



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Meccanica

FLUSSO DEI MATERIALI IN OTTICA FLOW MANAGEMENT

FLOW OF MATERIALS FROM A FLOW MANAGEMENT PERSPECTIVE

Relatore: Chiar.mo
Prof. **Filippo Emanuele Ciarapica**

Tesi di Laurea di:
Lucia Di Pietro

A.A. 2020 / 2021

Indice

1. Introduzione
2. Value Stream Mapping
 - 2.1 Origini
 - 2.2 Schema attuativo VSM
 - 2.3 Current State Map
 - 2.4 Future State Map
3. Extended Value Stream Mapping
 - 3.1 Selezione di una famiglia di prodotti
 - 3.2 Determinazione di un campo visivo e *Product Line Manager*
 - 3.3 Current State Map Macro
 - 3.4 Principi di un flusso di valore esteso
 - 3.5 Future State 1
 - 3.6 Future State 2
 - 3.7 Ideal State Map
4. Conclusione
5. Bibliografia e Sitografia

1. Introduzione

L'obiettivo di questa tesi è quello di analizzare e comprendere i concetti e gli schemi attuativi che stanno alla base della Produzione Snella. L'applicazione di questo metodo innovativo, porta al miglioramento del processo produttivo eliminando più sprechi possibili lungo il percorso. Questa tesi analizza in maniera particolare lo schema attuativo di questo metodo, ovvero, la Value Stream Mapping. La VSM viene studiata sia a livello di struttura, sia a livello d'insieme. Le variabili in gioco sono molteplici e non semplici da gestire, dunque attraverso la mappatura del flusso di valore si vuole dare una lettura semplificata del processo produttivo in modo da rendere le azioni sul prodotto più efficienti così che creino valore per il cliente finale.

2. Value Stream Mapping

Value Stream Mapping o mappa del flusso di valore è lo strumento che consente di attuare le pratiche Lean all'interno di un sistema di produzione. Essa permette di avere una visione d'insieme del processo produttivo in modo da individuare ed eliminare gli sprechi, dovuti all'ormai obsoleto modello fordista.

2.1 Origini

La filosofia Lean affonda le sue radici nella “*Toyota Production System*”, che nasce in Giappone tra gli anni '50 e '60 per mano di alcuni manager della Toyota, tra cui Sakichi Toyoda, Kiichi Toyoda, ed in particolare dal giovane ingegnere Taiichi Ohno. *Toyota Production System* si basa su due pilastri fondamentali: il *Just-in-time* e il *Jidoka*. L'obiettivo finale è raggiungere la migliore qualità al prezzo più basso e nel minor tempo possibile.

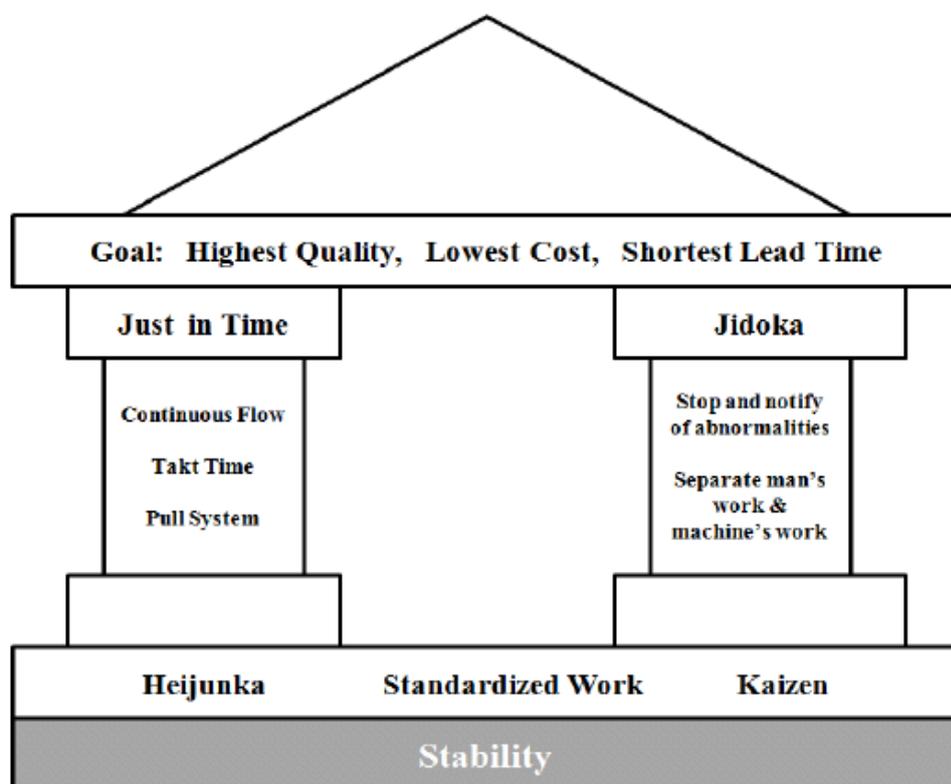


Figura 1: casa della TPS

Lo strumento utilizzato per ottenere il miglioramento della gestione produttiva è proprio la VSM.

La TPS è stato il primo modello alternativo a quello fordista che ha portato la Toyota ad essere oggi una delle principali competitor, a livello mondiale, nel settore automotive. Oggi la TPS è comunemente nota come *Lean Production* o Produzione Snella.

2.2 Schema attuativo “VSM”

Quali sono le parole chiave per sviluppare una *Value Stream Mapping* di successo? Adottare le pratiche snelle non è un processo semplice, gli aspetti da prendere in considerazione sono molteplici. Il primo aspetto da valutare riguarda la disponibilità da parte della direzione ad investire un capitale e del tempo. Questo spinge subito a fare delle riflessioni. Come è noto in Italia il settore manifatturiero è rappresentato da piccole e medie imprese, ciò ci fa dedurre che l’attuazione di questo modello risulta alquanto complesso, a livello economico, per aziende di questo tipo. Solitamente, nel nostro paese, la produzione snella è presente quasi esclusivamente nelle grandi aziende. Il secondo aspetto da considerare riguarda il contributo umano. Quali sono le persone e i gruppi coinvolti nel sistema di produzione attuale? La risposta a questa domanda è fondamentale se si vuole sviluppare una *Value Stream Mapping* che funzioni. L’ultimo aspetto riguarda l’acquisizione delle informazioni. Informazioni sul processo in corso, sulle famiglie di prodotti, sui fornitori, sui clienti. Nella produzione snella è il cliente che dà valore al prodotto è questo deve essere rispecchiato anche nel sistema di produzione.

L’insieme di questi tre profili porta a due conclusioni. La prima è che adesso siamo in grado di sviluppare la “*Current State Map*” o Mappa del Flusso Attuale, che offre una visione dello stato attuale sotto ogni aspetto. La CSM è il primo atto operativo della VSM. La seconda conclusione è che con la produzione snella l’intero processo produttivo lavora in sinergia sia con i fornitori che con i clienti, permettendo così di creare valore.

Il passo successivo è la valutazione della CSM in modo da individuare ed eliminare i “*muda*”, ovvero, gli sprechi. L’eliminazione dei *muda* è un processo lungo che viene fatto seguendo la filosofia “*kaizen*”¹. I miglioramenti effettuati sono riportati sulla “*Future State Map*” o Mappa del Flusso Futuro. La FSM ha l’obiettivo di costruire una catena di produzione in cui i singoli processi sono collegati ai loro clienti e ogni processo si avvicina il più possibile a produrre solo ciò di cui i suoi clienti hanno bisogno e quando ne hanno bisogno.

I risultati attesi con l’attuazione della produzione snella sono:

¹ La filosofia “*kaizen*” si basa sul principio del miglioramento graduale, fatto di piccoli e semplici passi in avanti.

- Comprensione comune dei processi
- Flusso dei processi a valore ben documentato
- Contenzimento dei costi
- Sicurezza
- Qualità
- Consegne puntuali
- Rispetto per l'ambiente

2.3 Current State Map

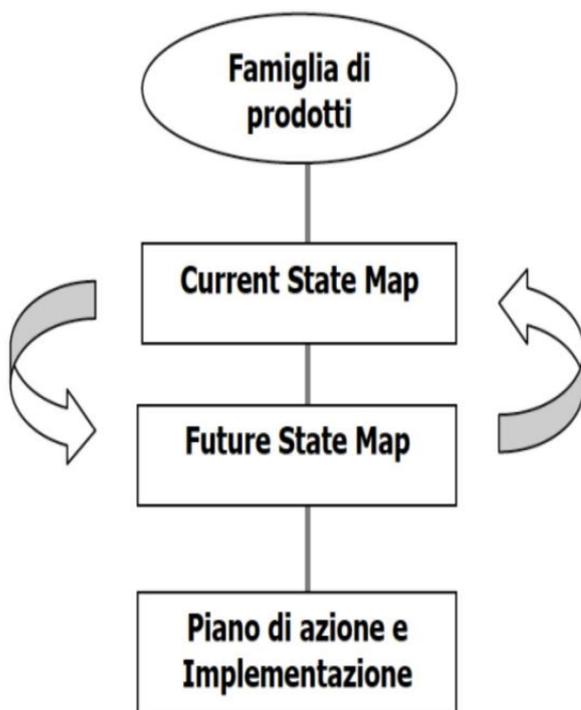
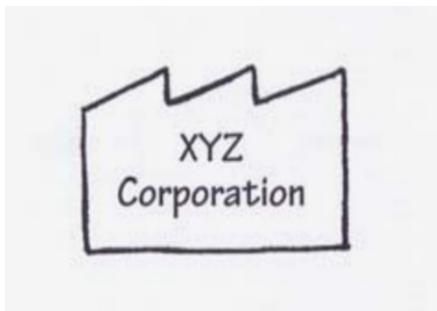


Figura 2: Schema VSM

Come si è detto, il primo passo è disegnare lo stato attuale. Esso viene fatto raccogliendo informazioni in fabbrica. Dalla figura in alto si deduce che lo sviluppo attuale e quello futuro sono sforzi sovrapposti. Le idee sullo stato futuro emergono durante la mappatura dello stato attuale. Allo stesso modo, disegnare lo stato futuro spesso evidenzia importati informazioni sullo stato attuale che possono essere state trascurate. La prima cosa da fare è selezionare una famiglia di prodotti. Una famiglia è un gruppo di prodotti che passano attraverso fasi di lavorazione simili e su apparecchiature comuni nei processi a valle. Un *value stream manager* deve sapere con certezza qual è la famiglia di prodotti selezionata, quanti diversi numeri di

parti finite ci sono nella famiglia, quanto è richiesto dal cliente e con quale frequenza. A questo punto, inizia l'acquisizione dei dati a livello del flusso porta a porta. La capacità di immaginare uno stato futuro dipende dall'andare fisicamente dove si trova l'azione e dal comprendere e programmare ciò che sta accadendo. La mappatura va eseguita su un foglio di carta A3 da una singola persona che prende il nome di *Value Stream Manager*. Nella mappatura si utilizzano diverse icone che rappresentano processi e flussi.

Si parte sempre dalle esigenze del cliente. Solitamente in una CSM in alto a destra troviamo il simbolo della fabbrica e al di sotto di esso, una casella dati che riporta il numero di pezzi richiesti dal cliente in un certo arco di tempo.



C/T = 45 sec.
C/O = 30 min
3 Shifts
2% Scrap

Figura 3: icone di fabbrica e data box

Il passaggio successivo consiste nel disegnare i processi di produzione di base. I processi di base sono rappresentati da caselle di processo che indicano uno scorrimento del flusso di materiale corrispondente ad un'area di processo. La scatola di processo si ferma ogni volta che i processi vengono scollegati e il flusso di materiale si interrompe. Quindi un processo di assemblaggio con diverse *workstation* collegate verrebbe disegnato come un'unica casella di processo. Ma se un processo di assemblaggio viene disconnesso dal successivo a valle, con l'inventario che ristagna e trasferiti in lotti, allora si vedranno due caselle di processo. Il flusso di materiale viene tracciato da sinistra a destra nella metà inferiore della mappa nell'ordine delle fasi di lavorazione. Sotto le caselle di processo vanno sempre disegnate le caselle dati che riportano:

- Tempo di ciclo (C/T)
- Tempo di cambio (C/O)
- Numero di persone
- Orario di lavoro per turno
- Dimensione lotti
- Tempo di attività
- Scarto

Mentre si percorre il flusso di materiale del prodotto, si trovano dei luoghi in cui si accumula l'inventario. Questi sono punti importanti da disegnare sulla mappa perché indicano dove si ferma il flusso. L'icona utilizzata è un triangolo di avvertenza.



Figura 4: icona triangolo di avvertenza

Se l'inventario si accumula in più di una posizione tra due processi, bisogna disegnare un triangolo per ciascuna posizione. Questa icona viene anche utilizzata per indicare un'area di stoccaggio. Ci si trova dopo l'ultima stazione di lavoro, dove i prodotti vengono portati in un'area di stoccaggio e consegnati. Un'icona del camion e una freccia ampia indicano il movimento dei prodotti finiti al cliente.

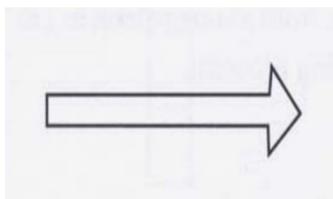
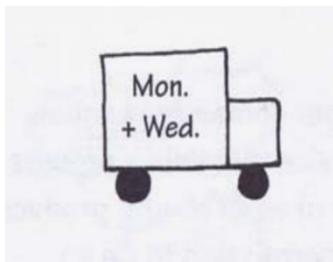


Figura 5: icone camion e freccia larga

All'altra estremità della mappa verrà rappresentato il fornitore di materie prime con un'altra icona di fabbrica e si adopererà la stessa icona del camion e la freccia ampia per mostrare il materiale dal fornitore alla fabbrica.

Come fanno l'impianto, ogni processo all'interno di esso e il fornitore a prevedere quanto produrre e quando? Si prenda in considerazione il secondo aspetto fondamentale della *Value Stream Mapping*: il flusso di informazioni. Per fare ciò si avrà bisogno di alcune icone e frecce in più, in particolare una linea stretta per mostrare i flussi di informazioni e una linea con un movimento alleggerito quando le informazioni fluiscono elettronicamente.

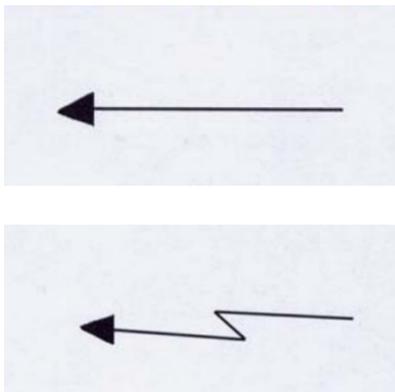


Figura 6: icone flusso d'informazione e flusso d'informazione elettronico

Il flusso di informazione viene tracciato da destra a sinistra nella metà superiore della mappa. I flussi di informazioni non sempre sono semplici da mappare, ci sono aziende in cui questi flussi risultano più complessi da valutare. Ad esempio, in molti negozi i supervisori contano l'inventario e apportano modifiche al programma in base a tali informazioni. Questo tipo di pianificazione prende il nome di “vai a vedere” e la mostriamo con un'icona a forma di occhiali.



Figura 7: icona occhiali

Uno dei punti più critici della mappatura riguarda il movimento dei materiali. Spesso un processo tende a produrre qualcosa indipendentemente dalle effettive esigenze del cliente a valle e lo “spinge” avanti. Ogni processo produce ad un ritmo che abbia senso dalla sua prospettiva, invece che dalla prospettiva del flusso di valore. Questo tipo di lavorazione chiamata “*batch and push*” rende quasi impossibile stabilire un flusso di lavoro continuo e regolare da un processo all'altro. L'icona di mappatura per il movimento di spinta del materiale è una freccia a strisce.

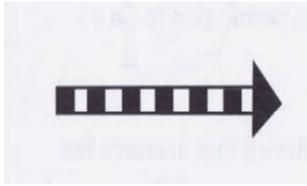
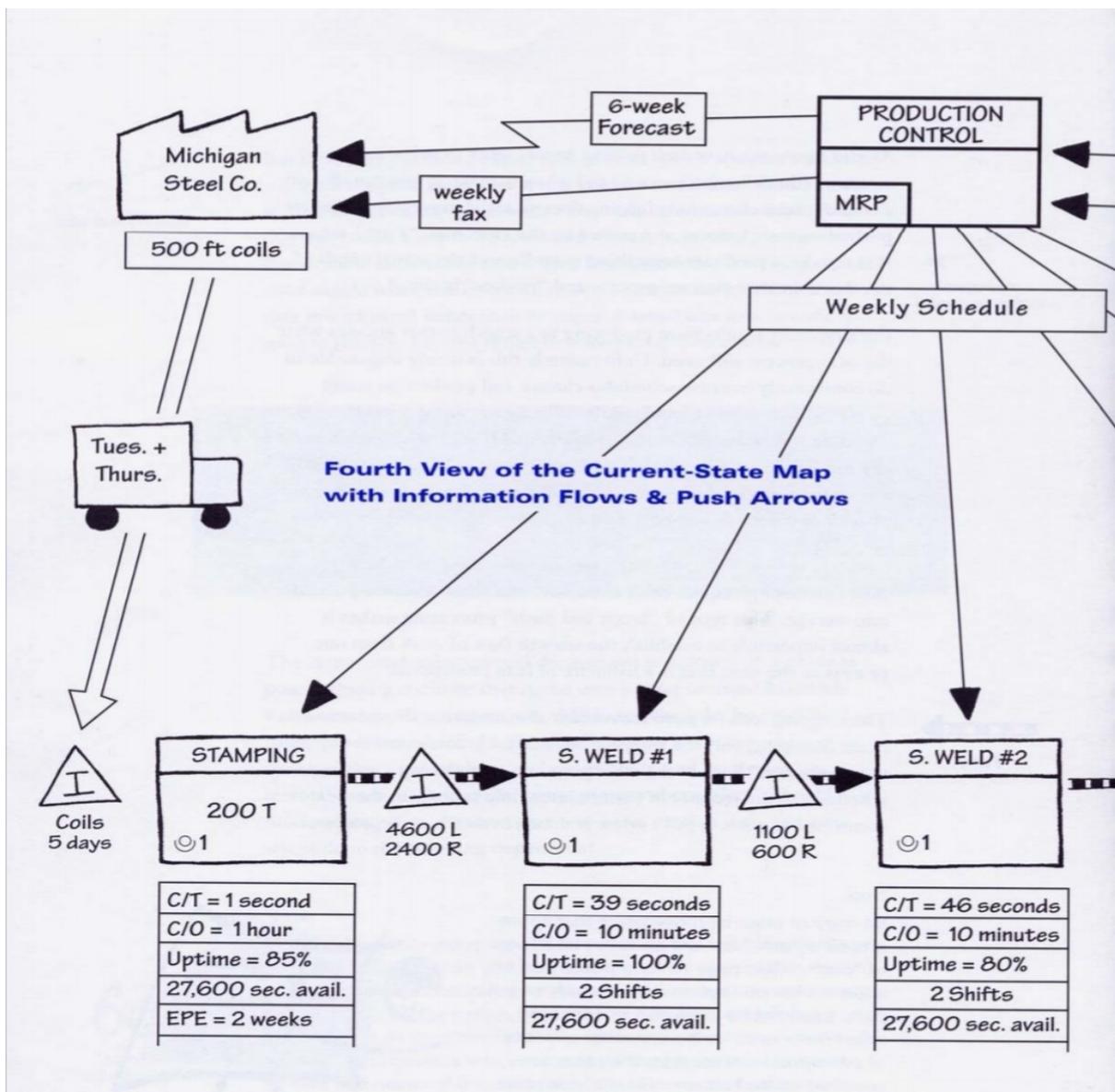


Figura 8: icona freccia push

Nei processi che producono secondo una pianificazione, il trasferimento dei materiali da un processo al successivo avviene tramite *push*. Quindi una freccia di spinta va disegnata tra ogni processo.

A questo punto si può osservare il modello di base di tutte le mappe del flusso di valore.



