo fattore importante è l'efficienza dei consumi delle motociclette a quattro tempi rispetto ai tradizionali scooter a due tempi. Lo sviluppo del segmento motociclistico è cresciuto dal 48% al 58%; la quota di scooter è scesa drasticamente dal 33% al 25%. Considerando la minaccia diretta derivante da basi di produzione più economiche e da un'elevata concorrenza interna, prestazioni ed efficienza sono un must. Le aziende hanno iniziato a esaminare in modo critico varie tecniche e concetti per ottenere l'efficienza complessiva dei costi; hanno iniziato a sviluppare nuovi modelli, modificando quelli esistenti, o creando più varianti sforzandosi nella riduzione dei costi. In questo contesto, un tentativo di migliorare la produttività alla fine del processo è la chiave per migliorare l'efficienza della catena. XYZ è una tra le più importanti nel mercato delle due ruote con una quota di quasi il 23,4% (nel 2003) in tutte le categorie di prodotti. Agli inizi degli anni 2000 le motociclette a quattro tempi dominano l'intero settore delle due ruote e XYZ ha una forte presenza in questa categoria attraverso il suo modello M. XYZ ha molti fornitori vicino al suo stabilimento di assemblaggio e crede fortemente nella filosofia lean. Uno dei principali partner commerciali, ABC Ltd, è un fornitore dedicato per XYZ nella fattispecie si occupa della produzione dei telai delle moto per XYZ. Qualsiasi problema riguardante la produttività del fornitore ovviamente influisce sulla produttività e sulla redditività di XYZ. Con l'aumento della domanda in XYZ,

un'offerta di telai di buona qualità è sempre più difficile da gestire, poiché l'obiettivo principale di ABC Ltd è soddisfare la domanda quotidiana di XYZ. Questa maggiore domanda può essere soddisfatta aumentando le quantità di produzione sulla linea, cioè operando con linee di maschere extra (la "maschera" è una sorta di bancale rotante su cui i dispositivi vengono montati, e tutto attorno vengono posizionati utensili e materiali, cosicché l'operatore possa accedervi facilmente e rapidamente senza compromettere il suo operato e senza doverlo interrompere) e un set-up di saldatura manuale. Ma nell'attuale scenario di fluttuazione della domanda potrebbe non essere una soluzione praticabile. Si dovranno sostenere costi aggiuntivi di manodopera e spese generali, che a loro volta avranno effetti cumulativi sull'efficienza della catena di produzione degli OEM (azienda che produce componenti utili nella fase di assemblaggio finale). Allo stesso modo, alti livelli di work in process (WIP) in varie località non solo influiranno sulla liquidità, ma richiederanno anche una tendenza "play-safe" per entrambe le parti.

3.1.2. VALUE STREAM MAPPING ALLO STATO CORRENTE

Si parte da un foglio A3 e vengono disegnate icone che rappresentano il cliente, il fornitore e il controllo della produzione, con uno spazio sufficiente tra di loro. Le voci vengono effettuate per preparare una casella dati sotto le icone per acquisire il fabbisogno mensile / giornaliero di ciascun prodotto insieme al numero di contenitori e Kanban richiesti nell'unità di tempo. Successivamente, i dati di spedizione e ricezione vengono inseriti insieme alle icone per il camion utilizzando le frecce di direzione per il movimento. Quindi le operazioni di produzione / assemblaggio vengono tracciate lungo la parte inferiore della mappa, con il processo più a monte a sinistra e il processo più a valle a destra. Ciò segue l'immissione di attributi di processo come tempo di attività, cambio, ecc. Nelle unità appropriate vengono rappresentati anche il flusso di informazioni, sia elettronico che manuale. Per questa comunicazione, vengono tracciate frecce tra le parti interessate. Successivamente, le icone dell'inventario vengono disegnate insieme alle quantità, nei luoghi in cui l'inventario è immagazzinato tra i processi. L'ultimo passo importante include il disegno delle posizioni push, pull e first-in-first-out (FIFO). Se un processo sta producendo secondo una pianificazione indipendente dal processo a valle, ciò indica che si sta praticando la spinta. Altri scenari possono includere una combinazione di pull e FIFO. In questo modo, questo meccanismo funge da punto di partenza per aiutare la direzione, gli ingegneri, i fornitori e i clienti a riconoscere i "rifiuti e le loro fonti". Adottare una prospettiva del flusso di valore significa lavorare sul quadro generale e migliorare l'insieme, non solo i singoli processi.

I concetti di flusso di valore forniscono sia un quadro dello stato attuale delle cose sia una guida sulle aree di gap. Quindi aiuta a visualizzare come funzionerebbero le cose quando vengono incorporati alcuni miglioramenti / modifiche. L'indirizzamento delle aree di lacuna nello stato esistente si traduce in una roadmap per il miglioramento. La figura 1 rappresenta la mappatura dettagliata dello stato attuale all'estremità del fornitore. Per motivi di chiarezza, i processi che vanno dalla perforazione fino alla misurazione sono mostrati separatamente come figura 2. Per disegnare queste figure è stato effettuato uno studio dettagliato di tempo e movimento per catturare le attività delle singole stazioni e i tempi per la stessa.

Dalle figure è chiaro che la VSM mostra i vari dettagli importanti del processo come il tempo di ciclo della stazione, il tempo di attività e il tempo disponibile in ogni turno. L'inventario accumulato in varie fasi è rappresentato da triangoli contenenti la lettera "I". Descrive inoltre il flusso di informazioni (sia elettronico che cartaceo) tra OEM e fornitori di primo e secondo livello. Il punto più importante è che riassume le informazioni sul tempo delle operazioni di valore aggiunto effettivo e il lead time di produzione totale. La visualizzazione olistica di tempi diversi e altri risultati concreti fornisce un vero fattore scatenante e offre una

sfida

per

il

miglioramento.

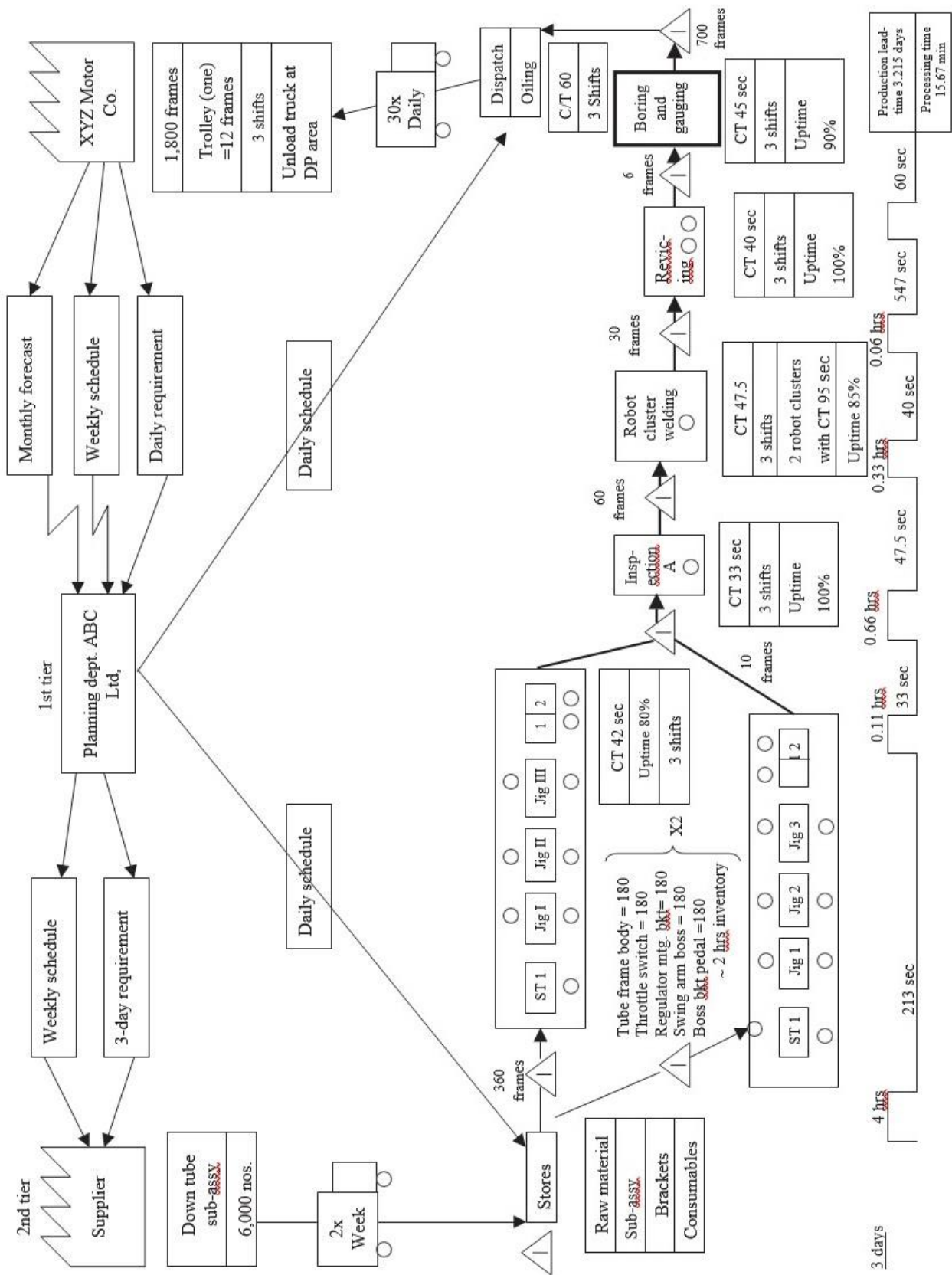


Figura 21. VSM allo stato corrente

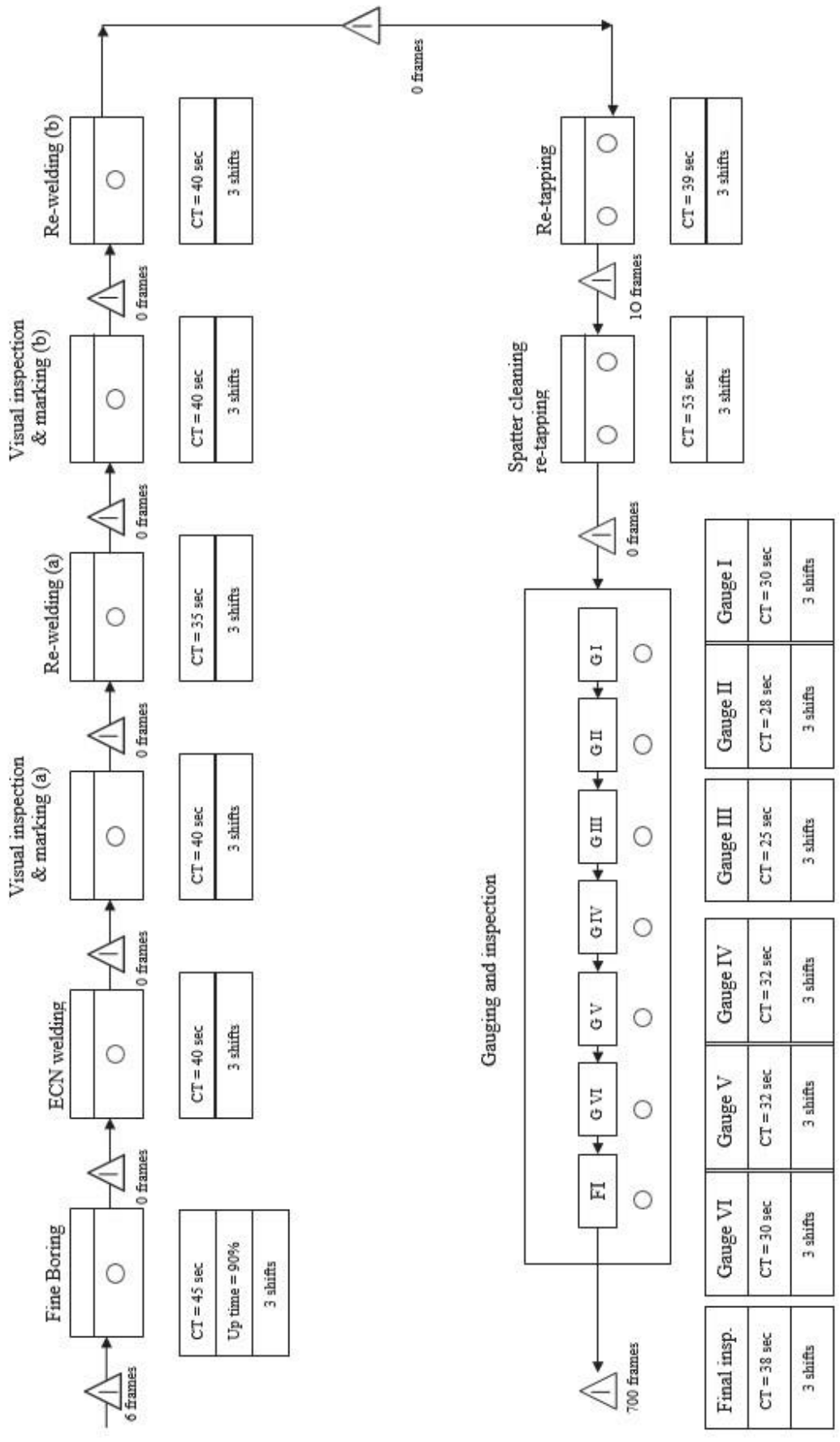
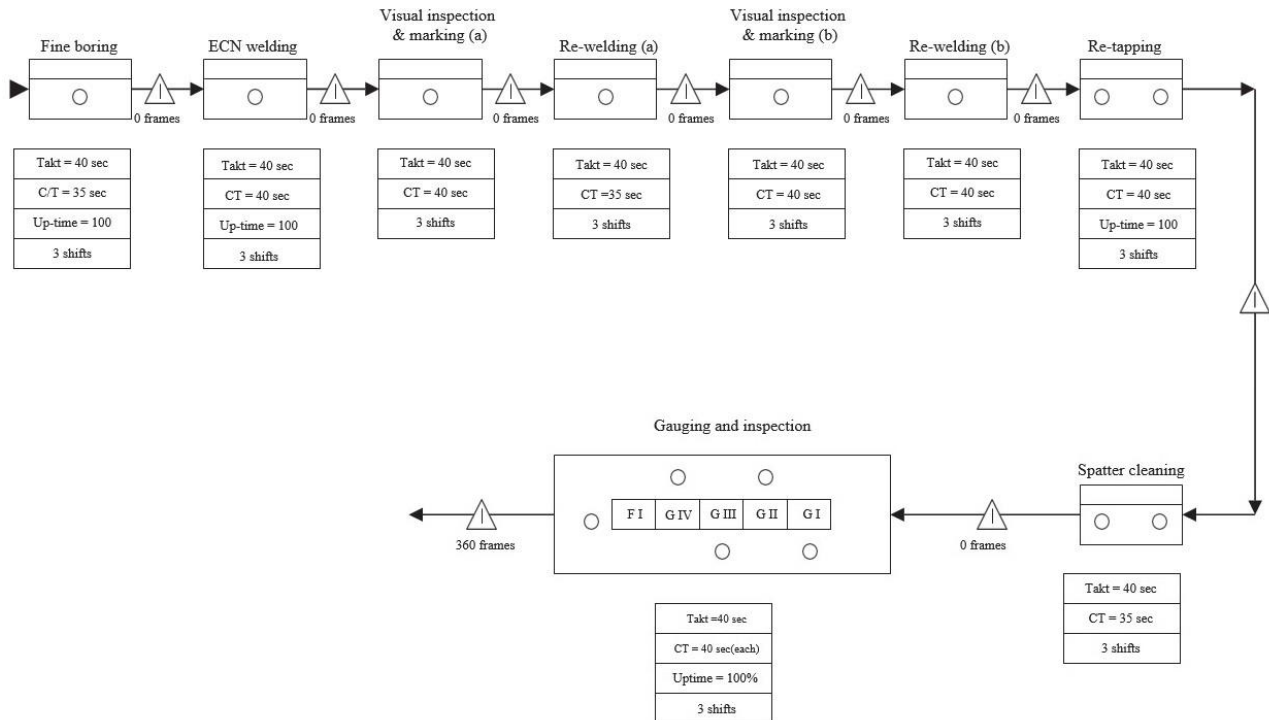


Figura 22. VSM



3.1.3. ANALISI DELLO STATO CORRENTE

Per l'analisi dello stato corrente, vengono fatte alcune ipotesi. Per quanto riguarda la richiesta da XYZ, si presume che la richiesta massima possa raggiungere fino a 2.000 telai al giorno. Questo è derivato dallo storico dei dati di vendita di XYZ. La mappa dello stato corrente acquisisce le informazioni in una particolare istanza, che può variare da turno a turno. Per motivi di analisi, lo spostamento e la variazione dal punto di vista dell'operatore (che possono esserci) non vengono considerati. I livelli di scorte del negozio sono diversi a seconda delle materie prime e variano con i diversi fornitori di ABC Ltd. Ai fini dell'analisi i livelli delle scorte sono considerati a intervalli di tre giorni. Le tabelle 2 e 3 rappresentano vari dettagli riguardanti lo stato attuale del processo di produzione del telaio presso ABC Ltd. Questi dettagli sono ottenuti dalla VSM dello stato corrente come mostrato nelle figure 1 e 2.

Il processo attuale richiede una manodopera di 129 persone al giorno con una produzione di 13,95 telai per lavoratore. Il tempo di elaborazione effettivo o il tempo di valore aggiunto per il processo esistente è 15,67 minuti, mentre il lead time di produzione è di 3,215 giorni, come mostrato nella figura 1. Si osserva anche una elevata mole di lavoro nel processo di 466 telai per la linea di maschere della stazione di ispezione, saldatura robotizzata, revisione, alesatura fine e pulizia degli schizzi. Inoltre, l'inventario dei prodotti finiti è di 700 telai, che è lì per prendersi cura di una cattiva politica di ordinazione o della tendenza al lavoro sicuro degli OEM. Deve essere molto chiaro che il tempo di ciclo si riferisce concettualmente all' "esecuzione" di un atto o processo. Il tempo di consegna si riferisce alla "pianificazione" di un'azione o di un processo. Il tempo impiegato si riferisce alla "sincronizzazione" del ritmo di un processo con il ritmo di un altro processo. Pertanto, a volte è anche noto come output di velocità.

La spinta dell'OEM XYZ è sempre quella di rendere l'intera fornitura in entrata più snella attraverso iniziative di flusso di valore. La fornitura in entrata di XYZ è composta da 83 fornitori di primo livello e 430 fornitori di secondo livello. Per rendere l'intera offerta più lean non può essere considerato solo il punto di vista di un fornitore. Tuttavia, la sincronizzazione tra XYZ e ABC può essere ottenuta occupandosi delle capacità di produzione di ABC. Ma non sarà una soluzione a lungo termine, soprattutto quando XYZ è alla ricerca di iniziative lean basate sul valore nell'intera offerta.

Tabella 3. Dettagli del processo di produzione del telaio esistente.

Measure	Unit	Current position
Production output per man	Frames/man	13.95
Manpower	Numbers/day	129
In-process inventory	Frames	466
Finished goods inventory	Frames	700
Production lead-time	Days	3.215
Processing time	Minutes	15.67

Tabella 2. Calcoli riferiti alle figure 1 e 2

Place/Station (unit)	Processing time (sec)	Production lead time (hrs)	In-process inventory (no.)
Raw material stores	—	72	0
Jig lines	213	4	360
Inspection	33	0.11	10
Robot welding	47.2	0.08	00
Revcing (processing)	40	0.33	30
Boring and gauging	547	0.06	6
Oiling/Dispatch	60	—	FG inv. 700
Total	940.5	77.16	466
Total (relevant units)	15.675 min	3.215 days	466 nos.

Scale for inventory, 90 frames or equivalent raw material ¼ 1 hr inventory.

La soluzione migliore è raggiungere il takt time target al picco della domanda, che è derivato dalle esigenze di mercato delle motociclette prodotte da XYZ. Pertanto, nel contesto di ABC Ltd, si riferisce al ritmo di produzione con il ritmo della domanda a XYZ. Poiché XYZ richiedeva una fornitura a tariffa oraria, nel contesto di ABC Ltd è stato scelto il takt time come numero di riferimento. Dopo aver considerato le pause per tutti i turni, per una produzione giornaliera di 2.000 telai viene calcolato il takt time ed è di 40 secondi. Questo takt time significa che ABC Ltd deve produrre un telaio ogni 40 secondi dalla sua linea di assemblaggio. In questo contesto è stato effettuato anche uno studio del tempo e del movimento per stabilire i tempi di ciclo delle singole stazioni. Come suggerisce la figura 3, la maschera 3, la saldatura robotizzata, la foratura fine, la pulizia degli schizzi e l'oliatura sono i processi che hanno tempi di ciclo della stazione superiori al takt time. Allo stesso modo, per alcune delle stazioni, il tempo di ciclo è inferiore al takt time, che indica le aree potenziali per il risparmio di manodopera. In questo modo, utilizzando i concetti del flusso di valore, viene analizzato lo stato attuale del processo di produzione dei telai di primo livello (ABC Ltd) e dei fornitori di secondo livello e vengono elaborate potenziali aree di miglioramento. Per le stazioni, che avevano un tempo di ciclo della stazione superiore al tempo takt, sono state studiate le cause dell'accatastamento WIP. Allo stesso modo, il tempo a valore aggiunto totale della produzione di telai, ovvero il tempo di elaborazione totale, è stato confrontato con il lead time di produzione totale.

3.1.4. MODIFICHE PROPOSTE PER LO STATO FUTURO INSIEME A BENEFICI REALIZZATI

Agendo sulle aree di gap identificate dalla mappatura del flusso di valore dello stato esistente, sono state proposte alcune modifiche come indicato nelle figure 4 e 5. Al fornitore ABC Ltd è stato chiesto di soddisfare la domanda oraria invece di fornirla in base ai turni. Per soddisfare la domanda oraria è necessario un alto grado di flusso di informazioni e coordinamento. Per tenere traccia della domanda oraria su XYZ, è stato introdotto il sistema kanban tra XYZ e ABC Ltd, in quanto ha contribuito a promuovere un flusso di informazioni adeguato sulla domanda. È stato suggerito di effettuare il ritiro Kanban in modo da far fluire dal dipartimento di pianificazione alla spedizione. Allo stesso modo, è stato suggerito che il Kanban di produzione fluisse dalla spedizione al magazzino delle materie prime, come mostrato nella figura 4. Il sistema Kanban ha portato la pianificazione e la disciplina di consegna richieste. Ciò era necessario per garantire il funzionamento del magazzino e della spedizione delle materie prime come un supermercato. Questo sistema ha anche ridotto il fabbisogno di manodopera per tenere traccia della domanda e dell'inventario in XYZ e comunicarlo al fornitore. È stato anche osservato che le scorte erano elevate nella catena di montaggio del fornitore. ABC Ltd aggiornava l'inventario ogni tre giorni nel supermarket a causa della scarsa comunicazione. Il flusso di informazioni elettroniche è stato introdotto sia per i fornitori di primo che di secondo livello di XYZ. Questo sistema ha contribuito a ridurre la quantità degli ordini e l'inventario nei negozi di materie prime. L'implementazione del "milk-run" introdotta tra ABC Ltd e i suoi fornitori ha ridotto i costi di trasporto (fino a qualche decennio fa dopo che si consumava il latte, si usava mettere fuori la porta la bottiglia vuota in modo tale che il lattaio, che passava ad un orario prestabilito, in base al numero di bottiglie vuote lasciava lo stesso numero di bottiglie piene. Grazie a questo sistema, non si aveva mai troppo latte ma si aveva sempre il quantitativo giusto per il fabbisogno giornaliero. Lo stesso concetto viene applicato alla gestione della logistica del ritiro delle materie prime presso i fornitori: la consegna - del latte - è basata su una tempistica prestabilita e non sull'utilizzo effettivo-). Questi cambiamenti hanno ridotto i livelli delle scorte nel magazzino delle materie prime da tre giorni a mezza giornata, come mostrato nella figura 4, il che è stato abbastanza significativo. Ciò ha anche contribuito a rendere l'intera catena di approvvigionamento snella e flessibile.

Per sincronizzare il tempo di ciclo della stazione con un takt time di 40 secondi e per ridurre il fabbisogno di manodopera sulle linee jig, anche dette "maschere", sono state avvicinate due linee jig, come mostrato nella figura 4. Ciò ha portato a una riduzione della manodopera da 20 a 15 perone sulle linee jig. Per migliorare l'utilizzo della maschera, è stato anche suggerito l'uso di un basamento con gancio rotante. Ciò ha aiutato a raccogliere e posizionare facilmente i telai sulle linee di jig. A causa della mancanza del know-how tecnico necessario per quanto riguarda una stazione di saldatura robotizzata, si è deciso di sincronizzare indirettamente il suo tempo di ciclo con il takt time. Per questo, è stata proposta una cabina di saldatura aggiuntiva per la saldatura manuale. La differenza di qualità nella saldatura manuale e robotizzata è stata curata impiegando un operaio altamente specializzato per questo lavoro. È stato inoltre riscontrato che l'utilizzo di una struttura di saldatura robotizzata non era elevato, a causa di un meccanismo scadente dell'alimentazione a filo. Piccole modifiche nell'ugello e nell'unità di pressione hanno iniziato a favorire l'alimentazione continua e uniforme del filo. Ciò ha notevolmente migliorato l'utilizzo del meccanismo di alimentazione a filo.

Per mantenere un flusso continuo e migliorare le prestazioni della foratrice fine, il tempo di ciclo della stazione è stato ridotto a 40 secondi utilizzando un impianto migliorato. Per tenere conto del tempo di ciclo della stazione in eccesso durante la pulizia questa modifica ha ridotto il tempo di ciclo della stazione di 53 secondi

a quello del takt time. Allo stesso modo, raggruppando varie attività di misura e ispezione e mantenendo il tempo di ciclo uguale al takt time si è ottenuto un risparmio di personale pari a tre. Anche il tempo di processo di lubrificazione è stato ridotto da 60 secondi a 30 secondi grazie all'introduzione di una pistola a spruzzo. Dopo aver incorporato le modifiche, l'equilibrio complessivo nel processo di produzione del telaio può essere visto nella figura 6. Questa cifra tra il takt time e il tempo di ciclo della stazione mostra l'impatto del miglioramento e dei cambiamenti nel processo.

I calcoli delle figure 4 e 5 insieme ai vantaggi ottenuti sono riassunti nelle tabelle 4 e 5. Queste sono chiare indicazioni che la produzione per lavoratore è migliorata a 17,54 telai da 13,95 telai. Il lead time di produzione si riduce notevolmente da 3,215 giorni a 0,54 giorni e anche il tempo di elaborazione si riduce da 15,67 a 14,13 minuti. L'elevata domanda in XYZ è facilmente realizzabile con la riduzione sia del WIP che dell'inventario delle merci finite nella catena di fornitura. Tutte queste modifiche proposte porteranno a una significativa riduzione dei costi per ABC Ltd, e quindi aiuteranno anche a ridurre i costi complessivi nella catena di fornitura per gli OEM. Ora il fornitore sarà in grado di fornire a una tariffa oraria e telai di alta qualità a un costo inferiore, che era anche il requisito di un ambiente lean e reattivo.

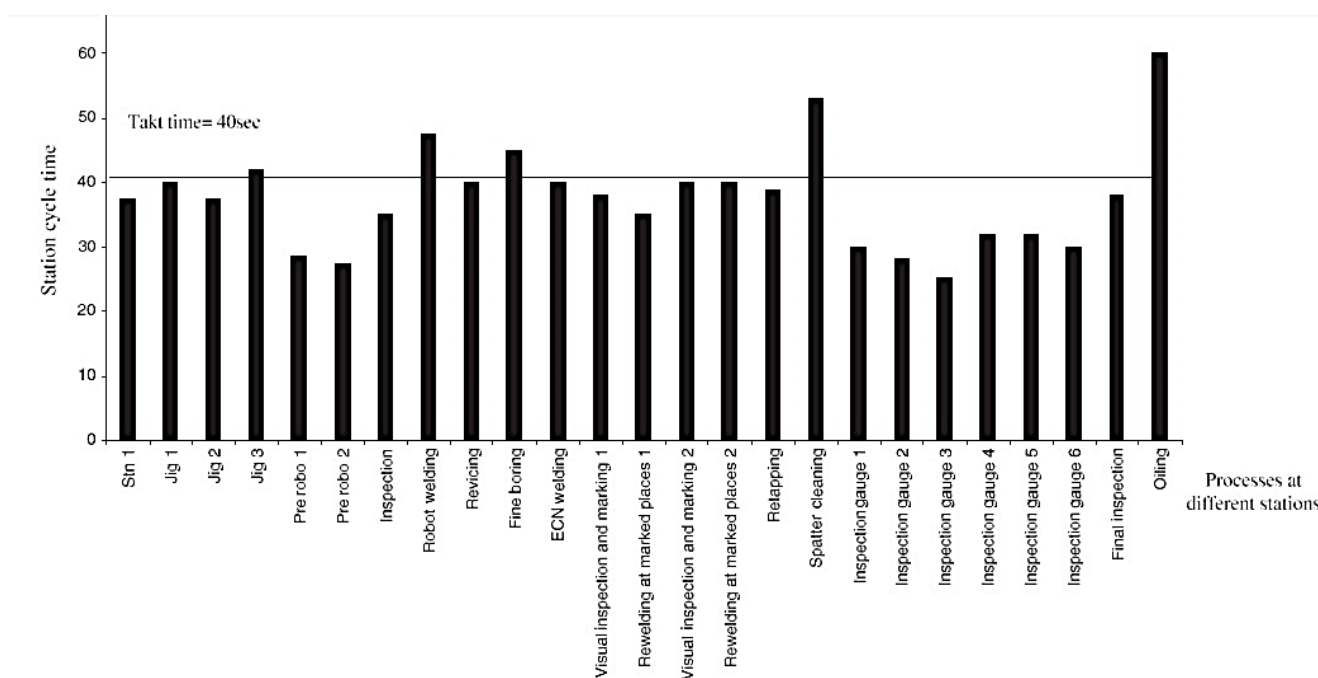


Figura 23. Stato attuale della produzione per il confronto tra takt time e station time

