

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica



Tesi di Laurea Magistrale

Riorganizzazione del flusso logistico interno dei materiali.

Il caso CNH industrial

Relatore

Prof. Maurizio Schenone

Studente

Gianmarco Morea

Matricola 253326

Correlatori

Ing. Stefania Servolino (CNH Industrial)

Ing. Angelo Carlucci (CNH Industrial)

AA. 2018 - 2019

Sommario

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introduzione | 6 |
| 2 | CNH Industrial..... | 8 |
| 2.1 | Storia | 8 |
| 2.2 | Situazione attuale | 9 |
| 3 | World Class Manufacturing | 15 |
| 3.1 | Storia | 15 |
| 3.2 | Sviluppo e concetti del WCM | 25 |
| 3.3 | Pilastri Tecnici..... | 28 |
| 3.3.1 | <i>Safety</i> | 28 |
| 3.3.2 | <i>Cost Deployment</i> | 31 |
| 3.3.3 | <i>Focused Improvement</i> | 37 |
| 3.3.4 | <i>Autonomous Maintenance</i> | 40 |
| 3.3.5 | <i>Workplace Organization</i> | 42 |
| 3.3.6 | <i>Professional Maintenance</i> | 44 |
| 3.3.7 | <i>Quality Control</i> | 46 |
| 3.3.8 | <i>Logistic and Customer Service</i> | 48 |
| 3.3.9 | <i>Early Equipment Management</i> | 50 |
| 3.3.10 | <i>Early Product Management</i> | 52 |
| 3.3.11 | <i>People Development</i> | 53 |
| 3.3.12 | <i>Enviroment and Energy</i> | 55 |
| 3.4 | Pilastri manageriali..... | 56 |
| 4 | Logistic and Customer Satisfaction..... | 59 |
| 4.1 | STEP 0..... | 59 |
| 4.2 | STEP 1 – Re-ingegnerizzazione della linea | 60 |
| 4.3 | STEP 2 – Rivisitazione della logistica interna | 65 |
| 4.4 | STEP 3 – Ristrutturazione della logistica esterna | 67 |
| 4.5 | STEP 4 – Livellare la produzione | 70 |
| 4.6 | STEP 5 – Perfezionare la logistica interna ed esterna..... | 71 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.7 | STEP 6 – integrazione fra acquisti, distribuzione, produzione e vendite..... | 72 |
| 4.8 | STEP 7 – Impiegare una sequenza di programmazione a tempo stabilito | 73 |
| 4.9 | Logistic Cost Deployment..... | 73 |

5 Riorganizzazione del Processo Logistico Interno per la Gestione dei

| | | |
|--------|--|------------|
| | Kanban in uno Stabilimento CNH Industrial | 78 |
| 5.1 | Scelta del caso | 78 |
| 5.1.1 | <i>CD – Stabilimento</i> | <i>78</i> |
| 5.2 | Analisi della Situazione Attuale | 80 |
| 5.2.1 | <i>Overview delle attività</i> | <i>80</i> |
| 5.2.2 | <i>Strutture ed attrezzature.....</i> | <i>81</i> |
| 5.2.3 | <i>Decanting</i> | <i>81</i> |
| 5.2.4 | <i>Replenishment</i> | <i>82</i> |
| 5.2.5 | <i>Picking.....</i> | <i>85</i> |
| 5.2.6 | <i>Line Feeding.....</i> | <i>86</i> |
| 5.2.7 | <i>Running Cost.....</i> | <i>86</i> |
| 5.2.8 | <i>Dettaglio caratteristiche Supermarket</i> | <i>88</i> |
| 5.2.9 | <i>Criteri di progettazione di un supermarket.....</i> | <i>88</i> |
| 5.2.10 | <i>Situazione attuale Supermarket.....</i> | <i>98</i> |
| 5.2.11 | <i>Analisi dettagliata attività.....</i> | <i>102</i> |
| 5.3 | Soluzione 1 | 109 |
| 5.3.1 | <i>Design del supermarket.....</i> | <i>110</i> |
| 5.3.2 | <i>Processo logistico</i> | <i>120</i> |
| 5.3.3 | <i>Running Cost.....</i> | <i>127</i> |
| 5.3.4 | <i>Analisi degli investimenti</i> | <i>129</i> |
| 5.4 | Soluzione 2 | 130 |
| 5.4.1 | <i>Supermarket</i> | <i>130</i> |
| 5.4.2 | <i>Processo logistico</i> | <i>138</i> |
| 5.4.3 | <i>Running cost.....</i> | <i>147</i> |
| 5.4.4 | <i>Analisi degli Investimenti</i> | <i>148</i> |
| 5.5 | Soluzione 3 | 148 |
| 5.5.1 | <i>Supermarket</i> | <i>149</i> |
| 5.5.2 | <i>Processi logistici</i> | <i>152</i> |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.5.3 | <i>Running Cost</i> | 156 |
| 5.5.4 | <i>Analisi degli investimenti</i> | 157 |
| 5.6 | Outsourcing | 157 |
| 5.6.1 | <i>Introduzione</i> | 157 |
| 5.6.2 | <i>Applicazione al caso in esame</i> | 159 |
| 6 | Conclusioni e sviluppi futuri | 162 |
| 7 | Bibliografia | 164 |