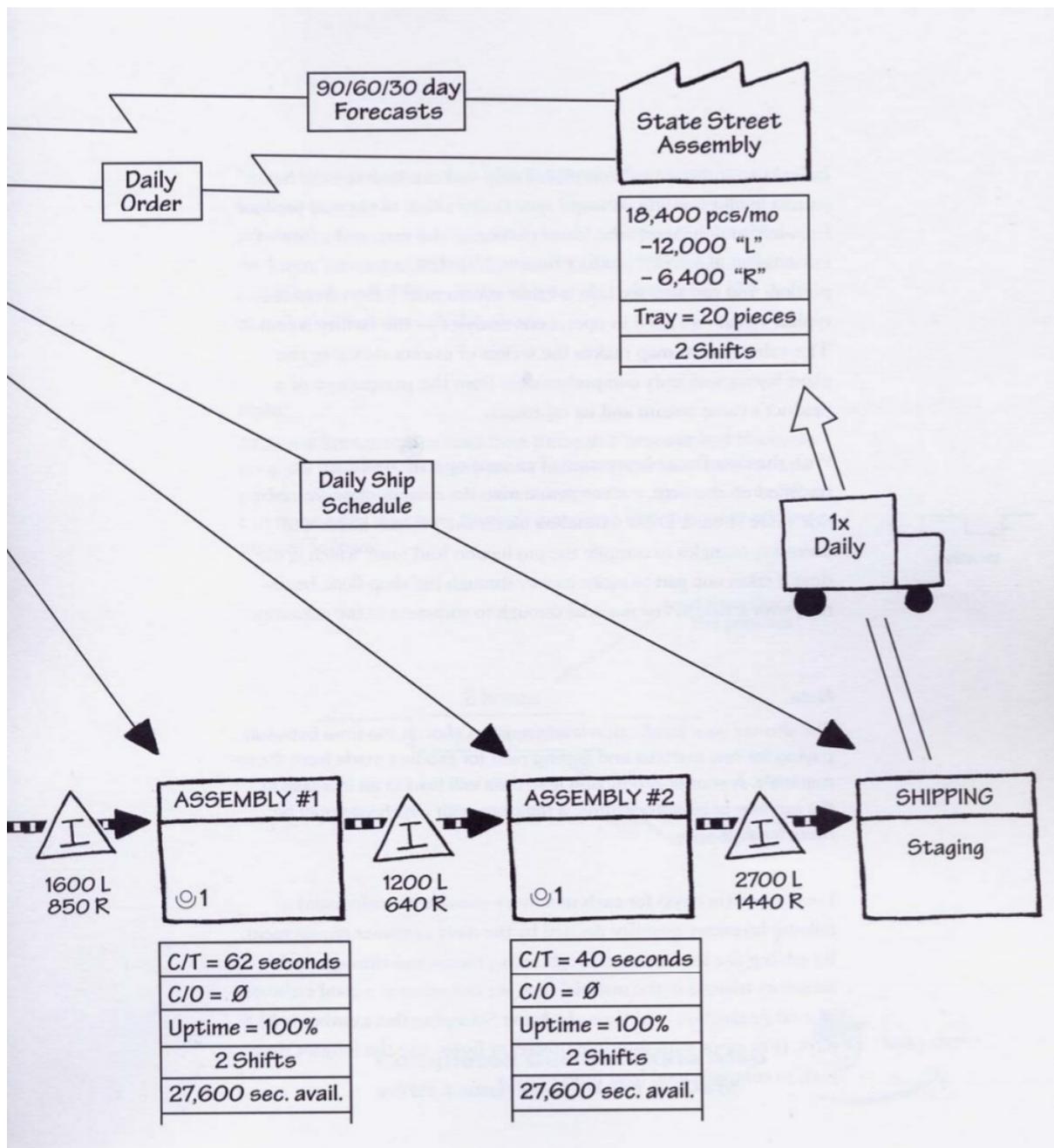


Figura 9: mappa base

Un flusso di prodotto fisico 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.

Al disotto delle caselle di processo va disegnata una sequenza temporale per compilare il *lead time* di produzione che è il tempo impiegato da una parte per farsi strada attraverso la fabbrica, iniziando con l'arrivo come materia prima fino alla spedizione al cliente. Un *lead time* più breve porterà ad un aumento del numero di turni di inventario. I tempi di consegna per ciascun triangolo dell'inventario vengono calcolati come quantità di inventario divisa per il fabbisogno giornaliero del cliente. Aggiungendo i tempi di consegna attraverso ogni processo e attraverso

ogni triangolo di inventario nel flusso materiale, si arriva ad una buona stima del tempo di consegna totale della produzione.

Osservando la mappa del flusso attuale viene alla luce quello che si può definire come il problema principale da risolvere, ovvero la sovrapproduzione. La sovrapproduzione è il risultato delle lavorazioni “*batch and push*”. Quest’ultima, inoltre, è all’origine degli altri tipi di sprechi, in particolare delle scorte, dei difetti e dei trasporti.

A questo punto, si è in grado di rispondere alla domanda precedentemente fatta. È possibile ideare un processo per realizzare solo ciò di cui il processo successivo ha bisogno quando ne ha bisogno? La risposta è sì e il metodo utilizzato per ottenerlo è il “*Just-In Time*”. Il *Just-In-Time* è a tutti gli effetti il metodo logistico-produttivo finalizzato all’eliminazione degli *stock* e delle giacenze di materiale in fabbrica. Esso si compone di tre elementi fondamentali:

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

La produzione *Pull* si contrappone ai sistemi tradizionali (*Push*), vuol dire che l’avanzamento del flusso produttivo è guidato dai clienti: a monte non si producono beni fino al momento in cui i clienti a valle, sia interno che esterno, non li richiede. Lo strumento che governa questo sistema è il “*Kanban*”², un sistema visivo che trasmette una serie di istruzioni comunicando informazioni sui materiali da approvvigionare o i componenti da produrre. Un tipico *Kanban* è un cartellino che accompagna un contenitore o un pallet in cui sono riportati:

- Un numero di identificazione
- Un numero di componente
- Una descrizione del componente
- Da dove arriva
- Dove deve andare

La produzione pull viene vista come una sorta di dosaggio nel flusso di valore. Questo significa che non è possibile stabilire sempre un flusso continuo. I motivi possono essere diversi, solitamente sono:

² Kanban è una parola giapponese che significa cartellino

- Alcuni processi sono progettati per funzionare a tempi di ciclo molto rapidi o molto lenti e devono essere modificati per servire più famiglie di prodotti;
- Alcuni processi, come quelli dei fornitori, sono lontani e spedire una foto alla volta non è realistico;
- Alcuni processi hanno tempi di consegna molto lunghi o sono troppo inaffidabili per accoppiarsi direttamente ad altri processi in un flusso continuo;

Quindi è necessario installare un sistema *pull* in cui il flusso continuo viene interrotto e il processo a monte deve ancora funzionare in modalità *batch*.

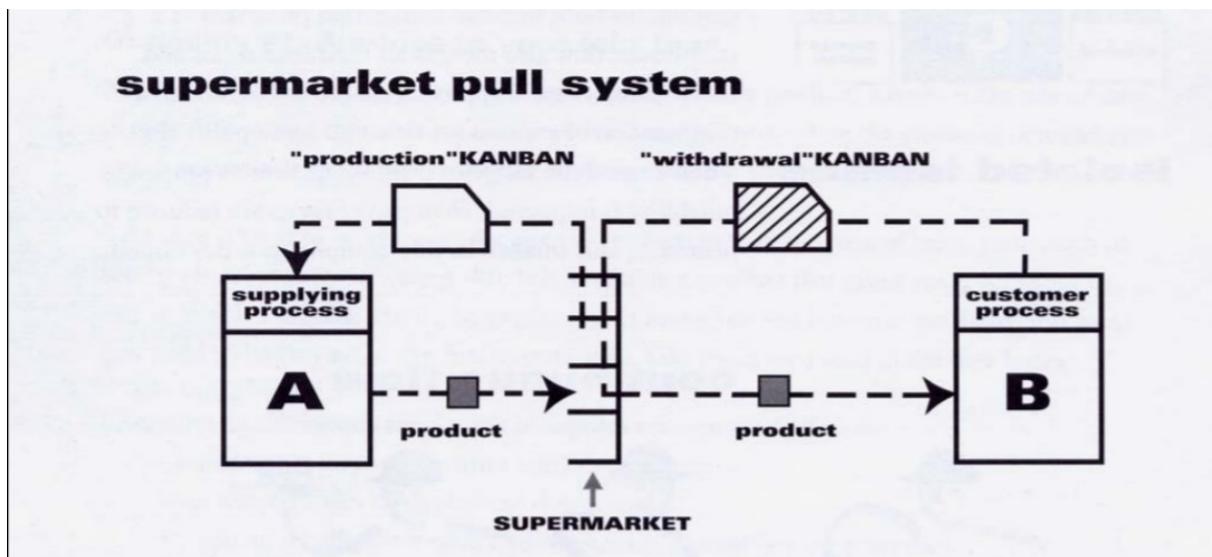


Figura 10: Schema Supermarket Pull System

Lo schema propone una visione di come i prelievi del processo a valle da un supermercato determinino cosa produce il processo a monte, quando e in quale quantità. Si noti, inoltre, come l'icona del supermercato è aperta sul lato sinistro, affacciata sul processo di fornitura, in quanto viene utilizzata per tale processo. Questi prelievi innescano il movimento di *kanban* prestampati dal supermercato al processo di fornitura, dove vengono utilizzati come unica istruzione di produzione per quel processo.

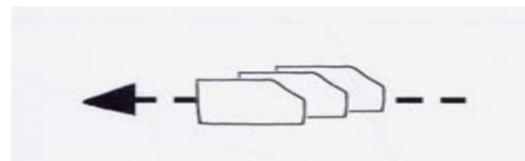
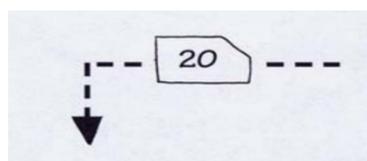
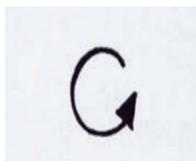


Figura 11: Segnale di ritiro Figura 12: Produzione kanban

Figura 13: Produzione kanban in lotti

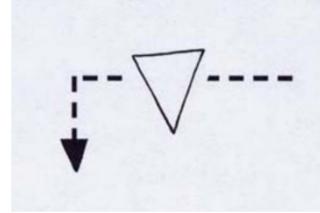
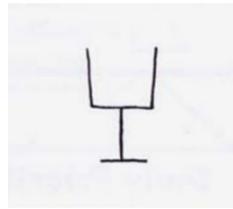
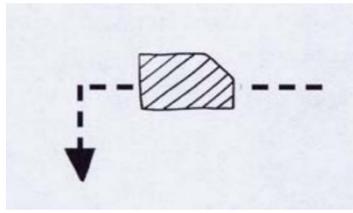
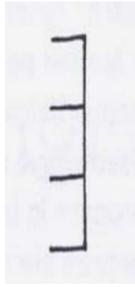


Figura 14: Supermercato

Figura 15: Ritiro kanban

Figura 16: Kanban post

Figura 17: Segnale kanban

Dunque, i sistemi *pull* sono un buon modo per controllare la produzione tra processi che non possono essere collegati in un flusso continuo, ma a volte non è pratico tenere un inventario di tutte le possibili variazioni di parti in un supermercato con sistema *pull*. Allora la soluzione potrebbe essere quella di utilizzare una corsia FIFO (“*first in, first out*”) tra due processi disaccoppiati per sostituire un supermercato e mantenere un flusso tra loro. La corsia FIFO può contenere solo una certa quantità di inventario, con il processo di approvvigionamento all’ingresso e il cliente all’uscita. Se la corsia si riempie, il processo di fornitura deve interrompere la produzione fino a quando il cliente non ha esaurito parte delle scorte. A volte è possibile installare un “*pull sequenziato*” tra due processi, invece di un supermercato completo in cui sono rappresentati tutti i componenti. Il *pull sequenziato* permette al processo di fornitura di produrre una quantità predeterminata direttamente nell’ordine del processo del cliente. Il tiro sequenziato è talvolta chiamato “sistema di palline da golf”.

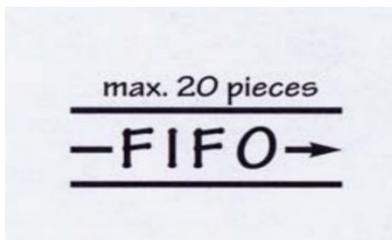


Figura 18: FIFO

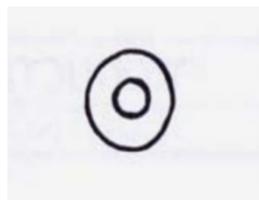


Figura 19: Pull sequenziato

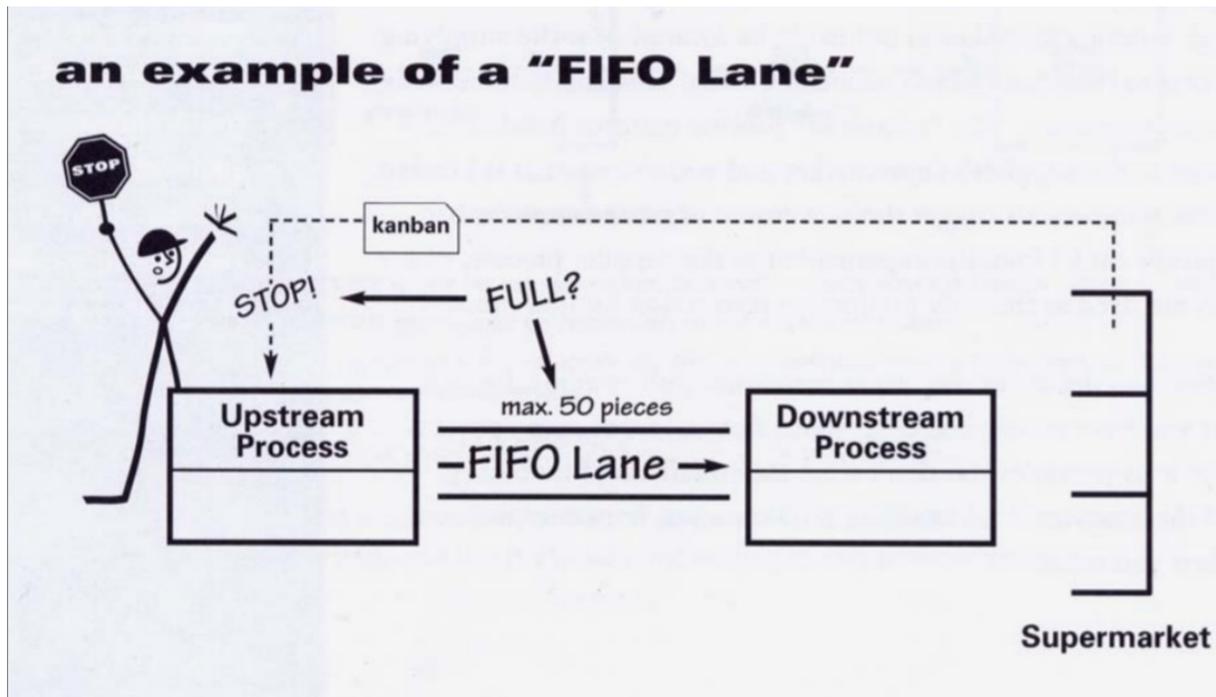


Figura 20: Schema corsia FIFO

Utilizzando i sistemi *pull* del supermercato, in genere sarà necessario programmare un solo punto nel flusso di valore "*door to door*". Ciò significa provare ad inviare la pianificazione del cliente ad un solo processo di produzione. Questo punto è chiamato processo *Pacemaker*, attraverso il quale il singolo processo lungo la linea produttiva dà ritmo alla produzione. La selezione di questo punto di pianificazione determina anche quali elementi del flusso di valore diventano parte del tempo di consegna dall'ordine del cliente ai prodotti finiti. Il processo *pacemaker* è spesso il processo a flusso continuo più a valle nel flusso di valore *door to door*. Nella mappa dello stato futuro quest'ultimo è il processo di produzione controllato dagli ordini del cliente esterno.

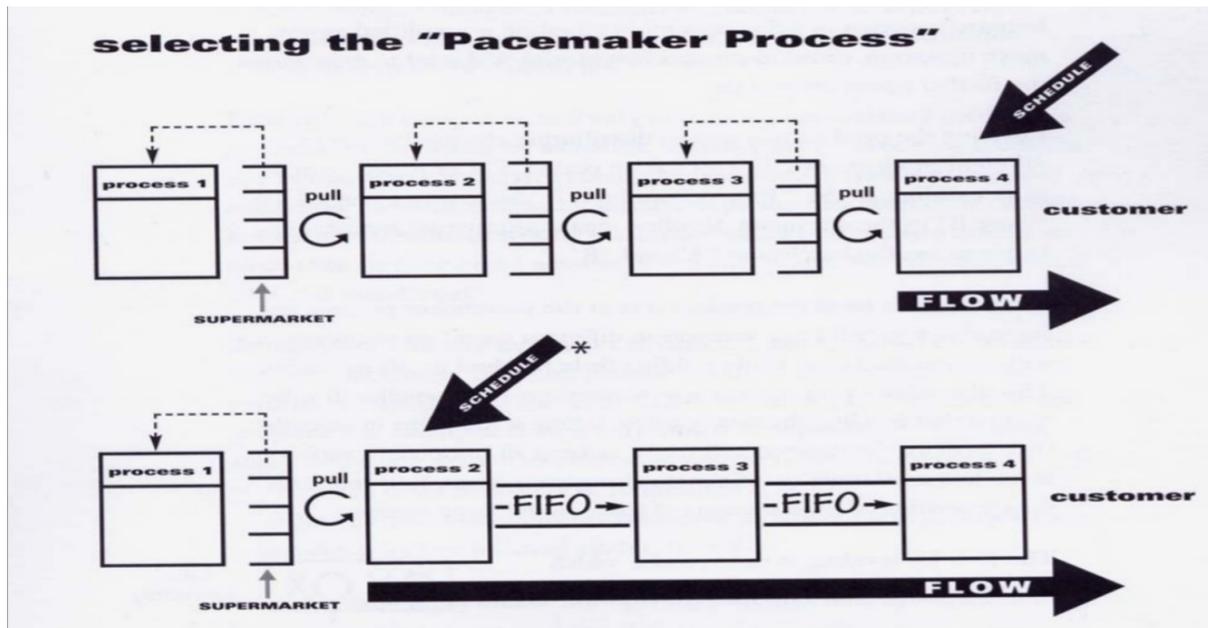


Figura 21: Schema processo Pacemaker

Quali sono le condizioni che devono essere soddisfatte per poter definire un processo *pacemaker*? In sostanza devono essere soddisfatte due condizioni:

- La produzione nel *pacemaker* dovrebbe essere arrangiata in un flusso continuo. Se il flusso è progettato e realizzato male, sarà difficile implementare un sistema a trazione livellato e quindi il *pacemaker* avrà sempre difficoltà nel funzionare;
- La disponibilità operativa del processo pacemaker dovrebbe essere del 75% o oltre, per poter costantemente soddisfare i requisiti di output del processo;

Una volta implementato il *pacemaker*, in esso si dovrebbero inseguire *batch* sempre più piccoli e quindi setup più frequenti. Di conseguenza, le persone che vi lavorano andranno ad affrontare problemi più frequenti e sconosciuti prima, e quindi sono richieste azioni correttive molto più frequenti e veloci rispetto alla produzione tradizionale.

A questo punto prendiamo in considerazione l'altro pilastro fondamentale della TPS: l'*Heijunka*. *Heijunka* è il termine giapponese che indica il livellamento della produzione. L'idea generale è di produrre i beni nei processi a monte a un ritmo costante, per permettere lo stesso ritmo regolare e prevedibile anche alle operazioni a valle. Livellamento della produzione può essere riferito al livellamento per tipo di prodotto o mix di prodotto o livellamento per volume.

Livellare il mix di prodotti significa distribuire la produzione di diversi prodotti in modo uniforme su un periodo di tempo. Ad esempio, invece di assemblare tutti i prodotti di "Tipo

A” la mattina e tutti i prodotti di “Tipo B” nel pomeriggio, livellare significa alternare ripetutamente tra lotti più piccoli di “A” e “B”. Più si livella il mix di prodotti nel processo pacemaker, più si è in grado di rispondere alle diverse esigenze del cliente con un breve tempo di consegna, pur conservando poche scorte di prodotti finiti. Ciò consente anche ai supermercati a monte di essere più piccoli.

Livellare la produzione per volume significa calcolare la media della domanda per definire il lotto minimo di produzione, con una scorta minima che permetta di coprire eventuali picchi. Il vantaggio sta nel tenere monitorato sia la media della domanda che le scorte iniziali, in modo da poter livellare la produzione. Un buon punto di partenza è rilasciare regolarmente solo una piccola e consistente quantità di istruzioni di produzione al processo *pacemaker* e contemporaneamente portare via una quantità uguale di prodotti finiti. Questa pratica prende il nome di “ritiro a ritmo”.

Uno strumento utilizzato in alcune aziende per aiutare a livellare sia il mix che il volume della produzione è una scatola di livellamento del carico. Una casella di livellamento ha una colonna di *slot kanban* per l’intervallo di passo³ della *cache*⁴ e una riga di *slot kanban* per ogni tipo di prodotto.