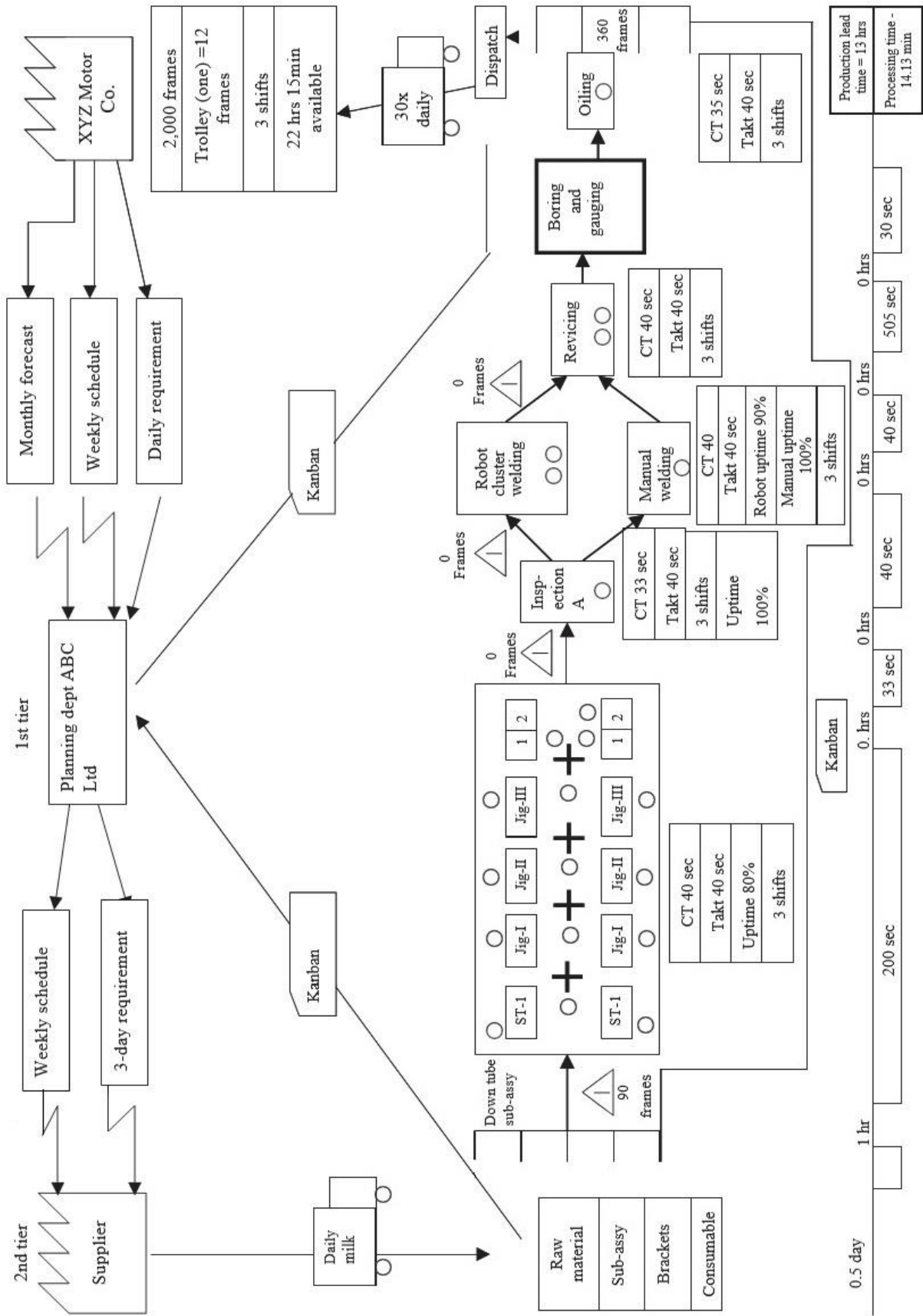


Figura 24. Stato futuro

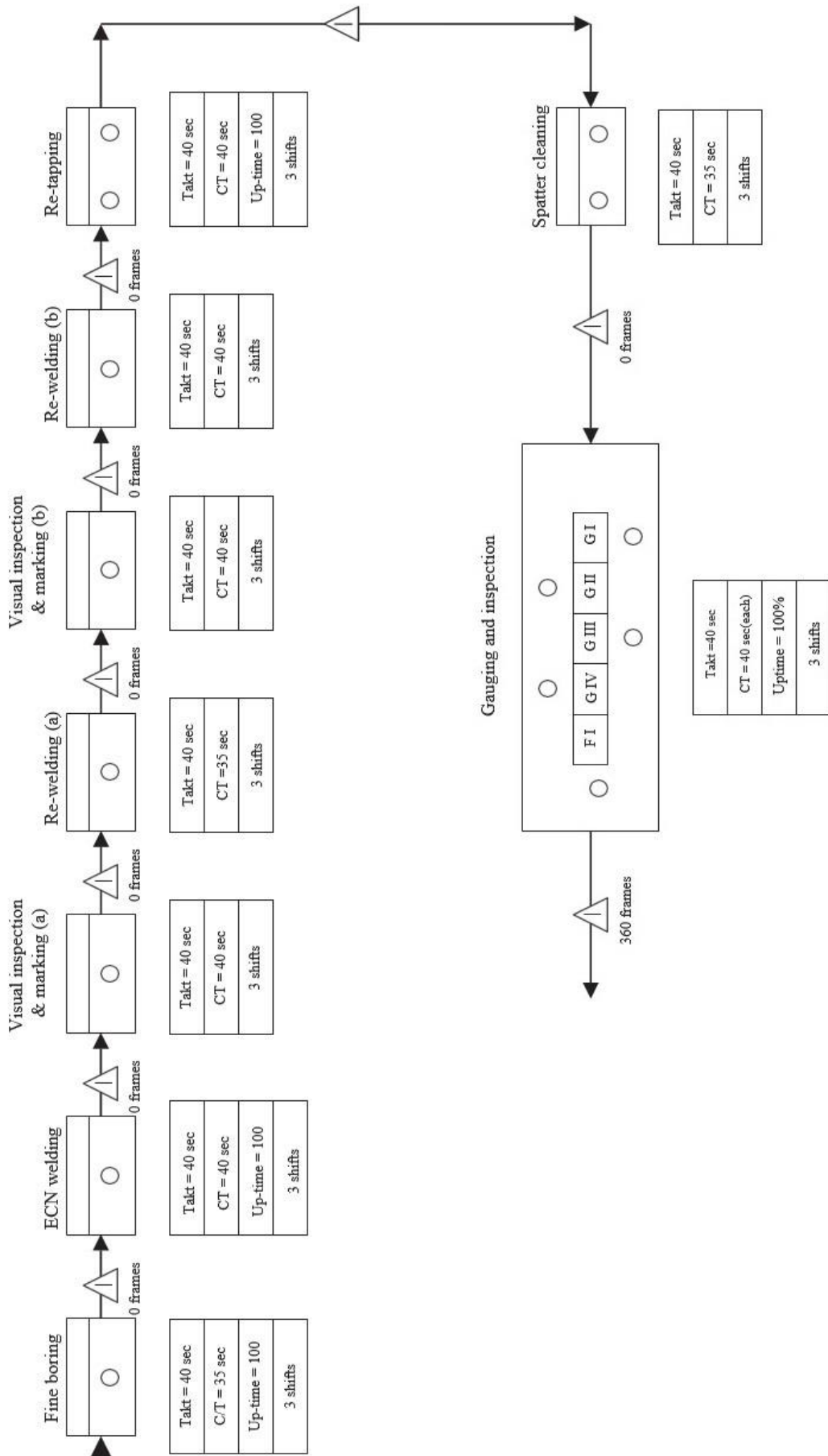


Figura 25. Stato futuro dei processi che vanno dalla perforazione fino alla misurazione

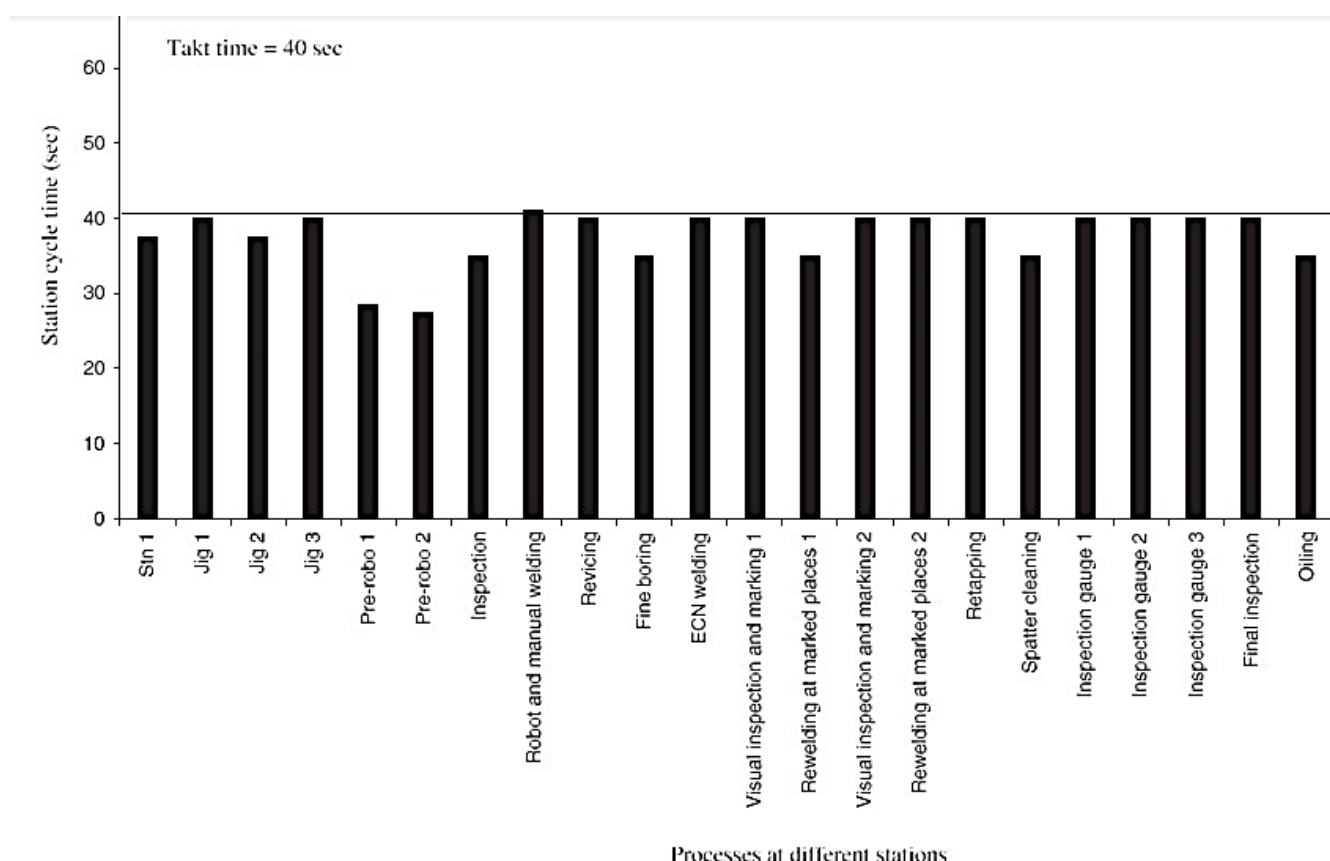


Figura 26. Stato futuro della produzione per il confronto tra takt time e station time

Tabella 4. Calcoli per le figure 4 e 5 (stato futuro)

Place/Station (unit)	Processing time (sec)	Production lead time (hrs)	In-process inventory (no.)
Raw material stores	—	12	0
Jig lines	200	1	90
Inspection	33	0	0
Robot welding	40	0	0
Reving (processing)	40	0	0
Boring and gauging	505	0	0
Oiling/Dispatch	30	—	FG inv. ¼ 360
Total	848	13	90
Total (relevant units)	14.13 min	13 hrs	90 nos.

Scale for inventory, 90 frames or equivalent raw material ¼ 1 hr inventory.

Tabella 5. Processo esistente rispetto a quello proposto.

Measure	Unit	Current	Proposed
Production output per man	Frames/man	13.95	17.54
Manpower in jig line and inspection station	Number of men per day	63	51
Manpower in robotized set-up and finishing stations	Number of men per day	66	63
Manpower	Numbers/day	129	114
In-process inventory	Frames	466	90
Finished goods inventory	Frames	700	360
Production lead-time	Days	3.215	0.54
Processing time	Minutes	15.67	14.13

3.2 CASO DI STUDIO APPLICATO AL SETTORE INDUSTRIALE

3.2.1. INFORMAZIONI SULLA SOCIETÀ



L'azienda A è una piccola azienda di produzione che opera nel settore dell'elettronica negli Stati Uniti del Midwest. I principali prodotti dell'azienda A sono i quadri elettrici civili e industriali. L'azienda A ha un'ampia varietà di clienti dislocati in tutto il mondo, che vanno dagli appaltatori generali, agli impianti industriali, alle grandi reti elettriche commerciali. Tutti i prodotti dell'azienda A sono realizzati secondo le specifiche esatte dei loro clienti; pertanto, è raro che l'azienda realizzi due prodotti identici. Sebbene il manager fosse a conoscenza di come la lean production potesse aiutare l'azienda, i lavoratori della stessa, dovevano ancora completare un progetto di lean production e hanno espresso il desiderio di trasformare la struttura utilizzando la strategia Lean per aumentare l'efficienza del loro impianto. Sebbene il Lean thinking abbia potenziali applicazioni a livello aziendale nell'Azienda A, l'unità di un quadro elettrico è stata scelta come punto di partenza di questo progetto di trasformazione lean, poiché è la sezione di produzione principale della struttura e coinvolge il maggior numero di persone e attrezzature. Si è quindi formato un "team lean" composto da ricercatori in collaborazione con operatori, ingegneri e un manager tutti appartenenti all'azienda in questione.

3.2.2. VSM ALLO STATO CORRENTE

Il primo passo nella creazione di una mappa del flusso di valore è raccogliere dati che rappresentano lo stato corrente della struttura. Il team ha visitato lo stabilimento di produzione dell'Azienda A ed ha eseguito due procedure dettagliate con il responsabile della produzione, tracciando i percorsi che il materiale e le informazioni effettuano attraverso l'impianto di produzione dell'Azienda A. Per la prima procedura dettagliata, team ha seguito la produzione dalla baia di scarico delle materie prime fino alla baia di carico per la spedizione dei prodotti finiti. Ciò ha consentito team di familiarizzare con il flusso dello stato corrente e la sequenza dei processi nella struttura. Successivamente, team ha effettuato un cammino a ritroso dalla baia di spedizione a monte verso la baia delle materie prime. Ciò fornisce al team una migliore percezione del ritmo del cliente su cui la struttura dovrebbe operare. L'esplorazione della struttura ha consentito al team di raccogliere le informazioni dettagliate sul processo che rappresentano lo stato corrente del sistema di produzione. La Figura 7 mostra il tempo di processo dettagliato e il tempo di attività approssimativo per ciascun processo in un ordine sequenziale, dal primo all'ultimo quando è pronto per essere spedito. Sulla base di queste informazioni, viene generata l'attuale mappa del flusso di valore della struttura dell'azienda A, come mostrato nella Figura 8.

Il foglio di instradamento delle operazioni standard (Figura 9) fornisce una ripartizione più dettagliata delle operazioni coinvolte nella fase di fabbricazione della produzione e mostra ciò che il lavoratore stava facendo in un determinato momento nella fase di fabbricazione. La fase di fabbricazione comprende quattro processi: cesoiatura, taglio plasma, sbavatura e frenatura. Il prodotto rappresentativo studiato team richiede sei pezzi di lamiera;

Process #	1	2	3	4	5
Process sketch					
Operation description	Shear	Plasma Cut	De-bur	Brake	Cut
Average Cycle time	5 min	47 min	15 min	22.2 min	15 min
Uptime %	100	90	100	100	100
Workers	1	1	1	1	2
Area	Fabrication	Fabrication	Fabrication	Fabrication	Welding

Process #	6	7	8	9	10
Process sketch					
Operation description	Weld	De-bur	Wash	Dry	Paint
Average Cycle time	235 min	45 min	20 min	5 min	20 min
Uptime %	100	100	100	100	100
Workers	2	1	1	1	1
Area	Welding	Finishing	Finishing	Finishing	Finishing



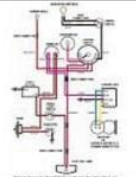
Process #	11	12	13
Process sketch			
Operation description	Bake	Assemble	Wire
Average Cycle time	30 min	480 min	2400 min
Uptime %	100	100	100
Workers Required	1	4	20
Area of Shop	Finishing	Assembly	Wiring

Figura 27. Dettagli del processo

tuttavia, solo due pezzi devono passare attraverso tutti e quattro i processi; gli altri quattro pezzi richiedono solo il processo di trancitura.

Come mostra la Figura 9, l'operatore inizia raccogliendo il primo pezzo e completando l'operazione di taglio su di esso, che richiede cinque minuti. Successivamente, l'operatore sposta il pezzo da lavorare dalla cesoia alla taglierina al plasma. Poiché la taglierina al plasma è controllata da una macchina a controllo numerico, l'operatore deve solo essere presente per caricare la macchina, operazione che richiede 3 minuti, dopodiché l'operatore può far funzionare la macchina da sola. Mentre la taglierina al plasma sta tagliando il primo pezzo

da lavorare, l'operatore torna alla cesoia e taglia gli altri cinque pezzi che richiedono complessivamente 25 minuti.

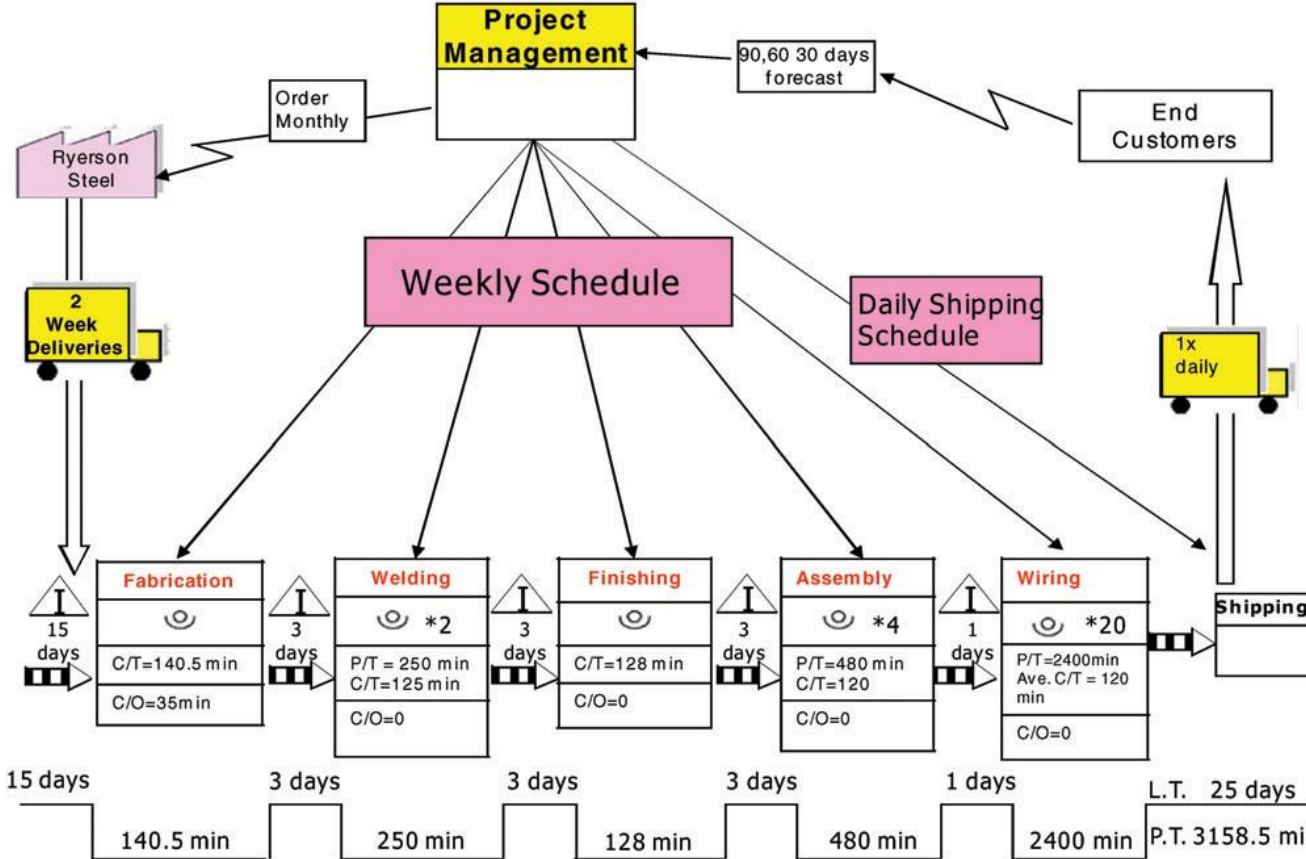


Figura 28. VSM allo stato corrente

#	Name of operation	Manual time	Machine time	Operation time (min)								
				25	50	75	100	125	150			
1	Shear	5		10.5	33.5							
2	Plasma	Load-3 Unload-2	42	7	10	37.5	52	57	99			
3	Debur	15				59	74		101	116		
4	Brake	22.5				76	98.5		118	140.5		

Figura 29. Foglio di routine delle operazioni standard per le operazioni di fabbricazione

Poiché il tempo necessario per tagliare al plasma il primo pezzo da lavorare è più lungo di quello necessario all'operatore per tagliare gli altri cinque pezzi, c'è un periodo di 14,5 minuti in cui l'operatore non ha nulla da fare, come mostrato nella Figura 9. Al termine del taglio al plasma del primo pezzo da lavorare, l'operatore predispone la taglierina al plasma per il secondo pezzo da lavorare e quindi inizia a tagliare al plasma il secondo pezzo. L'operatore porta quindi il primo pezzo in lavorazione ai processi di sbavatura e frenatura. Dopo aver completato i processi di sbavatura e frenatura, l'operatore torna alla taglierina al plasma per prendere il secondo pezzo da lavorare per effettuare anche su di esso la sbavatura e la frenatura. Dopo che il secondo pezzo in lavorazione ha completato tutti e quattro i processi, la fabbricazione del quadro è completa.

Il tempo di ciclo dell'operazione di fabbricazione è di 140,5 min ed è più lungo dei tempi di ciclo delle altre operazioni. Inoltre, sono stati riscontrati problemi di qualità nell'operazione di fabbricazione, soprattutto nella taglierina al plasma che ha solo una capacità di uptime del 90% circa.

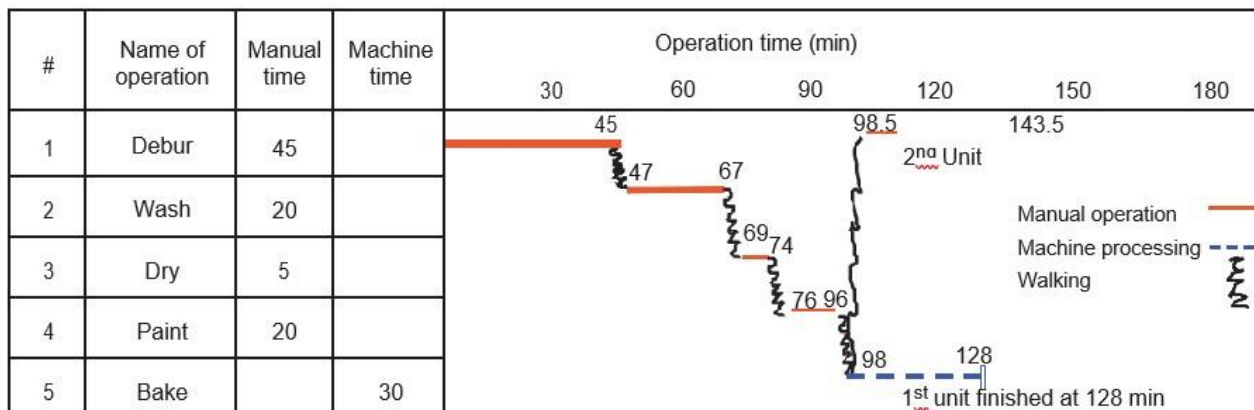


Figura 30. Foglio di routine delle operazioni standard per l'operazione di finitura

L'alto tasso di rilavorazione e difetti causati dalla taglierina al plasma ha causato un aumento del tempo di ciclo. Il lungo tempo di ciclo della taglierina al plasma fa sì che l'operatore attenda 14,5 minuti come indicato sul foglio di routine delle operazioni di fabbricazione (Figura 9). Sull'elenco delle operazioni (figure 9 e 10), il tempo necessario all'operatore per spostare il pezzo da lavorare da un processo all'altro è di 2 minuti e il tempo necessario all'operatore per passare da un processo all'altro è di 0,5 minuti.

Dopo la fabbricazione, le parti vengono saldate insieme e quindi inviate all'operazione di finitura (Figura 10). L'operazione di finitura prevede cinque processi: sbavatura, lavaggio, asciugatura, verniciatura e cottura. L'operatore conduce l'unità attraverso tutti e cinque i processi in sequenza. Come mostrato in Figura 10, non è necessario che l'operatore sia presente per l'intero processo di cottura. Pertanto, dopo aver avviato il processo di cottura, l'operatore inizia la produzione dell'unità successiva. Una volta terminato il processo di cottura per la prima unità, l'operazione di finitura è completata. Il tempo di ciclo per l'operazione di finitura è di 128 minuti.

Come mostra l'attuale mappa del flusso di valore nella Figura 8, le materie prime vengono ordinate mensilmente con spedizioni che arrivano in azienda ogni due settimane. Quando il "team lean" ha visitato la struttura, è stato osservato un livello di inventario di 15 giorni. Poiché le spedizioni arrivano ogni due settimane, il tempo di consegna è più lungo di quanto sarebbe stato se le spedizioni fossero arrivate a intervalli più brevi (ad esempio settimanalmente). Il controllo della produzione dell'azienda A è attualmente programmato su base settimanale dal project manager. Non c'è comunicazione tra le singole aree di lavoro. È chiaro che l'intero sistema produttivo si basa su una strategia di controllo push. Ci sono luoghi nell'attuale VSM in cui l'inventario si accumula per lunghi periodi di tempo, il che non aggiunge valore al prodotto. Il lead time totale dell'attuale struttura dell'Azienda A è di circa 25 giorni con un tempo di elaborazione totale di 3158,5 minuti.

3.2.3 VSM STATO FUTURO

Le informazioni rappresentate sulla VSM del flusso corrente hanno consentito al team di visualizzare la situazione operativa della struttura allo stato corrente. C'erano molte fonti di spreco nel sistema attuale che non aggiungevano valore alla produzione dell'Azienda. Considerato che lo scopo della lean production è ridurre o eliminare gli sprechi, il team aveva bisogno di definire una VSM dello stato futuro che fungesse da guida per tutti i progetti lean futuri. Qui di seguito sono mostrate le linee guida che Rother e Shook hanno presentato nel libro "Learning to see"; queste linee guida sono state riprese dal team per identificare i problemi e definire lo stato futuro.

a) CALCOLO DEL TAKT-TIME E DEL PITCH DELL'AZIENDA

L'azienda A opera ogni giorno su un unico turno di otto ore con una media di quattro centralini ordinati ogni giorno lavorativo. Con queste informazioni, il takt time è stato stimato come segue.

$$\text{Takt time} = \frac{8 \text{ ore}}{4 \text{ pezzi per turno}} = 2 \text{ ore}$$

Il takt time mostra che l'azienda A deve produrre un quadro ogni due ore per soddisfare la domanda dei clienti. Pertanto, l'impianto di produzione della società A dovrebbe rispettare il takt time di due ore.

Nella struttura dell'azienda A, un pallet viene utilizzato per trasportare un'unità di materiale.

b) STABILIRE SE I PRODOTTI FINITI DEBBANO ESSERE CONSEGNAI AD UN SUPERMARKET DI PRODOTTI FINITI O SPEDITI DIRETTAMENTE AI CLIENTI

I prodotti dell'azienda A sono quadri elettrici specifici del cliente e il volume di produzione è basso. Pertanto, il team ha deciso di spedire i prodotti direttamente ai clienti.

c) Identificare dove utilizzare l'elaborazione a flusso continuo

Le principali aree di produzione nello stabilimento di produzione dell'azienda A includono fabbricazione, saldatura e finitura (Figura 7). I tempi di ciclo correnti per queste operazioni sono 140,5 , 125 e 128 minuti. Sebbene il tempo di ciclo per la fabbricazione sia di 140,5 minuti, il team ha scoperto che la taglierina al plasma produceva un alto tasso di difetti che dovevano essere rielaborati. Dunque, il team ha concluso che il tempo di ciclo della macchina per il taglio al plasma può essere ridotto dopo che il processo è stato migliorato. Inoltre, le altre due operazioni, saldatura e finitura, hanno tempi ciclo prossimi al takt time della richiesta del cliente. Quindi, il team vede queste tre operazioni come buoni candidati per formare un sistema di flusso continuo. Il team ha deciso di combinare queste operazioni in una stazione e ha proposto che l'area di fabbricazione venisse trasformata in una stazione utilizzando un sistema "rabbit chase" (Il "Rabbit Chase" è un possibile

approccio per organizzare il lavoro manuale in una linea di flusso. Il lavoratore si muove lungo la linea con il suo pezzo. Quando raggiunge la fine della linea, prende un nuovo pezzo e ricomincia. Naturalmente, questo funziona meglio per le linee a forma di U, o in generale le linee in cui la fine è vicino all'inizio della linea).

d) DETERMINARE DOVE UTILIZZARE I MECCANISMI DI PULL E DI SUPERMARKET

La struttura attualmente funziona utilizzando un meccanismo di controllo push con le scorte presenti tra le operazioni (Figura 8). Inoltre, le materie prime vengono ordinate mensilmente con spedizioni che arrivano ogni due settimane. Ciò porta a due potenziali problemi: aumento dei livelli di scorte delle materie prime e possibilità di non avere materie prime a portata di mano quando necessario. Per risolvere questo problema, il team ha concluso che nel sistema sono utilizzati due supermarket. Un supermarket viene utilizzato prima della stazione "rabbit chase" per informare il responsabile della produzione che c'è bisogno di più materie prime. Il secondo supermarket viene utilizzato nella stazione "rabbit chase" per comunicare ai lavoratori il programma di produzione.

e) DETERMINARE LA POSIZIONE DEL PACEMAKER

Con il meccanismo di pull implementato e la stazione "rabbit chase" formata, dopo che i prodotti sono passati attraverso questa stazione, saranno spostati all'operazione di assemblaggio e quindi all'operazione di cablaggio attraverso le corsie FIFO (first in first out). Poiché tutte le operazioni a valle della stazione che "insegue il coniglio" sono in corso, allora questa stazione sarà il pacemaker.

f) DETERMINARE COME LIVELLARE IL MIX DI PRODUZIONE SUL PACEMAKER

Il batching non è desiderato in una prospettiva lean, perché aumenterà i livelli di scorte e quindi aumenterà il tempo di consegna. Inoltre, il batching renderà anche difficile tenere traccia dei problemi di qualità. Il mix di produzione sarà livellato al pacemaker, il personale che "insegue il coniglio", tramite la scatola di livellamento del carico, utilizzerà i pacchetti degli ordini di produzione, con ciascun pacchetto corrispondente a un singolo centralino.

g) DETERMINARE L'INCEMENTO DEL MOVIMENTO AL PACEMAKER

Il takt time della società A è di due ore, e ogni centralino viene spostato come un'unità attraverso la struttura della società A. Pertanto, il passo produttivo è di due ore, il che significa che ogni due ore il prodotto verrà spostato al processo successivo. Il movimento del pacemaker è controllato dalla casella di livellamento del carico mostrata nella Figura 11. Ciascuna colonna della casella di livellamento del carico indica un incremento del passo, in questo caso due ore. Ogni mattina il project manager inserirà i pacchetti degli ordini di produzione nelle opportune fasce orarie nella scatola di livellamento, con ogni pacchetto corrispondente ad un singolo quadro elettrico. L'operatore recupererà quindi un pacchetto dell'ordine di produzione dallo slot appropriato quando inizierà il nuovo lavoro.

h) MIGLIORAMENTI CHE DOVRANNO ESSERE EFFETTUATI PER IL RAGGIUNGIMENTO DELLO STATO FUTURO

Il team dopo aver fatto un brainstorming ha identificato i tre rifiuti più grandi. Questi tre sprechi devono essere prima ridotti o eliminati per avvicinare il sistema a quello proposto nella mappa futura del flusso di valore. Loro sono:

- 1) Difetti. La macchina per il taglio al plasma ha generato un alto tasso di difetti che ha richiesto all'operatore di spendere tempo extra senza valore aggiunto per la rilavorazione dei prodotti.
- 2) Tempo di attesa. I saldatori a volte sono inattivi mentre aspettano che i pezzi arrivino dalla macchina per il taglio al plasma.
- 3) Scorte. Ci sono solo due saldatori esperti nell'officina, se uno o entrambi è malato o si prende un periodo di ferie i livelli di scorte tra la fabbricazione e la saldatura si accumulano

Sulla base degli otto passaggi precedenti, viene proposta una mappa futura per la struttura dell'azienda A, che è mostrata nella Figura 11. La mappa futura mostra lo stato futuro del sistema di produzione desiderato dell'azienda A e offrirà indicazioni per gli eventi *Kaizen* che hanno lo scopo di migliorare l'attuale sistema di produzione. Gli eventi *kaizen* sono evidenziati con nuvolette frastagliate sulla mappa dello stato futuro.

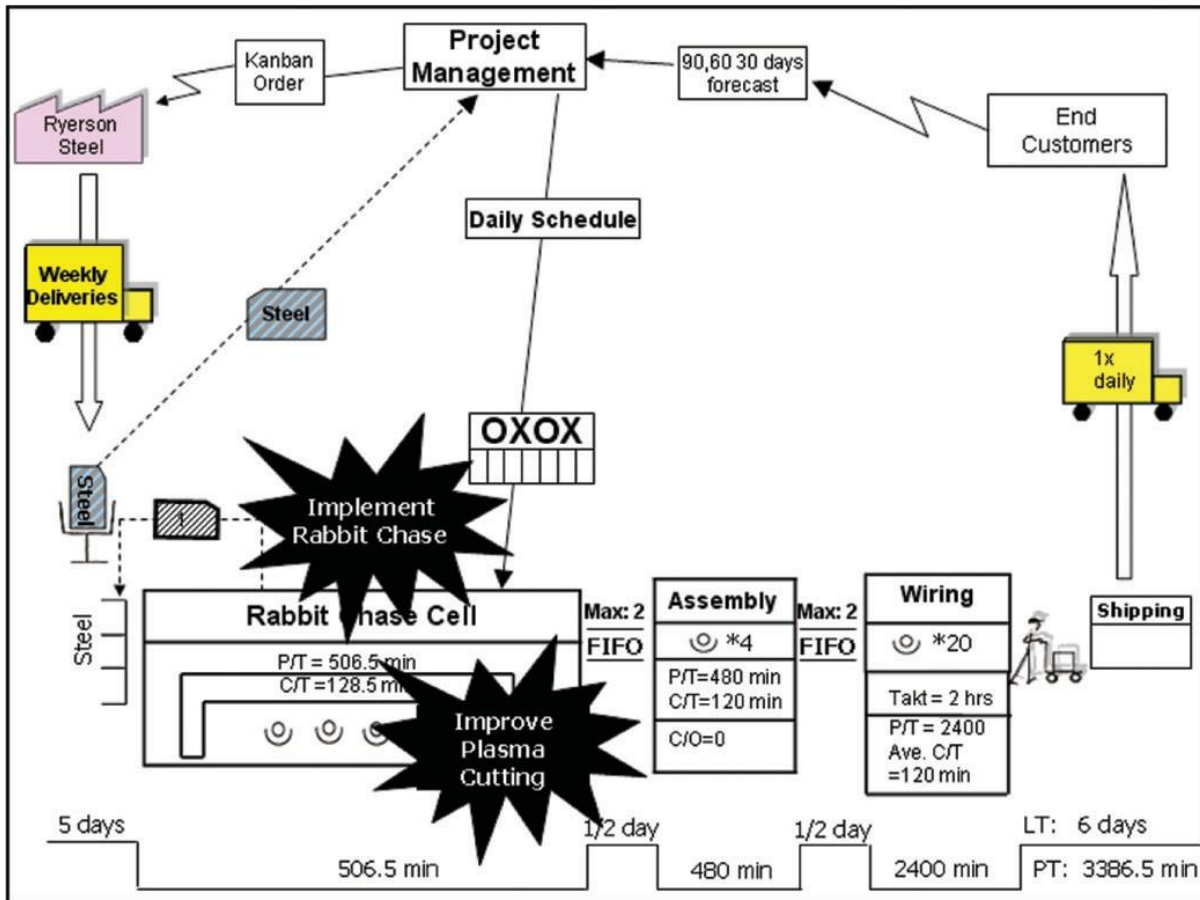


Figura 31. VSM stato futuro con kaizen

3.2.4. EVENTI KAIZEN

Il motivo centrale della produzione lean è identificare ed eliminare i *muda*. La mappa futura ci fornisce lo stato operativo ideale in futuro come documentato nella Figura 11, che serve come direzione verso la quale condurre l'operazione corrente. Il passaggio dallo stato corrente allo stato futuro può coinvolgere molti progetti *kaizen* pianificati in anticipo, nonché quelli definiti come necessari sulla strada verso lo stato futuro. Tuttavia, a causa dei vincoli di tempo, denaro e risorse, solo alcuni di essi possono essere completati entro i limiti di un'azienda. Sulla base dei tre rifiuti chiave presentati precedentemente, il team ha discusso e definito due eventi *kaizen* immediati per eliminare o ridurre questi sprechi, indicati con la nuvoletta frastagliata. Si spera che questi due eventi *kaizen* portino la produzione dello stabilimento di A ad avvicinarsi allo stato futuro. Il team ha stabilito che sette mesi sono sufficienti per implementare i due eventi *kaizen*.