1 Introduzione

Il seguente lavoro di tesi, dal titolo “Riorganizzazione del flusso logistico interno dei materiali. Il caso CNH Industrial”, è incentrato sulla revisione del flusso dei materiali di classe C e B.1, gestiti tramite *Kanban*, e, in particolare, sulla definizione della nuova area *Supermarket*. Quest’ultima è l’area all’interno della quale sono stoccate le *KLT*, ovvero le cassetine di dimensioni standardizzate, nelle quali sono contenuti i materiali delle suddette classi, in quantità fissa.

Lo stabilimento in esame necessitava di rilocere l’attuale area *supermarket*, in quanto lo spazio in cui è attualmente posizionata era oggetto di un altro progetto di maggiore portata. È stato quindi necessario provvedere a dimensionare e rilocere l’area *supermarket*. Si è osservato, inoltre, che le perdite logistiche si posizionavano al secondo posto fra le maggiori perdite all’interno del perimetro dello stabilimento, e, dunque, si è pensato di ottimizzare il flusso derivante dalla nuova area *supermarket*, al fine di ridurre tali perdite.

In prima analisi, si è eseguita una valutazione della situazione attuale. Si è descritta l’area *supermarket* attuale, la quale è suddivisa in due parti per motivi di assenza di spazio all’interno degli scaffali a gravità per poter allocare le *KLT* complessivamente gestite, e si sono analizzate le quantità di cassette attualmente stoccate. Si è, inoltre, descritto il flusso logistico dei materiali che va dal ricevimento fino al trasporto in linea dei suddetti. La descrizione delle attività è accompagnata da gli *Yamazumi Chart* di ciascun operatore, in modo tale da permettere una visualizzazione dei tempi impegnati da ciascuno di essi a compiere le proprie attività e, inoltre, questo permette di mettere in mostra la presenza di eventuali percentuali di *idle time*, sul tempo totale, troppo elevate.

Successivamente, si è passati alla definizione di possibili scenari futuri. Si sono valutate tre possibili tipi di *supermarket*. Per ognuno di essi, si è definito il *layout* ed il posizionamento su pianta all’interno del fabbricato, si sono valutati i flussi associati con una stima dei tempi legati alle operazioni ed agli operatori, e si sono definiti i *running cost*.

In seguito, attraverso una primaria analisi degli investimenti, si è valutato il *PayBack Period*, e si è impiegato esso come criterio di scelta fra le varie soluzioni proposte.

In conclusione, si è valutata la convenienza economica nell'esternalizzazione del servizio ad un operatore esterno, o *3PL*. Si sono considerate due opzioni, e per ciascuna si è considerato i costi associati.