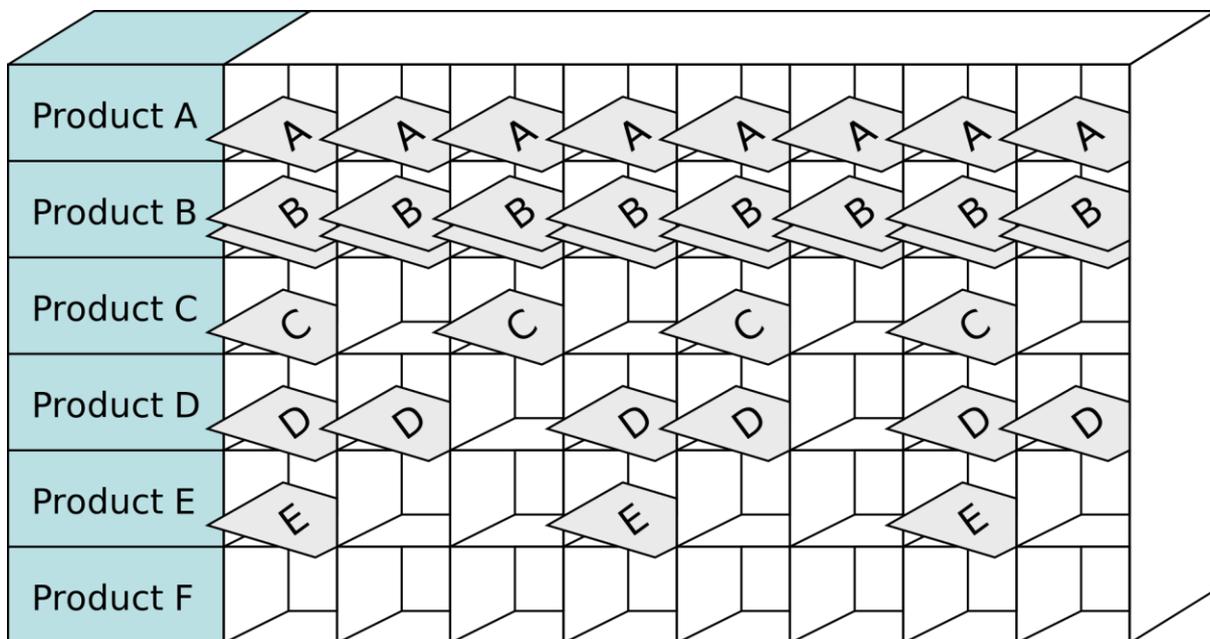


Figura 22: Casella di livellamento del carico o heijunka

³ Il passo è il termine utilizzato per indicare l’incremento consistente del lavoro.

⁴ Cache: area di memoria estremamente veloce ma solitamente di basso ordine di grandezza di capacità. Ha lo scopo di velocizzare l’esecuzione dei programmi.

In questo sistema i *kanban* indicano non solo la quantità da produrre, ma anche quanto tempo ci vuole per produrre quel quantum (in base al *takt time*⁵). I *kanban* vengono inseriti nella casella di livellamento nella sequenza di miscelazione desiderata per tipo di prodotto. Il gestore dei materiali ritira quindi quei *kanban* e li porta al processo *pacemaker*, uno alla volta, all'incremento del tono.

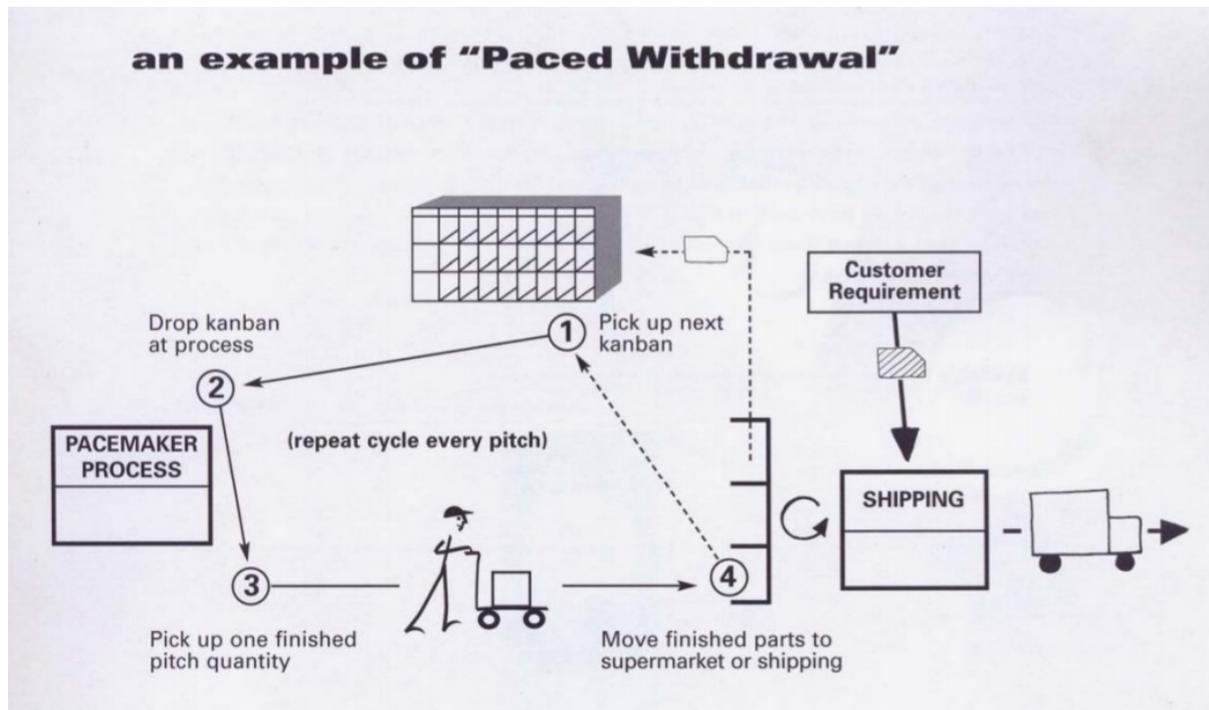
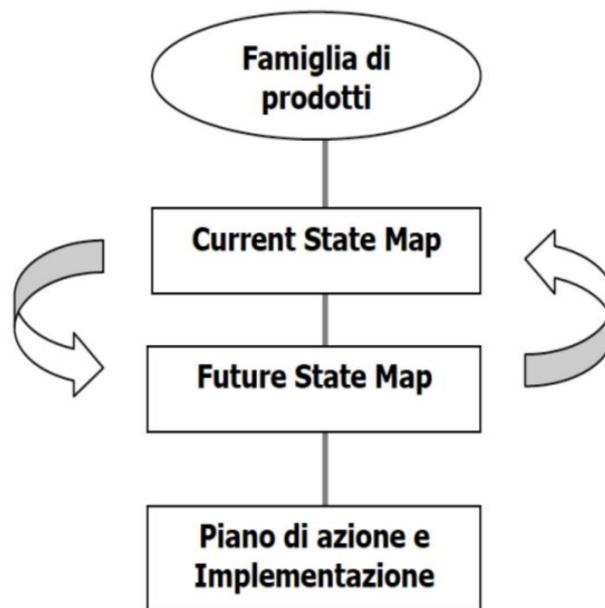


Figura 23: Schema paced withdrawal

Riducendo i tempi di cambio ed eseguendo lotti più piccoli nei processi di fabbricazione a monte, è possibile sviluppare la capacità di realizzare “ogni parete ogni giorno” in tali processi. Quest’ultimi saranno in grado di rispondere alle mutevoli esigenze a valle più rapidamente e a loro volta richiederanno ancora meno scorte da tenere nei loro supermercati. Questo vale sia per la produzione di parti discrete che per le industrie di processo. In generale, si noti la dimensione del lotto o “EPE”, che sta per “ogni parte ogni...” nelle caselle dati. Successivamente bisogna indicare un tempo come settimana, turno, ora, tono o takt, dunque descrive la frequenza con cui un processo cambia per produrre tutte le variazioni di parti. Un metodo per determinare le dimensioni dei lotti iniziali nei processi di fabbricazione consiste nel basarsi su quanto tempo è rimasto nel corso della giornata per effettuare le modifiche.

⁵ Takt time: è un numero utilizzato per sincronizzare il ritmo di produzione con il ritmo delle vendite. È il parametro che lega la produzione al mercato. Viene calcolato dividendo la domanda del cliente per turno (in unità) e il tempo di lavoro disponibile per turno (s).

2.4 Future State Map



Si giunge, in conclusione, alla costruzione della mappa del flusso futuro. Si consideri che lo sviluppo di entrambe le mappe avvengono con sforzi sovrapposti, le idee di implementazione e miglioramento vengono fuori con la costruzione sia della CSM che della FSM.

Una prima traccia della *Future State Map* va eseguita sulla *Current State Map*. Le domande da porsi per il miglioramento sono molteplici:

1. Qual è il *takt time*, in base al tempo di lavoro disponibile dei processi a valle più vicini al cliente?
2. Bisogna costruire un supermercato di prodotti finiti da cui il cliente tira o direttamente alla spedizione?
3. Dove è possibile utilizzare l'elaborazione a flusso continuo?
4. Dove sarà necessario utilizzare i sistemi pull del supermercato per controllare la produzione dei processi a monte?
5. In quale singolo punto della catena di produzione bisogna programmare la produzione?
6. Come bisogna livellare la miscela di produzione al processo *pacemaker*?
7. Quale incremento di lavoro bisogna rilasciare e portare via in modo coerente al processo *pacemaker*?
8. Quali miglioramenti del processo saranno necessari affinché il flusso di valore fluisca come specificato dal processo dello stato futuro?

3. Extended Value Stream Mapping

Un flusso di valore esteso è semplicemente tutte le azioni, sia di creazione di valore che di spreco, necessarie per portare un prodotto dalle materie prime nelle braccia del cliente. Le azioni rilevanti da mappare consistono in due flussi:

- Ordini che viaggiano a monte dal cliente;
- Prodotti che scendono dal flusso di valore dalle materie prime al cliente;

Insieme, questi, costituiscono un circuito chiuso di domanda e risposta.

È possibile tracciare mappe di flusso estese sia per prodotti attualmente in produzione, sia per prodotti non ancora in produzione. Spesso si pensa che la mappatura macro dovrebbe concentrarsi sui nuovi prodotti perché più semplici da ripensare rispetto a quelli già esistenti. Questo perché la mappa dello “stato attuale” per un nuovo prodotto mostra l’approccio *business as usual*⁶ per rendere il prodotto rispetto al futuro “alternativo” e “ideale” con meno sprechi e più reattività. Tuttavia, c’è la preoccupazione che concentrandosi sugli stati ideali per i prodotti che entreranno in produzione in futuro si perda la volontà di migliorare i flussi di valore per i beni già esistenti.

3.1 Selezione di una famiglia di prodotti

Come è noto la mappatura ha inizio dal punto più a valle (verso il cliente) con la definizione della famiglia di prodotti. Ricordiamo che una famiglia di prodotti includerà un gruppo di varianti di prodotto che passano attraverso fasi di elaborazione simili e utilizzano apparecchiature comuni appena prima della spedizione al cliente. Ad esempio:

- In un’azienda di utensili elettrici, una famiglia di prodotti potrebbe essere trapani elettrici di medie dimensioni che utilizzano un telaio comune e passano attraverso una cella di assemblaggio come ultima fase di produzione;
- Nell’industria automobilistica, una famiglia di prodotti potrebbe essere una piattaforma per auto prodotta in un impianto di assemblaggio. In alternativa, potrebbe essere un componente importante fornito agli assemblatori di auto;

⁶ “Business as usual” significa, letteralmente, “affari come al solito”

- Nell'industria aerospaziale, potrebbe essere un'intera cellula (ad esempio, il Boeing 737 o l'Airbus A320). In alternativa, potrebbe essere un sottogruppo principale, ad esempio la coda verticale;

Si noti che la stessa famiglia di prodotti può essere fornita a diversi clienti finali e presentare differenze estetiche che inducono l'osservatore occasionale a trascurare la comunanza del prodotto. Tuttavia, dal punto di vista dell'azienda o della struttura all'estremità a valle della mappa, il prodotto è chiaramente una famiglia.

È possibile definire famiglie di prodotti da molti punti di partenza e mappare flussi di valore all'indietro da lunghezze variabili. Ad esempio, quella che sembra essere una famiglia di prodotti per un produttore di indotti (grandi armature per alternatori) è semplicemente una delle tante parti per un produttore di alternatori e, il grande alternatore è solo un componente tra i tanti dal punto di vista dell'assemblatore di auto che definisce le famiglie di prodotti nei limiti delle piattaforme dei veicoli. Quando si seleziona il punto di partenza e si torna a monte, è meglio che la prima mappa segua il percorso di una singola famiglia e di un singolo componente nel prodotto. Questo perché il primo obiettivo della mappatura estesa è raggiungere una svolta nella consapevolezza condivisa dei rifiuti e identificare opportunità sistematiche per eliminare quest'ultimi.

3.2 Determinazione di un campo visivo gestibile e *Product Line Manager*

Qual è la differenza sostanziale tra una mappatura a livello di struttura e una mappatura d'insieme? La mappatura macro attraversa non solo le strutture ma anche le aziende.

Single Facility Field of View — Learning to See

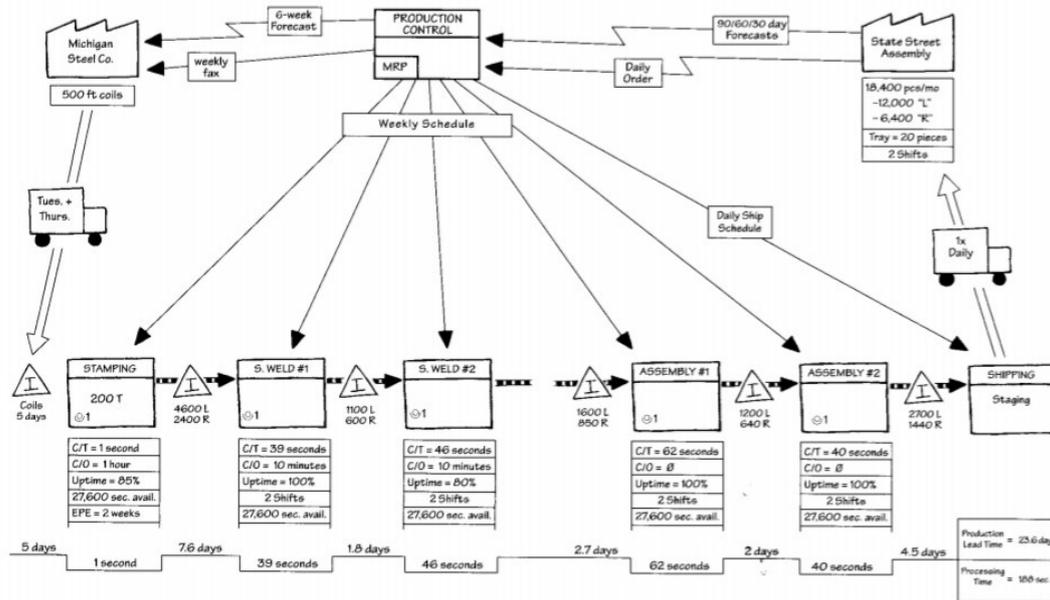


Figura 25: Mappa a livello di struttura

La mappa ideale mostrerebbe veramente il tutto cioè, inizierebbe con il cliente finale che utilizza o consuma il prodotto. La mappa seguirà quindi il prodotto lungo tutto il flusso di valore fino alle materie prime mostrando tutte le azioni sprecate e la perdita di informazioni lungo il percorso. Ad ogni modo, provare a vedere troppo lontano con la visione attuale rischierebbe di essere inutile ed è per questo che è consigliato imparare molto guardando una o due strutture e aziende a monte.

Multiple Facilities Field of View — Seeing the Whole

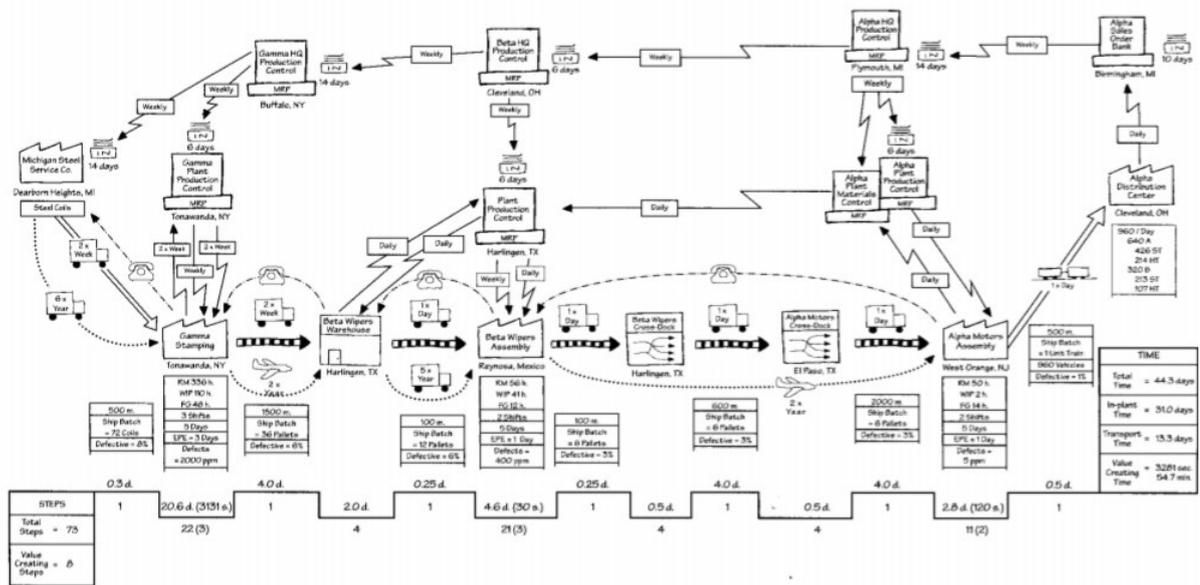


Figura 26: Mappa estesa

Si noti che la scala delle mappe cambia drasticamente tra i due tipi di mappatura. Le scatole delle strutture che sono le unità di analisi primarie hanno le stesse dimensioni delle singole scatole di processo nella mappatura a livello di struttura.

Per disegnare più facilmente e più velocemente una mappa estesa si presuppone che il value stream manager abbia esperienza con la mappatura descritta nel capitolo 1 e che abbia nominato gestori del flusso per tutti i flussi di valore all'interno delle strutture. A questo punto la domanda che sorge spontanea è: chi ha la responsabilità di gestire direttamente il flusso totale tra le aziende, collegare le mappe e guidare il processo di miglioramento? La risposta è “nessuno”. Dunque, si ha la necessità di introdurre una nuova figura all'intero delle aziende che sia in grado di mettere insieme i pezzi di questo enorme puzzle. Questa figura prende il nome di *Product Line Manager*.

In altre parole, il Product Line Manager deve essere un manager aziendale. Ciò significa: “business” nel senso di assumersi la responsabilità di fare soldi e di aumentare la quota di mercato con la famiglia di prodotti in questione; “manager” nel senso di guardare

concretamente alle azioni precise che devono essere intraprese lungo tutto il flusso di valore per rimuovere sprechi e costi migliorando la qualità e la reattività. Con tutti gli elementi del marketing, del design, della produzione e della catena di fornitura sotto la sua supervisione, questo individuo è in una posizione unica per giudicare le prestazioni delle molte funzioni che toccano il prodotto. Il PLM nell'azienda a valle sarà ancora più efficace se ci sono individui simili in ciascuna delle aziende a monte in modo che per qualsiasi prodotto possa essere condotta una rapida valutazione da un piccolo gruppo composto da un PLM per azienda. Ma non è probabile che sia così, in quanto al giorno d'oggi queste figure sono molto rare all'interno delle strutture.

Per avere successo, il leader della mappatura deve essere qualcuno che possa guadagnarsi il rispetto dei partner a monte conducendo un processo rigoroso ed equo. I candidati logici provengono da *purchasing*, controllo della produzione, logistica, operazioni o una funzione di miglioramento del processo come la qualità o l'ingegneria di processo. Ognuno di questi può funzionare.

Solo i manager che si assumono una chiara responsabilità possono risolvere il problema. Quindi è giusto asserire che gli stessi gestori dovrebbero disegnare le mappe.