EVENTO KAIZEN 1: Riduzione dei tempi di attesa e dei difetti della macchina per il taglio al plasma

Identificazione della causa principale. Il tempo di attesa era uno dei maggiori ostacoli che impedivano all'azienda di muoversi verso lo stato futuro ideale. Il tempo di attesa si verifica nel sistema perché i tempi di ciclo delle operazioni di fabbricazione, saldatura e finitura sono rispettivamente 140,5, 125 (due stazioni) e 128 minuti. L'operazione di fabbricazione è stata identificata come il collo di bottiglia del sistema perché aveva il tempo di ciclo più lungo, che è di circa 15,5 minuti in più rispetto all'operazione più veloce. Poiché il processo di produzione inizia con l'operazione di fabbricazione, il tempo di ciclo più lungo ha causato il fermo delle operazioni a valle in attesa dei pezzi. Sebbene sarebbe stato facile per l'azienda A sostituire l'attrezzatura obsoleta con una macchina più recente, l'azienda esitava a farlo a causa della loro limitata quantità di capitale. Pertanto, il manager dell'Azienda A e il team hanno deciso di condurre un progetto di esperimento al fine di determinare le impostazioni ottimali dei parametri per il taglio plasma.

L'obiettivo è il miglioramento del processo della taglierina al plasma tramite DOE. Una macchina per il taglio al plasma viene utilizzata per produrre fori sui pezzi da lavorare per l'installazione di hardware sui quadri. Tuttavia, alcuni fori non consentono il passaggio della ferramenta per uno dei due motivi: bordi smussati (Figura 12) e scarsa circolarità (Figura 13). Un bordo smussato porta un angolo alla superficie laterale di un foro, influenzando la forma cilindrica. Una scarsa circolarità porta a uno scarso adattamento tra il pezzo e l'hardware. Questi due problemi di qualità sono gli obiettivi che devono essere ottimizzati tramite DOE.

In questo evento *kaizen*, il team ha cercato un modo efficiente per completare il DOE per il taglio al plasma. Questo processo si concentra sulla produzione di un DOE efficiente, perché la società A ha un budget limitato e la necessità tempestiva di migliorare il taglio plasma. A causa di questi fattori, il team ha scelto la progettazione dei parametri "Taguchi" perché consente una riduzione della quantità di tempo e denaro necessari per l'esperimento. Utilizzando array ortogonali, il design dell'esperimento "Taguchi" riduce il numero di prove sperimentali.

Il team ha studiato la taglierina al plasma e ha identificato quattro fattori controllabili (tensione, velocità di alimentazione, amperaggio e dimensione della punta) e due fattori di rumore incontrollabili (pressione dell'aria e tempo di perforazione). Un array L9 viene utilizzato nel progetto sperimentale Taguchi costituito da quattro fattori controllabili, ciascuno con tre livelli. Con due fattori non controllabili inclusi nell'impostazione, vengono condotti 36 esperimenti, rispetto alle 81 combinazioni di parametri (quattro fattori, tre livelli o 34) richieste in un ambiente DOE tradizionale. Prove sperimentali e analisi dei dati hanno mostrato che le impostazioni ottimali dei parametri erano A1B2C1D3 (dimensione punta: piccola; velocità di alimentazione: 93 pollici / min; tensione: 100 V; amperaggio: 63 A). Le risposte alla deviazione dello smusso e della circolarità sono mostrate nella Figura 14 e nella Figura 15. La combinazione ottimale è stata quindi verificata con una

corsa di conferma di 30 pezzi con tutti i 30 tagli che soddisfacevano i requisiti di qualità per i successivi assemblaggi. Dopo aver identificato le impostazioni ottimali dei parametri, il tempo di ciclo per la taglierina al plasma è stato ridotto da 47 minuti a 30 minuti, poiché il tempo impiegato per l'ispezione e la rilavorazione dei difetti è stato ridotto.

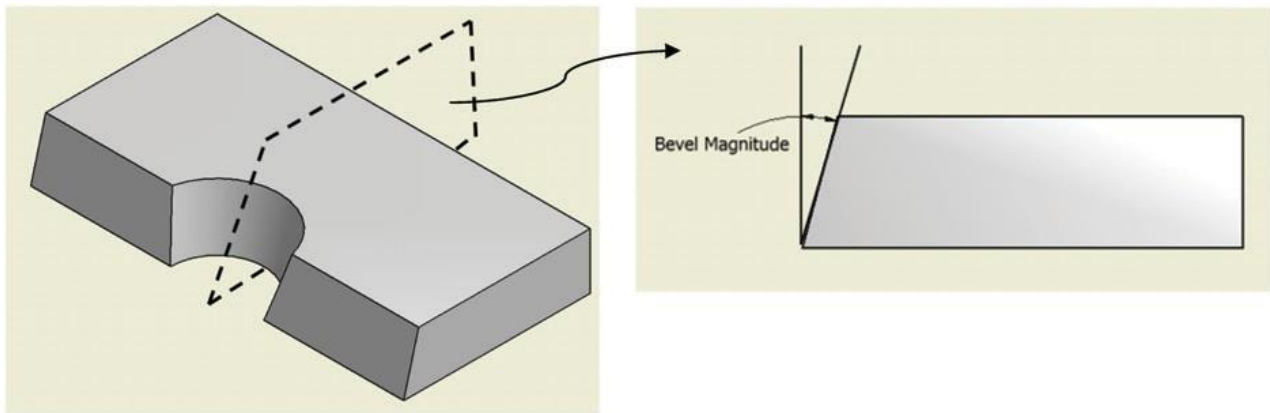


Figura 332. Illustrazione dello smusso

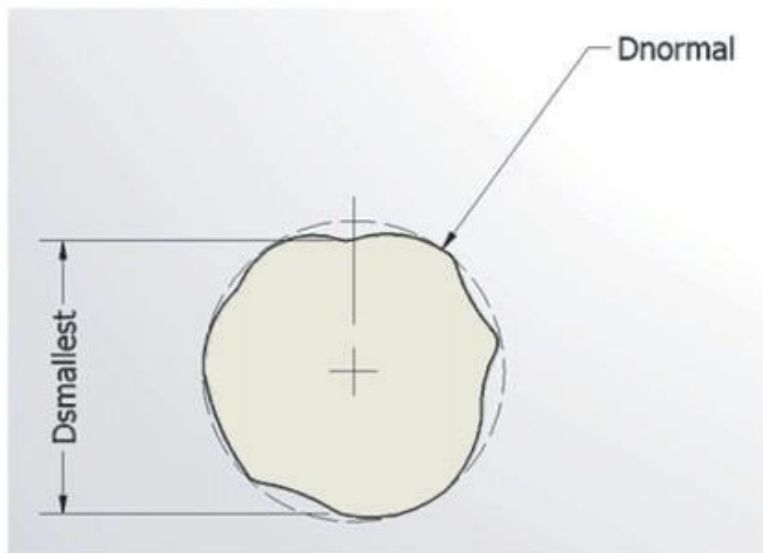


Figura 323. Illustrazione della deviazione del diametro più piccola

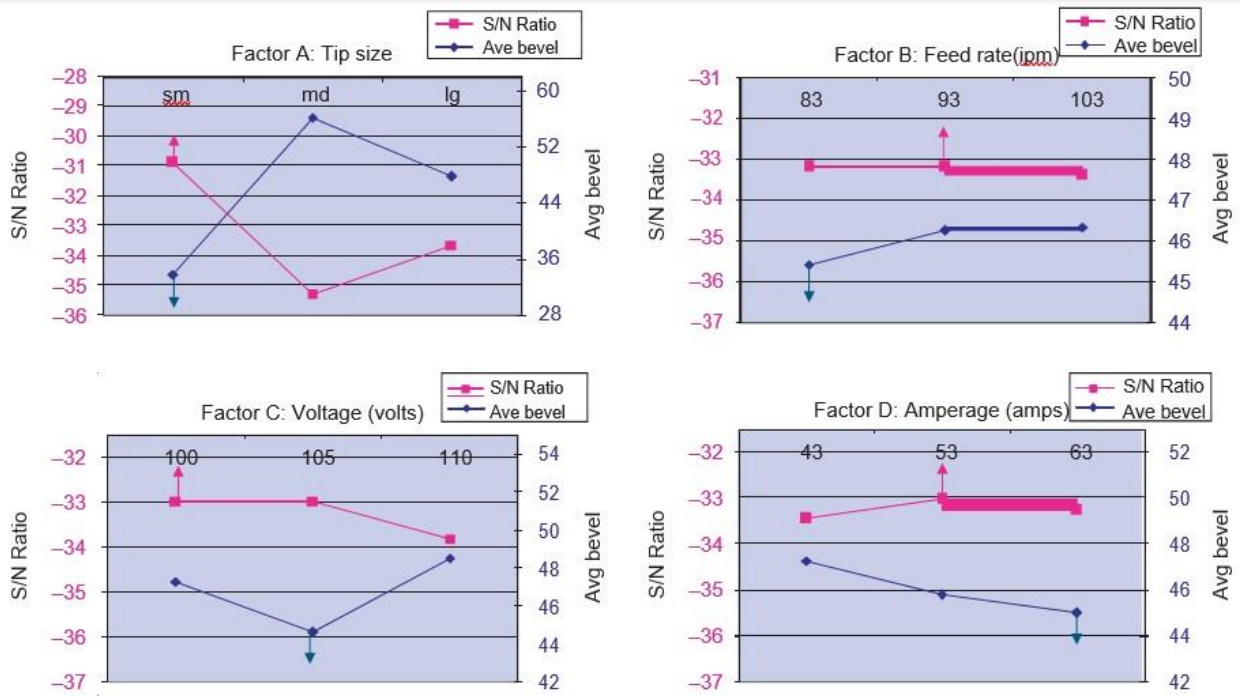


Figura 34. Grafici di risposta per l'ampiezza dello smusso.

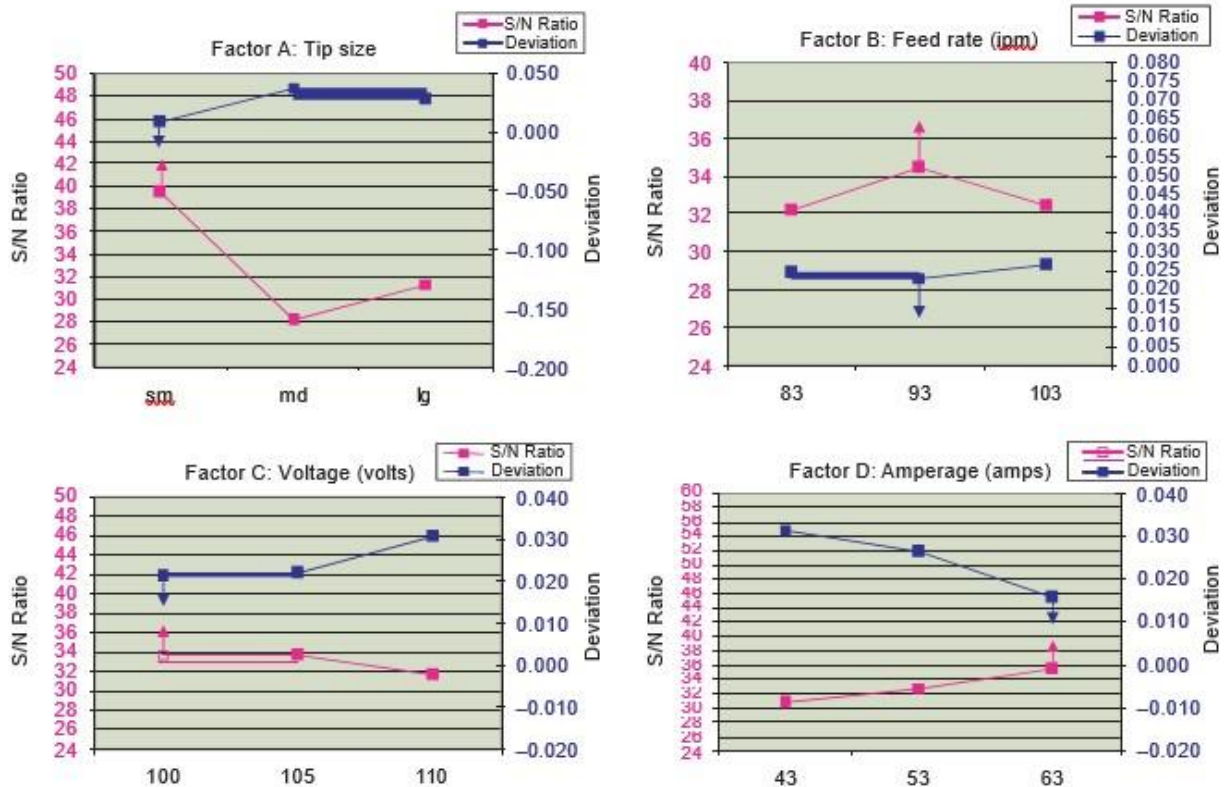


Figura 35. Grafico di risposta per la deviazione della circolarità

EVENTO KAIZEN 2: riduzione degli sprechi nelle scorte.

Le scorte sono un altro *muda* chiave osservato sul pavimento dello stabilimento di produzione dell'Azienda. L'esistenza delle scorte aumenta i costi di produzione perché vincola denaro che potrebbe essere utilizzato in altre aree della struttura. Inoltre, associato alla rilavorazione di parti difettose, ostacola ulteriormente l'efficienza produttiva andando ad aumentare i costi di produzione. Al momento della procedura dettagliata iniziale, il team ha osservato le scorte di tre giorni tra le operazioni di fabbricazione, saldatura e finitura. Grazie ad opportuni studi si è notato che il sistema attuale ha poca flessibilità nel caso in cui un operatore sia assente dal posto di lavoro; in particolare nell'operazione di saldatura, che porterebbe all'accumulo di materiale. Per risolvere questa situazione, è necessario rendere più flessibile l'attuale progettazione del sistema riducendo il materiale.

Ci sono tre fasi coinvolte in questo evento *kaizen*: fabbricazione, saldatura e finitura. Al completamento del primo evento *kaizen*, il processo di taglio al plasma è stato migliorato e il tempo di ciclo è stato ridotto da 47 minuti a 30 minuti. Pertanto, il tempo di ciclo per la fase di fabbricazione è ridotto a 128,5 minuti. Poiché i tempi di ciclo per saldatura e finitura sono rispettivamente di 125 minuti e 128 minuti, le tre aree sono più equilibrate.

Viene proposto un sistema di "rabbit chase" per integrare le tre fasi (fabbricazione, saldatura e finitura) in una stazione per aumentare la flessibilità del sistema e far fronte ai tempi di fermo della saldatura. In una stazione "rabbit chase" (mostrata nella Figura 16) ogni operatore è responsabile della produzione di un unico quadro. Per questo motivo, gli operatori nella stazione "rabbit chase" necessitano di un addestramento incrociato per svolgere tutte le attività richieste per realizzare un quadro elettrico. Il team ha scelto il sistema di "rabbit chase" perché offre diversi vantaggi:

- 1) Ogni quadro elettrico è completamente fabbricato da un operaio; quindi, i problemi di qualità derivanti dalla produzione o dal design sono facilmente tracciabili.
- 2) Ogni lavoratore conosce l'intero processo; quindi, se qualcuno è in vacanza o malato, il sistema può continuare con ritardi minimi.
- 3) Il tempo di attesa tra fabbricazione, saldatura e finitura è stato eliminato. Di conseguenza, l'area precedentemente utilizzata per lo stoccaggio delle scorte potrebbe essere utilizzata per altre funzioni di produzione. Il layout dell'impianto potrebbe anche essere ridisegnato per avere le macchine più vicine tra loro per ridurre i tempi di spostamento e trasporto.
- 4) A volte il design di un quadro può cambiare a causa di una richiesta del cliente. In questo caso, il project manager dovrebbe solo comunicare con l'unico lavoratore che sta realizzando quel particolare quadro.

Un sistema di "rabbit chase" è così chiamato perché i lavoratori si inseguono essenzialmente a vicenda all'interno della stazione. Come mostra la figura 16 la cella proposta per la caccia ai conigli richiederà un totale di quattro lavoratori che inizieranno tutti in diverse celle di lavoro. Alla fine di ogni turno, ogni lavoratore registra l'area in cui stava lavorando per riprendere la produzione del giorno successivo da dove si era interrotta. La Figura 16 mostra in quale area di lavoro opererà ciascun dipendente durante una giornata lavorativa.

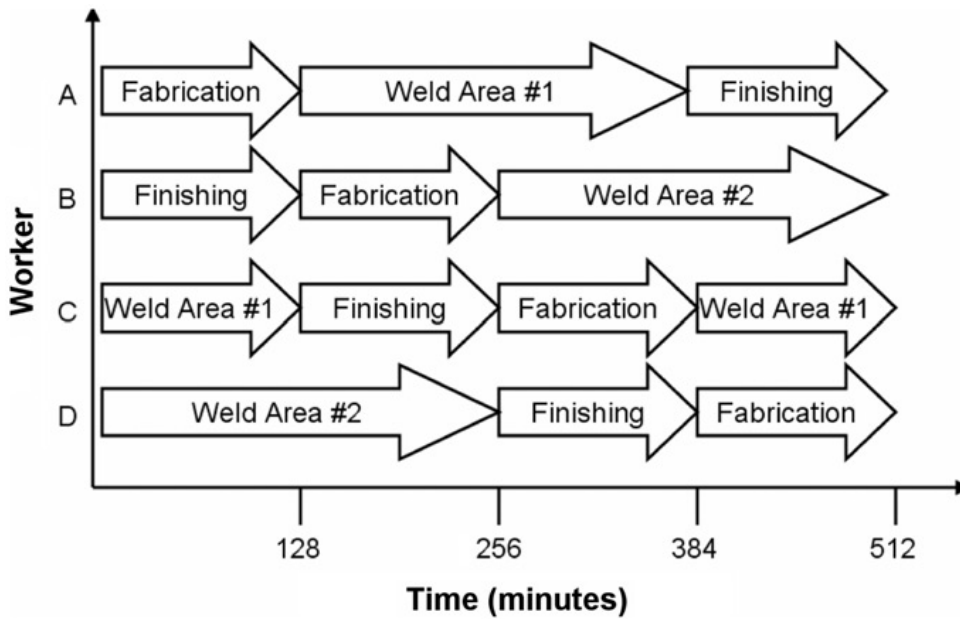


Figura 36. Posizioni dei lavoratori in una stazione di "rabbit chase" da quattro lavoratori. Fabbricazione (128,5 min), saldatura (250 min), finitura (128 min).

La Figura 17 mostra ulteriormente come funzionerà il sistema di "rabbit chase" nella struttura dell'azienda A. L'operatore inizierà un nuovo lavoro andando prima alla scatola di livellamento e ottenendo il pacchetto dell'ordine di produzione. Questo pacchetto contiene tutte le informazioni necessarie per la produzione di un particolare quadro elettrico. Successivamente, l'operatore A preleva le materie prime richieste per il quadro elettrico in lavorazione dall'area di stoccaggio delle materie prime. L'operatore quindi si sposta con il materiale all'area di fabbricazione e completa l'operazione di fabbricazione. Al termine della fabbricazione, l'operatore sposta i pezzi in lavorazione dalla fase di fabbricazione a una delle due aree di saldatura. Le linee tratteggiate indicano che l'operatore deve spostarsi nell'area che non sia attualmente occupata da un altro operatore. Dopo aver completato l'operazione di saldatura, l'operatore sposta la struttura del quadro saldato nell'area di finitura per completare l'operazione di finitura. Il materiale si sposta quindi nell'area di asciugatura per un'ispezione completa prima di partire per l'area di assemblaggio. Dopo che la parte ha superato l'ispezione finale, l'operatore torna alla scatola di livellamento del carico per ritirare un nuovo pacchetto dell'ordine di produzione per il quadro successivo da produrre. Questo ciclo poi si ripete.

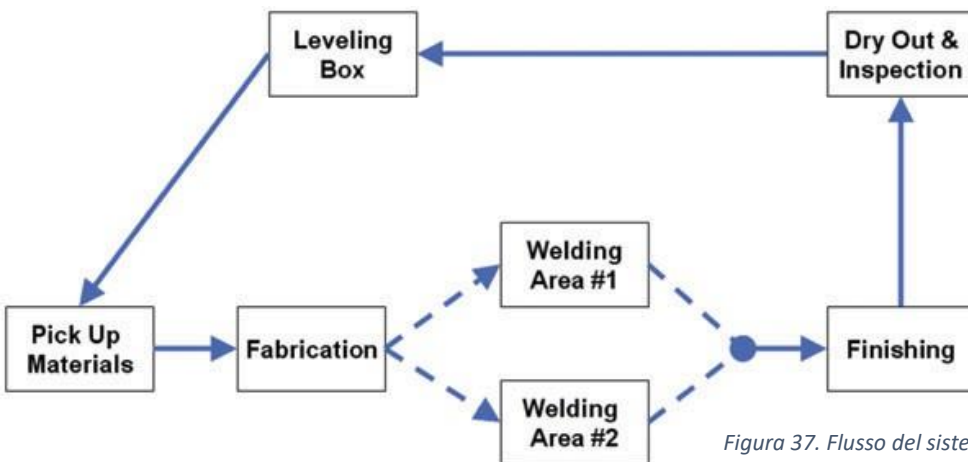


Figura 37. Flusso del sistema "rabbit-chasing"

3.3 CASO DI STUDIO DI UN PRODUTTORE DI APPARECCHIATURE ORIGINALI PER L'INDUSTRIA AUTOMOBILISTICA

3.3.1 PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA

L'azienda in cui è stato sviluppato questo case study produce componenti per l'industria automobilistica. Nella fattispecie producono 15 componenti in plastica per un cliente specifico, utilizzate all'interno di un'auto di lusso, e il caso di studio si concentra su uno dei 15 componenti. In generale, la principale materia prima utilizzata per la produzione di tali parti è l'ABS / PA (acrilonitrile-butadiene-stirene e miscele di polimeri termoplastici a base di poliammide), un materiale di alta qualità e prestazioni. Le tecnologie di produzione utilizzate sono l'iniezione termoplastica, l'assemblaggio di componenti e l'incollaggio di tessuti. Il processo di produzione è descritto nel diagramma di flusso presentato nella Figura 18 (a).

L'azienda opera 10 mesi all'anno e ha tre sezioni di impianto principali:

- Area iniezione - Consiste nello stampaggio di parti di automobili tramite iniezione termoplastica e stazioni di assemblaggio di componenti occasionali. Opera su tre turni di 8 ore al giorno, dal lunedì al venerdì, con macchine ad iniezione con portate variabili da 150 a 900 tonnellate forza.
- Area di assemblaggio: comprende le stazioni di assemblaggio dei componenti e di incollaggio dei tessuti. Normalmente opera su un unico turno di 8 h, di cui 30 min per il pranzo e 20 min per le pause, il riposo e la pulizia delle stazioni. Quando necessario, un secondo turno può essere utilizzato con le stesse condizioni.

- Magazzino di scorta - Consiste di sezioni di fabbrica per la distribuzione di prodotti sia non finiti che finali.

Questo progetto è stato uno dei primi che l'azienda ha avuto con un'auto di lusso. Tra l'azienda e il cliente è stato definito un volume di produzione di parti per 16.688 auto all'anno. Il cliente è responsabile di fornire i dati al sistema informativo per la gestione degli ordini, tenendo conto della previsione semestrale della domanda e della domanda settimanale di prodotti. Il sistema gestisce il fabbisogno di materie prime e fornisce le informazioni necessarie alle sezioni dell'impianto. All'interno dell'area di iniezione e assemblaggio, gli ordini di produzione vengono consegnati alle stazioni, che sono responsabili del ritiro delle materie prime e dei componenti dal magazzino.

La parte analizzata di seguito è stata selezionata a causa della complessità del suo processo di produzione e del suo costo di produzione. Il suo processo produttivo è mostrato nella Figura 18 (b) e consiste nell'iniezione di termoplastici seguita dalle attività relative all'assemblaggio di otto componenti (CP).

Per la raccolta e l'analisi dei dati è fondamentale disporre dei dati di input per definire lo stato corrente di qualsiasi processo di produzione. Pertanto, sono stati eseguiti due tipi di raccolta dati. Al fine di comprendere tutte le attività del processo, sono stati studiati i seguenti documenti: distinta di processo, gamma di confezionamento, gamma di produzione e processo di assemblaggio preserie. Contemporaneamente, è stato eseguito uno studio del tempo di lavoro utilizzando i dati raccolti da dispositivi foto e video in modo da determinare il tempo standard di ciascuna attività del processo.

Sono stati raccolti campioni iniziali, con 15 dati raccolti per ciascuno dei campioni, al fine di stimare i valori della media e della deviazione standard dei rispettivi tempi. Inoltre, il valore del 10% è stato definito per la precisione desiderata e il livello di fiducia scelto è stato del 95%. È stato quindi possibile determinare la dimensione del campione richiesta per determinare il tempo standard di ciascuna attività e, ogni volta che la dimensione del campione era maggiore di 15, è stato necessario raccogliere ulteriori dati delle attività.

Dopo aver raccolto un numero valido di osservazioni, sono stati calcolati il tempo osservato, il tempo normale e il tempo standard. Il fattore di valutazione delle prestazioni utilizzato per determinare il tempo normale era dell'80% poiché la produzione era nella sua fase iniziale e gli operatori avevano poca esperienza sulle attività richieste. Il valore attribuito al fattore di indennità, utilizzato per definire il tempo standard, è stato del 7%,

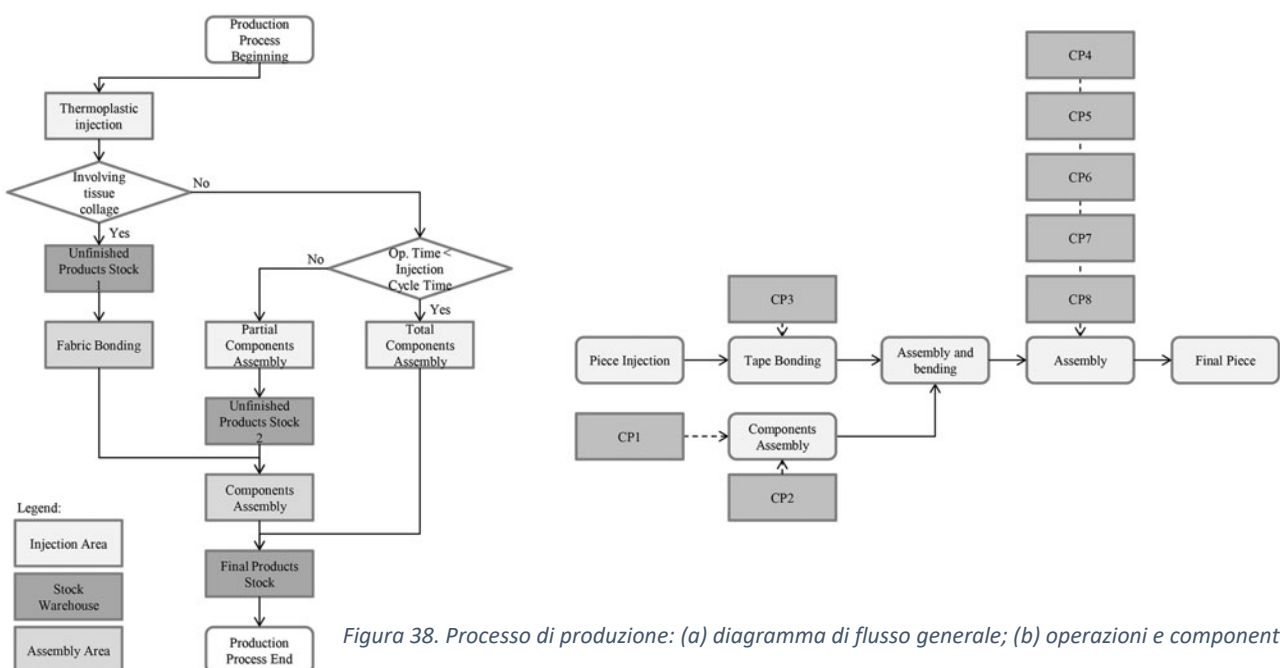


Figura 38. Processo di produzione: (a) diagramma di flusso generale; (b) operazioni e componenti.

considerando la posizione eretta del lavoratore, la consueta fatica e la moderata monotonia delle mansioni considerate.

L'unità di misura del tempo minimo definita dall'azienda per lo studio è stata la seconda. Le tabelle in figura 19 presentano i tempi standard ottenuti per le attività, per ciascun operatore, attraverso le stazioni di iniezione e assemblaggio. Per facilitare la comprensione delle attività svolte dagli operatori nelle stazioni, nella loro discriminazione è stato utilizzato il seguente codice:

- T - Trasporto di un oggetto all'interno di una stazione;
- A - Attività di assemblaggio;
- R - Operazione di rilavorazione utilizzata per correggere i difetti;
- Q - Operazioni di controllo della qualità, come il controllo di macchie o macchie;
- U - Attività di disimballaggio, disimballo, insacco e imballaggio;
- B - Processo di piegatura o taglio di oggetti, spugne o nastri in alluminio;
- I - Etichettatura di parti e imballaggi

Per quanto riguarda gli oggetti, le designazioni P e F si riferiscono rispettivamente alla parte in plastica che viene iniettata e al prodotto finale. Il resto degli oggetti sono i componenti utilizzati per assemblare il prodotto finale. Il componente 1 è particolarmente importante in quanto è una parte in alluminio molto sensibile.

Per quanto riguarda le attività identificate da I.P (2) e da I.F, la metodologia utilizzata per determinare il tempo standard è diversa. Si è ipotizzato che la loro durata fosse di 1 s poiché, in entrambi i casi, le confezioni contengono 12 parti e sono stati necessari meno di 12 s per imballarle tutte.

Tabella 1. Dati di processo della stazione di iniezione.

Initial status - injection process								
Activity	Object	Average (s)	Std. deviation (s)	Calculated work Sample	Real work Sample	Normal Time	Standard Time	
Q	P	6	0.74	6.7	15	4	5	
I	P	3	0.56	11.8	15	3	3	
U	P	9	1.26	7.9	15	7	8	
U	P (2)	7	1.47	17.7	18	5	6	
I	P (2)	1			15	1	1	
Total		25				20	22	

Tabella 2. Dati di processo della stazione di smontaggio.

Initial status - assembly process										
Activity	Object	Operator			Average (s)	Std. Deviation (s)	Calculated Work Sample	Real Work Sample	Normal Time	Standard Time
		1	2	3						
T	P	X			2	0.35	13.7	15	1	2
U	P	X			4	0.97	23.8	24	3	3
Q	P	X			8	2.09	24.6	25	7	7
A	4	X			31	5.94	13.8	15	25	27
A	5	X			15	2.64	12.6	15	12	12
A	6	X			16	2.16	7.3	15	13	13
R	7	X			9	1.85	15.5	17	7	8
A	7	X			2	0.46	15.7	16	2	2
A	3	X			81	7.83	3.6	15	65	69
A	3 (2)	X			23	4.38	14.5	16	18	19
R	P	X			2	0.49	16.8	17	2	2
T	1		X		2	0.41	13.6	15	2	2
U	1		X		6	1.38	23.9	24	4	5
Q	1		X		23	5.15	19.6	20	18	20
A	2		X		122	7.99	1.7	15	97	104
A	2 (2)		X		22	6.04	27.9	28	18	19
R	1		X		16	2.17	7.1	15	13	14
R	1 (2)		X		22	5.58	24.0	26	18	19
A	1		X	X	44	8.92	15.6	16	35	38
R	1 (3)		X	X	49	9.38	14.2	15	39	42
B	1		X		110	14.75	6.9	15	88	95
R	1 (4)		X		43	6.32	8.3	15	34	37
R	1 (5)		X		100	12.74	6.2	15	80	86
R	8		X		15	1.11	2.2	15	12	13
A	8		X		24	3.07	6.2	15	19	21
I	F		X		12	2.03	10.3	15	10	11
R	F		X		17	3.59	17.7	18	13	14
U	F		X		8	1.72	18.7	19	6	7
U	F (2)		X		6	0.65	4.6	15	5	5
I	F		X		1			15	1	1
Total		165	220	368	836				669	716

Figura 39

3.3.2. VSM STATO CORRENTE

Dopo aver raccolto e analizzato i dati, è stato analizzato il processo produttivo del pezzo finale partendo dallo stampaggio del pezzo nella stazione di iniezione, fino al confezionamento del prodotto nella stazione di assemblaggio finale, passando per il magazzino di stock dei prodotti non finiti. Nella Figura 20, tutte le operazioni eseguite da ciascun operatore del processo sono discriminate, così come la loro durata e i valori delle metriche lean associate al VSM. Il codice utilizzato per identificare le operazioni nel VSM contiene due caratteri: il primo si riferisce al tipo di attività e il secondo si riferisce all'oggetto / componente.