Si sono effettuate delle assunzioni nello svolgimento di questo lavoro. Si sono considerate quantità medie giornaliere in termini di *KLT*, si è considerato il quantitativo di *KLT* movimentate ogni giorno identico fra *in* ed *out*, si è assunto che la capacità del *supermarket*, in un giorno, sia in grado di reggere alle richieste della linea, anche in assenza di operazioni di *replenishment*, o di riempimento, sincronizzate con operazioni di prelievo. Da quest'ultima affermazione, ne risulta che le operazioni di *replenishment* sono temporalmente svincolate dalle operazioni di prelievo. L'unica richiesta è che esse siano completate prima del termine della giornata lavorativa. Si è assunto, inoltre, che a magazzino, siano presenti un quantitativo di *pallet*, tale per cui le operazioni di *decanting* giornaliere non siano soggette a situazioni di rottura di stock. Infine, si è considerato che vi sia un numero di carrelli e di *KLT* vuote da permettere che le operazioni avvengano senza interruzioni.

2 CNH Industrial

CNH Industrial è una società multinazionale, quotata sia presso la borsa di New York (NYSE) che presso la Borsa di Milano. CNH Industrial è composta da un gruppo di aziende di matrice Italo-Statunitense, attiva a livello *Worldwide*, e leader globale nel campo dei *capital goods*.

I marchi che compongono il gruppo concorrono alla progettazione, costruzione e commercializzazione di beni, quali camion, veicoli industriali, autobus, veicoli speciali, macchine agricole e per il movimento terra, e dei componenti utilizzati nel montaggio come motori e trasmissioni, realizza motori per applicazioni marine.

2.1 Storia

CNH Industrial nasce formalmente nel novembre 2012, ma diviene effettivamente operante nel settembre del 2013. Essa è il risultato della fusione fra due importanti gruppi industriali: CNH Global e Fiat Industrial.

CNH Global era una società nata anch'essa da una fusione, avvenuta nel novembre del 1999, fra due aziende, *New Holland N.V.* e *Case Corporation*. CNH Global concentrava i propri sforzi su tre segmenti operativi: macchine agricole, macchine movimento terra e servizi finanziari. Al tempo della fusione con Fiat Industrial, CNH Global poteva contare su un numero di 37 plant sparsi su 170 paesi.

Fiat Industrial era un gruppo industriale italiano operante nel settore dei veicoli industriali pesanti e militari, autobus, macchine per l'agricoltura e le costruzioni e motori industriali e marini. Tale gruppo, nato dallo scorporo delle suddette attività da parte di Fiat Group, è stato attivo fra gli anni 2011 e 2013.

2.2 Situazione attuale

Oggi giorno CNH Industrial è una delle più grandi compagnie produttrici di *capital goods* in tutto il pianeta. È presente in 180 paesi e può contare su più di 64.000 dipendenti impiegati in un totale di 66 stabilimenti produttivi e in 54 centri di ricerca e sviluppo.



1 – Facilities CNH Industrial nel mondo

Di seguito è riportato l'elenco dei Plant di CNH Industrial con le rispettive dimensioni in pianta, aggiornato al 31 dicembre 2018.