3.3 Current State Map Macro

Come già è noto dal capitolo 1, la mappatura dello stato corrente caratterizzerà il flusso di valore così com'è oggi. Per capire meglio tutti i vari passaggi, si prende in esame un esempio concreto di mappatura. Il caso in questione riguarda la mappatura di un componente automobilistico offerto con un numero limitato di opzioni: un tergicristallo costituito da una lama che trattiene il bordo di pulizia effettivo e il braccio che fissa la lama al veicolo. Si andrà a mappare solo la parte intermedia di un flusso di valore totale. Si inizierà da *Alpha Motors*, l'assemblatore finale del veicolo finito, verso la fine del flusso di valore per il cliente. Quindi il flusso risalirà attraverso le strutture di *Beta Wipers* e *Gamma Stamping* fino al molo di spedizione presso *Michigan Steel*. Il team di mappatura sarà guidato dal responsabile dello sviluppo dei fornitori nel reparto acquisti di *Alpha Motors* e include il responsabile della linea di produzione e dell'impianto di assemblaggio di *Beta Wipers*, il value stream manager per questa specifica famiglia di prodotto presso *Gamma Stamping* e, infine, il responsabile vendite presso *Michigan Steel*.

Windshield Wiper Value Stream Team

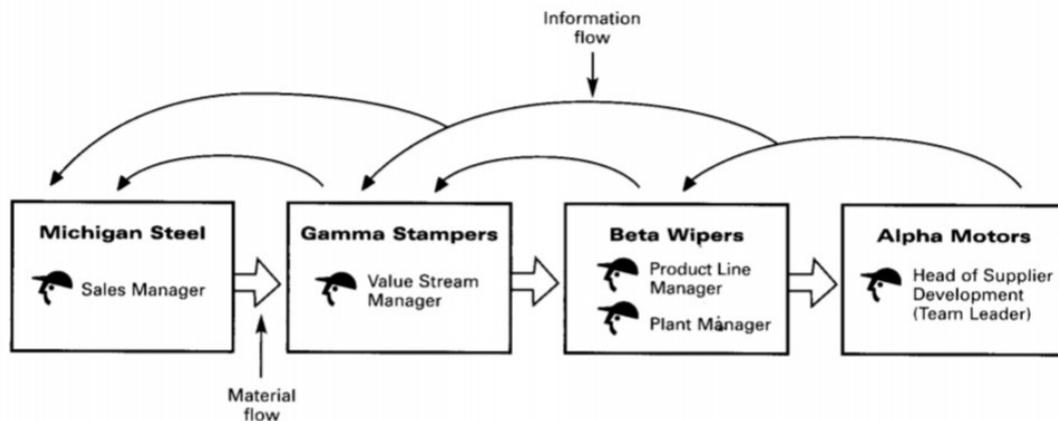


Figura 27: Flusso di valore del team

Il tergicristallo è disponibile in due specifiche:

- Finiture alte e standard (HT e HD);
- Due dimensioni, piccola e grande (S e L)

Sono intercambiabili dal punto di vista dell'assemblaggio finale perché utilizzano gli stessi punti di accoppiamento e richiedono lo stesso tempo di installazione. Quindi, i tergicristalli formano chiaramente una famiglia di prodotti perché tutte le azioni che si verificano a monte (assemblaggio dei componenti, verniciatura e stampaggio) sono nella stessa sequenza di processo nelle stesse aziende e utilizzano la stessa attrezzatura di lavorazione con pochi cambi di utensili e attrezzature. In questo esempio, si hanno 73 azioni sul prodotto che si andranno a confrontare con i passaggi di creazione di valore (8). Inoltre, è noto il tempo totale di ciclo del prodotto (44,3 giorni), confrontato anch'esso con il tempo di creazione del valore effettivo (54,7 minuti).

A questo punto, il primo passo per il gruppo è quello di "fare una passeggiata" lungo l'intera lunghezza del flusso di valore da mappare, registrando le strutture visitate, i collegamenti di trasporto, ogni azione eseguita sul prodotto, tutte le informazioni sulle azioni di gestione e il tempo necessario.

Il passo successivo è raggruppare e riepilogare i dati per cache delle strutture e dei collegamenti di trasporto incontrati dal prodotto. Anche qui il punto di partenza è il cliente, all'estremità più a valle della mappa. In questo caso, il cliente è il centro di distribuzione Alpha Motors, che

interagisce con le concessionarie di automobili per fornire ai consumatori finali i prodotti che desiderano.

First View of the Current State Map Showing the Customer

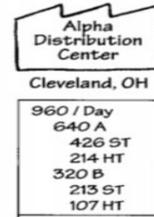


Figura 28: Prima visualizzazione della mappa dello stato corrente che mostra il cliente

Questa organizzazione va rappresentata con un'icona di fabbrica posizionata sul lato destro della mappa. Sotto questa icona va disegnata una casella dati che registra le esigenze del cliente in termini di dimensioni e frequenza di spedizione. Si noti che questa fabbrica è un'operazione di *cross-dock*⁷.

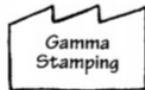
Per arrivare dalle materie prime all'*Alpha Distribution Center*, il prodotto scorre attraverso sette strutture di assemblaggio, fabbricazione, stoccaggio e cross-dock. Questi sono:

- Stabilimento di assemblaggio State Street di Alpha Motors a West Orange, New Jersey;
- Cross-Dock di Alpha Motors, per molti componenti di molti fornitori, a El Paso, Texas;
- Cross-Dock di Beta Wipers, per parti inviate da diversi stabilimenti a molti clienti, ad Harlingen, Texas;
- Impianto di assemblaggio componenti Beta Wipers a Reynosa, Messico;
- Magazzino ricambi Beta Wipers ad Harlingen, Texas;
- Impianto di assemblaggio e verniciatura Gamma Stamping a Tonawanda, New York;

⁷ Cross-dock significa, letteralmente, "molo incrociato". Operazione per cui la merce che arriva da più destinazioni viene scaricata e (almeno in parte) ricaricata direttamente su altri mezzi, senza sosta a terra, neanche minima, per cui si riducono le manipolazioni quest'ultima.



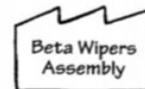
Dearborn Heights, MI



Tonawanda, NY

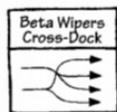


Harlingen, TX

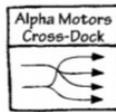


Reynosa, Mexico

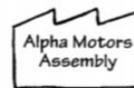
Current State Map Showing All Facilities



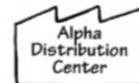
Harlingen, TX



El Paso, TX



West Orange, NJ



Cleveland, OH

960 / Day
640 A
426 ST
214 HT
320 B
213 ST
107 HT

Figura 29: Mappa dello stato corrente che mostra tutte le strutture

Si osservi che sono state inserite due nuove icone. Una di cross-dock per le strutture in cui i prodotti non vengono immagazzinati ma invece spostati immediatamente da un veicolo in arrivo a una corsia di spedizione in uscita. L'altra è un'icona di magazzino per le strutture in cui le merci in entrata vengono ordinate e immagazzinate prima della spedizione al punto di utilizzo successivo.

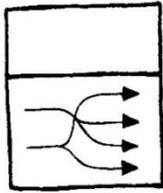


Figura 30: Icona Cross-Dock

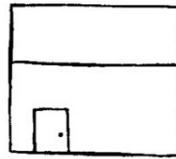
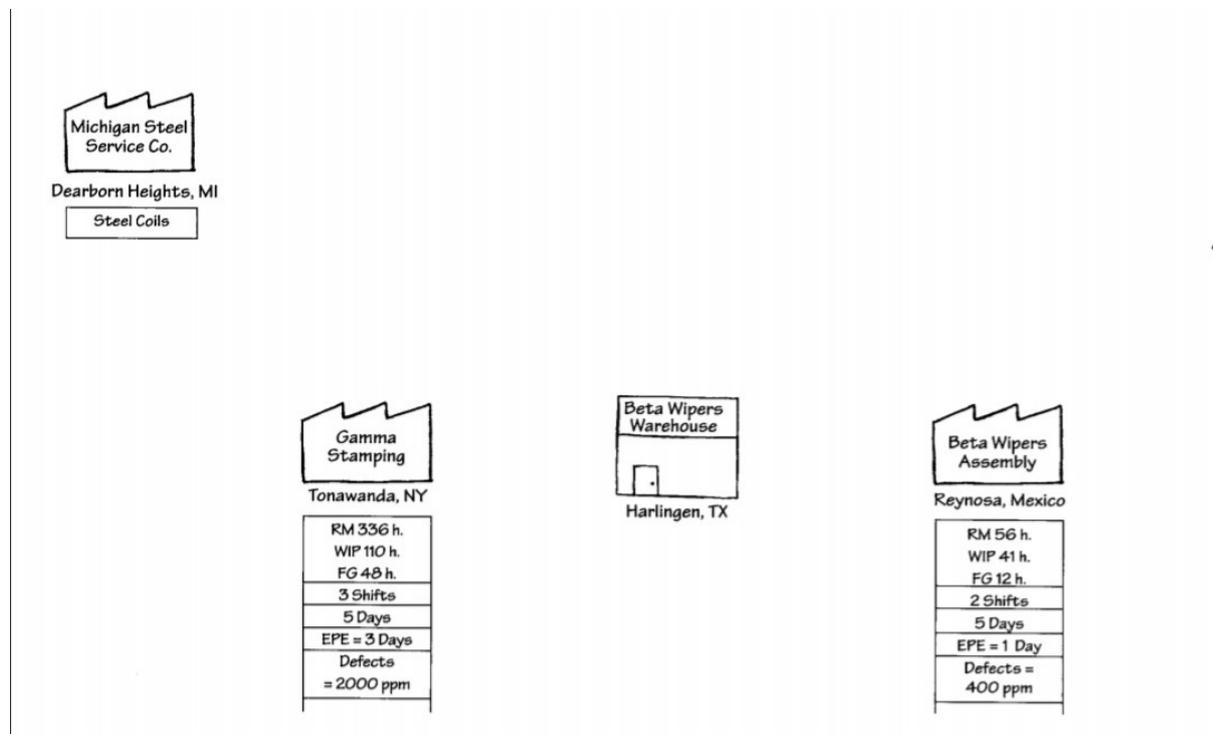


Figura 31: Icona di magazzino (warehouse)

Molto presto si scoprirà che non è possibile raccogliere e riassumere con successo le informazioni necessarie per migliorare il flusso di valore senza disegnare mappe dettagliate del flusso di valore, all'interno della fabbrica, per i prodotti mentre si spostano attraverso le strutture di produzione.



Current State Map Showing All Facilities and Data Boxes

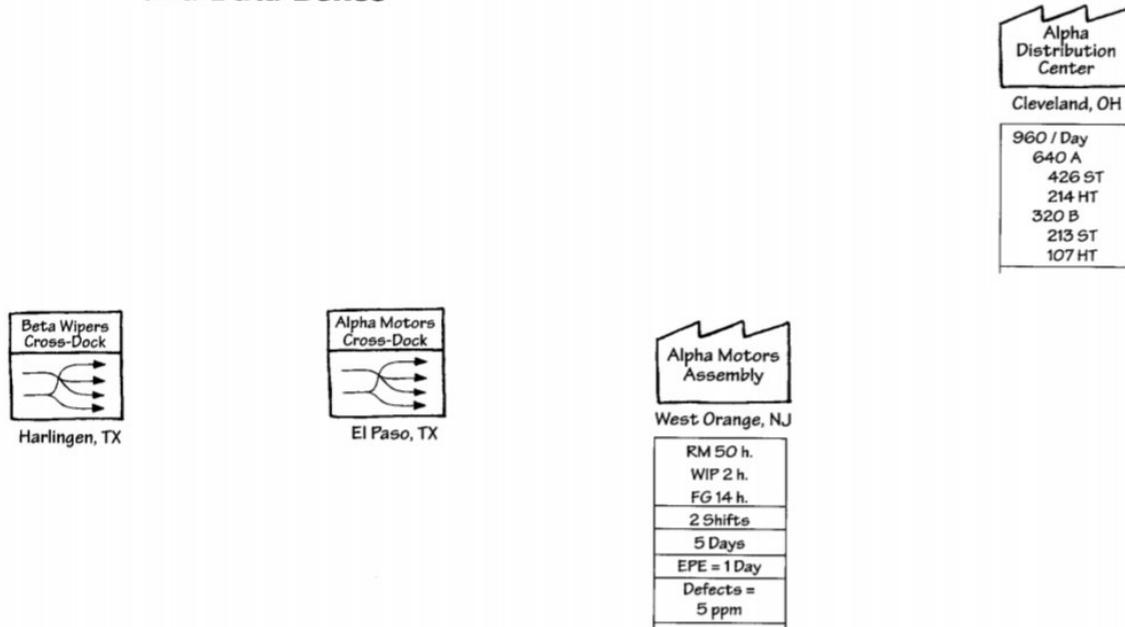


Figura 32: Mappa dello stato attuale che mostra tutte le strutture e le caselle dati

Si noti che le caselle dati sotto ogni struttura contengono i dati sulle scorte, la quantità di tempo produttivo, la frequenza del ciclo produzione e il livello di difetto. Osservando quanto riportato nelle caselle dati, viene fuori una tendenza degna di ulteriore esame. Si veda come la qualità è peggiore ad ogni gradino del flusso di valore, un fenomeno comune praticamente in ogni settore oggi.

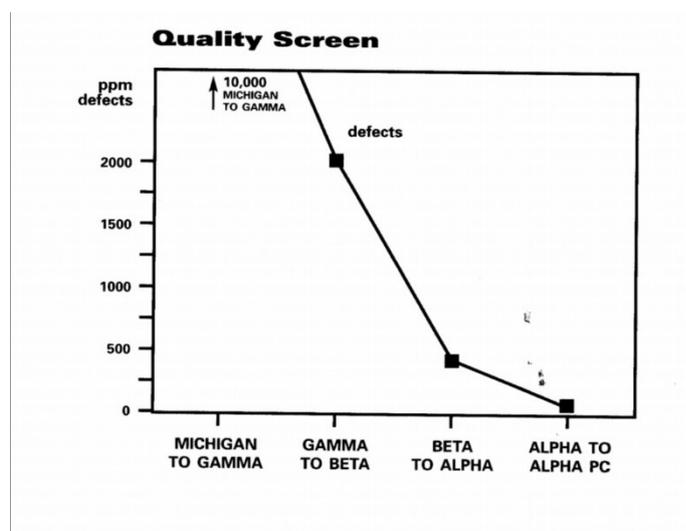


Figura 33: Andamento della qualità

Ciò significa che per ottenere 5 difetti per milione (poiché *Alpha Assembly* mette insieme 250.000 veicoli all'anno con due tergicristalli per veicolo, ciò vuol dire che due o tre tergicristalli all'anno vengono rifiutati all'ispezione finale, di solito per graffi nella finitura), il prodotto scorre attraverso una serie di schermi di qualità in ciascuna struttura, la cui cache si traduce in scarti e costi di ispezione. La pendenza sarà sicuramente ridotta negli stati futuri. Il grafico sarà posizionato nell'angolo in basso a destra della mappa.

Il passaggio successivo è aggiungere i collegamenti di trasporto tra le fabbriche. Per fare ciò, potrebbero essere necessarie icone di navi, treni e aeroplani, oltre all'icona del camion vista nel capitolo 1.



Figura 34: Icona aeroplano



Figura 35: Icona treno

In questo esempio, si utilizza l'icona dell'aeroplano con una linea tratteggiata per le spedizioni accelerate per via aerea e un'icona del camion con lo stesso stile della linea tratteggiata per quelle spedite con il camion. Sotto ciascuno dei collegamenti di trasporto si registra la distanza in miglia, la dimensione del lotto di spedizione e la percentuale di consegne difettose come riportato dal cliente. Man mano che vengono tracciati questi flussi il team dovrebbe notare un ulteriore punto: la tendenza delle spedizioni difettose (in ritardo, in anticipo o errate). Si noti che più alto è il flusso di valore della struttura, più è probabile che si effettuino spedizioni difettose.

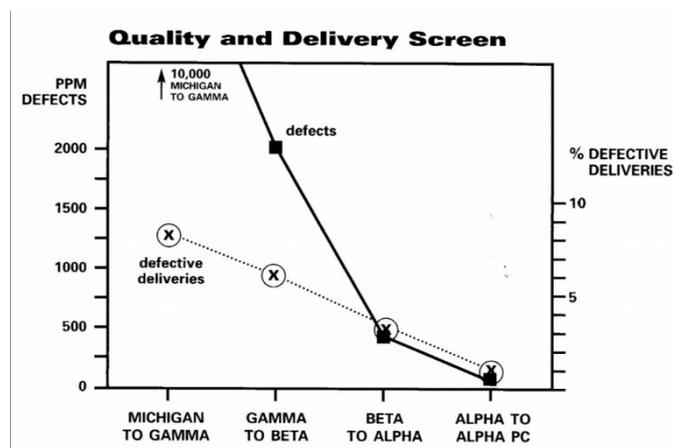
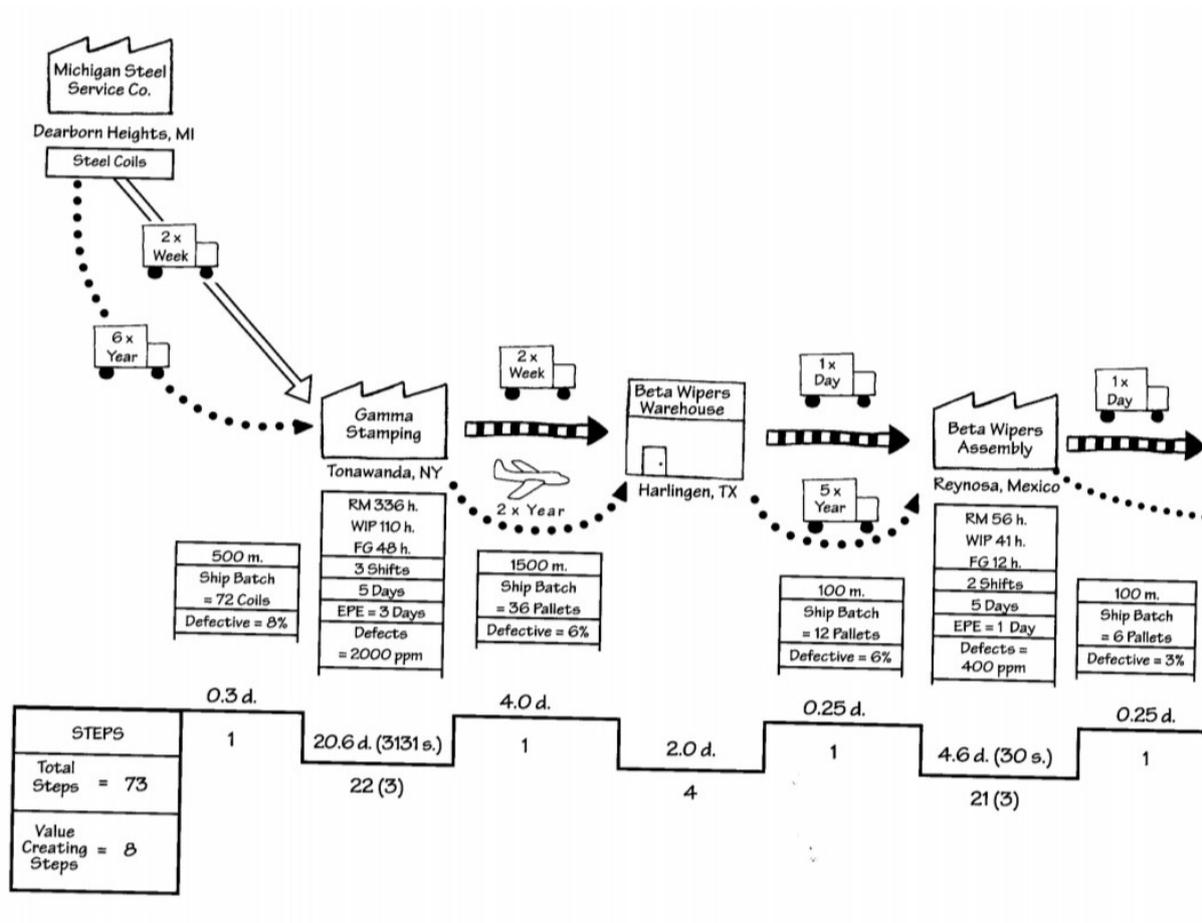


Figura 36: Schermata di qualità e consegna

Infine, si può disegnare una linea di tempo e “passi” lungo la parte inferiore della mappa. Si osservi che la prima cifra sopra ogni segmento di questa linea è il tempo totale all’interno di ogni struttura e lungo ogni collegamento di trasporto, mentre la cifra tra parentesi a destra è il tempo che crea valore. Il primo numero sotto ogni segmento della linea mostra le azioni totali (passi) intraprese sul prodotto in ogni struttura e collegamento di trasporto, con le azioni di creazione di valore mostrate a destra tra parentesi.