Ancora una volta, è importante sottolineare che l'analisi è applicata solo al processo produttivo e non a tutto il flusso di informazioni e materiali del flusso di valore. Il rettangolo in Figura 20, che circonda le stazioni di produzione, definisce quindi i confini dello studio.

Le metriche lean (KPI) utilizzate nell'analisi del processo sono state scelte o adattate dalla letteratura disponibile e, quando necessario, definite all'interno dell'azienda. Questi KPI sono presentati nella figura 21 e sono brevemente descritti di seguito.

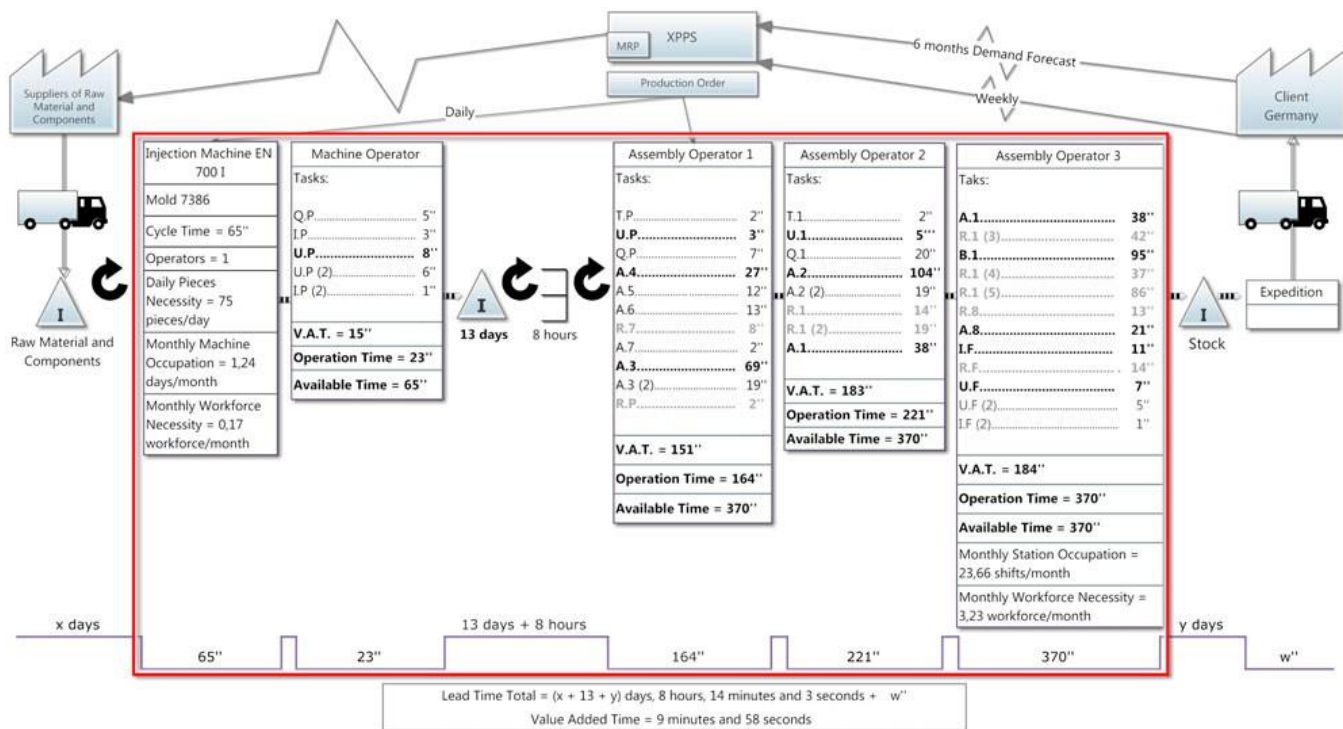


Figura 40. VSM Stato corrente

Tabella 3. Dati dallo stato iniziale del processo di produzione

Lean metrics – initial state	Injection station	Assembly station
Number of Operators	1	3
Cycle Time	65 s	370 s
Operation Time	23 s	717 s
Value Added Time	15 s	480 s
Monthly Occupation	1.24 days/month	23.66 shifts/month
Monthly Workforce Necessity	0.17 workers/month	3.23 workers/month

Figura 41

L'occupazione mensile stabilisce la necessità di giorni di produzione al mese, lavorando a un tempo di ciclo specifico, per soddisfare la domanda e può essere calcolata utilizzando la formula in figura 22. Per quanto riguarda la richiesta di forza lavoro mensile, viene utilizzata per determinare il costo della forza lavoro associato a un processo specifico e per assicurare la migliore allocazione delle risorse.

La figura 21 presenta i dati raccolti e le metriche appena descritte riguardanti lo stato iniziale del processo.

C'è una particolarità con l'operazione A.1. Data la sensibilità del componente 1, l'operazione indicata deve essere eseguita dagli operatori 1 e 2 contemporaneamente. Per questo motivo, sebbene il tempo di funzionamento sia stato considerato per entrambi gli operatori, nel determinare il tempo di funzionamento totale, il tempo di valore aggiunto è stato aggiunto una sola volta.

Il layout delle stazioni nello stato iniziale è presentato nel diagramma di flusso della Figura 23.

$$\text{Monthly Occupation} = \frac{\text{Daily parts necessity} \times \text{Cycle Time} \times \text{Days per month}}{\text{Daily seconds of work}}$$

$$\text{Monthly Workforce Necessity} = \frac{\text{Number of Operators} \times \text{Number of Shifts} \times \text{Monthly Occupation}}{\text{Days per month}}$$

Figura 42

I punti critici rappresentano gli sprechi del processo produttivo o le operazioni con potenziale di miglioramento e sono presentati nella Figura 20. Dodici operazioni, rappresentate in grassetto, sono state identificate come sprechi. Inoltre, ci sono altre cinque fonti di spreco, evidenziate anche in grassetto nero, che rappresentano le metriche considerate critiche, vale a dire un tempo di inventario di 13 giorni e le differenze tra tempo di valore aggiunto, tempo di operazione e tempo disponibile per tutti e quattro gli operatori (operatore macchina, operatore montaggio 1, 2 e 3).

Per quanto riguarda le rilavorazioni integrate nel processo produttivo in risposta alle richieste di qualità del cliente sono rappresentate dall'utilizzo di un carattere in grassetto grigio e rappresentano nove punti critici. Queste attività di rilavorazione sono temporanee fino a quando non vengono apportate le correzioni necessarie (alla parte o al processo di produzione) e di conseguenza eliminano la necessità di tali attività.

Sono stati identificati un totale di 26 punti critici, riguardanti due gruppi principali.

Il primo gruppo si riferisce ai problemi relativi al flusso del processo. Ad esempio, il tempo impiegato dalla piegatura manuale delle clip in alluminio (operazione B.1) ha rappresentato uno dei principali colli di bottiglia del processo. Altri punti critici con potenziale di miglioramento sono i seguenti: (i) l'intersezione del traffico dell'operatore (tra gli operatori 1 e 2), visibile in Figura 23; (ii) la differenza tra il tempo di funzionamento, il tempo disponibile e il tempo a valore aggiunto per ciascun operatore e (iii) il livello di inventario.

Il secondo gruppo di punti critici è relativo alle questioni di qualità. Macchie nelle parti iniettate o macchie e crepe nelle parti in alluminio (componente 1) sono state spesso identificate durante le operazioni di controllo qualità e sono state considerate, quindi, una delle principali preoccupazioni. Un altro problema è stato rilevato dal cliente, quando alcuni prodotti venivano spediti senza il componente 8.

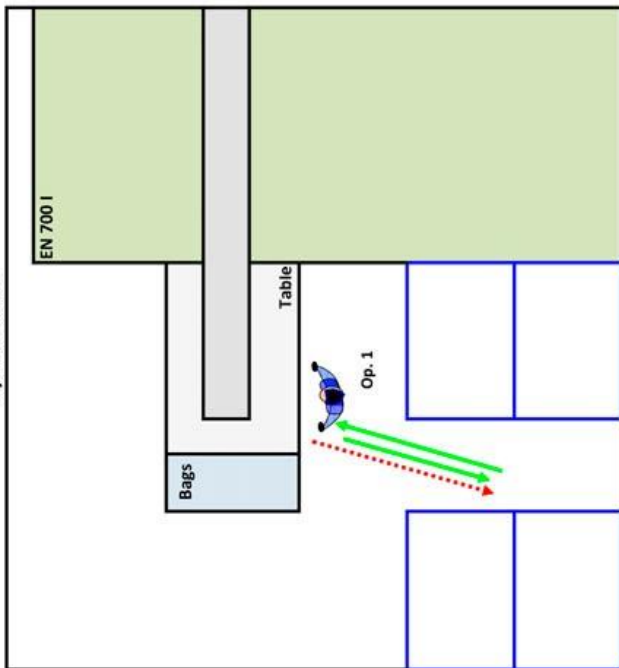
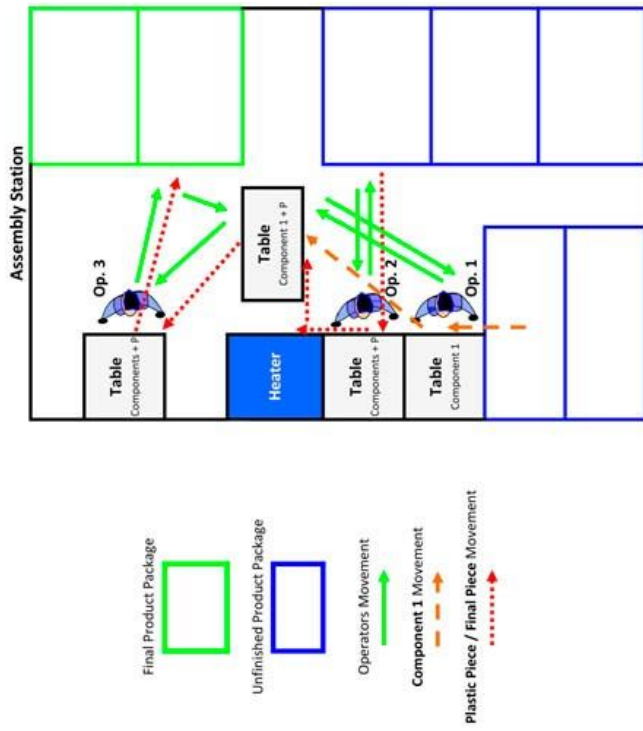


Figura 43. Layout delle stazioni nello stato iniziale del processo produttivo

3.3.3. VSM STATO FUTURO

Dopo aver analizzato lo stato iniziale del processo e considerato le criticità individuate, sono state presentate alcune soluzioni per ridurre gli sprechi e aumentare la qualità e l'efficienza del processo produttivo.

Sebbene siano state studiate diverse soluzioni, la selezione di quella finale si è basata sul miglior compromesso tra le prestazioni di produzione e la facilità di implementazione.

La necessità di un certo numero di parti al giorno, il tempo di funzionamento di un turno nella stazione di assemblaggio e l'efficienza minima dell'attrezzatura definita dall'azienda erano essenziali per determinare il Takt Time e il tempo di ciclo pianificato. D'altra parte, queste metriche hanno portato a una necessità mensile della forza lavoro di un operatore in meno nella stazione di assemblaggio, ipotizzando un tempo di funzionamento totale futuro di 261 s (come mostrato nella Figura 24).

Il tempo di ciclo pianificato è un tempo impiegato considerando una specifica prestazione operativa. Impone un ritmo di produzione più veloce per affrontare problemi e interruzioni impreviste che possono mettere in pericolo il servizio. Pertanto, la mappa avrà l'aspetto che segue:

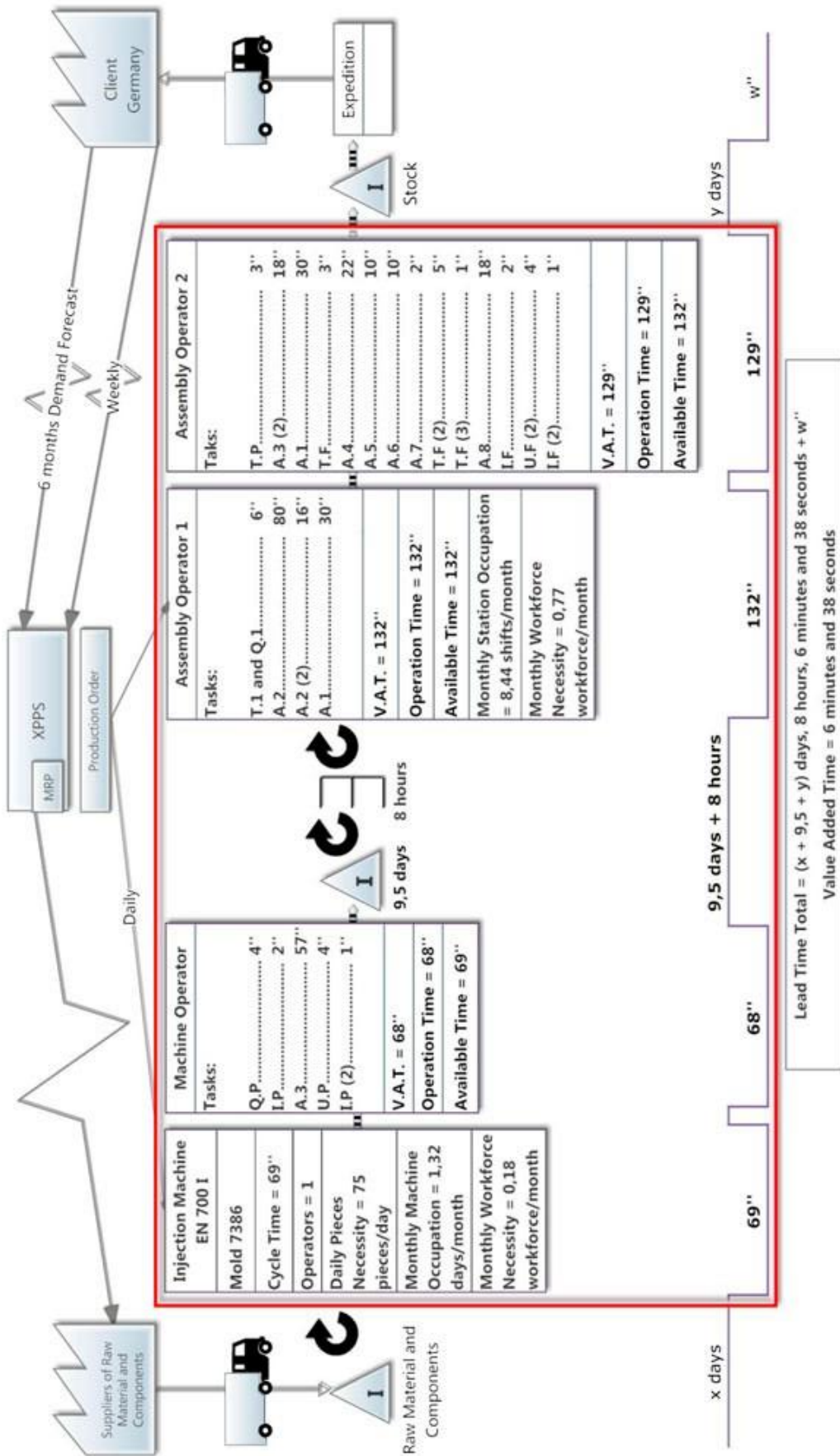


Figura 44. VSM stato futuro

Tempo di ciclo pianificato = Tempo di scatto × prestazioni dell'operazioni

In questo caso, la necessità mensile della forza lavoro è determinata dalla seguente espressione:

$$\text{necessità mensile della forza lavoro} = \frac{\text{tempo dell'operazione}}{\text{tempo di ciclo pianificato}}$$

I risultati delle modifiche effettuate per lo stato futuro del processo di produzione sono stati i seguenti:

$$\text{Takt-time} = \frac{25800}{75} = 344 \text{ s}$$

$$\text{Tempo di ciclo pianificato} = 344 \times 0,9 = 310 \text{ s}$$

Tabella 4. Dati stimati sullo stato futuro per il processo di produzione.

Lean metrics – future state	Injection station	Assembly station
Number of Operators	1	2
Cycle Time	69 s	132 s
Operation Time	68 s	231 s
Value Added Time	68 s	231 s
Monthly Occupation	1.32 days/month	8.44 shifts/month
Monthly Workforce Necessity	0.18 workers/month	0.77 workers/month

Figura 45

Nonostante il valore ottenuto, il coinvolgimento di due operatori è fondamentale per eseguire l'assemblaggio del componente 1 nella parte plastica senza mettere a rischio la qualità del prodotto. Pertanto, è stata sviluppata una mappatura di uno stato futuro con due operatori nella stazione di assemblaggio, che ha consentito una diminuzione dell'occupazione mensile di quella stazione.

Nella Figura 24 è possibile osservare lo stato del processo futuro equilibrato e senza i punti critici individuati in precedenza. I valori stimati per la mappatura sono presentati nella Tabella 4 di figura 25.

Nella Figura 26 viene presentato il layout proposto per entrambe le stazioni, nello stato futuro del processo. Per raggiungere lo stato futuro del processo proposto, è stato definito un piano d'azione, contenente 14 azioni che hanno raccolto il consenso tra le persone intervenute nel progetto durante gli eventi *kaizen*. Le criticità del processo sono state, quindi, risolte attraverso più approcci, a seconda del tipo di problema.

Per quanto riguarda i problemi di flusso del processo precedentemente individuati, la piegatura delle clip agganciabili (operazione B.1) è stata migliorata attraverso l'acquisizione di una macchina piegatrice, soluzione supportata finanziariamente dal cliente. Questa soluzione ha eliminato uno dei maggiori colli di bottiglia, trasformando un'operazione di 95 s in un'operazione di 1 s (operazione T.F (3) - trasporto del pezzo finale alla piegatrice). L'intersezione del traffico tra gli operatori 1 e 2 è stata risolta con la riformulazione del tracciato (Figura 26) e con l'utilizzo della metodologia 5S in stazione di assemblaggio. Al fine di diminuire il livello delle scorte e ottenere un processo più flessibile, è stata applicata la metodologia Single Minute Exchange of Die (SMED: è una metodologia integrata nella teoria della lean production volta alla riduzione dei tempi di cambio produzione) alla sostituzione dello stampo ad iniezione. Per quanto riguarda i problemi di qualità precedentemente individuati, i cambiamenti nei parametri di iniezione, nella struttura della parte plastica e nella configurazione delle confezioni, nonché l'acquisto di strutture di supporto, hanno contribuito ad eliminare macchie e crepe che occasionalmente si sono verificate nel prodotto.

Per risolvere il problema della spedizione di prodotti incompleti, è stato creato un sistema Poka Yoke (termine giapponese e letteralmente la parola significa «evitare – yokeru - gli errori di distrazione – poka -»). Esso viene

utilizzato per indicare una scelta progettuale o un'apparecchiatura che, ponendo dei limiti al modo in cui una operazione può essere compiuta, forza l'utente ad una corretta esecuzione della stessa.) con l'utilizzo di sensori ottici, avvisando gli operatori ogni volta che l'attività A.8 era stata saltata.

A quel tempo, sono state attuate 11 delle 14 azioni proposte e il tempo di ciclo della stazione di assemblaggio è stato ridotto del 62% (da 370 a 140 s). Il tempo di ciclo di 132 s, stimato per lo stato futuro (vedi Tabella 4 di figura 25), corrisponde al valore atteso dopo l'impianto delle azioni finali.

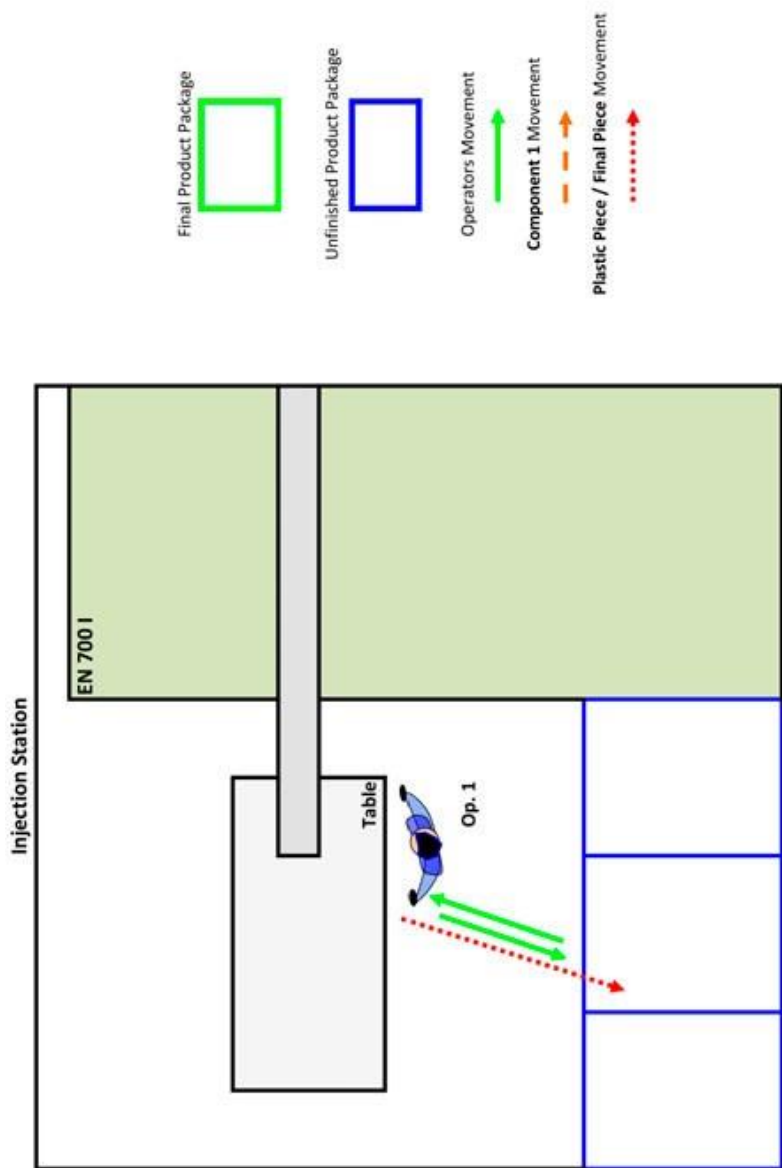
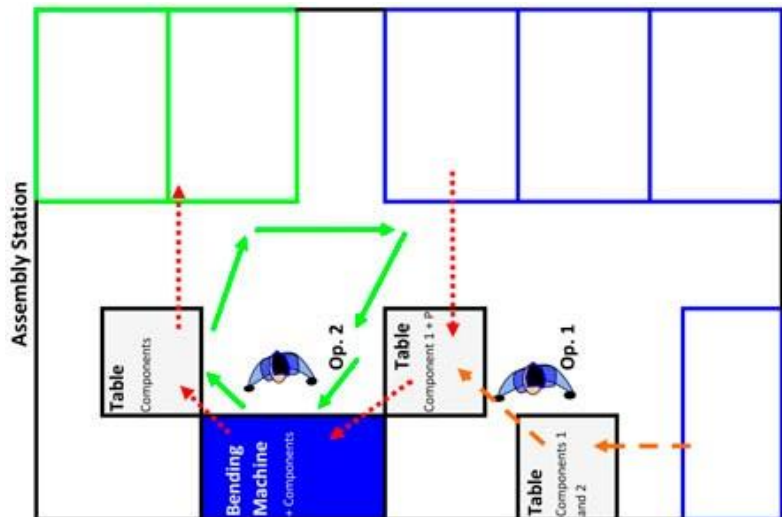


Figura 46. Nuovo Layout

Necessità mensile della forza lavoro = $\frac{261}{310} = 0.84$ operatori/mese

A quel tempo, sono state attuate 11 delle 14 azioni proposte e il tempo di ciclo della stazione di assemblaggio è stato ridotto del 62% (da 370 a 140 s). Il Cycle Time di 132 s, stimato per lo stato futuro (vedi Tabella 4 di figura 25), corrisponde al valore atteso dopo l'impianto delle azioni finali.

Tabella 5. Risparmio e costi della soluzione proposta.

	Initial state	Future state
		<i>Savings</i>
Monthly Workforce Necessity	3.4 workers/month	0.95 workers/month
Monthly Occupation - Assembly Stations	23.66 shifts/month	8.44 shifts/month
Unfinished Stock Warehouse Area	24.33 m ²	17.84 m ²
Workforce savings = $\Delta^{\text{workforce}} \times 11.5$ (€/h) $\times 8$ (h) $\times 22$ (days) $\times 10$ (months)		49,588 €/year
Area savings = $\Delta^{\text{area}} \times 0.15$ (€/m ²) $\times 24$ (h) $\times 22$ (days) $\times 10$ (months)		5,140.1 €/year
		<i>Costs</i>
Monthly Occupation - Injection Station	1.24 days/month	1.32 days/month
Injection Machine Occupation Cost = $\Delta^{\text{occupation}} \times 48$ (€) $\times 0$ (months)		921.6 €/year
Necessary Investment - Action Plan		3,500 €

Figura 47

Altri importanti risultati sono stati la riduzione del numero di operatori richiesto, da quattro a tre, e la riduzione del 25% del livello di inventario del prodotto grezzo, conseguenza dell'azione SMED di riferimento. Diminuendo il tempo di cambio è stato possibile avere un lotto economico più piccolo, mantenendo il livello delle prestazioni operative della macchina ad iniezione al 90%. L'implementazione delle soluzioni del piano d'azione è stata quindi essenziale per raggiungere lo stato desiderato del processo.

3.3.4. ANALISI FINANZIARIE

È stata elaborata un'analisi finanziaria misurando i costi e i risparmi della proposta presentata nella sezione precedente.

A causa di problemi di privacy, il costo orario della forza lavoro, il prezzo per metro quadrato della fabbrica, il costo orario di funzionamento di una macchina a iniezione e l'investimento del piano d'azione presentato nello studio sono valori fittizi. Tuttavia, sono proporzionali ai valori originali, quindi i calcoli del rapporto possono essere interpretati come valori reali (Tabella 5 di figura 27).

Infine, è stata stimata la differenza tra risparmi e costi per ottenere il profitto atteso all'anno. È importante sottolineare che il costo dell'investimento viene utilizzato solo per stimare l'utile per il primo anno quindi, nel primo anno, i costi rappresentano solo l'8,1% del risparmio, mentre negli anni successivi tale proporzione scende a 1,7%.

Sebbene i valori presentati non corrispondessero ai valori reali, è importante sottolineare che il profitto ottenuto nella situazione reale era superiore a quanto previsto dal personale responsabile dell'azienda.

4. FLUSSO DEI MATERIALI

Nel primo capitolo si è incitato a intraprendere un percorso verso processi operativi perfetti mappando il flusso di valore per ciascuna famiglia di prodotti. Si è sottolineato che la mappatura potrebbe essere clonata a molti livelli: da un singolo processo all'interno di uno stabilimento di produzione al percorso completo dalle materie prime al cliente. Si rammenta che il miglior punto di partenza è il flusso di informazioni e materiali all'interno delle mura di un singolo impianto.

Nel disegnare una tipica mappa a livello di impianto, è possibile vedere quasi sempre grandi opportunità per introdurre un flusso continuo spostando insieme fasi di lavorazione isolate per creare celle compatte. Tuttavia, i progressi nell'introduzione di metodi lean su una dimensione spesso espongono nuovi problemi su altre dimensioni. Si è notato che nelle aziende che introducono celle a flusso continuo, l'output delle loro celle è ancora disomogeneo. Qualche semplice indagine mostra il motivo: il flusso di materiali necessari alle celle è irregolare e occasionalmente la consegna del materiale non riesce. È possibile fare un parallelismo in termini biologici: il metabolismo della cellula ora è corretto, ma l'apporto di nutrienti è un problema.

A questo punto ci si pone la seguente domanda: come si può creare un sistema di linee in modo da sfruttare appieno le aree di flusso continuo soddisfacendo anche le esigenze di altre attività di produzione ancora in modalità batch? I metodi non sono misteriosi. Toyota e le sue società affiliate sono state le prime e in questo capitolo verrà analizzato un aspetto che potrà essere utile a rispondere alla domanda andando a passare dalla performance della singola cella di livello al sistema di manipolazione del materiale per l'intero organismo. Lo sviluppo di un database accurato sui ricambi nella struttura, la creazione di un mercato dei ricambi acquistati, la definizione di un percorso di consegna dei materiali e lo sviluppo dei collegamenti informativi che collegano le celle di produzione al market dei ricambi acquistati, porteranno ad un processo produttivo più competitivo che soddisfa anche di più chi lo gestisce.

L'obiettivo è di affinare la vista come manager e fornire le competenze per implementare e sostenere un sistema di movimentazione dei materiali lean all'interno delle quattro mura della struttura in esame. Saranno utilizzati metodi e pensieri basati su pratiche sperimentate all'interno di Toyota e delle sue società affiliate che potranno essere utilizzate in qualsiasi struttura realizzando praticamente qualsiasi tipo di prodotto. Nel libro "Making Materials Flow" vengono spiegati i metodi necessari in modo così semplice, attraverso un elenco di 10 domande a cui si dovrà rispondere per creare il sistema di movimentazione dei materiali.

Come accaduto nel primo capitolo, anche in questo, gli autori del libro si servono di un esempio per poter meglio spiegare la metodologia di applicazione.

Il caso in questione è "Apex tube Company" una tipica azienda manifatturiera che si occupa della produzione di linee di alimentazione del carburante per auto e mezzi pesanti. Diversi anni fa, Apex ha risposto alle pressioni dei suoi clienti fornendo a prezzi inferiori, qualità superiore, consegne più frequenti e risposta più rapida alle mutevoli richieste, esaminando attentamente le sue operazioni di produzione.

La struttura di Apex ha realizzato prodotti simili anche se per clienti diversi. Ha iniziato costruendo una matrice di famiglie di prodotti (Figura 1). I suoi manager hanno quindi disegnato una mappa dello stato attuale per la famiglia di prodotti cerchiata, autocarri leggeri (figura 2).

Products	Assembly Steps and Machines								
	end form	pierce	braze	bend	sub-assembly	final assembly	crimp	test	
automotive	X				X	X	X	X	
truck S	X			X	X	X	X	X	
truck	X			X	X	X	X	X	
truck A	X			X	X	X	X	X	
heavy truck		X	X	X					X
heavy equipment	X	X	X	X		X			X

Figura 48. Matrice di famiglie di prodotti Apex

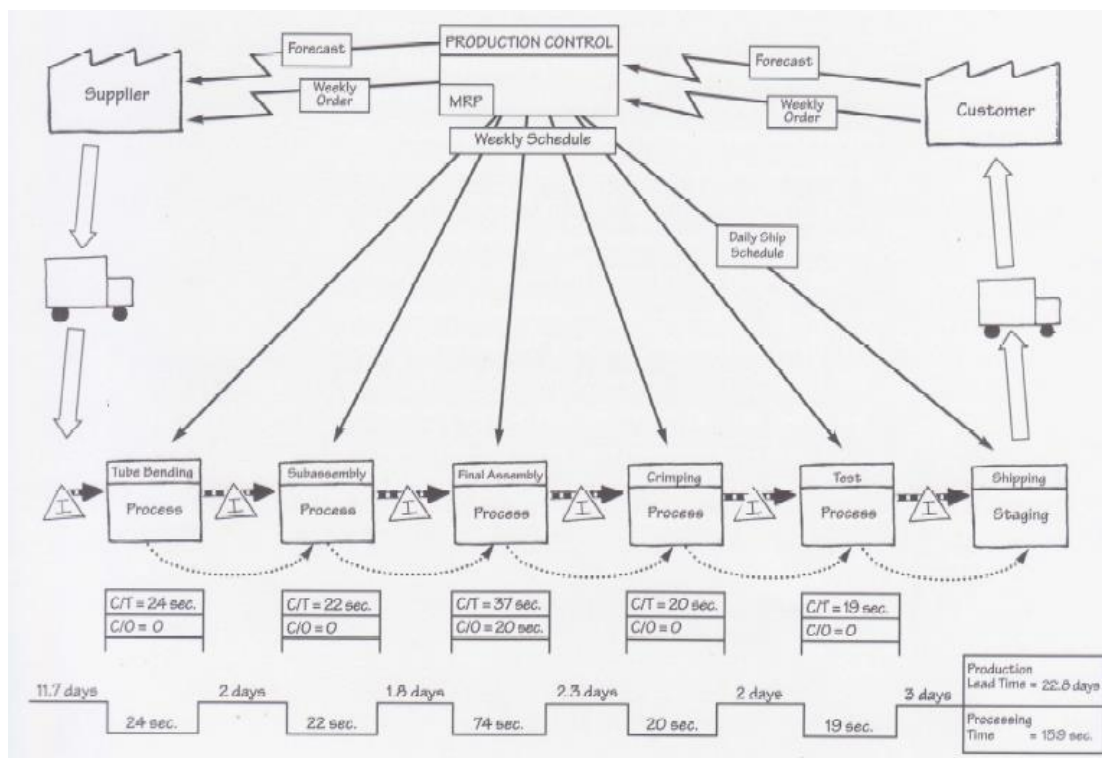


Figura 49. Mappa dello stato attuale delle linee di alimentazione del carburante per autocarri leggeri Apex

I manager Apex hanno compreso i vantaggi di iniziare con un sistema di controllo della produzione di pull dal market dei prodotti finiti alle celle del pacemaker. Come primo passo hanno deciso di creare le celle mantenendo il loro tradizionale sistema di controllo della produzione MRP (VEDI CAPITOLO 1) e il loro

tradizionale sistema di movimentazione dei materiali, che portava le parti alle celle in interi carichi di pallet quando arrivavano dai fornitori.