| Location | Primary Functions | Approximate Covered Area (Sqm/000) |
|------------------------------|---|------------------------------------|
| Italy | | |
| S. Mauro | Excavators; R&D center | 57 |
| Modena | Components (Agricultural Equipment and Construction Equipment) | 102 |
| S. Matteo | R&D center (Agricultural Equipment) | 51 |
| Jesi | Tractors | 77 |
| Lecce | Wheel loaders, compact track loaders, telehandlers; graders; R&D center | 130 |
| Piacenza | Quarry and construction vehicles; R&D center | 64 |
| Brescia | Medium vehicles, cabs, chassis; R&D center | 276 |
| Suzzara | Light vehicles; R&D center | 170 |
| Brescia | Firefighting vehicles; R&D center | 28 |
| Bolzano | Defense vehicles; R&D center | 83 |
| Pregana Milanese | Engines | 31 |
| Torino | R&D center (Commercial Vehicles) | 100 |
| Torino | R&D center (Powertrain) | 28 |
| Torino | Engines (marine & powertrain) | 142 |
| Torino | Transmissions and axles | 239 |
| Foggia | Engines; drive shafts; R&D center | 151 |
| United States | | |
| New Holland | Hay & Forage; R&D center | 104 |
| Grand Island | Tractors and combines | 128 |
| Benson | Sprayers, cotton pickers; R&D center | 41 |
| Burlington | Backhoe loaders, forklift trucks; R&D center | 91 |
| Fargo | Tractors, wheeled loaders; R&D center | 88 |
| Goodfield | Soil management equipment; R&D center | 39 |
| Racine | Tractors, transmissions | 105 |
| Mt. Joy | R&D center (Agricultural Equipment) | 11 |
| Wichita | Skid steer loaders; R&D center | 46 |
| Burr Ridge (Hinsdale) | R&D center (Agricultural Equipment, Construction Equipment and Diesel engines) | 44 |
| St. Nazianz | Self-propelled sprayers | 24 |
| France | | |
| Coex | Grape Harvesters; R&D center | 26 |
| Croix | Cabins (Agricultural Equipment) | 12 |
| Tracy-Le-Mont | Hydraulic cylinders (Agricultural Equipment and Construction Equipment) | 16 |
| Annonay | Buses (Coaches & City); R&D center | 116 |
| Venissieux | R&D center (Commercial Vehicles) | 18 |
| Rorthais | Buses (City); R&D center | 29 |
| Fourchambault | Engines (remanufacturing) | 29 |
| Bourbon Lancy | Engines; R&D center | 107 |
| Feuillamp | Engines (power generation units) | 25 |
| Brazil | | |
| Belo Horizonte | Crawler excavators, crawler dozers, wheel loaders, graders, backhoe loaders; R&D center | 70 |
| Curitiba | Combines and tractors; R&D center | 103 |
| Piracicaba | Sugar cane harvesters, coffee harvesters, sprayers; R&D center | 12 |
| Sorocaba | Crawler loaders, backhoe loaders, excavators, combines and other Agricultural Equipment; R&D center | 160 |
| Sete Lagoas | Heavy medium and light vehicles; R&D center | 100 |
| Sete Lagoas | Defense vehicles | 19 |
| Sete Lagoas | Engines; R&D center | 14 |
| Germany | | |
| Ulm | Firefighting vehicles; R&D center | 35 |
| Ulm | R&D center (Commercial Vehicles) | 144 |
| China | | |
| Harbin | Combines, tractors, balers; R&D center | 121 |
| Chongqing | Engines; R&D centers | 76 |
| Foshan | Sugar cane harvesters | 9 |
| Urumqi | Cotton pickers | 10 |
| Argentina | | |
| Cordoba | Engines | 20 |
| Cordoba | (Medium/Heavy) Trucks and buses; R&D center | 94 |
| Cordoba | Tractors and combines | 30 |
| Belgium | | |
| Antwerp | Components (Agricultural Equipment) | 77 |
| Zedelgem | Combines, forage harvesters and balers; R&D center | 154 |
| Spain | | |
| Madrid | Heavy vehicles; R&D center | 134 |
| Valladolid | Light vehicles, heavy cab components | 81 |
| India | | |
| Pithampur | Backhoe loaders, earth compactors | 29 |
| Pune | Sugar cane harvesters and combines; R&D center | 77 |
| Noida | Tractors; R&D center | 82 |
| Poland | | |
| Plock | Combines, balers and headers; R&D center | 109 |
| Kutno | Row crop, cultivators, harvesters; R&D center | 33 |
| Others | | |
| Basildon (U.K.) | Tractors; R&D center | 129 |
| Overum (Sweden) | Ploughs; R&D center | 49 |
| Saskatoon (Canada) | Sprayers, seeders; R&D center | 61 |
| Dandenong (Australia) | Trucks (heavy); R&D center | 42 |
| St. Valentin (Austria) | Tractors; R&D center | 56 |
| Vysoké Myto (Czech Republic) | Buses (City & Intercity); R&D center | 124 |
| Queretaro (Mexico) | Components (Agricultural Equipment and Construction Equipment) | 15 |
| Naberezhnye Chelny (Russia) | Tractors and combines | 50 |
| Rossllyn (South Africa) | Trucks and buses (Intercity); R&D center | 55 |
| Arbon (Switzerland) | R&D center (Powertrain) | 6 |