Current State Showing all Facilities, Transport Links, Defects & Delivery, and Time-and-Steps Line

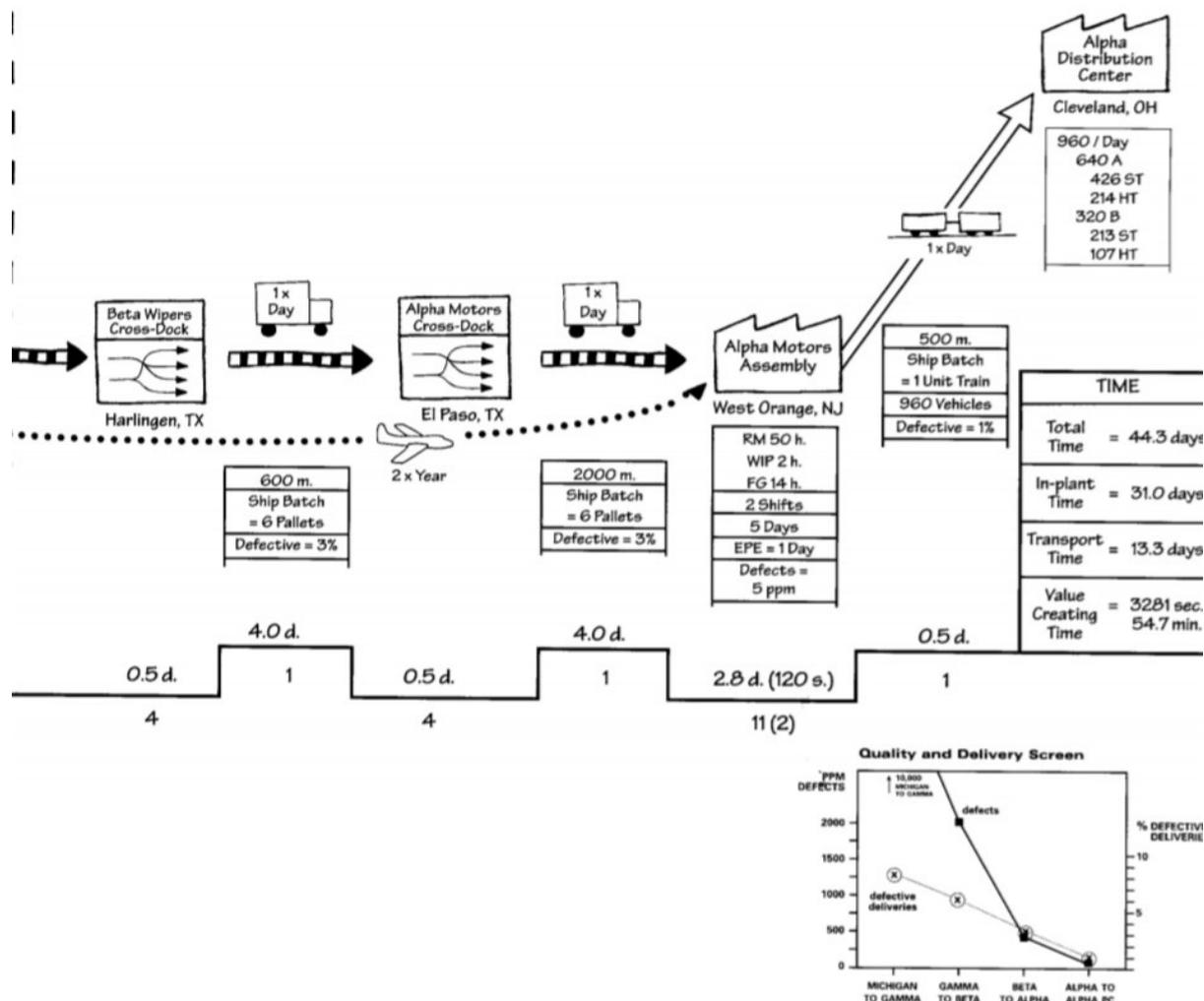


Figura 37: Mappa del flusso fisico del prodotto

Giunti a questo punto, il passaggio successivo riguarderà la mappatura del flusso di informazioni, che risulta essere la parte più complicata da mappare. Comprendere appieno i metodi di gestione delle informazioni di tutte le aziende coinvolte è molto difficile, non sorprende che pochissimi manager di linea sembrano avere conoscenza utile di come le informazioni vengano gestite su scala macro. Data questa realtà, si dovrebbe iniziare da dove gli ordini entrano nel sistema e seguire il flusso degli ordini da un reparto all'altro, prima attraverso l'azienda più a valle e poi a monte attraverso le aziende fornitrici. Per disegnare

effettivamente la parte informativa della mappa estesa si avrà bisogno di un'icona aggiuntiva per il controllo della produzione, un'icona a forma di terminale di computer.

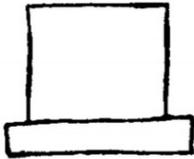
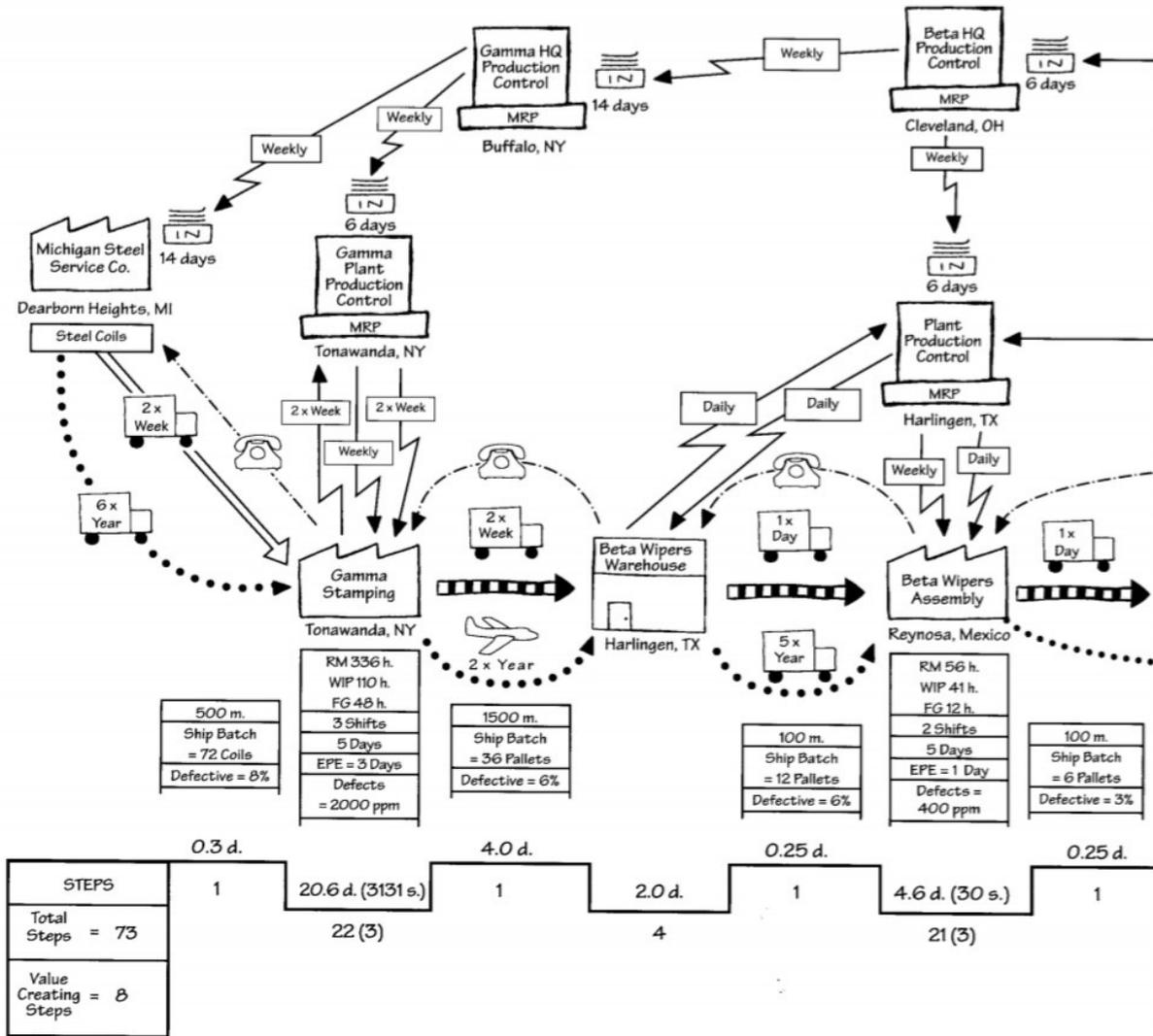


Figura 38: Icona terminale di computer

In questo esempio, il primo di questi è per *Alpha Motors Sales Order Bank*. Ora gli ordini vengono aggregati e inseriti nell'inventario ed infine rilasciati a monte alle diverse aziende e reparti. In questo caso, le informazioni importanti sono il programma fisso settimanale e il rilascio di spedizione giornaliero perché questi effettivamente attivano la produzione nelle strutture e le spedizioni tra le strutture.

Bisogna notare che dal punto di vista del cliente finale nessuna delle fasi di elaborazione delle informazioni crea alcun valore. Tuttavia, la maggior parte dei manager ha implicitamente accettato l'idea che le informazioni per il controllo delle operazioni siano rifiuti necessari.

Current State Map Showing Information Flow



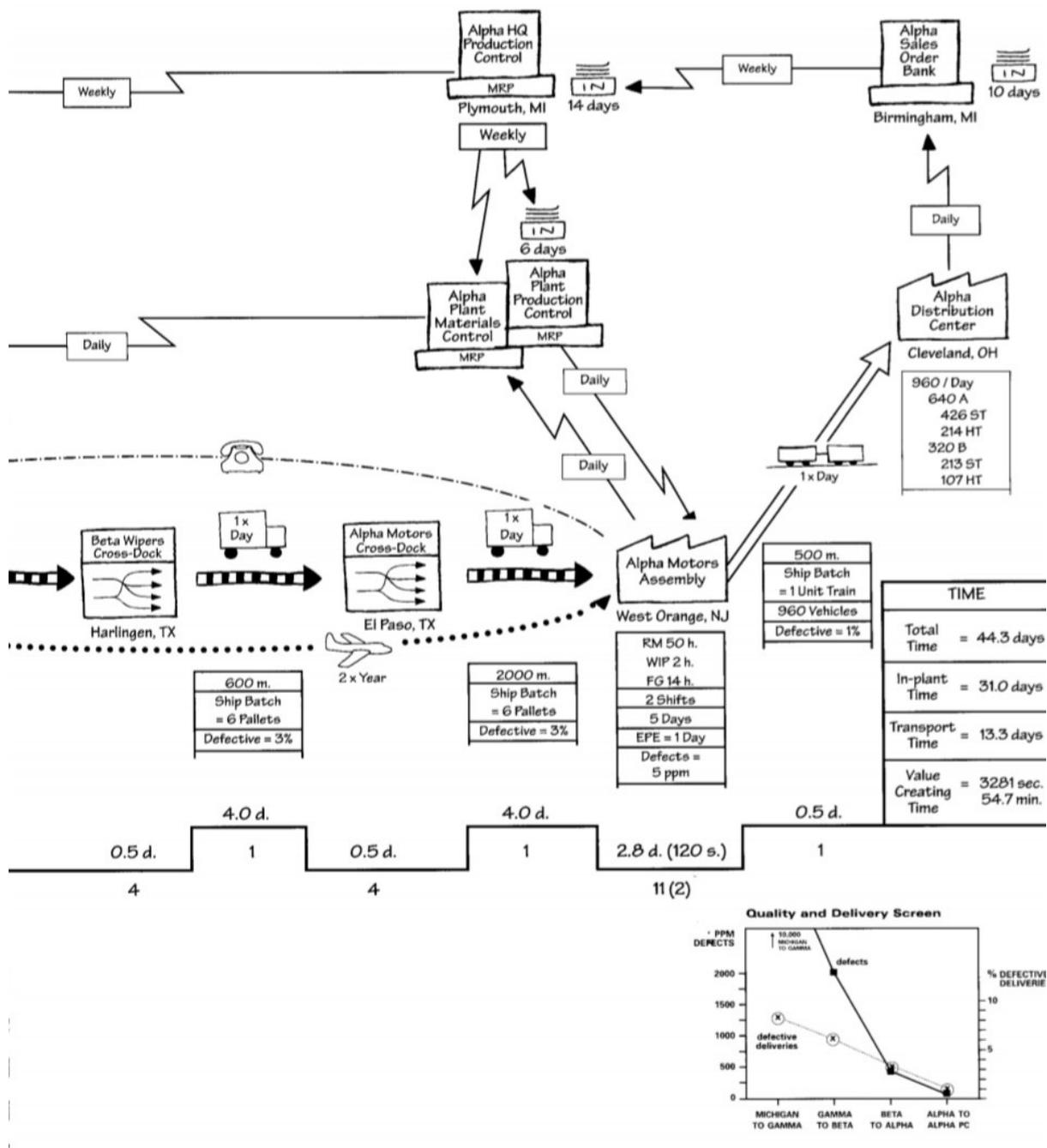


Figura 39: Mappatura delle informazioni

Negli stati futuri e nello stato ideale si mostrerà come, poiché le informazioni sugli ordini settimanali scorrono nella parte superiore della mappa dalla sede centrale alla sede centrale, fluiscono anche da ciascuna sede fino ai reparti di controllo della produzione dell'impianto in cui sono impostati i programmi settimanali per ogni stabilimento. Ad esempio, il controllo di produzione di *Alpha Motors* prende i programmi dal controllo della produzione della sede centrale di Alpha, li esegue attraverso il suo sistema computerizzato di pianificazione dei

fabbisogni (MRP) e crea una pianificazione in anticipo di sei giorni per l'impianto di assemblaggio. Questo programma è completamente in sequenza e tiene conto dei vincoli di bilanciamento della linea. Dunque, questi programmi vengono rilasciati a livello di stabilimento. Allo stesso tempo, le informazioni vengono anche inviate a monte, dai reparti di controllo dei materiali a livello di stabilimento sottoforma di rilasci di spedizione giornalieri. Queste quantità di rilascio giornaliero si basano sui tempi di consegna degli ordini noti e sulle scorte che si ritiene siano disponibili presso l'impianto a valle. Da ciò è evidente che ci sono due flussi di informazioni separati in arrivo in ogni stabilimento: il programma settimanale dal reparto di controllo della produzione di ciascuna azienda e il rilascio giornaliero da parte del cliente. Spesso questi flussi non sono sincronizzati con precisione. Quindi entra in gioco un terzo ciclo di gestione delle informazioni, che è la comunicazione diretta tra il reparto di movimentazione dei materiali nell'impianto a valle e il reparto di spedizione nell'impianto a monte. Questo collegamento diretto avviene tramite una linea telefonica vocale e viene tracciato sulla mappa con una linea tratteggiata e l'icona di spedizione delle informazioni: un telefono vecchio stile.



Figura 40: Icona di spedizione delle informazioni

Nell'ultimo anno, *Alpha Motors Sales Order* ha inviato ordini settimanali molto stabili che richiedono 960 veicoli al giorno, cinque giorni lavorativi alla settimana al controllo di produzione della sede centrale di Alpha. Adeguando l'orario e facendo gli straordinari alla fine di ogni turno, se necessario, la produzione di *Alpha Motors Assembly* varia solo del 5% circa delle 960 unità pianificate per ogni giorno e tutti i veicoli costruiti vengono spediti sul treno giornaliero all' *Alpha Distribution Center*.

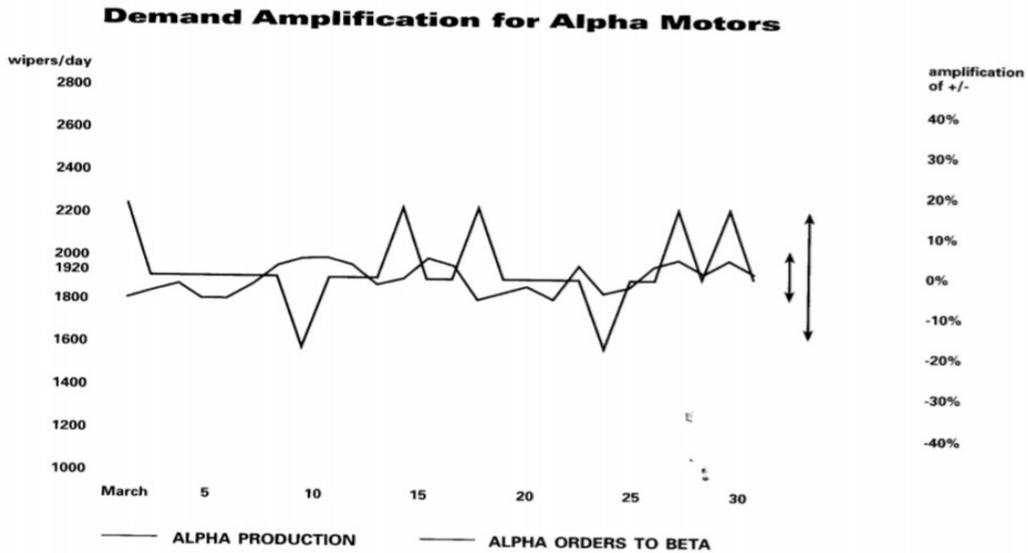


Figura 41: Amplificazione della domanda per Alpha Motors

Allo stesso modo, il mix di modelli (A vs B) varia solo del 5% circa ogni giorno, così come il mix di tergicristalli (Standard Trim con vernice piatta vs High Trim con vernice lucida). Tuttavia, mentre si tracciano i dati di produzione e ordine, si nota che l'ampiezza dei cambiamenti sia nella produzione che nei rilasci aumenta notevolmente da stabilimento a stabilimento. Piccole variazioni nella produzione di *Alpha Motors Assembly* diventano molto più grandi quando si raggiunge lo stabilimento di assemblaggio di *Beta Wipers*.

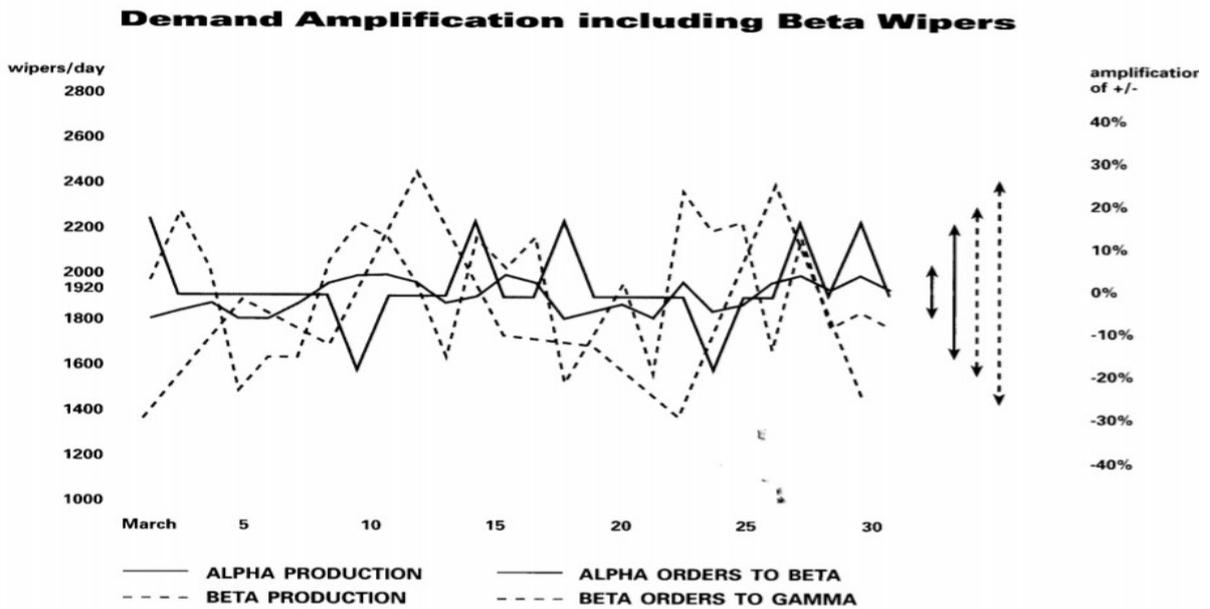


Figura 42: Amplificazione della domanda per Beta Wipers

Una volta raggiunta *Gamma Stamping*, si vedrà che le variazioni sono molto grandi. In effetti, i rilasci di *Gamma Stamping* a *Michigan Steel* variavano di quasi il 40% nel mese precedente l'arrivo del team di mappatura.