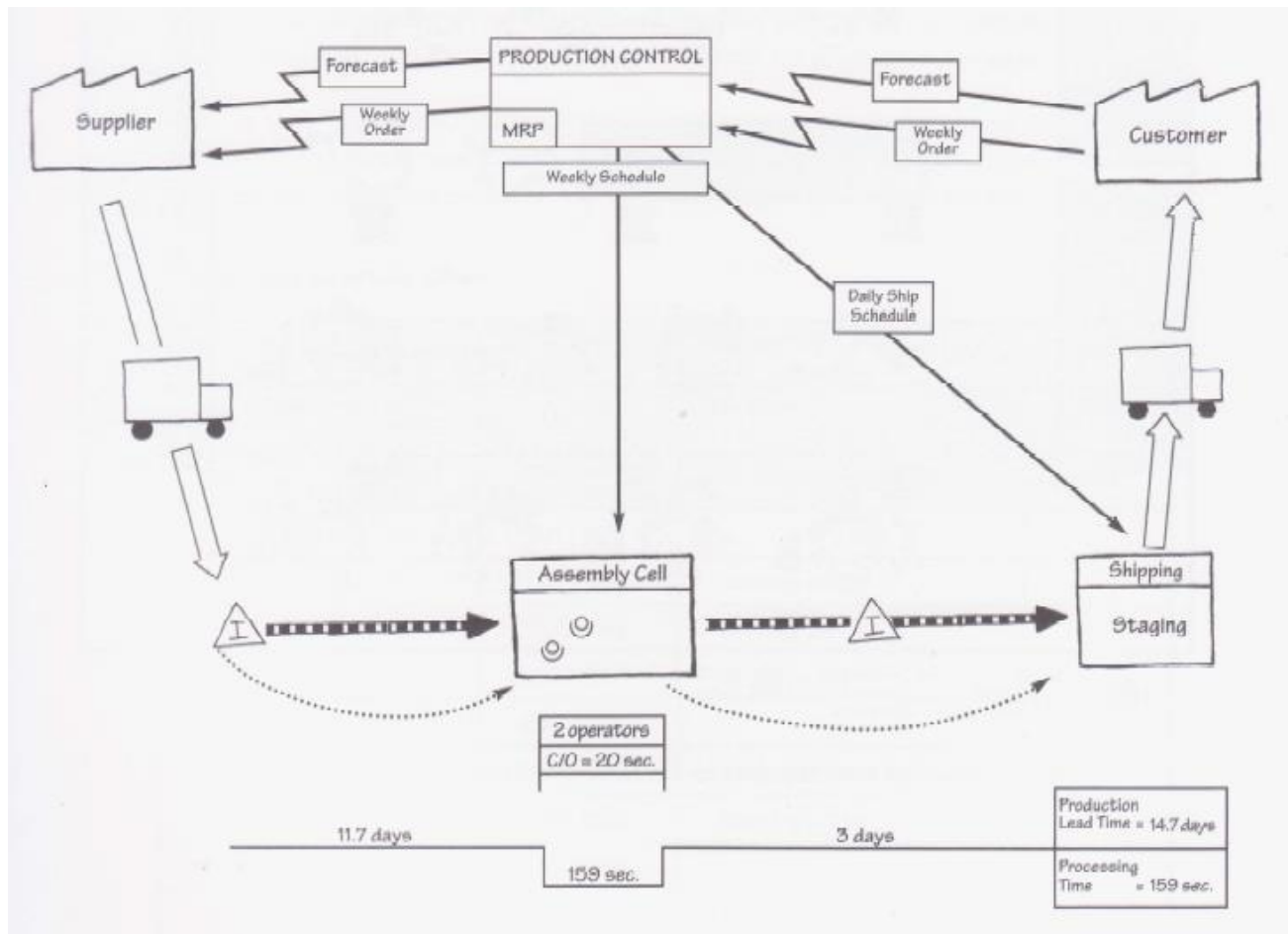


Figura 50. Mappa dello stato futuro delle linee di alimentazione del carburante per autocarri leggeri Apex

Poiché tutte le famiglie di prodotti sono state convertite al funzionamento cellulare - con cinque celle per famiglia degli autocarri leggeri, tre per la famiglia delle auto, quattro per la famiglia degli autocarri pesanti e due per la famiglia dei camion, per un totale di 14 - è stato creato un nuovo layout per l'impianto Apex (Figura 4). Da notare la notevole quantità di spazio liberato nella transizione dal layout tradizionale alla configurazione cellulare.

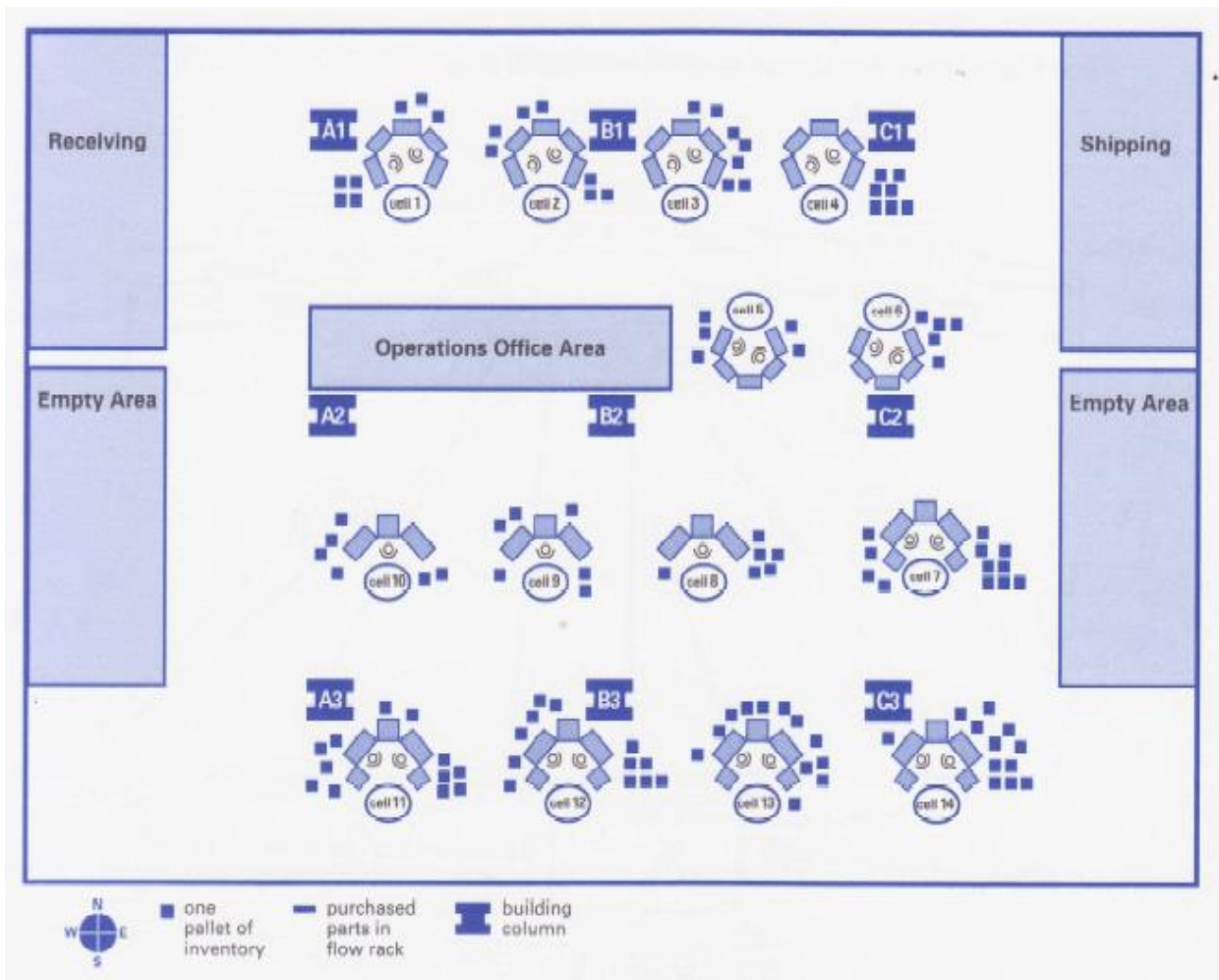


Figura 51. Vista dall'alto del nuovo layout

CELLE A FLUSSO CONTINUO CHE NON SCORRONO CONTINUAMENTE

Inizialmente i manager di Apex erano entusiasti dei loro risultati. Ad esempio, nella prima cella convertita (per linee di carburante per autocarri leggeri) hanno ridotto lo spazio richiesto del 75% rispetto alla quantità necessaria secondo il layout del process-village (Un raggruppamento di attività per tipo piuttosto che raggruppamento nella sequenza necessaria per progettare o realizzare un prodotto) originale. Allo stesso tempo, quando tutto funzionava perfettamente, riducevano del 35% i tempi di produzione oltre che raddoppiare la produttività, misurata in pezzi per addetto alla produzione all'ora. Tuttavia, questi livelli di prestazioni sono stati raggiunti solo quando le cellule scorrevano continuamente. Sfortunatamente, fu presto evidente che normalmente non era così. Ad esempio, quella che avrebbe dovuto essere una produzione costante di 90 linee di alimentazione di carburante all'ora dalla cella del camion leggero, cominciò a non essere all'altezza quando la novità del nuovo sistema svanì e l'attenzione del management si spostò su altre questioni. In effetti, le carenze del 20% sono diventate presto la norma, richiedendo costosi straordinari giornalieri. Ancora peggio, queste carenze erano irregolari e imprevedibili di ora in ora e di giorno in giorno, rendendo difficile la pianificazione per i responsabili della produzione. Fortunatamente, Apex aveva installato e utilizzato fedelmente una scheda di analisi della produzione (chiamata anche scheda per la risoluzione dei problemi) accanto a ogni cella. Dopo alcune settimane di

produzione irregolare nelle nuove celle, le cause più importanti dei fermi di produzione erano facili da vedere e riassumere.

Une Fuel-Line Cell			Team Leader Barb Smith	
Quantity Required 690			Takt Time 40 sec.	
Time	Pian/Actual (hourly)	Pian/Actual (cumulative)	Problems/Causes	Sign-off
6-7	90/90	90/90		
7-8	90/71	180/181	missing parts	
8-9	90/73	270/234	missing parts	
910-1010	90/54	360/288	wrong parts	
1010-1110	90/90	450/378		
1140-1240	90/57	540/435	wrong parts	
1240-140	90/71	630/506	missing parts	
140-230	60/60	690/566		
O.T.	124	690/690	(2hr. 35 min.)	

Figura 52. Scheda di analisi della produzione

Aggregando i risultati dei grafici di analisi della produzione da tutte le 14 celle, i manager Apex sono stati in grado di costruire un'analisi di Pareto (L'analisi di Pareto è una tecnica statistica a supporto di ogni processo decisionale in cui occorre individuare il sottoinsieme significativo di cause o di azioni che produce la percentuale più elevata di effetti) per l'intera struttura che ha mostrato le principali cause di interruzioni della produzione in tutto l'impianto (figura 6).

Con l'analisi di Pareto si è capito che la causa principale delle più gravi interruzioni della produzione era la fornitura inaffidabile del giusto numero di pezzi buoni a ciascuna cella. Quando i materiali erano costantemente disponibili per le celle, gli addetti alla produzione spesso erano in grado di soddisfare le loro esigenze di produzione senza straordinari.

Questa scoperta ha fatto riflettere i manager di Apex. Nello spirito di andare al *gemba* (i giapponesi indicano con questo termine un luogo dove si crea valore aggiunto), hanno deciso di fare una passeggiata lungo l'impianto per capire l'effettivo flusso di materiali dal bacino di ricezione alle celle. Mentre lo facevano, hanno calcolato la quantità di scorte nell'impianto paragonandole a ciò che si aspettavano di trovare in base al loro successo con la creazione delle celle. I gestori di Apex hanno quindi avuto una seconda conclusione: la quantità di scorte disponibili non era diminuita del numero che si aspettavano.

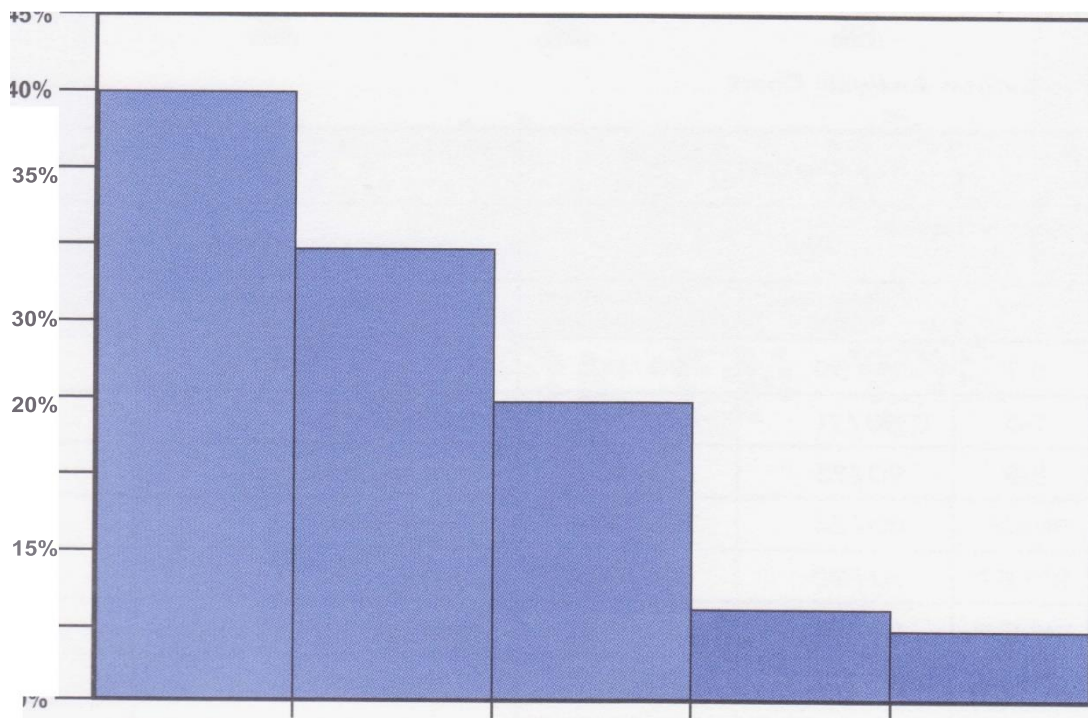


Figura 53. Analisi di Pareto per Apex

Un'analisi ha mostrato che sebbene la quantità di scorte work-in-process all'interno delle celle tra le macchine fosse stata drasticamente ridotta, anzi fino a zero in alcuni casi, grandi quantità di scorte erano ancora accumulate accanto alle celle. E questo era il problema. L'esaminazione di un'area intorno a una cella tipica ha mostrato due pallet per la maggior parte numeri, venivano tenuti vicino alla cella, uno per fornire la produzione corrente e uno di riserva. La maggior parte dei manager diffidando dell'attuale sistema di movimentazione dei materiali Apex e ha insistito su grandi numeri di parti acquistate nel tentativo di garantire una produzione stabile per le loro aree ma ironia della sorte, il grande numero di scorte ancora non garantiva una produzione costante.

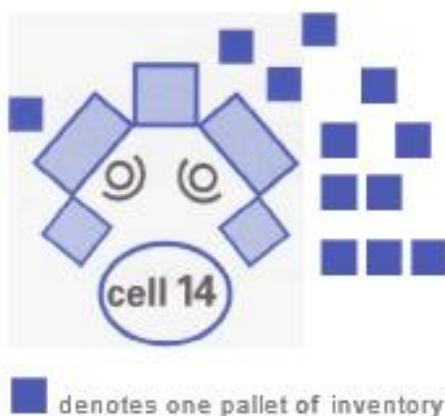


Figura 54. Scorte eccessive attorno la cella di lavoro

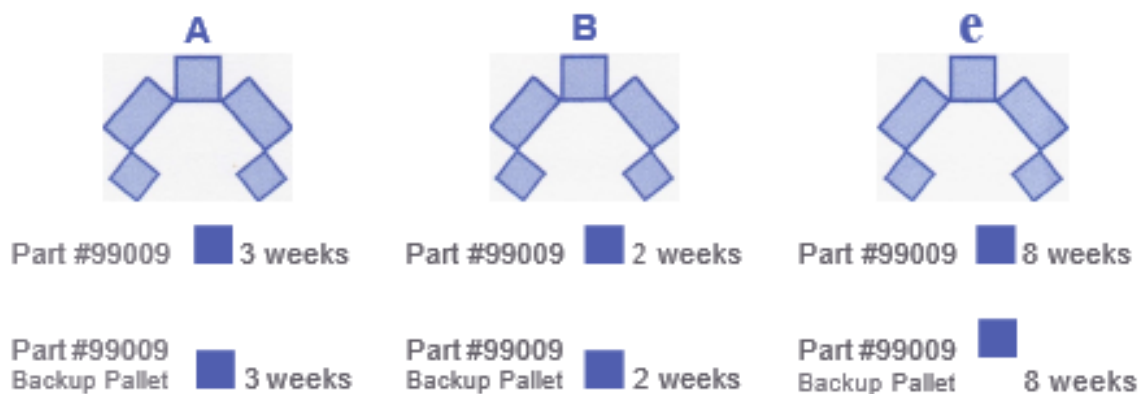
Oltre a ciò, si è notato che le prestazioni del sistema di movimentazione dei materiali erano in realtà persino peggiori di quanto apparissero all'inizio. I manager di Apex sapevano che gli stessi numeri di parti venivano usati da un certo numero di celle, ma presto si resero conto che i pallet di parti dello stesso codice erano immagazzinati accanto a ogni cella che utilizzava la parte. Ciò ha notevolmente aumentato la quantità di parti nell'impianto e ha reso difficile determinare il vero livello di inventario per ogni parte.

INVENTARIO RIDONDANTE NELLE CELLE

Durante l'analisi dello stabilimento si è notato che è stata creata una produzione snella all'interno delle loro celle mantenendo un sistema di movimentazione dei materiali di produzione di massa costoso e inaffidabile per fornire le celle. Ciò ha prodotto molte conseguenze indesiderabili:

- Gli operatori di produzione e i supervisori sprecavano tempo alla ricerca del componente necessario;
- Le scorte totali dell'impianto erano molto più del necessario;
- Necessità di movimenti pericolosi del carrello elevatore per alimentare i carichi dei pallet dei componenti alle celle;
- Il costo per accelerare il materiale "mancante" è arrivato a più di mille dollari a settimana);
- Danno economico causato dal lavoro straordinario per compensare le carenze di produzione dovute a parti errate o mancanti;

Volendo riportare nuovamente alla biologia il caso in esame, si potrebbe dire che le cellule sapevano che erano sane, ma il sistema circolatorio stava facendo sentire male l'intero organismo.



There are 26 weeks of part #99009 on the floor.

Figura 55. Inventario ridondante delle celle

OBIETTIVI PER UN SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI SNELLO

Per creare un impianto più snello, è necessario introdurre un sistema di movimentazione dei materiali lean per far fluire i materiali in tutta la struttura con una precisione molto più elevata a costi molto inferiori. Nello specifico c'è necessità di:

- Un processo per descrivere con grande precisione come ogni parte verrebbe gestita dalla banchina di ricezione al punto di utilizzo nello stabilimento.
- Un market dei componenti acquistati vicino alla banchina di ricezione per contenere e controllare le parti necessarie.
- Un sistema di consegna preciso per portare i pezzi al punto di utilizzo.
- Un preciso sistema di segnalazione che ogni area di produzione utilizzerebbe per prelevare solo i pezzi di cui necessita dal market dei ricambi acquistati.

A questo punto è stata disegnata una nuova mappa dello stato futuro con le caratteristiche indicate in figura 9.

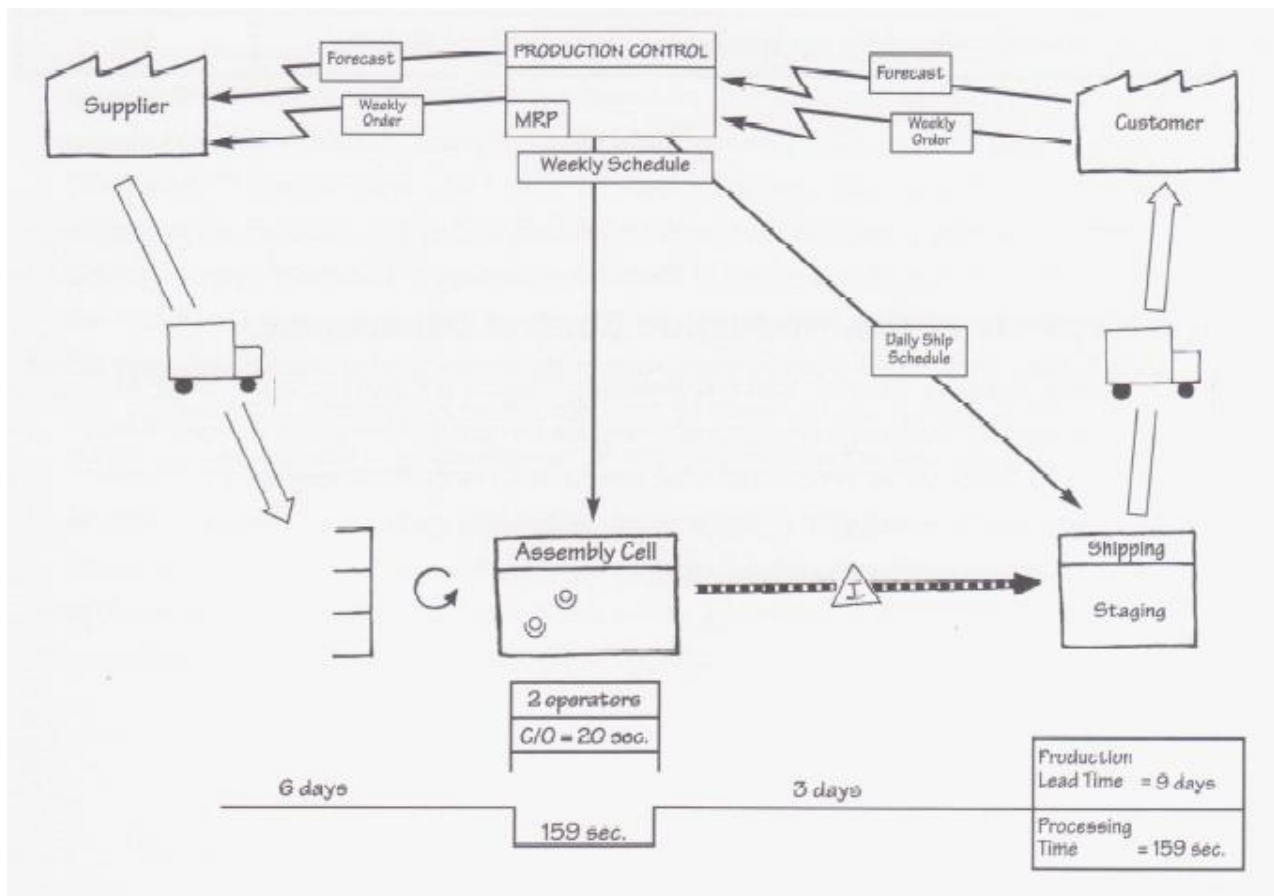


Figura 56. Seconda mappa dello stato futuro

Sulla base di una vasta esperienza con la gestione dei materiali, è possibile stimare obiettivi ragionevoli per le prestazioni di un sistema di movimentazione dei materiali snello per la struttura Apex rispetto alle prestazioni attuali (Figura 10).

	Current-State Performance	Target Performance
Material handlers on production floor	14	5
Percent operator time retrieving parts	10-15%	0%
Percent of manufacturing space required to store parts inventory	20%	1%
Total plant inventory turns	8	15
Parts inventory at cells	2-3 days	2 hr.
Forklifts for parts delivery	7	0
Forklift recordable incidents per year	13	0
Average production per shift/target production per shift	566/690	690/690
Daily overtime per light-truck fuel-line cell	2 hr. 35 min.	0 min.
Cost of overtime, entire plant per week	\$19,500	\$0
All expedited delivery costs per week	\$1,400	\$0

Figura 57. Stima delle nuove prestazioni

Nel migliorare il sistema di movimentazione dei materiali è fondamentale la gestione e l'organizzazione. Bisognava quindi concentrarsi su un gruppo spesso trascurato nella sua organizzazione, il reparto di controllo della produzione. Il reparto ha pianificato il programma settimanale che ha poi funzionato molto bene prevenendo gli arresti per mancanza di materiali. Si è deciso quindi di rivitalizzare il controllo della produzione rendendolo una figura centrale nella sua struttura. Tuttavia, per avere successo il controllo della produzione non può funzionare da solo. C'è la necessità di un triangolo di materiali porta a porta che include il dipartimento operativo e il dipartimento di ingegneria industriale. Indipendentemente da ciò, bisogna tenere il controllo della produzione, alle operazioni di produzione e alla pianificazione del layout. Apex dovrà coordinare strettamente gli sforzi dei tre gruppi. -Figura 11



Figura 58.

Mentre si procede con l'implementazione di un sistema di gestione lean dei materiali, si notò che i cambiamenti nel sistema dovevano essere discussi e approvati da tutti e tre i membri del triangolo dei materiali. Per cui si è deciso che le proposte per modificare qualsiasi cosa che influenzi la gestione dei materiali all'interno della struttura dovranno essere firmate da ciascun membro del triangolo dei materiali porta a porta prima dell'implementazione.

4.1. PLAN FOR EVERY PART (PFEP)

Per introdurre un sistema di movimentazione dei materiali snello si sarebbe dovuto comprendere tutto ciò che riguarda la gestione di ogni parte: come viene acquistata la parte? Come viene ricevuto? Come viene confezionato? Dove viene conservato? Come viene consegnato al punto di utilizzo nella struttura?

Il problema è che queste informazioni sono archiviate in molti luoghi diversi sotto il controllo di molti manager. Si è quindi deciso di raccogliere tutte le informazioni sulle parti rilevanti in un unico luogo, il Plan (o Every Part (PFEP)) e rendere le informazioni visibili a tutti.

PFEP consiste nella creazione di un foglio di calcolo per mettere in serie i dati e renderli disponibili in formato elettronico a qualsiasi utente. L'aumento dei dipendenti può portare all'utilizzo di un database per la gestione dei dati. L'utilizzo di un foglio di calcolo o di un database ha due vantaggi fondamentali: primo, rende possibile ordinare i dati in molte categorie diverse (ad esempio, frequenza degli ordini, dimensioni del contenitore, utilizzo orario), il secondo consente di modificare e aggiungere categorie con un minimo sforzo.

In questo paragrafo verrà data risposta a due delle dieci domande citate all'inizio del capitolo 3 in merito alla creazione del sistema di movimentazione dei materiali.

DOMANDA 1: QUALI INFORMAZIONI DOVRESTI INCLUDERE NEL TUO PFEP?

Si è deciso di includere nel PFEP le informazioni mostrate nella tabella Apex PFEP Data Elements - Figura 12.

Part #	Number used to identify the material in the facility
Description	Material name (e.g., frame, bolt, nut, yoke)
Daily Usage	Average amount of material used in a day
Usage Location	Process/areas where the material is used (e.g., Cell 14)
Storage Location	Address (location) where the material is stored
Order Frequency	Frequency that the material is ordered from the supplier (e.g., daily, weekly, monthly, as required)
Supplier	Name of the material supplier
Supplier City	City where the supplier is located
Supplier State	State, province, region, or district where the supplier is located
Supplier Country	Country where the supplier is located
Container Type	Type of the container (e.g., expendable, returnable)
Container Weight	Weight of an empty container
1 Part Weight	Weight of 1 unit of material
Total Package Weight	Weight of a full container of material
Container Length	Length or depth of the container
Container Width	Width of the container
Container Height	Height of the container
Usage Per Assembly	Number of parts required for 1 finished product;
Hourly Usage	Maximum number of pieces used per hour
Standard Container Quantity	Piece count of material in 1 container
Containers Used Per Hour	Maximum number of containers required per hour
Shipment Size	Size of a standard shipment in days (1 week shipment = 5 days)
Carrier	Company providing parts-transportation services
Transit time	Travel time required from the supplier to the facility (in days)
# of Cards in Loop	Number of pull signals that are in the system
Supplier Performance	Supplier performance rating that includes on-time delivery, quality, etc.

Figura 59. Apex PFEP Data Elements

Si è deciso di acquisire familiarità con il nuovo sistema compilando il foglio di calcolo PFEP per una sola cella di lavoro (n. 14) che produce linee di alimentazione di carburante per autocarri leggeri. È stata pianificata la creazione di un market delle parti acquistate solo per le parti utilizzate in questa cella, quindi di introdurre un percorso di consegna e “tirare” i segnali solo fino a questa cella. Questa scelta è stata fatta per valutare l’andamento su una singola cella ed eventualmente estenderlo poi all'intero impianto.

Poiché Apex ha iniziato con una sola cella, è stata prestata particolare attenzione alla progettazione del PFEP perché si sapeva che presto sarebbe stato ampliato per includere tutte e cinque le celle che producevano la famiglia di prodotti per autocarri leggeri e, infine, a ogni famiglia di prodotti nello stabilimento. Si vuole evitare qualsiasi rielaborazione significativa delle categorie nel PFEP con il progredire dell'implementazione, ragion per cui viene prestata attenzione, fin dall'inizio, agli elementi di dati che altre parti dell'impianto potrebbero richiedere.

Nella figura 13 è possibile notare che sono stati inseriti i dati per ciascuna categoria PFEP. Se fosse stata usata una singola voce per le dimensioni del contenitore, ad esempio 12 pollici di larghezza per 6 pollici di altezza per 10 pollici di lunghezza, sarebbe stato impossibile ordinare solo per altezza. Tuttavia, si tratta di informazioni fondamentali per la progettazione delle posizioni di archiviazione per cui si è deciso di creare una categoria separata per ogni dimensione (larghezza, altezza e

lunghezza). Allo stesso modo, se fosse stata inserita la città, lo stato e il paese del fornitore su una riga, sarebbe stato impossibile ordinare per stato o paese.

PFEP 6/16/03 Manager: Jim Black

Part #	Description	Daily Usage	Usage Location	Storage Location	Order Frequency	Supplier	Supplier City	Supplier State	Supplier Country	Container Type	Container Wt.(lb.)	1 Part Wt. (lb.)	Total Pkg. Wt. (lb.)
13598	Ferrule	690	Cell 14	Market	Daily	The Cabby	Dayton	OH	US	Expendable	5	0.05	10
13224	Connector	2760	Cell 14	Market	2x Week	S&E Corp.	Sadieville	KY	US	Returnable		0.2	
13997	T Hose	690	Cell 14	Market	Daily	Molding Ideas	Stamping Ground	KY	US	Expendable	5		105
13448	Valve	690	Cell 14	Market	1x Week	Comfy Beds	Cincinnati	OH	US	Expendable	3	2	33
13215	Tube	1380	Cell 14	Market	3x Week	Apex HO	Owenton	KY	US	Expendable			101
13456	Hose	690	Cell 14	Market	1x Week	Sun Mfg.	Anderson	IN	US	Expendable		0.001	5

Figura 60. Apex PFEP

DOMANDA 2: COME VERRÁ MANTENUTA L'INTEGRITÀ DEL PFEP?

Molte volte ci si concentra nello stilare il PFEP senza però pensare minimamente ad un piano su come mantenere integro il PFEP una volta completato. Se nessuno si assume la responsabilità della manutenzione, l'accuratezza dei dati inizia a deteriorarsi quasi immediatamente e molte aziende sono sconcertate sul perché.

Nel caso di Apex si è evitato questo fenomeno nominando una persona del reparto di controllo della produzione come responsabile PFEP. Mentre le strutture più piccole come Apex possono nominare una persona per gestire il PFEP per ogni flusso di valore nell'intero impianto, le strutture di grandi dimensioni possono richiedere diversi assistenti PFEP, assegnati a diversi flussi di valore della famiglia di prodotti. Sebbene il PFEP sia accessibile a qualsiasi dipendente dell'azienda che necessiti dei dati, il manager PFEP è l'unico individuo che può modificare e aggiornare il PFEP. Apex ha anche istituito delle linee guida che richiedevano che ogni parte fosse documentata nel PFEP e approvato dal responsabile PFEP prima che potesse apparire in officina. Ciò è stato aiutato da un modulo di richiesta di modifica PFEP – Figura 14. Stabilendo un manager PFEP e sviluppando linee guida precise per i cambiamenti di qualsiasi informazione nel PFEP, Apex ha assicurato che il PFEP sia sempre aggiornato e accompagnato da una traccia cartacea delle modifiche. Se clonato correttamente, sarà anche impossibile cambiare una parte sul pavimento senza comunicare tale modifica a tutti i processi interessati e agli attori chiave nella gestione del flusso di materiali porta a porta, che accederanno al PFEP di Apex.

Durante le operazioni di routine, il reparto di controllo della produzione di Apex utilizzerà il PFEP come riferimento rapido per sapere quale azienda fornisce un determinato componente, dove si trova il fornitore e quanto tempo ci vuole per ottenerlo. Le operazioni utilizzeranno il PFEP in caso di emergenza, come la risoluzione di un problema con la qualità delle parti acquistate. L'ingegneria industriale utilizzerà il PFEP per fare riferimento alle dimensioni dei contenitori e progettare dispositivi di presentazione delle parti.