2 – Dimensioni in pianta stabilimenti CNH Industrial

Tramite i 12 marchi che la compongono, produce i veicoli che permettono all'agricoltura e all'industria di svilupparsi. Progetta, costruisce e commercializza “macchine da lavoro”, che vanno dai trattori e alle mietitrebbie, dai camion ai autobus, così come i sistemi di propulsione e trasmissione per camion e veicoli commerciali stradali e off-road, nonché motori per applicazioni marine.

CNH Industrial crede fortemente nella sostenibilità e nella innovazione. Difatti, sono circa 6000 i dipendenti impiegati nell’ambito innovazione nei 54 centri di ricerca e sviluppo, dei quali 11 situati in mercati emergenti. I 1.061.000 \$ investiti in R&S, ed i 11.051 brevetti attivi, sono un’ulteriore dimostrazione di quanto l’azienda creda nell’innovazione.

L’interesse mostrato da CNH Industrial verso l’argomento sostenibilità, è dimostrato dai forti investimenti sulle misure di protezione ambientale. Soltanto nel 2018, sono state investite cifre vicine ai 42 milioni di dollari, dei quali 31 milioni sono stati destinati allo smaltimento dei rifiuti, e che hanno portato, inoltre, ad una riduzione delle emissioni di CO₂ di circa 11.800 tonnellate. Agli importanti investimenti, si aggiunge anche l’andamento dei principali KPIs in tema ambientale, il quale è in linea con i target posti dal Piano di Sostenibilità.

Di seguito, sono riportati i target ambientali e le performance ambientali degli anni 2017 e 2018.

| Environmental and energy targets | Target year | Target |
|---|-------------|---------------|
| Energy consumption (GJ per hour of production) | 2030 | -30% vs. 2014 |
| CO ₂ emissions (tons per hour of production) | 2030 | -60% vs. 2014 |
| Electric energy consumption from renewable sources (%) | 2030 | 90% |
| VOC emissions (g/m ³) | 2022 | -20% vs. 2014 |
| Water withdrawals (m ³ per hour of production) | 2022 | -23% vs. 2014 |
| Hazardous waste generation (kg per hour of production) | 2022 | -35% vs. 2014 |

| Environmental and energy performance ⁽¹⁾ | 2018/2017(%) | 2018 | 2017 ⁽²⁾ |
|---|--------------|---------|---------------------|
| Energy consumption (GJ per hour of production) | -1.5 | 0.10898 | 0.11064 |
| CO ₂ emissions (tons per hour of production) | -13.2 | 0.00597 | 0.00688 |
| Electric energy consumption from renewable sources (%) | — | 70.4 | 53.8 |
| VOC emissions (g/m ³) | -1 | 36.5 | 36.9 |
| Water withdrawals (m ³ per hour of production) | -5 | 0.08 | 0.08 |
| Hazardous waste generation (kg per hour of production) | -14 | 0.27 | 0.31 |

3 – Target ambientali

CNH Industrial, seguendo ciò che è stato riportato nel documento *Annual Report 2018*, è, attualmente, attiva nei settori di mercato riportati qui di seguito: *Agricultural Equipment*, *Construction Equipment*, *Commercial Vehicles*, *Powertrain* e *Financial Services*.