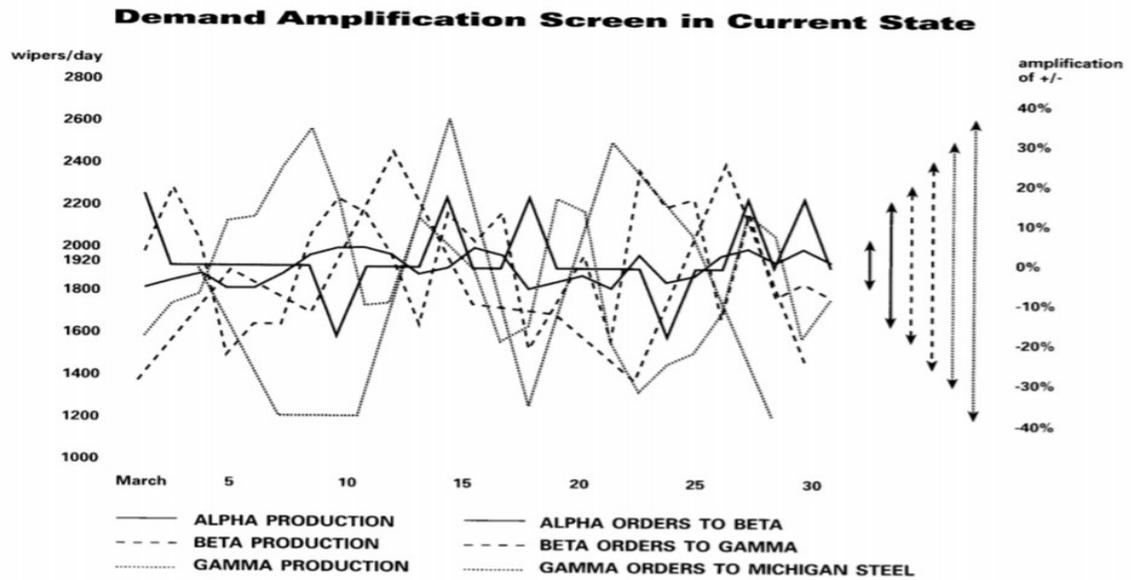
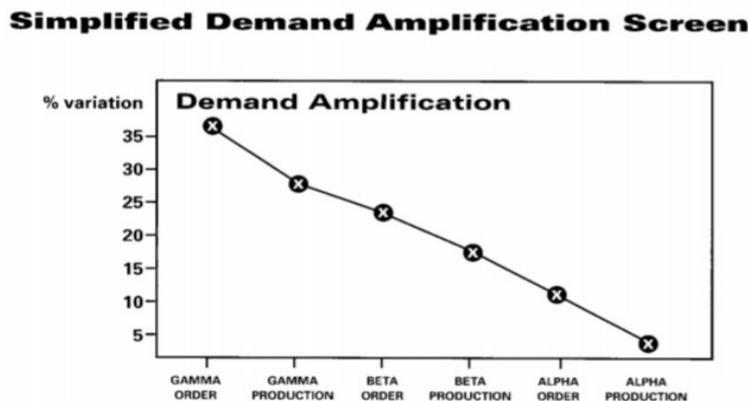


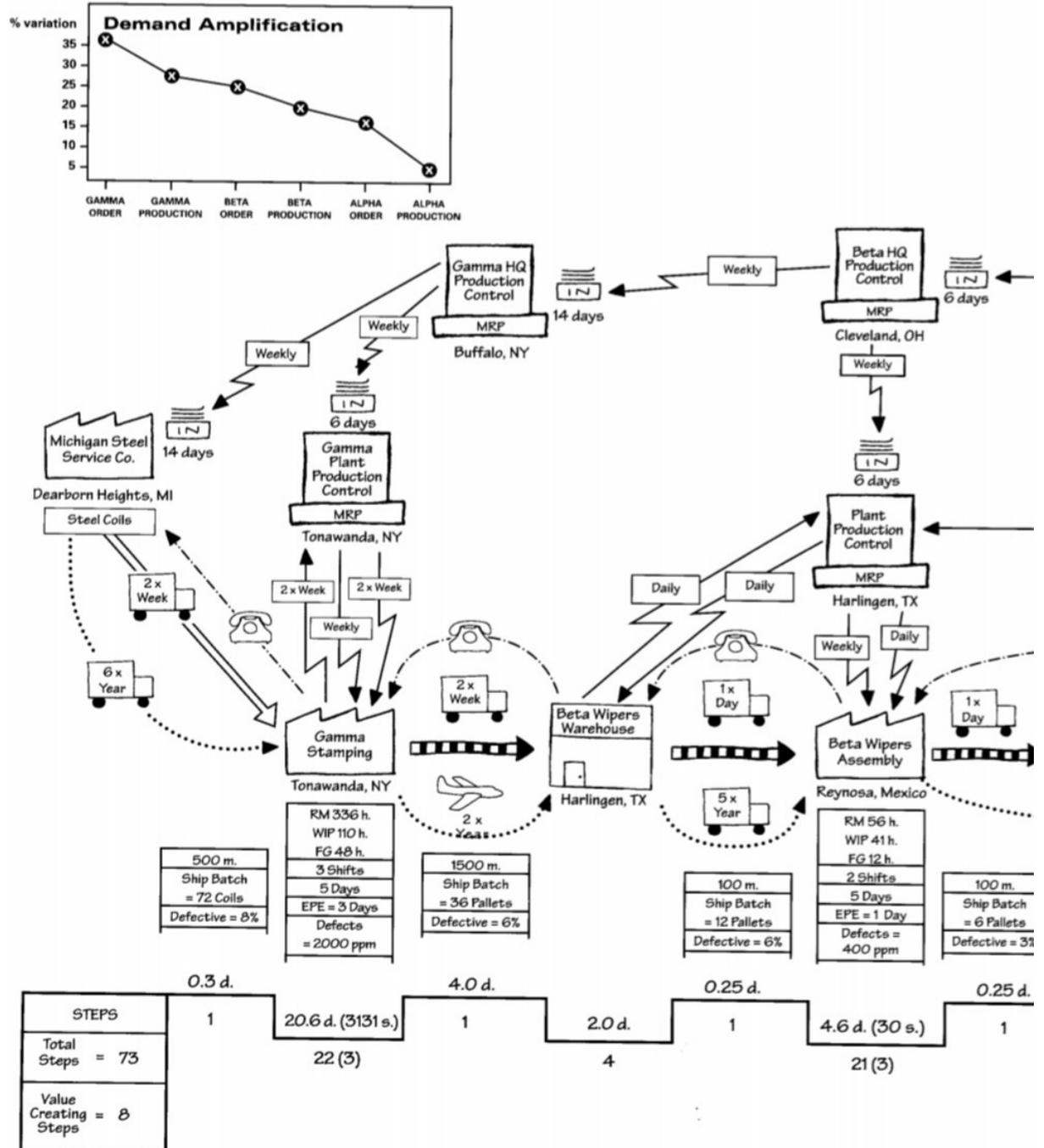
Figura 43: Grafico di amplificazione della domanda per lo stato attuale

Per rendere più chiaro questo fenomeno, si riassume la variazione percentuale massima nella produzione giornaliera e nei rilasci giornalieri nell'ultimo mese per la funzione di *cache* e li si allinea in un grafico di amplificazione della domanda semplificato.



Per gestire il flusso irregolare degli ordini, Beta, Gamma e Michigan Steel devono mantenere una capacità di produzione aggiuntiva o trasportare grandi stock di prodotti finiti in magazzino o deludere i clienti a valle per una frazione significativa di tempo. Ovviamente quest'ultima inaccettabile per i fornitori del settore automobilistico. Dunque, si veda come le implicazioni

di costo dell'amplificazione della domanda sono evidenti nella quantità di scorte extra nel flusso di valore. Ma allora ci si chiede: perché esiste questa variazione crescente? La risposta è che i problemi di produzione si verificano in ogni impianto, anche il più snello!



Final Current State Map Showing Demand Amplification

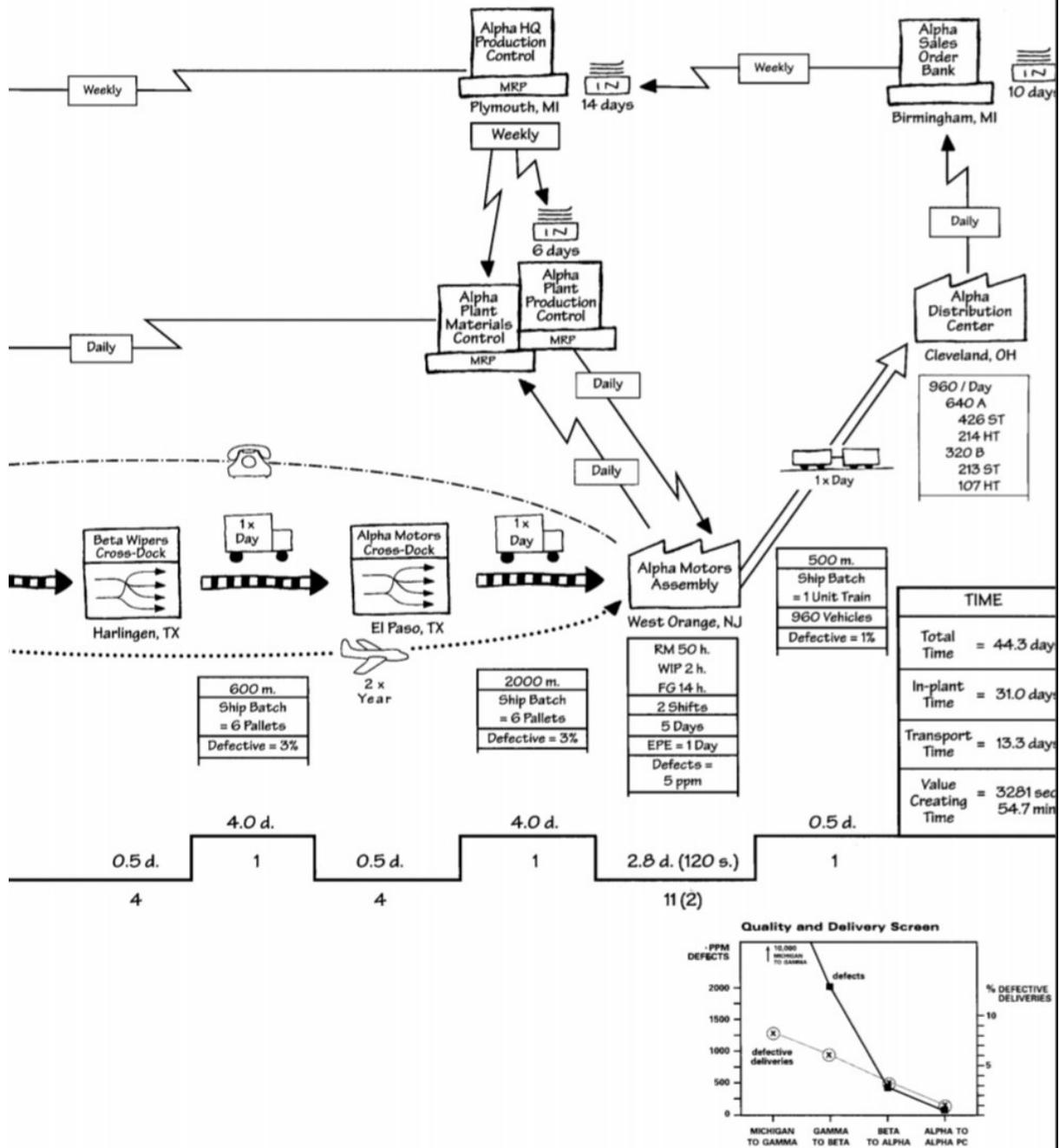


Figura 44: Mappa finale dello stato attuale

Si è giunti alla fine della mappatura dello stato corrente. La domanda che sorge spontanea è: a cosa si assiste quando si vede il tutto? Riguardo ai flussi fisici, si noti che sono necessari 44,3 giorni e 73 azioni sul prodotto per ottenere 3,281 secondi (54,7 minuti) di creazione di valore coinvolgendo solo 8 azioni. Ciò significa che il 99,9992% del tempo trascorso e l'89% delle

azioni totali, sebbene attualmente inevitabili, non hanno alcun valore per il cliente. Per quanto riguarda le informazioni sulla domanda dei clienti, si osservi che le informazioni sugli ordini vengono gestite fino a 17 volte e archiviate per un massimo di 58 giorni in coda.

Current State Summary

	Current State
Total Lead Time	44.3 days
Value Percentage of Time (value creating time to total time)	0.08%
Value Percentage of Steps (value creating steps to total steps)	11%
Inventory Turns	5
Quality Screen (defects at the downstream end over defects at the upstream end)	400
Delivery Screen (% defective shipments at the downstream over % defective shipments at upstream end)	8
Demand Amplification Index (% change in demand at downstream end over % change in demand at upstream end)	7
Product Travel Distance (miles)	5300

Figura 45: Riepilogo dello stato attuale

Infine, bisogna notare che per quanto efficaci le varie funzioni, (operazioni di controllo della produzione, logistica, ingegneria di produzione, qualità e acquisti), possono essere nel raggiungimento dei propri obiettivi, non sono affatto efficaci nel supportare questo prodotto nel suo percorso verso il cliente. L'aspetto diagnostico funzionale del processo di mappatura esteso, rivela quindi azioni gravemente malfunzionanti lungo tutto il flusso di valore.

3.4 Principi di un flusso di valore snello

Una volta conclusa la mappatura dello stato corrente, ci si chiede come dovrebbe essere un flusso di valore esteso snello. Si suppone che, tutti nell'intero flusso di valore dovrebbero essere consapevoli del tasso di consumo del prodotto da parte dei clienti alla fine del flusso. Si ricordi che a guidare la velocità di produzione necessaria minuto per minuto, per soddisfare le richieste del cliente a valle, è il *takt time*. Ovviamente quest'ultimo varierà da una struttura all'altra. Ad esempio, il *takt time* presso l'impianto di assemblaggio *Alpha Motors* è di 60 secondi, mentre è di 30 secondi nell'impianto di assemblaggio *Beta Wipers*. Tuttavia, ogni struttura lungo il flusso deve essere a conoscenza del tasso di consumo finale per calcolare il *takt time* specifico dell'impianto. La produzione in ogni fase a monte dovrebbe funzionare in media alla stessa velocità, adeguata alla quantità di tempo di produzione disponibile in ciascuna fase e alla necessità di effettuare più copie di alcuni prodotti da incorporare nei beni a valle.

Ogni volta che si vede un modello cronico di tassi di produzione sbilanciati in strutture diverse, si sa di non avere un flusso di valore snello. Ciò che ogni impianto dovrebbe produrre ogni mattina è un mix equilibrato di ciò che il prossimo impianto a valle richiede per la consegna di questo pomeriggio o domani. Conoscere i cambiamenti nel consumo effettivo alla fine del flusso è estremamente importante per la pianificazione della capacità, ma non è sufficiente per controllare la produzione oggi.

Quello che si apprende dal confronto dei tassi di produzione a monte con il consumo effettivo a valle è quanto fedelmente il sistema di controllo della produzione stia inviando a monte la vera domanda del cliente ("segnale") rispetto alla domanda distorta ("rumore"). Se c'è un rumore significativo, che produce "amplificazione della domanda" non correlata ai desideri del cliente, è necessario adottare misure per eliminare queste rotazioni negli stati futuri.

Questo inventario consisterà nella quantità minima di (1) materie prime, (2) prodotti in lavorazione e (3) prodotti finiti necessari per supportare le esigenze del cliente successivo a

valle data (a) la variabilità della domanda a valle, (b) la capacità dei processi a monte e (c) l'inventario richiesto tra le fasi di lavorazione a causa delle dimensioni dei lotti e delle quantità di spedizione. Toyota chiama le quantità minime di inventario necessarie per supportare i clienti in un flusso di valore, in qualsiasi momento, l'inventario standard. Lo standard viene calcolato per ciascuna categoria di inventario a seconda della sua funzione nel flusso.

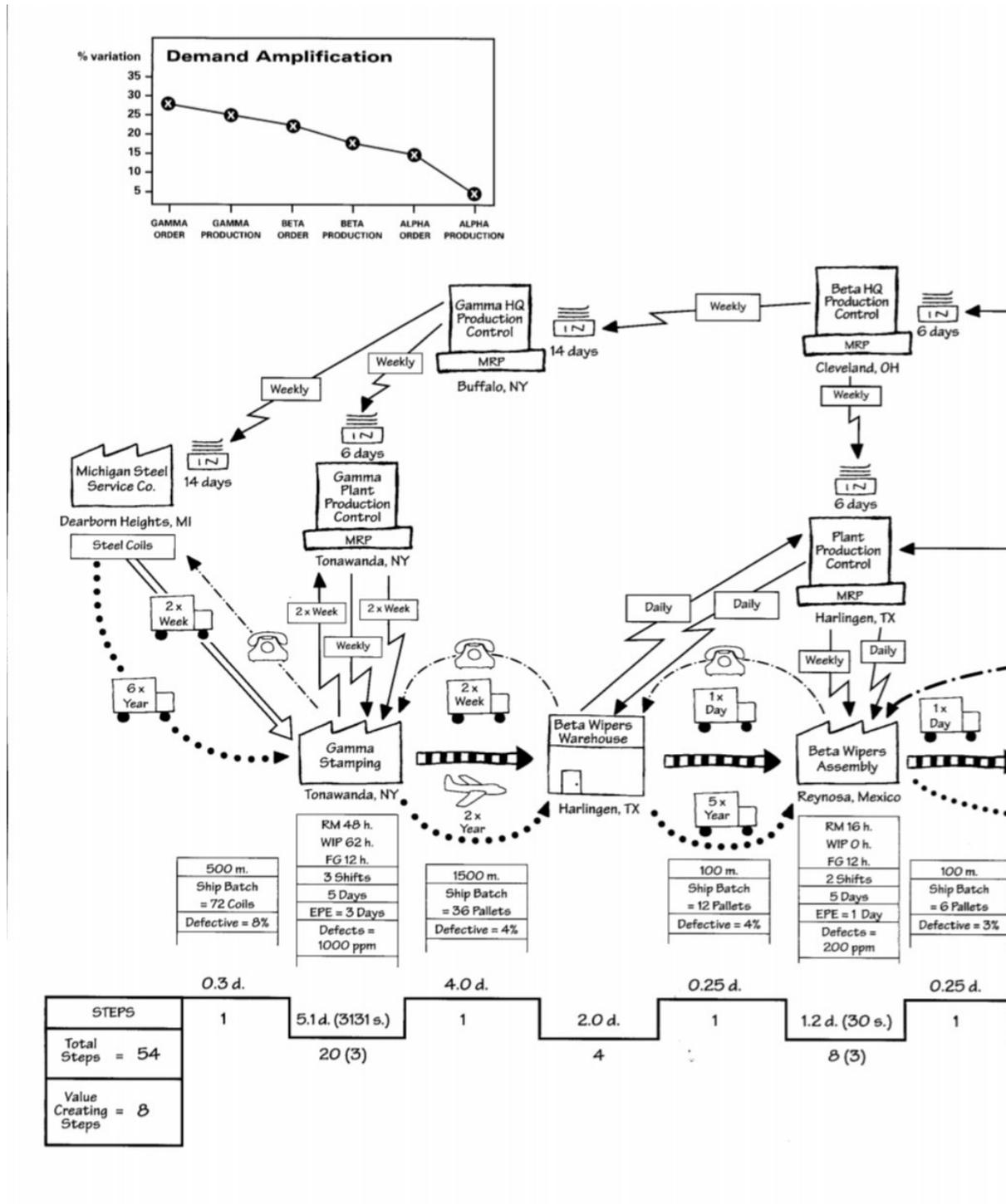
Il punto chiave è che il team elabori un piano strategico per ogni parte in uno stato futuro, descrivendo le ragioni per mantenere determinate quantità di materiali e merci in luoghi specifici come inventario standard. Così facendo il team decide di aumentare effettivamente la quantità di inventario in un'area di prodotti finiti a valle vicino al punto di programmazione, sia come scorta tampone che come scorta di sicurezza. Ciò previene l'amplificazione della domanda che viaggia a monte e facilita la riduzione dei materiali in lavorazione e delle materie prime a un livello molto basso negli impianti a monte.

Una terza caratteristica riguarda il minor numero possibile di collegamenti di trasporto tra le fasi del processo di produzione. Su ogni collegamento di trasporto, bisogna chiedersi: è davvero necessario? In generale, si vogliono eliminare i trasporti piuttosto che accelerarli. Una quarta caratteristica del flusso di valore snello esteso sarà il tempo di consegna più breve possibile. Più breve è il *lead time*, più è probabile che l'intero flusso di valore possa rispondere a ordini reali piuttosto che a previsioni imprecise. Una quinta caratteristica è l'elaborazione di informazioni il meno possibile con segnale puro e nessun rumore nei flussi di informazione che rimangono.

Giunti a questo punto, si prosegue con la mappatura degli stati futuri. Si andrà a creare un flusso di valore continuo (Stato Futuro 1) e, in seguito, si cercherà di livellare il flusso e di ridurre la necessità di tamponi introducendo circuiti di feedback diretti con meccanismi di livellamento per le informazioni che fluiscono da ciascun cliente a valle al precedente produttore a monte (Stato Futuro 2).