PFEP Change Request Form		
Apex Production Control		
Part information	Current Data	Change
Part #	13598	
Description	Ferrule	
Daily Usage	690	
Usage Location	Cell 14	
Storage Location	Market	
Order Frequency	Daily	
Supplier	The Cabby	
Supplier City	Dayton	
Supplier State	OH	
Supplier Country	US	
Container Type	Expendable	
Container Weight (lb.)	5	2.5
1 Part Weight (lb.)	0.05	
Total Package Weight (lb.)	10	7.5
Container Length (in.)	12	8
Container Width (in.)	8	
Container Height (in.)	6	12
Usage per Assembly	1	
Hourly Usage	90	
Standard Container Quantity	100	
Containers Used per Hour	0.9	
Shipment Size	5Days	
Carrier	Vitran	
Transit time	3Days	
# of Cards in Loop	2.7	
Supplier Performance	2	
Explain the reason for change: Metal to cardboard container		
Person submitting: _____ Position: _____ Date: _____ Approved by: _____ Production Contract Approved by: _____ Operations Approved by: _____ Industrial Engineering		

Figura 61. Modulo di richiesta di modifica PFEP

Il PFEP, una volta stabilito con cura, riempito di informazioni sulle parti e gestito correttamente, consente di:

- Avviare la creazione del proprio sistema di movimentazione lean dei materiali e successivamente sviluppare il market dei ricambi acquistati, i percorsi di consegna e i segnali di richiamo;
- Memorizzare i dati attuali pertinenti su tutti i componenti in una posizione centrale e accessibile;
- Ordinare i dati delle parti in base a varie categorie, come le dimensioni del contenitore, l'ubicazione del fornitore e l'utilizzo quotidiano;
- Fornire risposte rapide alle domande sulle operazioni riguardanti parti e fornitori;

4.2. SVILUPPO DI UN MARKET DELLE PARTI ACQUISTATE

Con il PFEP si dispone delle informazioni necessarie sulle parti per continuare con l'implementazione del sistema di movimentazione lean dei materiali. La fase successiva è stata lo sviluppo di un mercato delle parti acquistate. Man mano che l'implementazione procede, il market si espanderà per contenere tutte le parti acquistate per la famiglia di prodotti per autocarri leggeri. Infine, poiché tutte le famiglie di prodotti vengono aggiunte al sistema di movimentazione dei materiali, ogni parte acquistata utilizzata nella struttura verrà immagazzinata nel market delle parti acquistate.

DOMANDA 3: DOVE SI TROVA IL MARKET DEI COMPONENTI ACQUISTATI?

Apex ha riservato un'area vicino alla banchina di ricezione nella struttura per il mercato dei ricambi (Figura 15). Questa posizione consente la consegna rapida dal dock allo stoccaggio rack nel market.

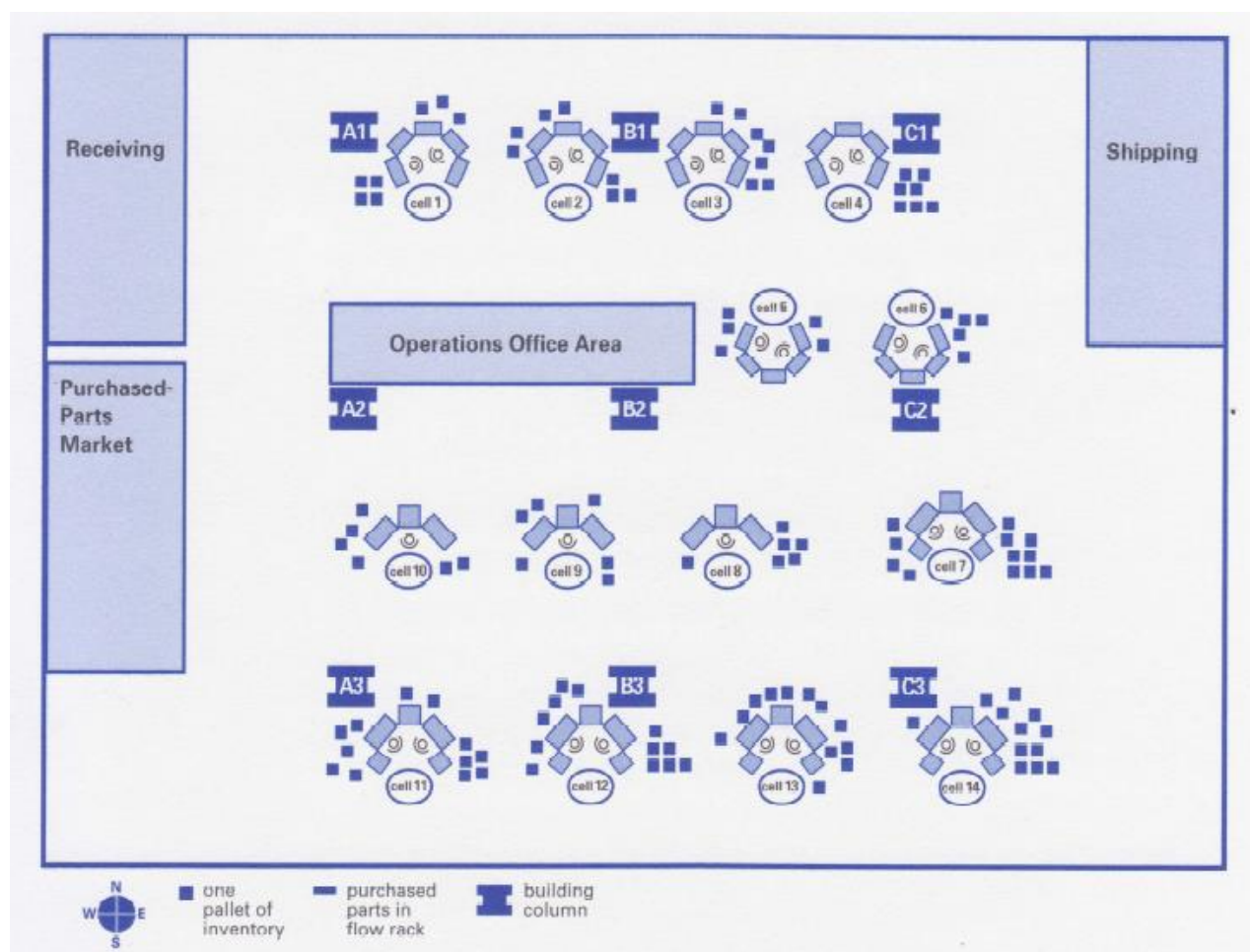


Figura 62. Vista dall'alto del market dei ricambi

Troppo spesso vediamo una persona sulla banchina di ricezione che rimuove il materiale dai camion e lo deposita. Poi un'altra persona fa il lavoro di ufficio per ricevere il materiale, a volte ha bisogno di spostare il materiale più volte in questo processo. Infine, una terza persona sposta il materiale nei

luoghi di stoccaggio della struttura. Questa tripla manipolazione è uno spreco. Crea anche molte opportunità di errori e parti danneggiate o fuori posto. Gli addetti alla movimentazione dei materiali dovrebbero spostare i materiali il più direttamente possibile dal camion al market dei componenti acquistati, eliminando uno o più passaggi non necessari e migliorando la qualità e l'accuratezza. Ovviamente, in un mondo perfetto, le consegne andrebbero direttamente dal molo alle celle che creano valore in un solo passaggio. Sfortunatamente, questo non è sempre possibile tranne che negli impianti con volumi di produzione bassissimi e un numero ridotto di parti per prodotto o negli impianti in cui le parti vengono consegnate da un fornitore esterno in kit pronti per la produzione.

DOMANDA 4: QUAL È LA QUANTITÀ CORRETTA DI CIASCUNA PARTE DA TENERE NEL MERCATO E QUANTO SPAZIOSARÀ NECESSARIO PER CONSERVARE CIASCUNA PARTE?

Per definire il market delle parti acquistate, bisogna prima calcolare la quantità massima di ciascun numero di parte che sarebbe stata richiesto sul mercato per supportare le normali operazioni dalla cella di lavoro 14. Ciò significa determinare l'utilizzo medio giornaliero di ciascun numero di parte per essere memorizzato nel market, la dimensione della spedizione di ricezione di ciascun numero di parte (in giorni di utilizzo) e il buffer necessario (in giorni di utilizzo) per ogni numero di parte. Queste informazioni consentono un calcolo del livello di scorte massimo per ciascuna parte. Calcolando la quantità di contenitori necessari per contenere questo numero di scorte e moltiplicando per le dimensioni fisiche di ciascun contenitore, i manager Apex potrebbero quindi calcolare la quantità totale di spazio richiesta nel mercato per fissare queste parti (Figura 15).

4.2.1. DETERMINARE I LIVELLI MASSIMI DI SCORTE

Sono stati definiti i livelli massimi di inventario per ogni parte utilizzata nella cella di lavoro 14. D'ora in avanti seguiremo attraverso il processo il componente #13456, un tubo flessibile. Per determinare l'inventario massimo pianificato nel market per questo componente, viene utilizzata la seguente formula:

$$\text{Planned Maximum Inventory Level} = (\text{Daily usage} \times \text{Shipment size in days}) + (\text{Purchased-parts buffer})$$

La dimensione della spedizione si basa sulla frequenza di consegna tradotta in un numero di giorni di inventario di produzione.

Facendo riferimento al PFEP è possibile raccogliere dati sul componente #13456.

Delivery frequency	=	Shipment size in days of production
1 time per week	=	5 days of production
2 times per week	=	2.5 days of production
5 times per week	=	1 day of production

Figura 63. Dimensione della spedizione

Il buffer per questo componente è la quantità di scorte che deve essere tenuta a portata di mano oltre la quantità minima di spedizione per garantire che i pezzi siano sempre disponibili per le esigenze di produzione.

Per calcolare il buffer appropriato è necessario considerare una serie di variabili che coinvolgono sia le variazioni di produzione all'apice che le variazioni nelle prestazioni di consegna dei fornitori. Le variabili Apex considerate nello stabilire il buffer del componente #13456 sono:

Prestazioni del fornitore:

- Storico sulla qualità
- Prestazioni puntuali
- Affidabilità del metodo di trasporto
- Distanza fisica dal fornitore
- Rischi di maltempo o altri fattori incontrollabili nella consegna

Prestazioni Apex:

- Variazioni nell'utilizzo del lotto da parte delle celle di produzione Apex

Facendo riferimento al PFEP si è scoperto che il codice 13456 è fornito da Sun Mfg. Questa azienda si trova a meno di 150 miglia dalla struttura di Apex (circa quattro ore di camion) per cui può essere considerato come fornitore eccellente. Tuttavia, il vettore di trasporto designato che collega Sun e Apex è irregolare perché consegna un giorno prima o un giorno in ritardo per la maggior parte delle spedizioni.

Osservando le operazioni interne di Apex, è evidente che anche la produzione di prodotti che richiedono questa parte è piuttosto variabile, a volte addirittura raddoppia per un giorno poiché viene eseguito un turno extra per soddisfare il picco di domanda da parte del cliente.

Importare è garantire che le scorte siano a disposizione per soddisfare l'utilizzo medio giornaliero della cella 14 di 690 unità di questo codice articolo (ultima riga figura 17) per un periodo prolungato.

In passato per gestire le variazioni di spedizione, le variazioni di utilizzo e le spedizioni una volta alla settimana dal fornitore, Apex trasportava tra 6.000 e 10.000 articoli della componente n. 13456. L'idea era di risolvere i problemi delle prestazioni irregolari del vettore e dei livelli di produzione variabili prima di stabilire il market dei ricambi acquistati. Tuttavia, sarebbe chiaramente passato del tempo prima che questi problemi venissero affrontati, quindi si è optato per tenere abbastanza scorte per affrontare queste variazioni in modo da supportare sempre le esigenze di produzione.

È stato calcolato che il mercato dei componenti acquistati dovrebbe contenere un giorno di buffer (690 pezzi) per coprire la variazione nell'utilizzo della produzione interna e un giorno aggiuntivo di buffer (690 pezzi aggiuntivi) per coprire le variazioni di prestazioni del vettore, per un totale di due giorni di fabbisogno di parti (1.380 unità).

Queste considerazioni stabiliscono che l'inventario massimo da tenere sul mercato è di 3.450 (la dimensione della normale spedizione settimanale) + 690 (per far fronte alla variazione della produzione) + 690 (per affrontare la variazione del vettore) = 4.830 pezzi. Questo è in netto contrasto con i 6.000-10.000 articoli della parte n. 13456 che si riteneva fossero stati conservati in passato.

PFEP 6/16/03 Manager: Jim Black

Part #	Description	Daily Usage	Usage Location	Storage Location	Order Frequency	Supplier	Supplier City	Supplier State	Supplier Country	Container Type	Container Wt.(lb.)	1 Part Wt.(lb.)	Total Pkg. Wt.(lb.)
13598	Ferrule	690	Cell 14	Market	Daily	The Cabby	Dayton	OH	US	Expendable	5	0.05	10
13224	Connector	2760	Cell 14	Market	2x Week	S&E Corp.	Sadleville	KY	US	Returnable		0.2	7
13997	T Hose	690	Cell 14	Market	Daily	Molding Ideas	Stamping Ground	KY	US	Expendable	5		105
13448	Valve	690	Cell 14	Market	1x Week	Comfy Beds	Cincinnati	OH	US	Expendable	3	2	33
13215	Tube	1380	Cell 14	Market	3x Week	Apex HO	Owensboro	KY	US	Expendable			101
13456	Hose	690	Cell 14	Market	1x Week	Sun Mfg.	Anderson	IN	US	Expendable		0.001	5

Figura 64. Apex PFEP

4.2.2. CALCOLO DELLA QUANTITÀ DI CONTENITORI

Il market delle parti acquistate deve essere dimensionato per soddisfare i livelli massimi di inventario per tutte le parti, anche se il market raramente avrà il massimo a portata di mano. Per determinare la quantità di spazio richiesta, sono state utilizzate le informazioni nel PFEP per il componente n. 13456 per calcolare quanti contenitori di parti dovevano essere immagazzinati nel mercato ai livelli massimi di scorte. Il calcolo è il seguente:

$$\frac{\text{livello max di scorte pianificate}}{\text{quantità di un contenitore standard}} = \text{quantità massima dei contenitori}$$

$$\frac{4,830}{30} = 161$$

Al livello di inventario massimo, il mercato delle parti acquistate Apex deve avere la capacità di immagazzinare 161 contenitori di parte # 13456 per la cella di lavoro 14. Ogni contenitore per la parte n. 13456 è lungo 6 pollici, quindi saranno necessari 966 pollici di lunghezza del rack per conservare 161 contenitori (161 contenitori x 6 pollici). Inoltre, i contenitori sono larghi 6 pollici. Utilizzando queste dimensioni, si potrebbe facilmente calcolare quanto spazio è richiesto sul market per immagazzinare la quantità massima di materiale (966 pollici x 6 pollici = 5.796 pollici quadrati di spazio rack).

Successivamente, sono state tradotte le informazioni di lunghezza e larghezza (5.796 pollici quadrati) in dimensioni di archiviazione fisica per il mercato. Il team ha deciso di utilizzare scaffalature a rulli con file di stoccaggio profonde 7 piedi e larghe 6 pollici (84 pollici x 6 pollici = 504 pollici quadrati), il che significa che ci sarebbe spazio per 14 contenitori in ogni fila. Dodici file erano quindi necessarie per contenere i 161 contenitori della parte n. 13456 (5.796 pollici quadrati + 504 pollici quadrati = 11,5 file, che viene poi arrotondato a 12 file).

Lo spazio per l'archiviazione sarà quattro file di larghezza e tre file di altezza (Figura 18). Il Dipartimento di Ingegneria Industriale ha costruito fisicamente il market, stando attento a mantenerlo il più flessibile possibile a causa della necessità periodica di cambiare le configurazioni dei rack al variare dei volumi, della varietà e delle dimensioni dei contenitori di parti nel mercato. Si è cercato di utilizzare il materiale rack esistente ove possibile e appropriato, lì dove non è stato possibile, sono stati acquistati nuovi sistemi rack che potevano essere facilmente configurati in molti modi diversi e spostati in altre posizioni sul mercato.

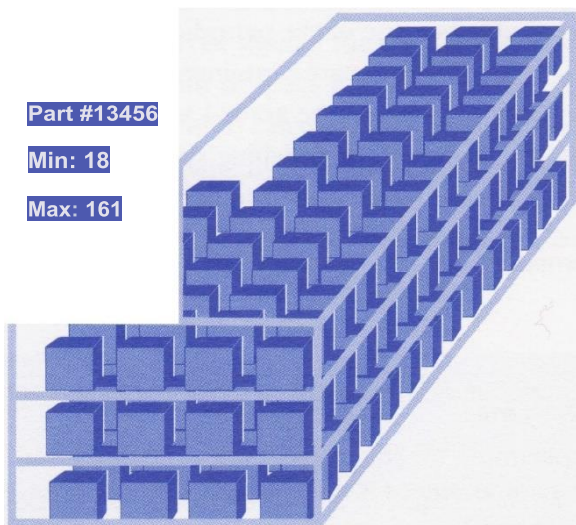


Figura 65.

- Ogni riga è alta 6 pollici e larga 6 pollici.
- 4 file di larghezza e 3 file di altezza.
- 11 file con 14 contenitori e 1 fila con 7 contenitori = 161 contenitori.

DOMANDA 5: COME GESTISCI IL MERCATO DEI RICAMBI ACQUISTATI?

Successivamente, i manager Apex hanno messo in atto gli strumenti e le linee guida necessari per operare in modo efficiente sul mercato. Si dovrebbe seguire un piano simile quando ci si prepara a mettere in uso il market:

- Selezionare il supporto di memorizzazione corretto per contenere le parti.
- Sviluppare un sistema di indirizzi.
- Mettere in atto procedure per posizionare e prelevare le parti.
- Mettere in atto procedure per reagire alle scorte oltre i livelli massimi.
- Determinare i livelli minimi di inventario e i punti di riordino e mettere in atto procedure per reagire ai livelli minimi di inventario.

A. Selezionare il supporto di memorizzazione corretto per contenere le parti.

Sono stati dapprima considerati i tipi di stoccaggio disponibili per contenere le parti: scaffalature di flusso, stoccaggio di pallet e stoccaggio di parti di basso volume.

Le parti sui rack di flusso conterranno la maggior parte del volume delle parti acquistate e rappresentano il metodo di conservazione preferito. Le scaffalature di flusso sono ideali per quelle parti che entrano nello stabilimento Apex che non si trovano su un pallet e che un operatore di materiale può spostare il più direttamente possibile dalla banchina alle scaffalature. Ma rack di flusso, che sono inclinati per far fluire il materiale nella parte anteriore dello scaffale, può anche ospitare parti da un pallet che vengono scaricate sulle scaffalature, a condizione che il volume delle parti coinvolte e la manodopera necessaria per scaricarle siano basse. Lo stoccaggio dei pallet è necessario quando si ricevono parti troppo grandi e / o troppo pesanti per adattarsi a uno qualsiasi dei rack di flusso o quando i volumi di produzione sono molto elevati e / o il contenitore standard è molto grande, il che rende dispendioso scaricare le parti dal pallet e su un rack di flusso. In questi casi, i pallet vengono spostati in una posizione designata nel market dei ricambi acquistati. Parti o contenitori vengono quindi spostati direttamente dal pallet sul carrello consegnando i pezzi ai siti di produzione all'interno dello stabilimento. Apex ha anche un numero considerevole di parti che vengono fornite in contenitori di grandi quantità, come gli elementi di fissaggio. Inoltre, prevede di consegnare questi articoli dal market in base al rifornimento. Ma invece di consegnare un'intera scatola di elementi di

fissaggio alle celle, i gestori di materiali Apex raccoglieranno una piccola quantità in un contenitore più piccolo e consegneranno quella quantità.

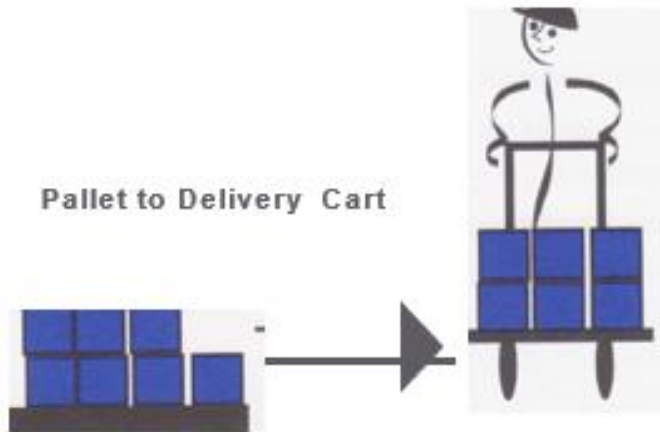


Figura 66. Stoccaggio pallet al dispositivo di consegna

B. Sviluppo di un Sistema di indirizzi.

La creazione del market delle parti acquistate ha richiesto ad Apex di sviluppare un sistema di indirizzi formale per le posizioni di stoccaggio nel market, in modo che fosse facile immagazzinare e quindi recuperare nel momento del bisogno ogni parte. Apex ha creato indirizzi utilizzando lettere per identificare il posizionamento verticale di una parte su un rack (il livello del rack) e numeri per identificare il suo posizionamento orizzontale (la riga del rack). Inoltre, era necessario un numero di area per identificare in quale sezione del mercato si trovava il rack, poiché il mercato delle parti acquistate ospiterà anche molte sezioni di rack. Ad esempio, la posizione etichettata 1, A4 indica che la parte si trova nella sezione 1, al livello A, nella riga 4. Allo stesso tempo è stato implementato un sistema di indirizzi per l'intera struttura che designa punti fisici nell'impianto per fare riferimento alla posizione di ogni cella. Ciò è stato motivato non solo dalle esigenze del nuovo sistema di movimentazione dei materiali, ma da un'esperienza passata in cui Apex ha avuto problemi a consegnare con precisione ai luoghi di lavoro ad esempio macchine, celle, linee di assemblaggio. Questo perché queste posizioni si sono spostate quando la struttura è cambiata e non c'era un sistema di indirizzi stabile, il che può essere un problema significativo in qualsiasi struttura di grandi dimensioni.

Ogni cella in Apex ora è indirizzata alla colonna più vicina. Ad esempio, la cella di lavoro 14 è indirizzata come C3. Questo sistema di indirizzi indica l'area generale dell'impianto in cui si trova una cella e, inoltre, ogni cella è chiaramente identificata sul pavimento con un elemento visivo (di solito un grande cartello appeso sopra o vicino alla cella). Questo sistema rende la consegna delle parti più efficiente e riduce il tempo necessario al personale per intervenire in caso di incidente o emergenza.

C. Mettere in atto procedure per posizionare e prelevare le parti.

L'idea è di organizzare il market delle parti acquistate per rendere il più semplice ed efficiente possibile il carico dei componenti nel market e quindi prelevare le parti dal market per la consegna alla cella. Volevano anche mantenere una rigorosa gestione delle scorte First-in-First-Out (FIFO) in modo che le parti non ristagnassero. Per raggiungere questi obiettivi, è stato predisposto il market con corsie di carico e corsie di prelievo (Figura 20).

I corridoi di carico, che vengono utilizzati meno frequentemente, consentono di caricare i pezzi nella parte posteriore dei rack di flusso e di fluire verso il basso verso la parte anteriore dei rack per la raccolta delle pellicce. Questo assicura FIFO. Inoltre, i rack a flusso inclinato ottengono un aiuto gratuito dalla gravità per spingere il successivo contenitore di parti da prelevare verso la parte anteriore del rack.

Le corsie di prelievo sono state allestite in modo che l'operatore del percorso di consegna (il dipendente che consegna i pezzi alla cella di lavoro) o un addetto al mercato (se qualcuno oltre all'operatore di rotta

sta caricando i dispositivi di consegna) può prelevare da entrambi i lati del corridoio. Poiché le parti vengono prelevate dal mercato più frequentemente (ad esempio, ogni ora) di quanto vengano caricate (spesso una volta al giorno o anche una volta alla settimana), è particolarmente importante creare uno spazio di lavoro efficiente per il raccogliitore.

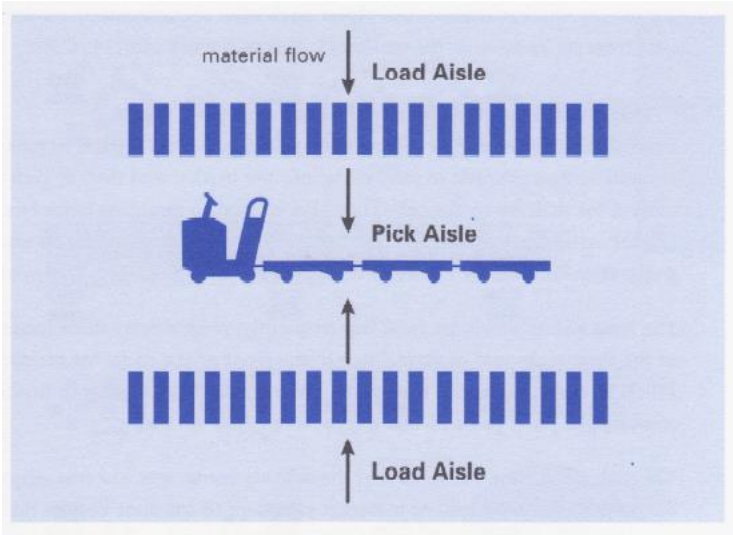


Figura 67.

Quando un numero di parte richiede diversi livelli e file di rack, è importante mantenere una sequenza FIFO. L'operatore di mercato dovrebbe scegliere in una sequenza standard - da sinistra a destra lungo le righe e dall'alto in basso attraverso i livelli - e allegare un piccolo segno o etichetta alla riga e al livello selezionati per indicare il punto successivo della sequenza da cui scegliere. Nel frattempo, i rack dovrebbero essere caricati dal retro in base alle file vuote. Si noti che la riduzione costante delle scorte tramite consegne più frequenti semplifica l'attività di mantenimento del FIFO riducendo il numero di righe e livelli necessari per memorizzare un determinato numero di parte.

D. Mettere in atto procedure per reagire alle scorte oltre i livelli massimi.

Si è parlato del livello di inventario massimo come se tale importo non venisse mai superato. Tuttavia, è molto probabile che Apex occasionalmente possa contenere parti in eccesso rispetto all'importo massimo immagazzinabile nel market dei ricambi acquistati. Ciò può essere dovuto al fatto che il fornitore spedisce in eccesso, perché le operazioni Apex non riescono inaspettatamente a consumare l'importo previsto dopo che un ordine di rifornimento è stato effettuato con un fornitore o perché è stato effettuato un ordine errato. È importante avere un piano per affrontare queste situazioni in modo coerente e questo implica la creazione di un'area di sfioro adiacente al mercato. Sebbene l'istinto naturale dei manager sia quello di nascondere queste scorte in eccesso, i manager di Apex hanno adottato l'approccio opposto e hanno reso la loro area di overflow il più visibile possibile. Per gestire l'area di overflow, Apex ha stabilito una scheda che indica chiaramente cosa c'è nell'area, il motivo per cui si trova è un piano per estrarre il materiale dall'area di overflow. Usare la scacchiera richiede disciplina, ma porta alla luce i problemi in modo che possano essere risolti rapidamente.

Il posizionamento delle informazioni sul pannello di overflow rispecchia il posizionamento delle scorte effettive sul pavimento dell'area di overflow. Per ogni rettangolo attivo della scheda overflow, viene

identificato il numero di parte; la parte superiore della diagonale rappresenta il giorno in cui è accaduto il “trabocco” e il motivo per cui si è verificato; e la parte inferiore della diagonale rappresenta il giorno in cui il “trabocco” deve essere rimosso e il piano per eseguire questo compito.

Apex ha anche messo in atto un sistema per riportare le parti dall'area di trabocco alla loro corretta posizione sul mercato. All'operatore del market è stato assegnato il compito quotidiano di controllare la scheda di overflow, nonché i livelli nel mercato dei ricambi acquistati e di trasferire le scorte in eccesso sul mercato non appena lo spazio lo consente.

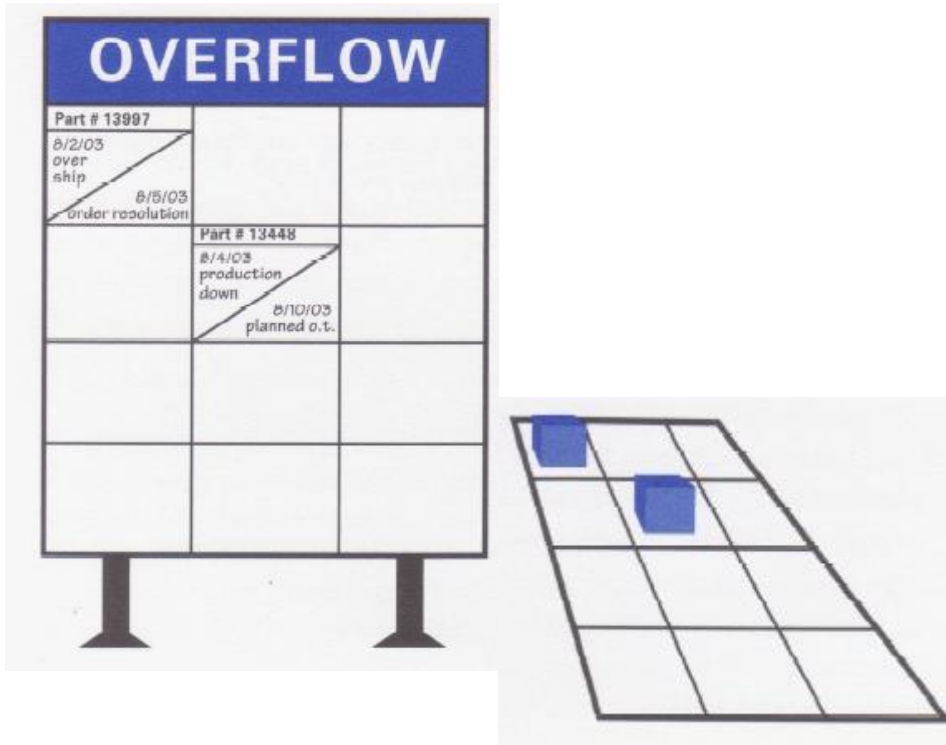


Figura 68.

E. Determinare i livelli minimi di inventario e i punti di riordino e mettere in atto procedure per reagire ai livelli minimi di inventario.

Il compito finale è quello di determinare quando la quantità di parti a disposizione è scesa a un livello di crisi che richiede un'azione per prevenire un'interruzione della produzione nello stabilimento. Questo punto è chiamato livello di inventario minimo e può essere raggiunto quando un fornitore non riesce a spedire l'importo richiesto, il corriere incontra un problema durante il viaggio, il sistema di ordinazione delle parti Apex non riesce per qualche motivo a ordinare la giusta quantità di parti in modo tempestivo, o l'azienda, nel caso in questione Apex, ne produce molto di più del previsto. L'impostazione del livello minimo di inventario è stata una decisione politica più complicata rispetto alla definizione del livello massimo. Dopo aver soppesato i costi di trasporto di scorte extra rispetto al costo della produzione persa e dei clienti delusi a causa della mancanza di parti, viene impostato un livello minimo per ciascun numero di parte nel punto in cui è ancora disponibile solo materiale sufficiente in modo che le parti del fornitore possano essere accelerate all'impianto senza che un'operazione di produzione subisca una carenza di parti. Questo modo di agire è molto diverso dal modo in cui Apex operava in passato quando un'emergenza di solito non veniva dichiarata fino a quando un'operazione non esauriva effettivamente le parti e smetteva di produrre. Con il nuovo sistema, se l'inventario raggiunge il livello minimo, indica che l'area di produzione ha prodotto molto più del previsto e, quindi, si è verificato un guasto nel processo di riordino o che si è verificato un problema con il

fornitore. Nel caso Apex, per la cella di lavoro 14, è stato calcolato il livello di inventario minimo per la parte n. 13456 da Sun Mfg. nel modo seguente: la consegna è settimanale, ma si può fare affidamento su Sun per accelerare le parti in sei ore, compreso il tempo per comunicare la necessità di parti. Questo perché Sun ha un inventario di prodotti finiti di due giorni e il clima nell'area in cui operano Sun e Apex è piuttosto mite, con poche interruzioni di trasporto. Apex si è sentita a proprio agio con il tempo di accelerazione di sei ore e ha impostato il livello di scorte minimo per la parte n. 13456 a 18 contenitori. Quello è l'utilizzo di sei ore per tre contenitori all'ora alla massima potenza (Figura 22). Se il mercato delle parti acquistate dovesse mai scendere a 18 contenitori della parte n. 13456, il controllo della produzione attiverà automaticamente un ordine rapido a Sun, che con notevole fiducia spedirà le parti in modo da non far bloccare la produzione.

Se i livelli delle scorte nel market delle parti acquistate raggiungono il minimo, i dipendenti Apex tratteranno sempre questa situazione come se non ci fossero parti disponibili. Per creare questo senso di urgenza è stato messo in atto un processo di escalation in modo che tutti conoscano il problema: il singolo che estrae il prodotto dal market dei ricambi acquistati per la consegna deve avvisare il supervisore, che a sua volta informa il responsabile del controllo della produzione. Ogni fase della comunicazione non dovrebbe richiedere più di 10 minuti, il che significa che il responsabile del controllo della produzione viene a conoscenza della carenza di parti entro 20 minuti.