3.5 Future State 1

Cosa dovrebbe essere fatto per creare uno stato futuro migliore? Ricordando quanto detto nel capitolo 1, il punto di partenza più semplice è creare stati futuri all'interno delle singole strutture disegnando e quindi realizzando uno stato futuro simile a quello descritto precedentemente. Creare uno stato futuro all'interno delle singole strutture non è troppo oneroso in quanto sono necessari pochi investimenti di capitale.



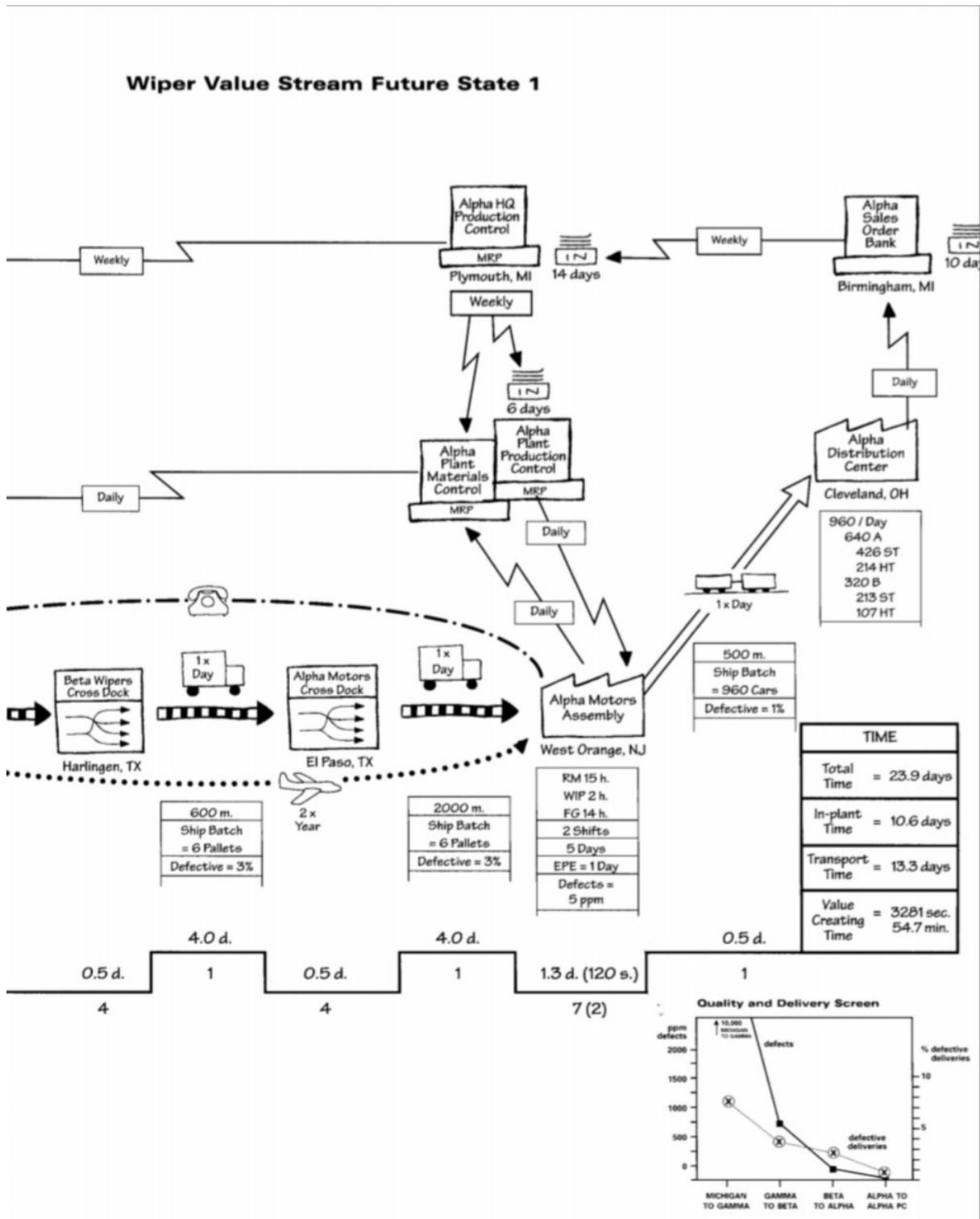


Figura 46: Mappa dello stato futuro1

In *Alpha Motors Assembly* è stato possibile eliminare un'operazione di *kitting*⁸ e consegnare le parti direttamente dal ricevimento alla linea. Allo stesso tempo, è stato introdotto un semplice

⁸ Kitting: strategia logistica che consiste nel raggruppare in un set le singole parti necessarie per l'assemblaggio di un prodotto, creando un pacchetto detto appunto kit.

sistema di trazione tra l'assieme finale e il sottoinsieme tergicristallo per dimezzare la quantità di inventario, uniformando il flusso. In *Beta Wipers* il team ha sfruttato l'approccio di un flusso continuo per ricollocare quattro attività precedentemente autonome in una cella riducendo al contempo il numero di addetti alla produzione necessari da cinque a tre. Infine, presso *Gamma Stamping*, la natura *batch*, ovvero di spinta, delle operazioni di stampaggio e verniciatura è stata accettata per il momento. Piuttosto che creare un flusso continuo, il team si è concentrato sull'introduzione di anelli di trazione livellati tra le operazioni e sulla riduzione dei tempi di *set-up*. Ciò ha permesso di realizzare lotti molto più piccoli, con frequenti rifornimenti dei supermercati a valle in piccole quantità. Si noti che la stessa mappa estesa sembra difficilmente cambiata. Tutte le caselle delle strutture e le frecce di flusso sono come erano. Tuttavia, le cifre di riepilogo nelle caselle dati ora sono notevolmente diverse come lo sono i dati nella casella di riepilogo nell'angolo in basso a destra. Nello specifico, il numero totale di passaggi è stato ridotto da 73 a 54 e il tempo di elaborazione totale è stato ridotto da 44 a 24 giorni.

Future State 1 Summary

	Current State	Future State 1
Total Lead Time	44.3 days	23.9 days
Value Percentage of Time (value creating time to total time)	0.08%	0.16%
Value Percentage of Steps (value creating steps to total steps)	11%	15%
Inventory Turns	5	9
Quality Screen (defects at the downstream end over defects at the upstream end)	400	200
Delivery Screen (% defective shipments at the downstream over % defective shipments at upstream end)	8	8
Demand Amplification Index (% change in demand at downstream end over % change in demand at upstream end)	7	7
Product Travel Distance (miles)	5300	5300

Figura 47: Riepilogo Future State 1

A livello dell'impianto di stampaggio, di assemblaggio dei componenti e di assemblaggio finale, questi cambiamenti sono spesso davvero notevoli. Nel caso più eclatante dell'impianto di assemblaggio dei componenti *Beta Wipers* a Reynosa, il numero di passaggi è stato ridotto del 60% e il tempo di produzione è stato ridotto del 75%. Tuttavia, in termini di intero flusso di valore, come sperimentato dal cliente alla fine, la variazione di prestazioni è più contenuta: una riduzione del 25% del numero di passaggi e una riduzione del 46% del tempo di produzione totale, che è ancora molto più lungo di quanto il cliente finale sia disposto ad aspettare. Quindi l'intero flusso di valore sta ancora producendo una previsione piuttosto che un ordine confermato.

3.6 Future State 2

Quando il team raggiunge lo Stato Futuro 1, è tempo di fare il salto successivo. Questo consiste nell'introduzione di un tiro regolare e livellato insieme a frequenti spedizioni tra ciascuna delle strutture. Quello che si vuole fare è collegare ogni punto di utilizzo del prodotto in un impianto a valle con il precedente punto di produzione o spedizione nel successivo impianto a monte. In pratica, le quantità di spedizione saranno considerevolmente maggiori delle quantità minime di produzione, anche in un flusso di valore molto snello. Ad esempio, la quantità minima di spedizione di tergicristalli all'impianto di assemblaggio finale in questo caso è un pallet con 20 vassoi di bracci tergicristallo con ciascun vassoio contenente 16 bracci, per un totale di 320 tergicristalli. È semplicemente troppo costoso spedire vassoi singoli, tanto meno i singoli tergicristalli. La quantità minima di produzione, invece, sarebbe un vassoio da 16 bracci. Questo perché i tempi di installazione e i costi per alternare tra tergicristalli di tipo A e di tipo B nei due livelli di allestimento sono ora pari a zero presso lo stabilimento *Beta Wipers*, dopo l'implementazione dello Stato Futuro 1. Ma sarebbe comunque troppo costoso. Pertanto, per livellare la produzione nella misura massima possibile man mano che gli ordini tornano a monte, si vuole inviare segnali di produzione alla cella di lavoro Beta tramite vassoi anziché pallet e livellare questi ordini. Ad esempio, se 20 vassoi (un pallet) vengono ordinati da *Alpha Motors Assembly* con l'ordine composto da:

- 5 vassoi di tipo A, High Trim (che chiameremo parte 1);
- 5 vassoi di tipo B, High Trim (parte 2);
- 5 vassoi di tipo A, bassa rifinitura (parte 3);
- 5 vassoi di tipo B, bassa rifinitura (parte 4);

si vuole inviare questi ordini alla cella di assemblaggio Beta nella sequenza:

1/2/3/4/1/2/3/4/1/2/3/4/1/2/3/4/1/2/3/4 anziché nella sequenza:

1/1/1/1/1/2/2/2/2/2/3/3/3/3/3/4/4/4/4/4

Ripetendo questo processo di livellamento della produzione in ogni collegamento a monte, si smussa continuamente la produzione.

Alcune aziende installano sistemi *pull* su base rigorosamente manuale raccogliendo le carte *kanban* dai vassoi e telefonando o inviando via fax questi ordini alla successiva struttura a monte. Lì, le schede di segnale *kanban* vengono scritte e inviate al supermercato di prodotti finiti per assemblare la spedizione successiva. Un piccolo passo avanti nell'automazione comporterebbe l'uso di un lettore elettronico per scansionare le carte *kanban* dai vassoi vuoti e inviare queste informazioni attraverso una rete EDI (Electronic Data Interchange) al prossimo impianto a monte. Lì, nuove schede *kanban* potrebbero essere stampate e rilasciate al supermercato di prodotti finiti per essere inserite in vassoi e posizionate su pallet per la spedizione successiva. Le carte rimosse dai vassoi nel supermercato a monte mentre il prodotto viene spedito verrebbero quindi posizionate in un tipo di dispositivo di livellamento del carico (*heijunka*) prima della trasmissione a monte alla fase di elaborazione precedente. Un ulteriore passo avanti nell'automazione che è diventato interessante di recente è la sostituzione del collegamento EDI con un semplice sistema di trasferimento di informazioni basato sul web. La scansione del codice a barre e la stampa di nuove carte presso la struttura a monte rimangono le stesse, ma ora i dati vengono inviati via web.

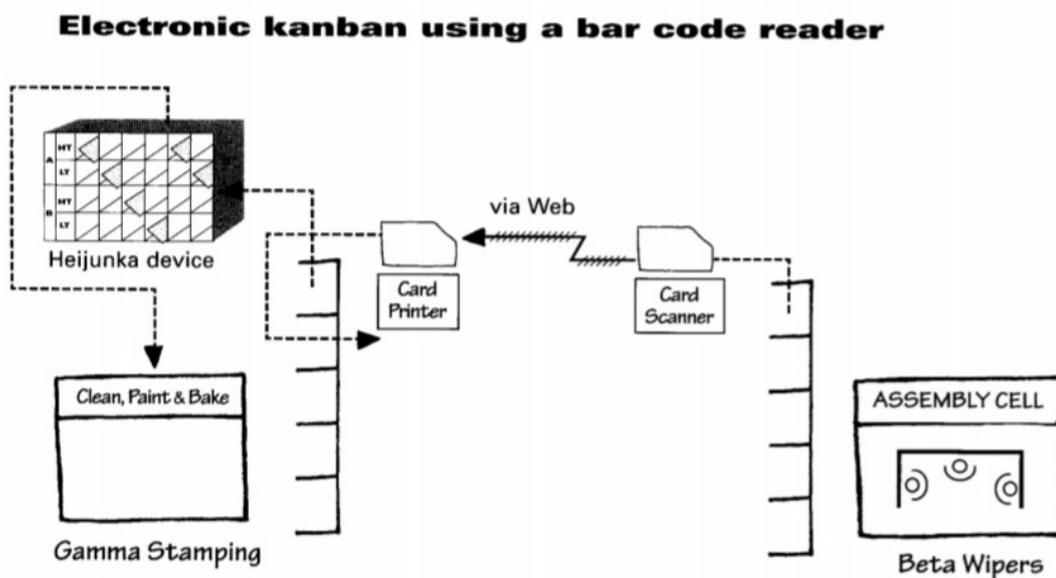
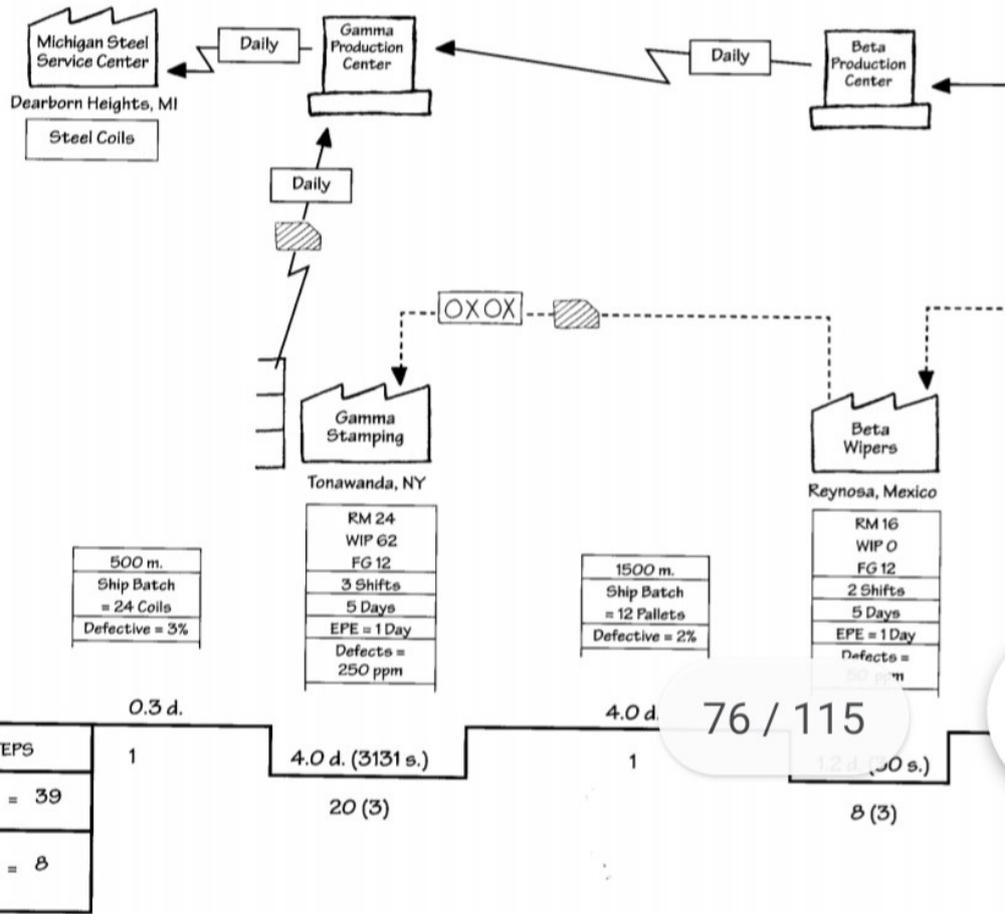
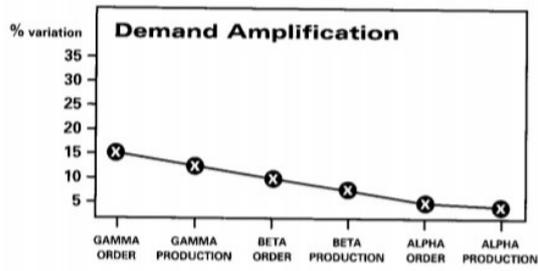


Figura 48: Electronic kanban

Si noti che le righe nella casella *heijunka* sono quattro tipi di parti in questa famiglia di prodotti mentre le colonne (in alto) sono per il passo (tasso) di prelievo delle carte per il trasporto al processo di verniciatura a monte.

Il nuovo sistema semplicemente, riordina in modo riflessivo dal successivo punto a monte ciò che ha appena consumato dal successivo punto a valle. Si osservi che *l'expediting loop* telefonico, che spesso era il vero sistema di pianificazione nello stato attuale e nello stato futuro 1, è ora scomparso.



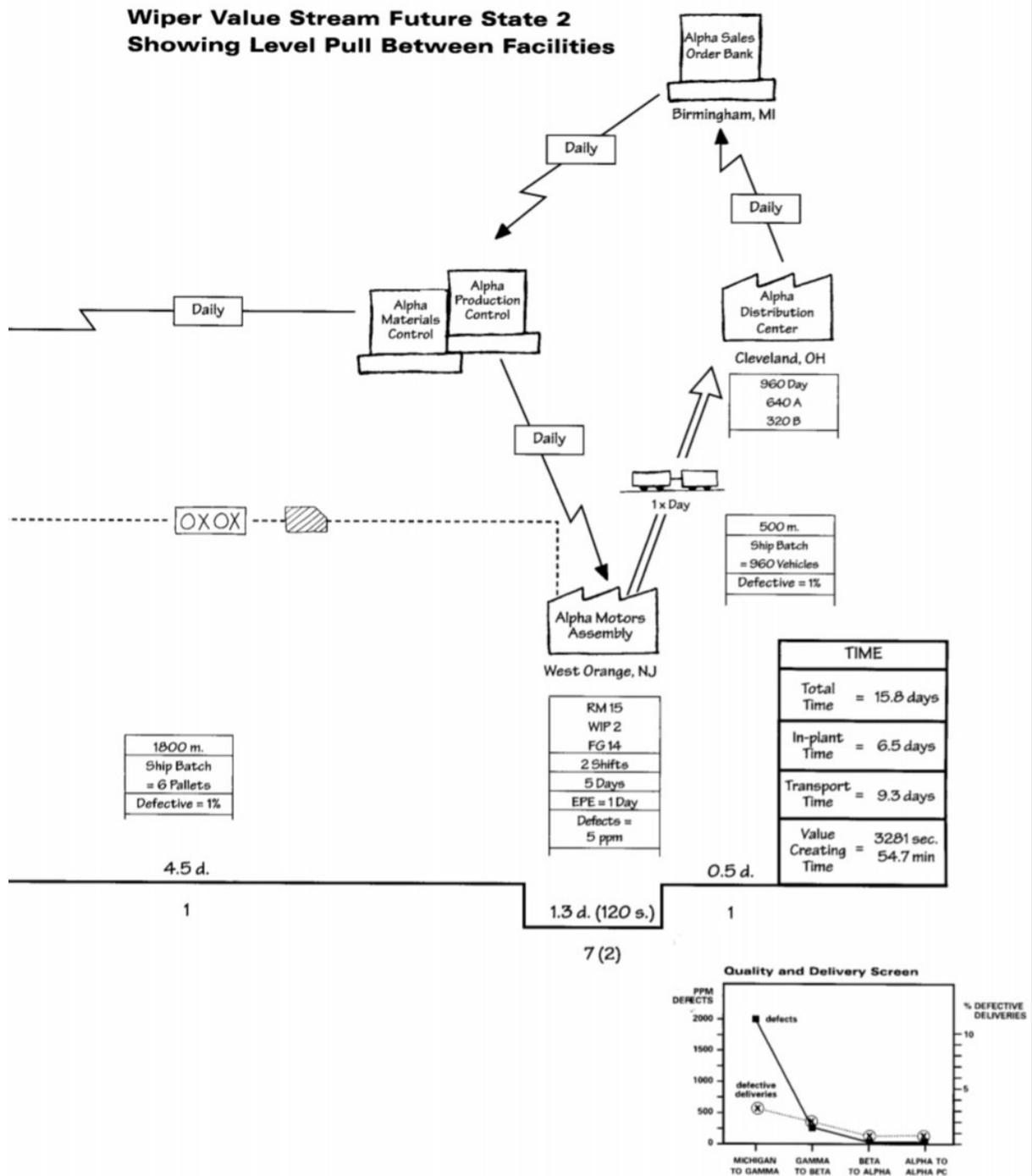


Figura 49: Mappa dello Stato Futuro 2

Si prevede con sicurezza che le prestazioni del flusso di valore come mappato in *Future State 2* sosterranno la conversione di sempre più famiglie di prodotti in semplici sistemi *pull* in modo che i sistemi di controllo della produzione eccessivamente complessi, comunemente in uso oggi, vengano gradualmente convertiti in un'attività in cui sono effettivamente utili.