Communicate and set up truck	= 1.0 hr.
Load truck	= 1.0 hr.
In transit	= 3.5 hr.
From dock to operations	= 0.5 hr.
Total expedite time	= 6.0 hr.
Minimum hours in purchased-parts market	= 6.0 hr.
6 hours x 3 containers per hr. (#13456 from PFEP)	= 18 containers minimum

Figura 69. Calcolo del livello minimo di scorte

4.3. PROGETTAZIONE DEL PERCORSO DI CONSEGNA E IL SISTEMA DI GESTIONE DELLE INFORMAZIONI

L'idea è di stabilire un sistema informativo e un percorso di consegna che fornisca solo i ricambi necessari agli operatori, nella quantità necessaria, quando e dove sono necessari, direttamente a portata di mano degli operatori.

Per fare ciò, i manager Apex devono:

- Definire come spostare le parti dal market delle parti acquistate alla cella e tracciare il percorso che le parti faranno;
- Installare un sistema informativo utilizzando segnali pull per attivare il rifornimento di parti e controllare la quantità di materiale consegnato;
- Identificare i requisiti di consegna delle parti per la prima cella e quindi raggruppare questi requisiti per riempire il percorso di consegna;

DOMANDA 6: COME CONVOGLIARE LE PARTI DAL MERCATO DEI RICAMBI ACQUISTATI ALLE AREE DI PRODUZIONE?

Saranno inviati i pezzi dal market alla cella 14 tramite un percorso di consegna designato che utilizza corsie a senso unico e bidirezionale per effettuare le consegne dei pezzi. Il percorso di consegna consisterà in fermate designate, punti di consegna al punto d'uso per ogni parte e tempi e quantità precisi per le consegne dei materiali. Verrà ideato un lavoro standard per ogni azione coinvolta.

Questo è molto diverso dalla precedente forma di consegna in cui gestori di materiali si precipitavano in modo caotico nella struttura consegnando parti in base all'urgenza delle esigenze.

I responsabili di Apex hanno intrapreso i seguenti passaggi per sviluppare il percorso di consegna:

- A. Identificazione delle corsie di consegna nello stabilimento.
- B. Selezione del metodo di trasporto per consegnare le parti.
- C. Determinazione delle fermate e i punti di consegna per il percorso.
- D. Creazione di un rack point-of-use di dimensioni corrette nei punti di consegna.

A. Identificare le corsie di consegna nello stabilimento.

Durante la pianificazione del percorso di consegna, inizialmente si è cercato di individuare corsie naturali nella struttura designando corridoi unidirezionali e bidirezionali che potrebbero fluire dal market dei ricambi acquistati alle celle di lavoro e tornando poi al market.

Si è stabilito che la larghezza massima per i carrelli di consegna sia di quattro piedi rendendo i corridoi unidirezionali larghi sei piedi. Le corsie a doppio senso sono larghe 12 piedi per ospitare due carri che passano l'uno con l'altro, una considerazione importante per il futuro quando altre vie di consegna verranno aggiunte nella struttura. Sono stati contrassegnati chiaramente i corridoi sul pavimento dell'impianto e sono stati apposti segnali visivi sotto forma di frecce sul pavimento in modo da mostrare la direzione del traffico.

È stato stabilito chiaramente che i veicoli per la consegna dei materiali non vengono tutti trasportati da nessuna parte se non nei corridoi, tranne che per motivi e permessi speciali. Una seconda regola prevede che ai veicoli per la consegna dei materiali venga concesso il diritto di precedenza e che le corsie siano tenute libere da dipendenti, materiale e ostacoli. Ciò ha consentito agli operatori di rotte Apex di eseguire consegne in modo coerente utilizzando un lavoro standardizzato. Se gli operatori di rotta sono costretti a deviare dal loro lavoro standard a causa di ostacoli, la prevedibile frequenza delle consegne ne risentirà sicuramente.

I manager Apex hanno designato i corridoi come mostrato di seguito.

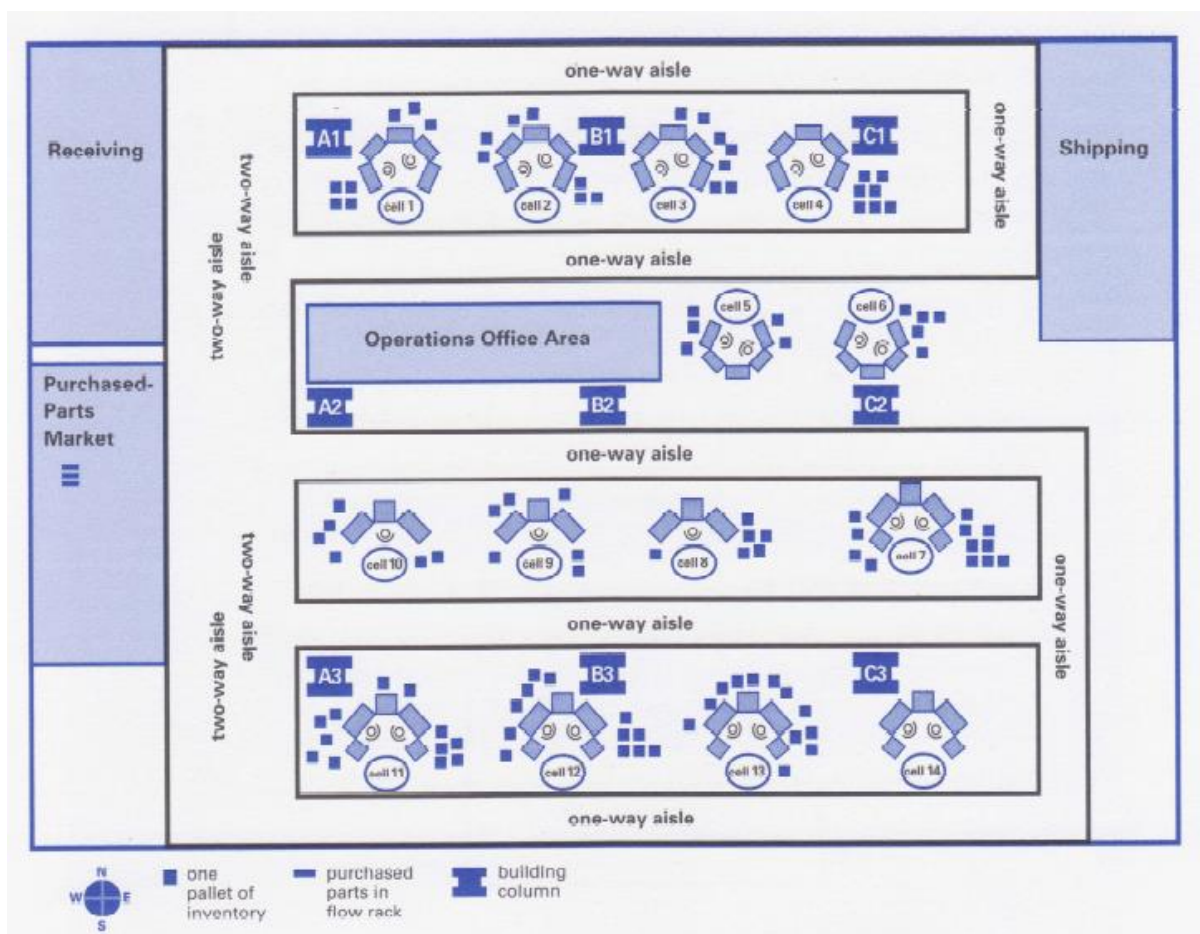


Figura 70. Corridoi Apex

B. Selezionare il metodo di trasporto per consegnare le parti.

Esistono molti metodi diversi e più di un tipo può essere utilizzato anche nella stessa struttura:

- **Tugger:** questo è solitamente il metodo più efficace quando c'è una distanza considerevole dal market dei ricambi acquistati ai punti di consegna e un volume considerevole di parti deve essere spostato. Il rimorchiatore può trainare più carrelli contenenti materiale per più punti di consegna e può girare facilmente, soprattutto quando si trainano carrelli a quattro ruote sterzanti. Nei migliori modelli di rimorchiatori, il conducente sta in piedi invece di sedersi. Ciò consente una consegna più efficiente poiché il conducente si sposta facilmente sul rimorchiatore per posizionare le parti nel punto di utilizzo. Offre anche una migliore ergonomia.

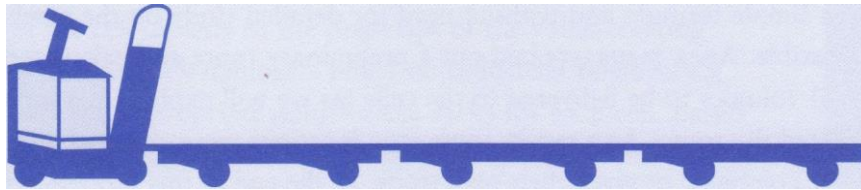


Figura 71. Tugger

- **Camminata:** questo metodo, in cui l'operatore del materiale spinge un carrello che trattiene i pezzi, è utilizzato al meglio quando l'area di produzione è molto vicina al market dei pezzi acquistati e le parti sono compatte e leggere. La camminata può anche essere indicata lì dove il progetto di un'area è tale che un rimorchiatore motorizzato non può passare.
- **Bicicletta:** questo metodo è utile anche quando un rimorchiatore motorizzato non può attraversare un'area e devono essere trasportate più parti di quante un operatore possa spingere facilmente. Tuttavia, una bicicletta di solito può trainare solo uno o due carrelli di materiale leggero.
- **Carrello elevatore a forche:** le strutture dovrebbero sforzarsi di limitare i carrelli elevatore alle banchine di spedizione e ricezione, consentendoli sul piano di produzione solo per circostanze speciali come la costruzione o lo spostamento di parti di attrezzature. Una carrello elevatore a forche è costoso, richiede corridoi larghi, può causare lesioni gravi e non è un metodo efficiente di movimentazione del materiale perché può spostare solo parti con pallet pieni anche se le aree di produzione sono meglio servite con piccolo quantità consegnate frequentemente.

Nel caso in esame, i responsabili di Apex hanno esaminato le opzioni per il percorso della famiglia di prodotti per autocarri leggeri e hanno scelto di utilizzare un rimorchiatore che tira un numero di carrelli, con ogni carrello contenente le parti richieste. Scelta scaturita anche dal fatto che la loro struttura era troppo grande per percorsi a piedi e che il volume e il peso delle parti rendevano poco pratici anche i carrelli trainati da biciclette. I carrelli elevatori sono stati inizialmente esclusi come troppo grandi e troppo pericolosi. Inoltre, Apex ha specificato che i carrelli devono essere a quattro ruote sterzanti, con tutti e quattro gli pneumatici in grado di girare, al fine di ridurre il raggio di sterzata dei carrelli e consentire corsie con angoli più stretti.

C. Determinare le fermate e i punti di consegna per il percorso.

Facendo riferimento a un layout attuale dell'impianto è stato stabilito un ordine iniziale di fermate e punti di consegna per la cella di lavoro 14, nonché altre celle che sarebbero state aggiunte al percorso di consegna. È stato preso nota delle distanze tra le fermate perché ciò determina i tempi di viaggio precisi per un operatore di rotta. Si noti che le posizioni precise in cui il materiale verrà consegnato sono diverse dai punti in cui il rimorchiatore si ferma effettivamente. Questo perché sono stati pianificati punti di sosta dove il materiale può essere consegnato su entrambi i lati del corridoio e in diverse celle di lavoro. Impostando le fermate in modo che più consegne possano essere effettuate da un'unica posizione facendo risparmiare tempo agli operatori di consegna perché non devono salire e scendere dal rimorchiatore per servire ogni punto di consegna.

D. Creare rack di dimensioni corrette nei punti di consegna

Nel creare le celle durante la trasformazione dell'impianto da un layout di process-village, Apex ha prestato una certa attenzione al posizionamento dei materiali in modo che gli operatori nelle celle potessero facilmente raggiungere le parti necessarie. Tuttavia, lo sforzo non è stato sistematico ed è stato ostacolato dall'uso continuato di grandi pallet come mezzo principale di consegna dei materiali. In pratica, anche quando i rack del punto di utilizzo sono presenti, gli addetti alla produzione e i supervisori devono spesso lasciare le loro aree di lavoro e altri compiti per spostare i pezzi dai pallet in posizione nelle celle.

Ci si è resi conto che c'è il bisogno di creare rack POU (Point-of-Use) di giuste dimensioni per ogni parte utilizzata in una cella. Questi dispositivi di presentazione delle parti trasportano i materiali su diapositive a gravità dall'esterno della cella direttamente alla punta delle dita degli operatori che creano valore all'interno. L'ingegneria industriale ha costruito i rack appropriati per ogni cella, in base ai tipi di contenitore e al volume delle parti in cui verranno consegnate a ciascuna cella.

I rack POU di Apex hanno molti scopi. Forniscono un luogo preciso per:

- Operatori del percorso di consegna per consegnare le parti.
- Gli operatori delle celle devono posizionare i contenitori vuoti in modo che gli operatori del percorso di consegna possano ritirarli.
- Operatori delle rotte di consegna per raccogliere i segnali di richiamo.
- Operatori di celle per ottenere parti senza movimento eccessivo.

I rack Apex POU sono stati progettati con cura in modo che l'operatore del percorso di consegna possa consegnare il materiale dall'esterno della cella al punto di utilizzo e raccogliere i vuoti delle consegne precedenti nello stesso punto. L'operatore di rotta Apex non va all'interno della cella di produzione a disturbare l'operatore della cella. Altrettanto importante, gli addetti alla produzione nelle celle non devono mai lasciare le loro posizioni di lavoro per prendere parti o smaltire contenitori vuoti (Figura 25).

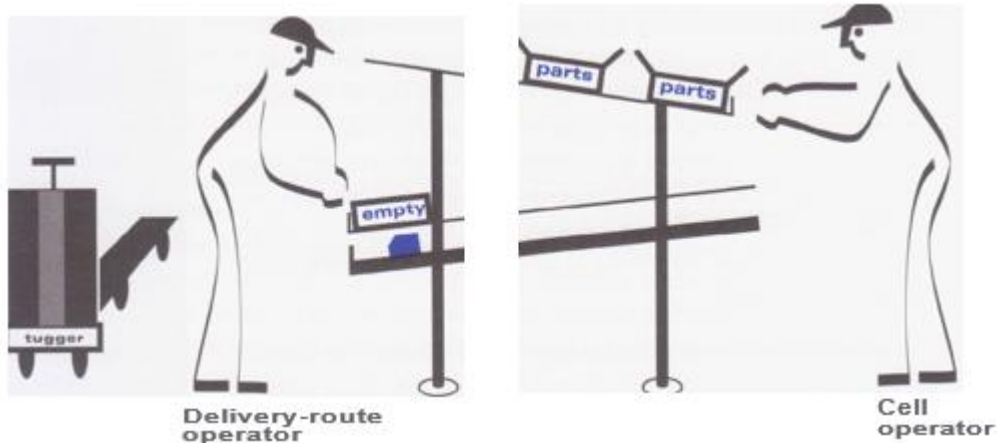


Figura 72

Una volta determinate le posizioni dei POU, si è decisa la capacità di contenimento dei rack per le nuove parti e per i contenitori vuoti. È stata utilizzata una semplice regola secondo cui i rack POU in entrata dovrebbero essere in grado di contenere il doppio del volume del percorso di consegna di una data parte più un contenitore aggiuntivo di quella parte.

Ad esempio, se Apex decidesse di gestire la rotta di consegna a intervalli di un'ora, ciò significherebbe che il materiale di un'ora è appena stato consegnato; è già presente un'ora di materiale nel rack POU da cui l'operatore inizia a lavorare; e un'ora di contenitori vuoti sono sul cestello inferiore.

Questa quantità di spazio di stoccaggio del materiale a lato della linea contribuirà a impedire che l'operatore del percorso di consegna restituisca parti sul mercato a causa della mancanza di spazio nei rack POU e impedirà alla cella di esaurire il materiale.

In alternativa, se una cella subisce tempi di inattività, l'operatore del percorso non sarà in grado di far cadere il materiale sul rack POU e dovrà invece posizionarlo sul pavimento. Questo serve come un controllo visivo quando c'è un problema nella cella.

Facendo riferimento al PFEP e ipotizzando un intervallo di consegna di un'ora, è possibile calcolare i requisiti di stoccaggio per ogni rack POU raddoppiando i contenitori utilizzati all'ora, quindi aggiungendo spazio per un contenitore extra e quindi arrotondando (se necessario) a il contenitore successivo. Ad esempio, il rack per la parte n. 13456 su un percorso di un'ora deve essere in grado di contenere sette contenitori.

Apex ha anche incorporato gli scivoli di ritorno nei rack POU. Lo scivolo di ritorno contiene i contenitori vuoti ed è progettato in modo che l'operatore cdI possa posizionare facilmente e con il minimo movimento il vuoto sullo scivolo. Ciò consente alla gravità di spostarlo fuori dalla cella in un punto al di sotto delle parti in entrata, dove l'operatore del percorso può recuperarlo. Lo scivolo di ritorno deve essere dimensionato per contenere lo stesso numero di contenitori del rack in entrata in modo che l'operatore della cella non si trovi mai in una situazione in cui non c'è spazio per mettere contenitori vuoti. Allo stesso modo, Apex ha incorporato uno scivolo nel rack per i segnali di trazione, consentendo all'operatore della cella di rimuovere un segnale di trazione da un contenitore e, con il minimo sforzo e movimento, posizionarlo nello scivolo da dove esce all'operatore della rotta di consegna.

DOMANDA 7: IN CHE MODO LE AREE DI PRODUZIONE SEGNALANO AL MERCATO DEI RICAMBI ACQUISTATI COSA CONSEGNARE E QUANDO?

Il punto centrale del nuovo sistema di movimentazione dei materiali di Apex è quello di fornire alle aree di produzione esattamente la quantità di parti necessarie quando necessario. Tale fabbisogno di produzione è stato poi diviso per le ore di produzione disponibili durante la settimana per calcolare il takt time per ogni cella. Infatti, le celle molto raramente sono state in grado di produrre prodotti al takt time per periodi prolungati a causa di carenze di parti e problemi di manutenzione. Tuttavia, il sistema di erogazione deve essere progettato con la capacità di supportare l'output target determinato dal calcolo del takt-time. Nel vecchio sistema di consegna dei materiali di Apex il sistema di pianificazione del fabbisogno di materiali inviava le parti alle aree di produzione da ricevere se erano necessarie o meno: un classico sistema push mostrato dalle frecce a strisce nella VSM di questa cartella di lavoro. Questo era un sistema di pull rozzo e inefficiente, come mostrato dalle linee tratteggiate di accelerazione sulle mappe del flusso di valore.

Al contrario, il nuovo sistema lean di movimentazione dei materiali controllerà i tempi e le quantità precise delle parti consegnate alle celle con un sistema di trazione molto rigoroso, consentendo di tracciare il materiale e tenere sotto controllo l'inventario. Altrettanto importante, gli operatori di celle dedicheranno tutto il loro tempo alla produzione di beni che creano valore per il cliente.

Per stabilire questo tipo di sistema ben gestito, sono stati eseguiti quattro passaggi:

- A. Implementazione dei segnali di pull che consentono a ciascuna cella di prelevare dal market dei ricambi acquistati solo il materiale di cui si ha bisogno.
- B. Determinazione della frequenza con cui fornire materiale alle celle.
- C. Determinazione del percorso di consegna se deve essere accoppiato o disaccoppiato dal caricamento dei carrelli di consegna.
- D. Calcolo del numero di segnali di trazione per ogni parte.

A. Implementa segnali di pull che consentono a ciascuna cella di prelevare dal mercato dei ricambi acquistati solo il materiale di cui ha bisogno.

I segnali di pull consentono a una cella di lavoro di indicare la necessità di rifornimento di parti lontane. Esistono molte varietà di segnali di pull (Figura 26) e Apex ha scelto i segnali di pull sotto forma di carte kanban. Sistema usato in questo caso per segnalare ai gestori di materiali di spostare il materiale dal market delle parti acquistate alle celle. A tale scopo, vengono definiti i kanban di ritiro.

Si è stabilito la regola rigida che il segnale di pull è l'unica autorizzazione per spostare il materiale dal mercato dei ricambi alle celle: niente si muove senza un kanban.

Le carte kanban indicano il numero di parte, l'indirizzo nel mercato delle parti acquistate, l'indirizzo di consegna preciso e il numero di carte kanban esistenti per quel numero di parte in quella posizione di utilizzo. Precedentemente venivano utilizzate semplici carte rettangolari, ma le carte kanban possono essere codificate a colori e / o sagomate (ad esempio, cerchio, triangolo, quadrato) per abbinare un reparto o flusso di valore che utilizza la carta. Tutti i kanban che servono una data cella su Apex saranno codificati a colori per quella cella (ad esempio, la scheda per la cella 14 è blu).

Cell 14		
Storage Location	Part #13456	Delivery Address
Purchased - Parts Market	Hose	C3
1, A4	Pull Signals in Loop - 9	Stop#

Apex color-coded their pull signals (kanban cards) to each cell. The card for cell 14 is blue.

Figura 73. Segnale pull

B. Determina la frequenza con cui consegnare il materiale alle celle

Il passaggio successivo è determinare la frequenza di consegna del percorso. Più frequenti sono le consegne, meno scorte ci saranno nel sistema e più reattivo sarà il sistema ai cambiamenti nei requisiti di produzione. Tuttavia, le consegne frequenti comportano anche dei costi: richiedono sempre uno sforzo maggiore da parte dell'operatore di rotta. Di solito richiedono l'acquisto di borse o contenitori nuovi e più piccoli. Inoltre richiedono la collaborazione dei fornitori per ridurre le dimensioni dei loro contenitori se le scorte devono essere ridotte in modo significativo senza un lavoro eccessivo nel mercato dei pezzi acquistati per trasferire parti da contenitori più grandi a contenitori più piccoli.

Si è quindi dovuto affrontare un compromesso tra l'uso più efficiente delle risorse di movimentazione dei materiali e la riduzione al minimo dei costi di inventario. Apex ha deciso di utilizzare una frequenza di percorso di un'ora. Quindi il percorso sarà attraversato sette volte durante un turno di otto ore, il che garantisce un passaggio pulito al turno successivo con tempo per il pranzo e le pause più la pulizia alla fine del turno.

C. Stabilire se il percorso di consegna deve essere accoppiato o disaccoppiato dal carico dei carrelli.

Si è notato che il lavoro coinvolto nella consegna dei materiali al flusso di valore ha due parti principali: caricare i carrelli di trasporto con i materiali necessari in base ai segnali kanban raccolti durante il percorso precedente del percorso e guidare il rimorchiatore lungo il percorso per consegnare le parti. Sia il carico che la consegna possono essere eseguiti dall'operatore di rotta (in un percorso accoppiato) oppure il lavoro può essere suddiviso, con un operatore di mercato che carica i pezzi (percorso disaccoppiato). L'esperienza con percorsi di consegna a tempo fisso è che il caricamento dei carrelli richiede

generalmente circa un terzo del tempo di gestione di un percorso accoppiato. Il sistema può essere azionato con un rimorchiatore e un operatore di percorso che impiega fino a un terzo del tempo totale del percorso a caricare il carrello. Oppure il percorso disaccoppiato può essere gestito con un tuggere e due serie di carrelli. In questo caso, il rimorchiatore ritorna dal percorso precedente, consegna le carte all'operatore di mercato per caricare il set vuoto di carrelli, quindi percorre il percorso all'orario di inizio stabilito con i carrelli già caricati dall'operatore di mercato.

Per mantenere il sistema semplice nella sua fase di prova, si è deciso di gestire un percorso accoppiato con l'operatore del percorso di consegna che carica il carrello nel mercato dei ricambi acquistati. Successivamente si potrebbero sperimentare percorsi disaccoppiati. Questo perché i percorsi disaccoppiati più lunghi serviti da più carrelli possono essere gestiti nello stesso arco di tempo da un addetto alle consegne mentre un operatore di mercato unico carica tutti i carrelli. Ciò può migliorare notevolmente l'utilizzo del lavoro.

Nel caso Apex, l'azienda, ha stabilito una linea guida basata sull'esperienza delle strutture lean nel corso di molti anni, che sul suo percorso accoppiato di un'ora il tempo di carico non supererebbe il 33% del ciclo di consegna totale di un'ora (20 minuti). Inoltre, il tempo di viaggio effettivo per l'operatore di rotta non supererebbe il 33% del tempo di percorso rimanente (ad esempio, il 33% di 40 minuti). Se i cambiamenti nel percorso dovessero far sì che i tempi del percorso superino queste linee guida, i gestori Apex rivaluteranno il percorso.

D. Calcola il numero di segnali di trazione per ogni parte.

Per far funzionare correttamente il sistema pull, i manager Apex dovevano calcolare il numero di kanban nel sistema per ogni numero di parte per ogni posizione di consegna. Ciò ha richiesto quattro informazioni:

1. La frequenza di consegna (determinata in un'ora)
2. Identificazione del percorso come accoppiato o disaccoppiato
3. La quantità massima di parti da consegnare in ogni ciclo di consegna (che è proporzionale al tasso di utilizzo massimo per ora)
4. La quantità standard del contenitore delle parti da consegnare (elencata nel PFEP)

Come indicato in precedenza, l'operatore del percorso di consegna, in questo percorso accoppiato, eseguirà sia il prelievo delle parti sul mercato che la consegna. Durante la fase di consegna della rotta, l'operatore di rotta lascerà materiale nelle celle e recupererà segnali di pull e contenitori vuoti. Una volta tornato al market dei ricambi, lo stesso operatore preleverà il materiale indicato dai segnali di pull e caricherà il materiale sui carrelli. L'operatore del percorso inizierà quindi di nuovo il ciclo e consegnerà il materiale.

Quanti segnali pull-kanban-dovrebbero essere nel sistema? Quando l'operatore di rotta preleva il kanban dalla cella con una frequenza di consegna di un'ora, il numero massimo di kanban che normalmente verrebbe raccolto sarebbe per un'ora di produzione. Allo stesso tempo, dovrebbe esserci un kanban distante un'ora di parti nel rack POU dalla consegna precedente, da cui sta lavorando l'operatore di cella, e un kanban per un'ora aggiuntiva di parti appena consegnate. Pertanto, il numero di kanban nel sistema per una rotta accoppiata sarà uguale al numero di contenitori per tre volte la frequenza della rotta.

DOMANDA 8: COME SI PREPARA IL SERVIZIO DI CONSEGNA?

Con il kanban selezionato come metodo del segnale di pull, il percorso di consegna progettato, la frequenza di consegna determinata e il numero di kanban nel set di sistema, l'unico compito che rimane è preparare il servizio di consegna. Si parte con la consegna di una sola parte (n. 13456) a una sola cella (14) preparando il trasporto per l'intera cella e quindi per l'intera famiglia di prodotti per gli autocarri leggeri. È stato fatto specificando accuratamente il lavoro standard e i tempi per il percorso di consegna.

Per creare le informazioni necessarie per preparare il servizio di consegna, bisogna:

- A. Identificare il lavoro standard e i tempi per tutti gli elementi di lavoro che si verificano durante la consegna.
- B. Calcolare il tempo di consegna per tutte le parti in una cella.
- C. Aggiungere altre celle al percorso di consegna.

A. Identificare il lavoro standard e i tempi per tutti gli elementi di lavoro che si verificano durante l'esecuzione del percorso.

Il percorso di consegna e le azioni dell'operatore di rotta, devono essere regolati da operazioni standard in modo che il lavoro sia clonato nel modo più efficiente possibile e possa essere migliorato. Sono stati esaminati i compiti principali dell'operatore di rotta e i tempi standard applicati. Questi tempi possono essere utilizzati per calcolare tutte le consegne all'interno dell'azienda. Di seguito sono riportati i tempi di lavoro standard utilizzati da Apex per la consegna del materiale.

Questi tempi forniscono un buon inizio per lo sviluppo del lavoro standard nella struttura, ma potrebbero essere necessari alcuni adattamenti. Il punto critico è che bisognerebbe sviluppare tempi standard per tutti gli elementi di lavoro e, dopo un attento esame delle condizioni sul *gemba*, la struttura deve mantenere questi standard.

È necessario sviluppare un foglio di lavoro standardizzato per registrare tutte le informazioni sulle attività da svolgere e i tempi per ciascuna di tali attività (Figura 27).

Delivery Route Standard Work					
	Stop ID	Action	Parts	Stop Time	Drive Time
1	Travel from market to first stop (cell 14)	Deliver parts, pick up empty containers and pull signals	13598, 13224 13997, 13448 13215, 13456	180.0 sec.	27.32 sec.
2	Travel from cell 14 to market				21.86 sec.
3					
4					
5					
6					
Total:				180.0 sec.	49.18 sec.
Total Delivery Route Time:				229.18 sec. (3 min. 49 sec.)	

Figura 74. Foglio di lavoro standardizzato.

1 step (2.5 ft.)	=	0.6 sec.*
Travel or drive time (a typical tugger speed is 220 ft. per min. or 2.5 miles per hr.)	=	3.66 ft. per sec.
Get on tugger	=	3.9 sec.
Get off tugger	=	3.9 sec.
Deliver container/obtain empty container**	=	7.0 sec. per container
* Add this time only when distance from conveyance cart to POU exceeds 10 ft.		
** Includes taking container from tugger, walking to POU rack, placing container on rack, and getting empty container and pull signals		

Figura 75. Foglio di lavoro standardizzato per Apex.

Si richiede anche che i carrelli di consegna vengano caricati in modo standardizzato. In modo tale da determinare una posizione migliore per ogni parte del carrello, in base alla sequenza dei punti di consegna lungo il percorso, quindi fissando aree specifiche dei carrelli per cella. Il materiale viene

disposto sui carrelli in modo che l'operatore addetto alla consegna possa spostare il materiale verso le scaffalature del punto di utilizzo con il minimo movimento e tempo.

B. Calcolo del tempo di consegna per tutte le parti in una cella.

Usando i tempi standard calcolati in precedenza, è possibile determinare il tempo necessario per consegnare una parte – si utilizza #13456 come esempio - alla fermata della cella 14. Si è scelto di iniziare con questa cella perché è il punto più lontano dal market dei ricambi per la famiglia di prodotti per autocarri leggeri semplificando il calcolo del tempo di guida totale per il percorso. È stato esaminato il layout dell'impianto, in modo da determinare la distanza dalla fermata e quindi calcolare il tempo di guida.

Nel caso Apex, dopo aver determinato la distanza totale da e per la fermata alla cella 14, è stato possibile calcolare il tempo totale per la consegna della parte #13456.

Travel time to cell (100 ft. ∴ 3.66 ft. per sec.)	=	27.32 sec.
Get off tigger	=	3.9 sec.
Deliver container/obtain empty container (3 containers per hr. x 7 sec.)	=	21.0 sec.
Get on tigger	=	3.9 sec.
Travel time to market (80 ft. ∴ 3.66 ft. per sec.)	=	21.86 sec.
Total Time	=	77.98 sec. (1 min. 18 sec.)

Figura 76. Tempo totale per la consegna della parte #13456

Sempre in Apex, il passaggio successivo è quello di calcolare il tempo necessario per consegnare tutte le parti richieste dalla cella di lavoro 14. Tutte le informazioni necessarie sono nel loro foglio di calcolo PFEP (Figura 30).

Part #	Description	Daily usage	Storage location	Containers used per hour*	Time to deliver at stop serving work cell 14
13598	Ferrule	690	Purchased-parts market	0.9	6.3 sec.
13224	Connector	2760	Purchased-parts market	12.0	84.0 sec.
13997	T Hose	690	Purchased-parts market	0.9	6.3 sec.
13448	Valve	690	Purchased -parts market	6.0	42.0 sec.
13215	Tube	1380	Purchased-parts market	1.8	12.6 sec.
13456	Hose	690	Purchased-parts market	3.0	21.0 sec.
Tempo di consegna totale cella di lavoro 14:					172.2 sec. (2 min. 52 sec.)
* Nota che abbiamo utilizzato il numero medio di contenitori consegnati all'ora per questo calcolo anche se è ovvio che nessuno consegnerà una frazione di contenitore (ad esempio, 0,9 contenitori di delle ghiera). Lo facciamo perché le consegne si riducono in media quando molti numeri di parte vengono consegnati lungo il percorso in volumi diversi. Ad esempio, un'ora durante la quale viene consegnato un contenitore delle ghiera potrebbe essere l'ora in cui viene consegnato un solo contenitore di tubi (parte n. 13215). Se arrotondassimo ogni importo al successivo container pieno e utilizzassimo questo numero per calcolare il tempo di consegna totale, sovrastimeremmo costantemente la quantità di tempo necessaria per il percorso.					

Figura 77.

Aggiungendo i tempi di consegna per ogni parte richiesta dalla cella 14, è possibile eseguire il roll up e calcolare il tempo di percorso totale per questa cella.

C. Aggiungo altre celle al percorso di consegna.

A questo punto si possono aggiungere i tempi di consegna necessari per servire le altre celle nella famiglia di prodotti per gli autocarri leggeri. Le celle aggiuntive (11, 12, 13 e 7) hanno aggiunto altri 688,8 secondi al tempo di percorso per consegnare contenitori e raccogliere contenitori vuoti e carte kanban in ogni punto di utilizzo (quattro celle x 172,2 secondi). C'è anche bisogno di aggiungere il tempo per l'operatore di rotta per salire e scendere dal rimorchiatore in modo che possa servire le celle. Poiché le altre quattro celle richiedono una sola fermata di consegna, questo aggiungeva solo 7,8 secondi (una fermata x 7,8 secondi). Le celle 7 e 13 saranno servite dalla stessa fermata della cella 14 e le celle 11 e 12 saranno servite da una fermata. Pertanto, l'aggiunta delle quattro celle aggiunge 696,6 secondi (688,8 secondi + 7,8 secondi) a questo percorso. Poiché le quattro celle aggiuntive si trovavano sullo stesso percorso da e verso il market dei componenti acquistati della cella 14, non è necessario alcun tempo di guida aggiuntivo.