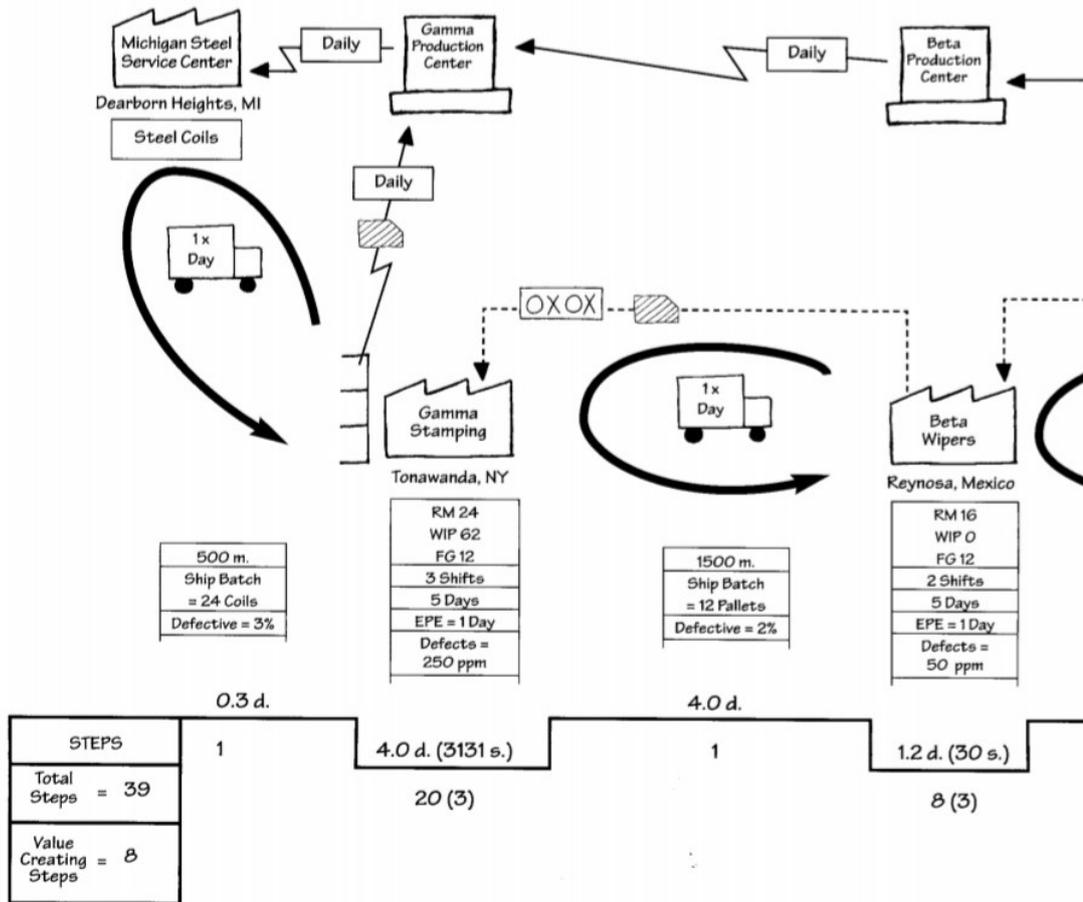
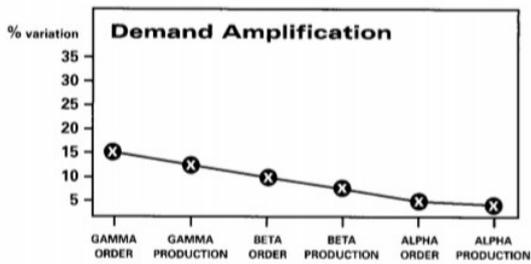
È necessario l'installazione di cicli di trasporto frequenti. Ciò può essere ottenuto convertendo le rare spedizioni dirette di autocarri tra due strutture in frequenti *milk run*⁹ che coinvolgono diverse strutture. Questo ha un ulteriore e sostanziale vantaggio. L'introduzione di *milk run* più frequenti permette di eliminare la sosta al magazzino *Beta Wipers* di Harlingen e la lunga escursione al cross dock *Alpha Motors* a El Paso.



Figura 50: Icona *milk run*

Si sostituisce l'icona di *milk run* per le frecce di spinta a strisce utilizzate per lo stato attuale e lo stato futuro 1.

⁹ Milk run: metodo di consegna delle scorte e delle materie prime tra il magazzino e le linee di produzione. Il sistema Milk run è solitamente un trasporto in-plant. Si basa sulla filosofia pull, mantenendo basse le scorte e facilitando la fornitura del materiale.



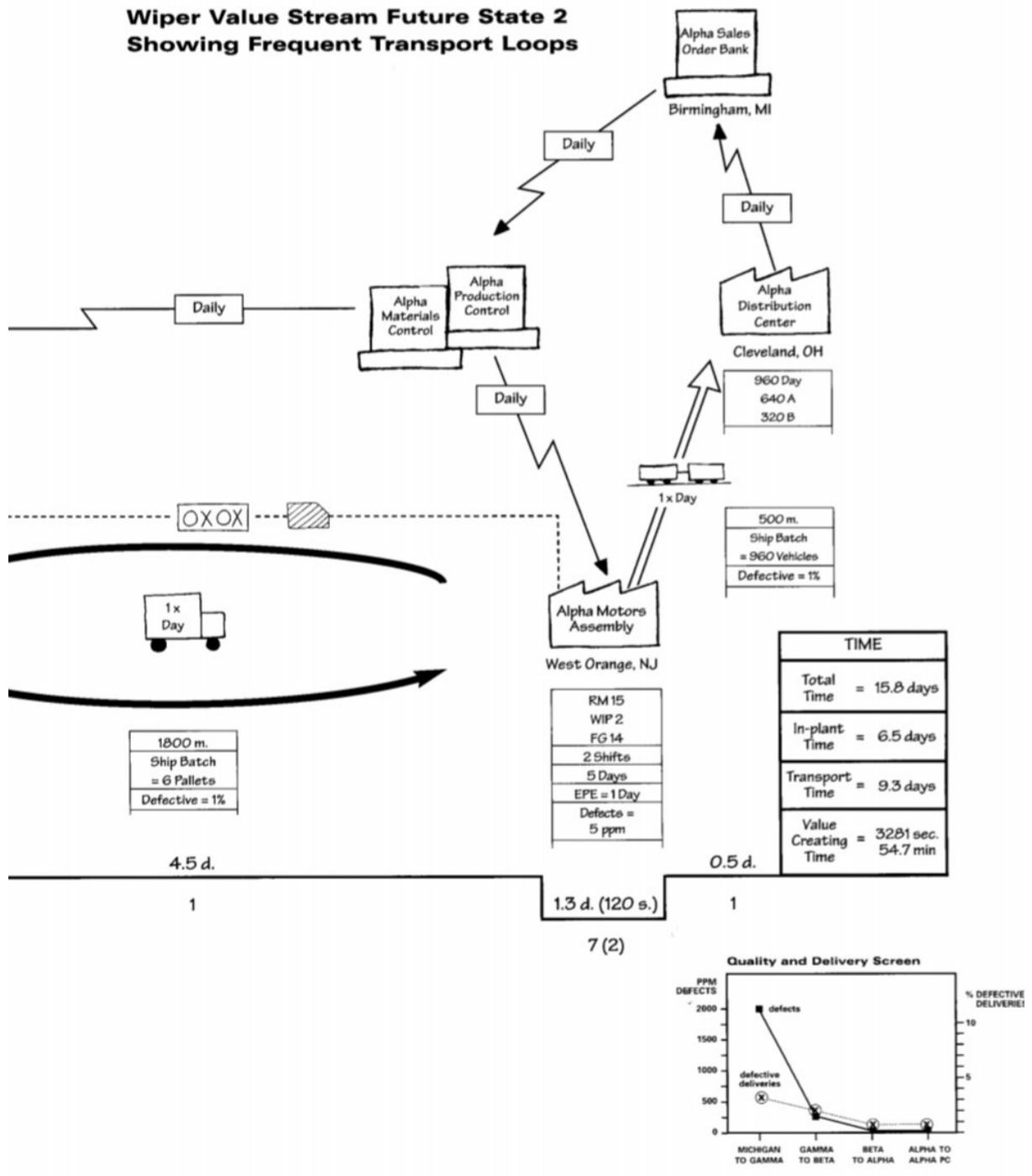


Figura 51: Mappa dello stato futuro 2 con l'inserimento di cicli milk run

La conseguenza dei segnali pull regolari e dei frequenti rifornimenti per gli 8 indicatori delle prestazioni del flusso di valore è mostrata nelle caselle di riepilogo sulla mappa dello stato futuro 2 e nel grafico sottostante.

Future State 2 Summary

	Current State	Future State 1	Future State 2
Total Lead Time	44.3 days	23.9 days	15.8 days
Value Percentage of Time (value creating time to total time)	0.08%	0.16%	0.6%
Value Percentage of Steps (value creating steps to total steps)	11%	15%	21%
Inventory Turns	5	9	14
Quality Screen (defects at the downstream end over defects at the upstream end)	400	200	50
Delivery Screen (% defective shipments at the downstream over % defective shipments at upstream end)	8	8	3
Demand Amplification Index (% change in demand at downstream end over % change in demand at upstream end)	7	7	5
Product Travel Distance (miles)	5300	5300	4300

Figura 52: Riepilogo Sato Futuro 2

Il cambiamento più sorprendente da *Future State 1* a *Future State 2* è la drastica riduzione dell'amplificazione della domanda, dei problemi di qualità e delle spedizioni in ritardo man mano che gli ordini tornano a monte.

3.7 Ideal State Map

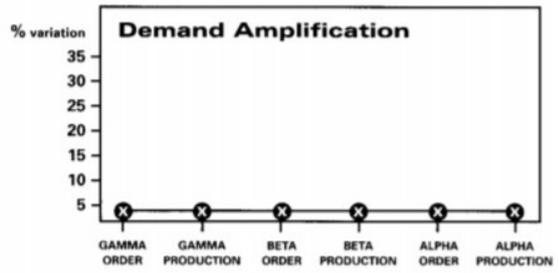
Sebbene il team del flusso di valore abbia ridotto il numero di passaggi da 73 a 39, ridotto il tempo di trasmissione del 64% e notevolmente smorzato l'amplificazione della domanda, rimangono, ancora, molti sprechi e lunghi ritardi. Poiché sembra che la maggior parte dei rifiuti e del tempo rimanenti siano dovuti alla necessità di spostare il prodotto tra molte strutture e su lunghe distanze, il passo logico successivo è la "comprensione del flusso di valore" per trasferire e co-localizzare le attività di creazione di valore in modo che può essere eseguito velocemente con meno sforzo. Qual è la logica di trasferimento? Il primo principio è semplicemente che tutte le fasi di produzione del prodotto dovrebbero essere spostate il più vicino possibile. Un secondo principio è che più questa sequenza compressa di attività è vicina al cliente meglio è. Altra regola fondamentale è che se la vicinanza dovesse comportare costi

di produzione aggiuntivi, questi costi dovrebbero essere valutati rispetto al valore del risparmio di tempo. Questi principi combinati suggeriscono un algoritmo di localizzazione molto semplice per la maggior parte dei prodotti:

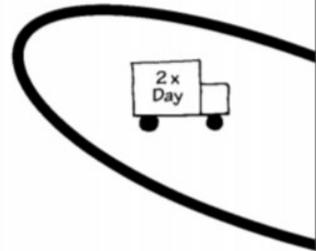
1. Se il cliente si trova in un paese ad alto costo del lavoro e necessita di una risposta immediata agli ordini, e se il prodotto ha un contenuto di manodopera relativamente basso, condurre tutte le fasi di produzione nelle immediate vicinanze e vicino al cliente nel paese ad alto salario;
2. Se il cliente si trova in un paese ad alto costo del lavoro, è disposto ad attendere un certo intervallo di spedizione e il prodotto è sensibile al prezzo, fabbricare l'intero prodotto, dalle materie prime ai prodotti finiti, nelle immediate vicinanze in un modo a basso costo locale, spedizione solo della merce finale;
3. Se il cliente in un paese ad alto costo della manodopera necessita di una risposta immediata ma il prodotto ha un alto contenuto di manodopera, eseguire un attento esercizio di determinazione dei costi per determinare la corretta posizione di produzione;
4. Se il cliente si trova in un paese a basso costo di manodopera e i requisiti di scala lo consentono, fabbricare l'intero prodotto, dalla materia prima ai prodotti finiti, in prossimità geografica di quel paese;

Dunque, è diventato evidente che la posizione migliore per uno stato ideale in questo caso sarebbe stata immediatamente adiacente allo stabilimento di assemblaggio dei veicoli nel paese ad alto costo (gli Stati Uniti).

Il team ha quindi creato la mappa dello stato ideale mostrata nella pagina successiva.



Wiper Value Stream Ideal State



25 m.
Ship Batch = 12 Coils
Defective = 1%

0.4 d.

STEPS	1
Total Steps = 30	
Value Creating = 8 Steps	

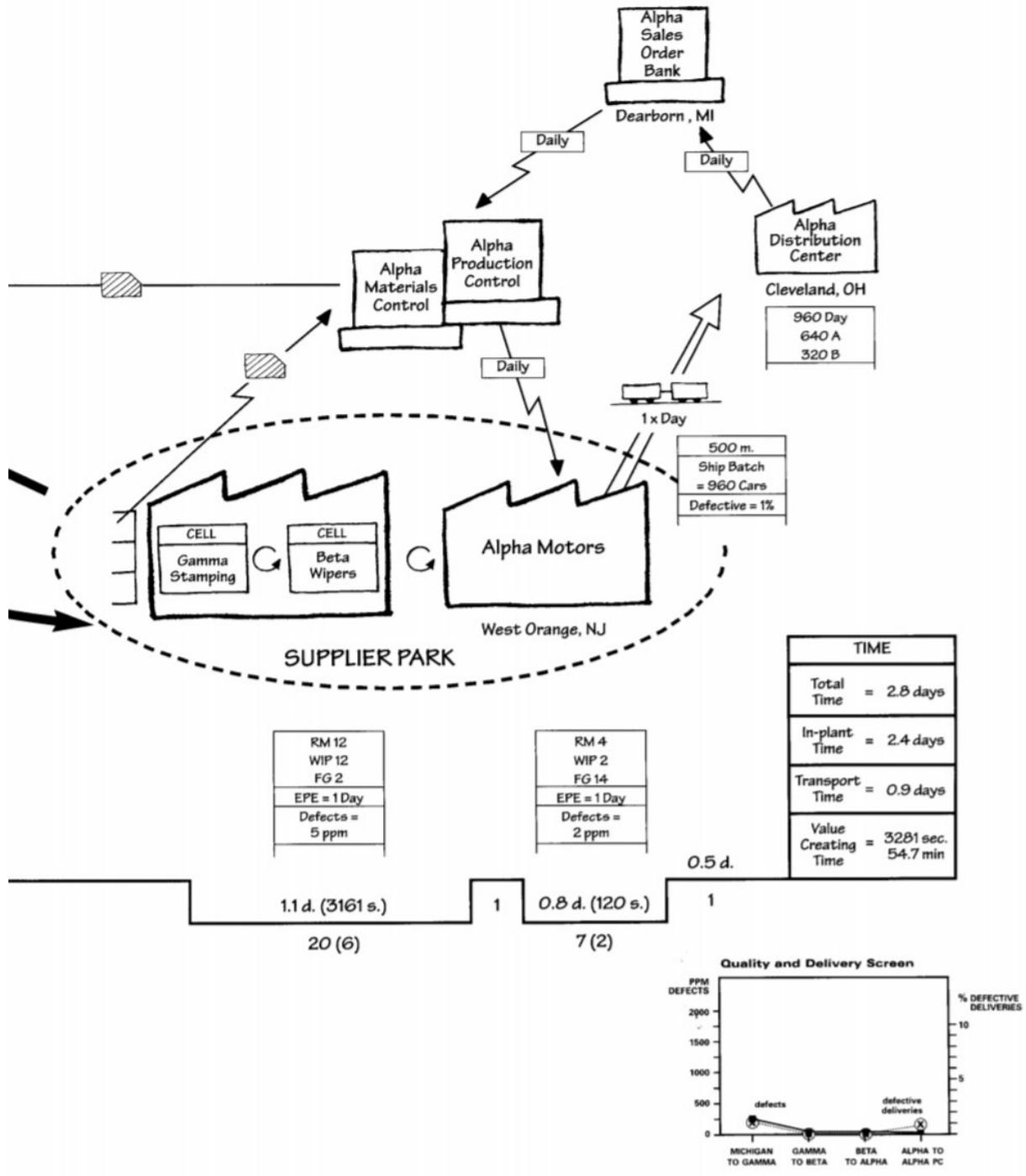


Figura 53: Mappa dello Stato Ideale

Si noti che l'assemblaggio, la verniciatura e lo stampaggio sono stati ora compresi in una stanza in un "parco fornitori" sul sito dell'impianto di *Alpha Motors*. È stata introdotta una pressa per trinciatura più economica e a bassa velocità, che chiamiamo strumento "della giusta dimensione" perché la sua capacità è proporzionale ai requisiti di questo flusso di valore.

Infine, è stata progettata anche una mini-cabina di verniciatura che si trova tra la fase di stampaggio e il gruppo tergitristallo.

Ideal State Summary

	Current State	Future State 1	Future State 2	Ideal State
Total Lead Time	44.3 days	23.9 days	15.8 days	2.8 days
Value Percentage of Time (value creating time to total time)	0.08%	0.16%	0.6%	1.5%
Value Percentage of Steps (value creating steps to total steps)	11%	15%	21%	27%
Inventory Turns	5	9	14	79
Quality Screen (defects at the downstream end over defects at the upstream end)	400	200	50	2.5
Delivery Screen (% defective shipments at the downstream over % defective shipments at upstream end)	8	8	3	1
Demand Amplification Index (% change in demand at downstream end over % change in demand at upstream end)	7	7	5	1
Product Travel Distance (miles)	5300	5300	4300	525

Figura 54: Riepilogo Stato Ideale

Riepilogando, si osservi come il tempo di trasferimento delle materie prime sia stato ridotto del 94% a 2,8 giorni e praticamente tutti i collegamenti di trasporto, le scorte e i passaggi di consegne siano stati eliminati dall'assemblatore attraverso il produttore di tergitristalli allo stampatore e al fornitore di materie prime.

Uno stato veramente ideale sarà la felice circostanza in cui tutte le azioni creano valore con zero difetti e la risposta del consumatore è istantanea. È probabile che nessuno raggiunga presto questo regno perfetto, ma è altamente provocatorio chiedersi quali tipi di design dei prodotti, tecnologie di produzione e logica di localizzazione possano colmare il più possibile questo divario.

Inoltre, si può affermare che, la mappatura di uno stato ideale può fornire un' inestimabile stella polare per guidare ogni flusso di valore attraverso generazioni di prodotti successivi che si avvicinano sempre più alla perfezione.

4. Conclusione

In conclusione, si può asserire con certezza che il raggiungimento dello stato ideale è impossibile. Si scopre che c'è sempre più spreco da rimuovere e che il valore per il cliente può sempre essere ulteriormente migliorato. Ad esempio, i tergicristalli potrebbero un giorno essere stampati come un pezzo unico in tinta con la carrozzeria, eliminando la necessità di stampaggio, verniciatura e assemblaggio finale di un numero considerevole di parti. Se i tempi di ciclo per queste attività fossero uguali o inferiori ai tempi di takt per i raschiatori sulla linea di assemblaggio finale e se anche i cambi da un colore e una specifica del raschiatore al successivo fossero essenzialmente istantanei, sarebbe possibile stampare tergicristalli alla sequenza di linea con il tempo di produzione totale e il tempo di creazione di valore che si riducono entrambi a secondi. A quel punto, lo "Stato Ideale" sopra descritto sembrerà pieno di muda. Tuttavia, stati futuri successivi che si avvicinano molto allo stato ideale possono essere raggiunti. Il trucco è fare una passeggiata insieme in modo che tutti possano vedere il tutto. Man mano che aziende e dipartimenti imparano a vedere insieme, dovrebbe anche essere possibile rendere le mappe sempre più inclusive, raggiungendo risultati come: maggiore competitività, maggiore fiducia tra management e dipendenti e realizzazione nel servire i clienti.

5. Bibliografia

Rother M. Shook J., Learning to See. Value stream mapping to add value and eliminate muda, The Lean Enterprise Institute Brookline, Massachusetts, USA (1999).

Jones D. Womack J., Seeing the Whole. Mapping the extended value stream, The Lean Enterprise Institute Cambridge, MA USA (2003).

Sitografia

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