Quindi l'operatore di rotta richiederà 15 minuti e 26 secondi (229,18 secondi + 696,6 secondi) per consegnare parti, prelevare contenitori vuoti e ritirare carte kanban in tutte e cinque le celle che

producono linee di carburante per autocarri leggeri.

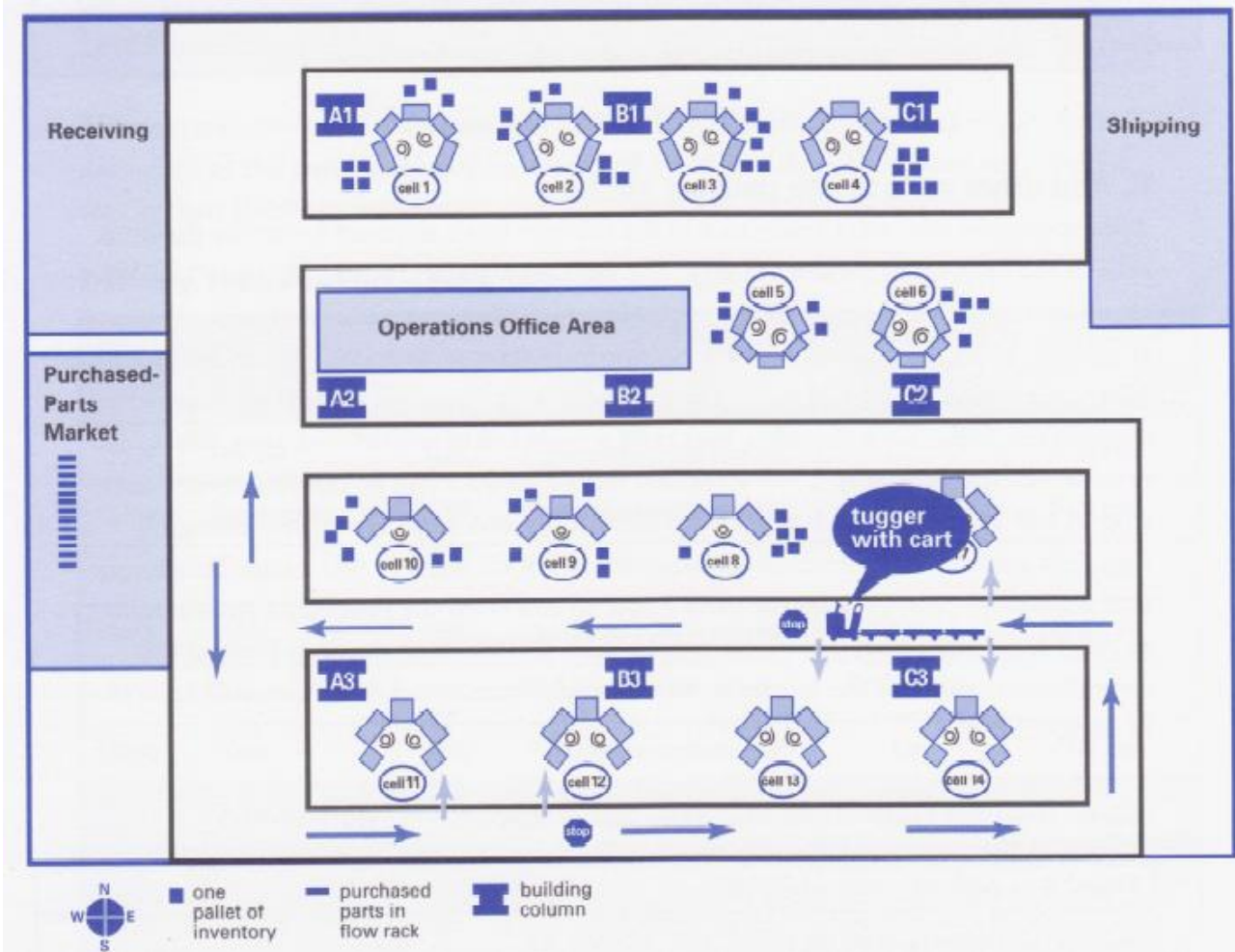


Figura 78. Percorso dei prodotti per gli autocarri leggeri

4.3.1. INGRANDIMENTO DEL PERCORSO ORIGINALE PER RENDERLO ALTAMENTE EFFICIENTE

Il passaggio successivo è l'ottimizzazione del percorso iniziale. L'operatore di rotta consegna le parti solo per circa 16 minuti dei 37 minuti disponibili sulla tratta accoppiata e il prelievo delle parti sul mercato richiede solo circa sei minuti dei 20 minuti disponibili per questa tratta di un'ora.

Siccome si vuole stabilire un percorso accoppiato di un'ora, si può facilmente vedere che altri 21 minuti e 34 secondi sono disponibili per le consegne di parti di pelliccia su questo percorso e quasi 14 minuti sono disponibili per il prelievo dei pezzi nel mercato dei ricambi acquistati.

Per riempire il percorso accoppiato in modo completo ed efficiente utilizzare il tempo a disposizione, in Apex, sono stati seguiti i seguenti passaggi:

- Identificazione delle celle più logiche da aggiungere al percorso. I manager di Apex hanno rapidamente stabilito che le celle 8, 9 e 10 dovevano produrre la famiglia di prodotti per carburanti per autoveicoli.

In questo modo le celle funzionando su una famiglia di prodotti comune, condividono gli stessi dati PFEP. Ciò riduce al minimo la quantità di lavoro che dovrà essere clonato sul PFEP prima che tutte e tre le celle possano essere aggiunte. In secondo luogo, le celle si trovavano sullo stesso percorso del percorso di consegna esistente quando tornano al market dei ricambi acquistati. Così facendo si aggiungono facilmente queste celle senza aumentare il tempo di guida del percorso.

- Aggiungere le informazioni sulle parti per le nuove celle considerate nel PFEP. Tutti i componenti di questa famiglia sono diversi da quelli utilizzati per la produzione di linee di carburante per autocarri leggeri. Se alcune parti fossero state le stesse, i requisiti sarebbero stati combinati con i dati dei numeri di parte esistenti nel PFEP e i rack nel market delle parti acquistate sarebbero adeguati a contenere un volume maggiore di quelle parti.

Anche le celle del carburante per auto sono più complesse e richiedono circa il doppio dei numeri di parte rispetto alla famiglia di prodotti per autocarri leggeri, ma questo non presenta problemi. Il PFEP, il mercato e le rotte di consegna possono trattare qualsiasi numero di parti.

- Stabilire i livelli massimi di inventario per le celle aggiuntive e calcolare il numero di contenitori necessari per contenere queste parti nel mercato delle parti acquistate. Con queste informazioni, si potrebbe creare spazio nel market dei componenti acquistati per i contenitori dei componenti per la manutenzione delle celle della linea di alimentazione automobilistica.
- Identificazione del numero di kanban nel loop per ogni numero di parte per una cella della linea del carburante per autoveicoli.
- Identificazione del tempo di consegna per una cella del carburante per autoveicoli.
- Aggiunta delle celle del carburante per automobili aggiuntive al percorso di consegna, assicurandosi di aggiungere in tempo per le fermate di consegna.

Dopo aver riempito il PFEP con le informazioni sui pezzi e aver stabilito lo spazio nel mercato, è stato stabilito che ogni cella della linea di carburante per autoveicoli richiede meno di sette minuti e quattro secondi di tempo di consegna. Ciò ha rapidamente indicato che si possono aggiungere tutte e tre le celle della famiglia automobilistica al percorso, aggiungendo un totale di 21 minuti e 12 secondi. Due fermate aggiuntive per la manutenzione delle tre celle aggiungono altri 15,6 secondi (due fermate x 7,8 secondi). Pertanto, il tempo di consegna totale aggiunto al percorso è di 21 minuti e 28 secondi. Sulla carta è stato creato un percorso al servizio di otto celle che impiegano 36 minuti e 54 secondi di consegna (15 minuti e 26 secondi + 21 minuti e 28 secondi).

Nell'aggiunta delle tre celle nel percorso, si è potuto confermare che un operatore di percorso può servire otto celle entro un'ora. Il tempo di consegna effettivo inizialmente era in media di circa 40 minuti e il tempo di prelievo nel mercato dei pezzi di ricambio variava da 15 minuti a 17 minuti.

Questo percorso completamente riempito, con l'operatore che utilizza quasi il 95% del tempo disponibile, è un enorme miglioramento della produttività del lavoro rispetto allo stato originale in

cui ogni cella ha il proprio gestore di materiali.

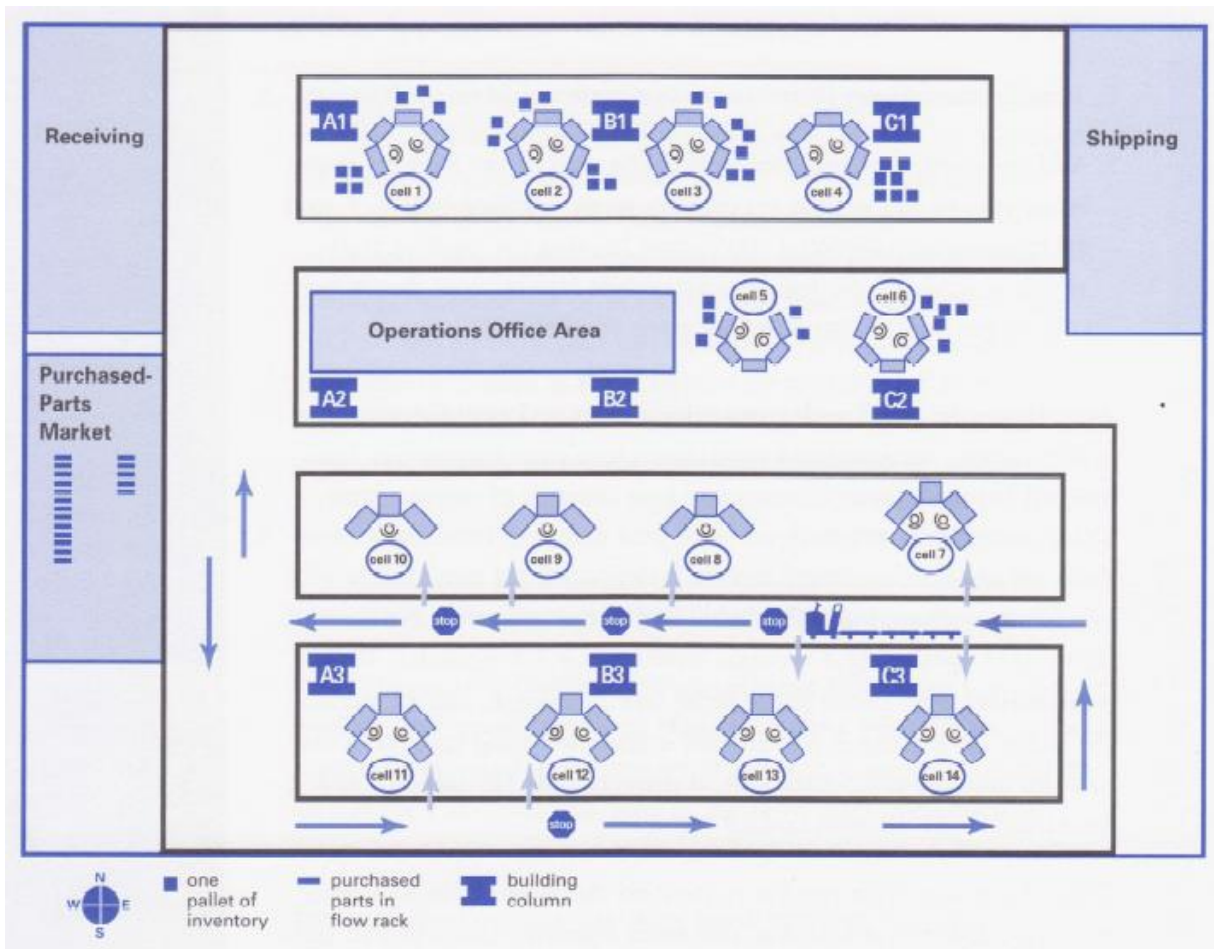


Figura 79. Percorso di consegna completo di Apex-One

4.3.2. AMPLIAMENTO DEL SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE LEAN DEI MATERIALI ALL'INTERA STRUTTURA

Nella metà meridionale sono state eseguite tutte le procedure utilizzate per stabilire il percorso iniziale, ma questa volta è stato fatto l'intero percorso in una volta, in base all'esperienza guadagnata nell'impostazione del primo percorso. È stato creato un percorso di consegna accoppiato per le celle rimanenti che può essere eseguito in circa 41 minuti (29 minuti per consegnare parti e recuperare contenitori vuoti e schede kanban e 12 minuti per prelevare parti). Apex eseguirà i due percorsi in questa configurazione fino a quando tutti i processi non saranno fluidi e *kaizen* porterà a un risparmio di tempo e tempi di percorso più rapidi. Se si riesce a ridurre il tempo totale di consegna del percorso a circa 57 minuti, rispetto all'attuale totale di consegna di circa 69 minuti, sarà possibile provare a combinare i due percorsi accoppiati in un percorso disaccoppiato. In questa configurazione, l'operatore di percorso guiderà l'intero percorso durante il ciclo orario mentre l'operatore del

market riempie una seconda serie di carrelli per la successiva corsa del percorso. Il numero totale di gestori di materiali nel sistema potrebbe anche essere ridotto a due (dai 14 originali) e l'operatore di mercato avrà ancora tempo per altre attività.

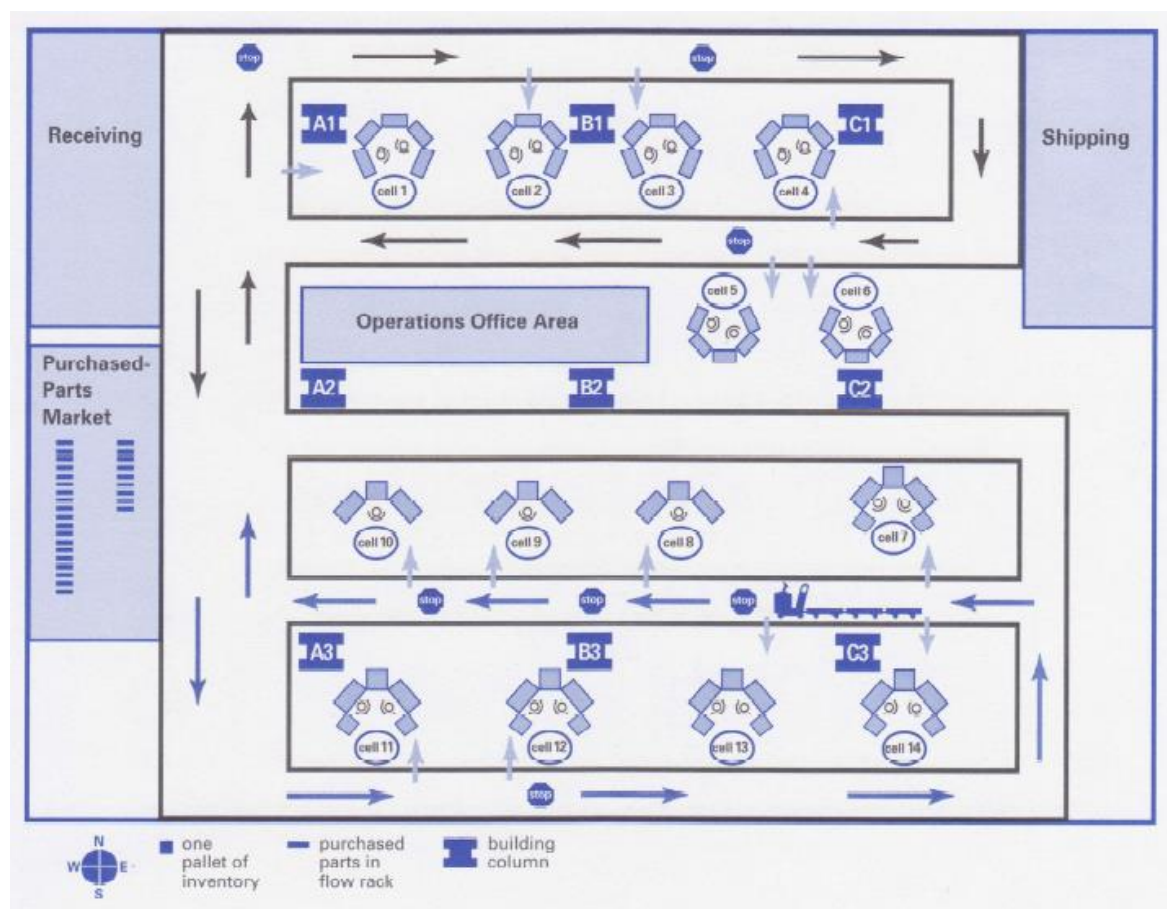


Figura 80

4.4. SOSTENIMENTO E MIGLIORAMENTO

Usando Apex come esempio, è stata mostrata l'implementazione passo passo di un sistema di movimentazione lean dei materiali.

L'obiettivo adesso è mantenere il sistema di movimentazione dei materiali e migliorarlo nel tempo continuando a ridurre la quantità di sforzo richiesta per far funzionare il sistema e la quantità di scorte nella struttura.

A tal proposito in quest'ultimo paragrafo verrà data risposta alle ultime due delle dieci domande menzionante ad inizio capitolo.

DOMANDA 9: COME SI POSSONO SOSTENERE LE PRESTAZIONI DEL SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE LEAN DEI MATERIALI?

Il modo migliore per sostenere i cambiamenti implementati durante una trasformazione snella è attraverso il monitoraggio e il controllo quotidiano dei processi e attraverso un processo formale di audit periodico.

In Apex, il monitoraggio e il controllo giornalieri significano che tutti gli aspetti del suo sistema lean di movimentazione dei materiali vengono osservati quotidianamente dai supervisori per garantire che il lavoro standardizzato venga clonato, che vengano utilizzati strumenti visivi per registrare i problemi. Per esempio, il supervisore del controllo della produzione trascorre circa un'ora ogni giorno osservando i vari elementi dei percorsi e del market dei ricambi. Il team di gestione dei materiali, gli operatori di rotta, l'operatore di mercato (una volta stabilito un percorso disaccoppiato) e il supervisore, si riunisce quotidianamente alla fine di ogni turno per comunicare i problemi. Una scheda di monitoraggio dei problemi sul mercato serve come strumento per registrare le preoccupazioni e cercare soluzioni.

Il monitoraggio quotidiano è anche supportato da una forma audit, che ha due scopi: in primo luogo, gli audit assicurano che tutti i nuovi strumenti - il PFEP, il mercato delle parti acquistate, le rotte di consegna e i segnali di richiamo - siano mantenuti e che il lavoro standard sia seguito. In secondo luogo, identificano opportunità di miglioramento, inoltre l'audit è più efficace quando viene clonato dai livelli di gestione sovrapposti e dai team con membri del controllo della produzione, delle operazioni e dell'ingegneria industriale.

A tal proposito sono stati determinati cinque passaggi per introdurre un processo di revisione rigoroso e periodico:

1. Insegnare a tutti lo scopo degli audit periodici. Spiegare che l'auditing è uno strumento semplice ma potente che aiuta a sostenere i miglioramenti mentre si cercano ulteriori modi per migliorare. Questo approccio di gestione standard ha completato il lavoro standard degli operatori di rotta e degli operatori di mercato.
2. Formare con cura manager a diversi livelli per eseguire gli audit. In questo modo si può dire che è il processo che viene verificato e che i risultati di ogni audit devono essere pubblicati in modo che tutti possano vederli.
3. Insegnare auditing utilizzando il metodo "impara facendo" che è molto efficace per insegnare concetti lean. I manager di livello superiore hanno insegnato ai manager di livello inferiore a fare audit e tutti hanno compilato i propri moduli di audit durante la formazione.
4. Riunirsi dopo ogni ciclo di audit per discutere i risultati pubblicati da tutti. Con tutte le persone coinvolte adeguatamente formate e consapevoli delle pratiche di gestione dei materiali lean, in modo da poter anticipare l'accordo tra i revisori sullo stato del processo di gestione dei materiali e le correzioni più importanti che sarebbero necessarie.
5. Sviluppare un piano d'azione per le discrepanze riscontrate durante gli audit. Il piano identifica problemi specifici, i team che lavorano su ciascun problema, individui specifici assegnati a guidare ogni team e date di completamento concordate. Il piano è reso pubblico perché tutti lo vedano.

4.4.1. TRE AREE CHE DOVREBBERO ESSERE CONTROLLATE

È stato deciso che tre attività dovrebbero essere controllate su base regolare: il market dei ricambi acquistati, il percorso di consegna e i segnali di pull.

- Market dei ricambi: viene assegnato all'operatore di mercato il compito di camminare ed effettuare un controllo visivo ogni giorno. Inoltre, Apex ha stabilito che una verifica scritta dovrebbe essere completata settimanalmente dal supervisore del controllo della produzione in collaborazione con l'operatore di mercato (Figura 34);
- Percorso di consegna: se le rotte non sono controllate regolarmente, c'è la possibilità che l'operatore consegni più merce del necessario (Figura 35);
- Segnali di pull: è una diagnostica fondamentale per verificare lo stato di salute del sistema di movimentazione dei materiali. Lo scopo di questo audit è di garantire che tutte le carte siano nelle posizioni corrette. Esistono diversi metodi per controllare le pull card. Il più semplice, utilizzato in Apex, è un foglio di calcolo che mostra i numeri di parte e il numero di schede di estrazione per ogni numero di parte attivo nel sistema (Figura 36);

Market Audit Questions	Yes	No	Corrective Action
Route layout posted?			
Route times posted and evidence they are being followed?			
All material in its designated location?			
Designated area exists for the drop of equipment when route is completed (for decoupled routes)?			
Designated area exists for staging of loaded equipment?			
Clear visuals show drop points for returnables?			
Drop box for kanban cards being used?			
Clearly designated drop for disposable dunnage?			
All racks clearly labeled?			
All minimum inventories identified?			

Figura 81.

Delivery-Route Audit Questions	Yes	No	Corrective Action
Copy of route layout on the conveyance vehicle?			
Issues log on the conveyance vehicle?			
Route-layout document up-to-date and numbered to show latest data in use?			
Route stops properly identified?			
All material drop points properly identified?			
Pull signals, returnables, and dunnage in proper place and available for pick-up?			
Route aisles are clean to allow quick, safe transport of material?			
Route operator has standardized work instructions?			
Route operator follows standardized work instructions?			
All material delivered to proper presentation device (e.g., no material on floor)?			
Minimum/maximum levels clearly identified on presentation device and being followed?			
Route operator's break and lunch times coordinate with departments serviced?			
Route operator is utilized 95% of the available work time (on a coupled route)?			
Latest route time/manpower utilization analysis available for review?			

Figura 82.

Pull Card Audit										
Date: <u>8/11/03</u>										
Audited By: <u>Joe Smith</u>										
Area Audited: <u>Cell 14</u>										
Part #	Cards In System									Corrective Action?
13598	1	2	3							
13224	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Train new operator on importance of pull signals
13997	1	2	3							

Figura 83.

4.4.2. GESTIONE DELLE SOVRAPPOSIZIONI

Una chiara catena di comando per gli audit, dal gestore del percorso al responsabile dell'impianto, contribuirà a garantire il successo dell'implementazione e la sostenibilità di un sistema lean di gestione dei materiali.

Operatore di rotte: gli operatori di rotte controllano i loro percorsi ad ogni turno. Le informazioni acquisite non devono essere scritte a meno che non vi sia un problema. Gli operatori prima verificano che stiano facendo il percorso correttamente e all'orario previsto. Successivamente, chiedono: "I corridoi sono liberi? Ci sono tutte le pull card nel sistema? Qualcosa sembra essere anormale?" Queste domande sono un importante controllo ed equilibrio per l'operatore. Se la risposta a qualsiasi domanda è inaccettabile, il supervisore deve essere informato immediatamente. Poiché gli operatori di percorso seguono un programma preciso, devono essere in grado di eseguire questo controllo durante l'esecuzione del percorso.

Supervisore: il supervisore controlla quotidianamente che l'operatore di rotta esegua i suoi audit ogni giorno e dedichi anche il tempo per controllare un percorso completo ogni giorno. In questo modo, il supervisore acquisisce preziose conoscenze su come funzionano i percorsi e idee di miglioramento.

Responsabile del controllo della produzione: il responsabile del controllo della produzione controlla il supervisore ogni giorno per assicurarsi che stia facendo i suoi audit. Questo è un momento prezioso per il supervisore per segnalare i blocchi stradali che gli operatori di rotta stanno riscontrando. Ogni

settimana, il responsabile del controllo di produzione sceglie a caso un percorso e verifica tale percorso con il supervisore. Questo semplice passaggio mostra a tutti nella struttura l'importanza del processo di audit.

Plant Manager: il direttore dell'impianto Apex verifica un intero percorso ogni mese. Lo fa con il responsabile del controllo della produzione e il supervisore. Questo è il momento ideale per il controllo della produzione per mostrare al responsabile dell'impianto i problemi che si stanno verificando. Ad esempio: gli operatori delle celle rimuovono il kanban in momenti errati? I corridoi sono bloccati? Eventi come questi sono più facili da portare all'attenzione del responsabile dell'impianto quando gli effetti sul sistema di erogazione possono essere mostrati sul lungo il percorso o meglio direttamente sul pavimento.

DOMANDA 10: COME È POSSIBILE IDENTIFICARE E RIMUOVERE ULTERIORI RIFIUTI?

Esistono due categorie di miglioramento del sistema di movimentazione dei materiali snello: miglioramenti continui del percorso e riduzioni delle scorte:

- Miglioramenti continui del percorso: Come può essere migliorata la consegna del percorso? I passaggi più ovvi sono i seguenti:
 - Riempire il contenuto di lavoro dell'operatore alla massima efficienza (95%);
 - migliorare i rack di consegna POU per rendere gli operatori più efficienti risparmiando tempo di posizionamento dei pezzi;
 - migliorare il metodo di trasporto, consentendo a un operatore di percorso di servire più aree di produzione in un dato periodo di tempo;
 - Considerare l'accoppiamento o il disaccoppiamento delle rotte correnti per creare rotte più efficienti;

Un consiglio è quello di chiedere sempre il contributo dell'operatore mentre si cercano idee per il miglioramento continuo in quanto i dipendenti che percorrono il percorso ogni giorno sono in un'ottima posizione per proporre idee di miglioramento.

- La seconda opportunità per migliorare i livelli di inventario è ridurre le dimensioni dei contenitori. Nella maggior parte dei casi con un percorso di consegna di un'ora, qualsiasi pacco o contenitore standard che contiene più di un'ora di materiale aggiunge inventario e rifiuti non necessari al sistema. Inoltre, un contenitore standard di alta quantità creerà uno squilibrio nel contenuto del lavoro di consegna del percorso.

Ad esempio, in Apex Production Control si è osservato che l'utilizzo della parte n. 65441 nella cella di lavoro 6 è di 100 pezzi all'ora, ma il contenitore standard utilizzato per questa parte contiene 300 pezzi. Con quella quantità, l'operatore necessita di parti consegnate solo ogni tre ore, il che significa che la cella ha due ore di inventario in eccesso. La riduzione di questo inventario a un piccolo lotto, in questo caso fino a un'ora o meno, può rimuovere i rifiuti dal sistema lean di movimentazione dei materiali.

Per arrivare a piccoli lotti, il Reparto Controllo Produzione deve collaborare con l'Ufficio Acquisti per modificare le pratiche di approvvigionamento tradizionali e ridurre le quantità di container in ingresso nello stabilimento, soprattutto al momento dell'introduzione di nuovi prodotti.

5. CONCLUSIONI

La tesi si concentra quasi interamente sugli aspetti tecnici dell'introduzione di un flusso di valore lean. Questo è un buon punto di partenza perché per essere competitivi il flusso di valore deve fluire in modo da servire il cliente con i tempi di consegna più brevi, costi più bassi, e ottenendo la massima qualità. Non dovrebbe essere sub-ottimizzato per soddisfare i desideri di singoli processi, reparti, funzioni o persone. Successivamente è stata trattata la consegna di materiali per supportare i flussi di valore a livello delle celle operative. Questo passaggio è fondamentale per ridurre e controllare i livelli di scorte per avvicinarsi a un'operazione lean.

Tuttavia, apportare le modifiche tecniche scaturirà anche la necessità di cambiamento nel personale a lavoro in quanto i cambiamenti oltre che essere di carattere operativo, richiedono un cambiamento anche mentale dell'operatore. Infatti, soprattutto all'inizio, i rapporti contraddittori tra lavoro e gestione ostacoleranno gli sforzi di implementazione e le classificazioni professionali tradizionali non si combineranno con un'operazione veramente snella.

I cambiamenti devono essere sviluppati nel rispetto delle persone. Ma il rispetto per le persone non deve essere confuso con il "rispetto per le vecchie abitudini". Sviluppare flussi di valore snello può essere un duro lavoro, spesso con un passo indietro ogni due in avanti. Lo sviluppo di un flusso di valore lean espone le fonti di spreco, il che significa che le persone in tutte le funzioni aziendali potrebbero dover cambiare abitudini. Sia la direzione che i dipendenti hanno un ruolo da svolgere nell'implementazione lean da cui tutti dovrebbero trarre vantaggio. Questi vantaggi possono presentarsi in molte forme: maggiore competitività dell'azienda, un ambiente di lavoro migliore, maggiore fiducia tra la direzione e i dipendenti e un senso di realizzazione nel servire il cliente.

In merito alla gestione delle scorte i turni sono ancora leggermente inferiori alle previsioni a causa di problemi con i fornitori che causano alcuni overflow. Tuttavia, questi dovrebbero migliorare con il tempo poiché cercheranno di implementare una gestione dei materiali lean a monte della loro struttura.

L'aggiunta di questa capacità produrrà ulteriori riduzioni dell'inventario e si adatterà perfettamente agli sforzi futuri per introdurre un market dei prodotti finiti e istruzioni di pull livellate nella struttura delle celle.

Sviluppo del PFEP (Pian For Every Part) è la base per la riduzione delle scorte. Successivamente la costruzione del market delle parti acquistate. Un market delle parti d'acquisto ben progettato ridurrà le scorte di ricambi e diventerà la fonte di controllo dell'inventario nella tua struttura, ponendo fine alla ricerca per le parti mancanti.

Altro cambiamento importante è la consegna del materiale. Il sistema di movimentazione dei materiali lean fornisce ciò di cui gli operatori hanno bisogno, nella quantità di cui hanno bisogno, quando ne hanno bisogno e dove ne hanno bisogno direttamente a portata di mano.

Infine, c'è da dire che la lean production richiede audit come mezzo per muoversi continuamente verso la perfezione. Anche il sistema di movimentazione dei materiali richiede audit. Se questi vengono condotti periodicamente lungo la catena di gestione, dall'operatore di rotta al manager dell'impianto e attraverso la piramide di movimentazione dei materiali, il miglioramento e il successo sono molto più probabili.

6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda di Mike Rother e John Shook
- Making Material Flow: a lean material-handling guide for operations, production-control, and engineering professionals di Rick Harris, Chris Harris, and Earl Wilson
- Slides del corso “Impianti meccanici” – layout A.A. 2019/2020
- <https://guerini.it/index.php/lean-thinking-come-creare-valore-e-bandire-gli-sprechi.html>
- <https://www.fiamgroup.com/it/il-significato-di-processi-poka-yoke-ecco-perche-diventano-sempre-piu-funzionali-nelle-produzioni-lean/#:~:text=POKA%20YOKE%20%C3%A8%20un%20termine,una%20corretta%20esecuzione%20della%20stessa>
- <https://www.utekvision.com/it/blog/milk-run.html>
- <https://www.humanwareonline.com/project-management/center/analisi-di-pareto/>
- <https://www.allaboutlean.com/rabbit-chase/>
- <http://dx.doi.org/10.1080/09537280512331325281>
- <http://dx.doi.org/10.1080/00207540802484911>
- <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2015.105534>

7. Ringraziamenti

Desidero ringraziare in primis il professor Filippo Emanuele Ciarapica che mi ha dato questa grande opportunità e nonostante i suoi impegni è riuscito a dedicarmi del tempo affinché io potessi svolgere questo lavoro.

Grazie alla mia famiglia, in particolar modo ai miei genitori per avermi dato questa grande opportunità sostenendomi e assecondandomi in ogni mia scelta. Di nuovo grazie, a voi devo tutto. A mio fratello: una persona eccezionale, un fratello che tutti vorrebbero con cui posso ridere, scherzare ma anche fare discorsi maturi; lo considero una struttura portante del mio percorso di vita in grado di essermi vicino e d'aiuto sempre, in ogni occasione, nonostante il suo nuovo percorso di vita ci ha portato ad essere lontani in questi ultimi due anni.

Grazie alla mia ragazza, Chiara. Con lei ho condiviso i miei ultimi tre anni. Grazie per avermi supportato e sopportato nei momenti di difficoltà e di stress incoraggiandomi e dandomi la forza per superare ogni ostacolo ed andare avanti. Grazie anche alla sua famiglia.

Un grazie a miei cugini, Matteo e Davide, i miei zii Pino, Rosanna, Marco e Gianni. Grazie ai miei nonni Camillo, Filomena, Nicoletta, grazie anche a te Nonno.