Agricultural Equipment progetta, realizza e distribuisce un insieme di macchinari pesanti, rivolti all’uso agricolo, come trattori, attrezzature per la semina e la raccolta e diffusori di

repellenti automatici. *Agricultural Equipment*, inoltre, è specializzata in altri segmenti chiave, come quelli della raccolta del cotone, della piantagione di zucchero e della piantagione dell'uva. Le linee di prodotto di *Agricultural Equipment* sono vendute tramite i marchi *Case IH* e *New Holland Agriculture*. A questi ultimi, si aggiunge il marchio *STEYR* in esclusiva per l'Europa, ed il marchio *Miller* per il mercato del Nord America e l'Australia. Ai brand appena elencati, che potrebbero essere definiti storici, si aggiungono i marchi *Kongsilde*, *Overum* e *JF*, inglobati a seguito dell'acquisizione del business *grass and soil* dall'azienda *Kongsilde Industries*, risalente al febbraio del 2017.



4 – Segmento AG

Construction Equipment si occupa della progettazione, realizzazione e distribuzione dei macchinari impiegati nell'ambito costruttivo. È possibile suddividere i prodotti di *Construction Equipment* in due settori, ovvero *Heavy Construction* e *Light Construction*. Fra i prodotti di *Heavy Construction* vi sono gli scavatori su ruota, compattatori e livellatrici, mentre fra i beni catalogati come *Light Construction* ritroviamo, ad esempio, mini-escavatori, pale gommate compatte e sollevatori telescopici. La vendita e la distribuzione dei prodotti *Construction Equipment* viene effettuata tramite i marchi *CASE Construction* e *New Holland Construction*, quest'ultima si concentra principalmente nella vendita di *Light Equipment*, ad eccezione dell'America Latina dove si concentra anche sul segmento *Heavy Construction*.



5 – Segmento CE

Commercial Vehicles si occupa della progettazione, realizzazione e distribuzione di un'ampia gamma di veicoli per il trasporto di persone e la distribuzione di beni, i quali possono essere catalogati secondo tre categorie: leggeri, medi e pesanti. A questi si aggiungono veicoli per il trasporto di persone su lunghe distanze, veicoli speciali, come quelli in dotazione ai vigili del fuoco, per la difesa e per la speleologia. I brand attraverso i quali sono gestiti questi veicoli sono *IVECO*, *IVECO BUS* e *Heuliez Bus* per il trasporto di beni e persone, mentre i veicoli speciali sono trattati dai brand *IVECO ASTRA*, *Magirus* e *Iveco Defence*.



6 – Segmento CV

Powertrain si occupa della progettazione, realizzazione e distribuzione di un'ampia gamma di prodotti necessari alla generazione e trasmissione del moto. Fra quest'ultimi ritroviamo motori, sistemi di trasmissione e assali, per applicazioni sia *on-road*, che includono i veicoli commerciali ed i bus, che *off-road*, nelle quali possiamo includere macchinari industriali, come

quelli dei segmenti *Construction* e *Agriculture*. Alle applicazioni *on-road* ed *off-road*, si affiancano quelle marine. Il segmento *Powertrain* vede come unico brand *FPT Industrial*.

Di seguito, sono riportati i ricavi netti divisi per segmento aggiornati al 31 dicembre 2018, sia del 2018 che del 2017.

| (\$ million) | 2018 | 2017 ⁽¹⁾ |
|---------------------------------------|---------------|---------------------|
| Agricultural Equipment | 11,786 | 10,683 |
| Construction Equipment | 3,021 | 2,530 |
| Commercial Vehicles | 10,933 | 10,562 |
| Powertrain | 4,557 | 4,371 |
| Eliminations and Other | (2,370) | (2,375) |
| Total of Industrial Activities | 27,927 | 25,771 |
| Financial Services | 1,996 | 2,028 |
| Eliminations and Other | (187) | (175) |
| Total for the Group | 29,736 | 27,624 |

7 – Ricavi anno 2018 ed anno 2019

3 World Class Manufacturing

Il *World Class Manufacturing* (WCM) è una strategia aziendale che mira a perfezionare il processo produttivo, utilizzando come “mezzo” la filosofia del miglioramento continuo. Tale metodologia prevede, tramite il coinvolgimento di tutte le persone che sono impiegate nei plant e tramite l’implementazione di standard aziendali, di portare al massimo il valore aggiunto e ridurre al minimo gli sprechi.

3.1 Storia

L’origine del metodo *World Class Manufacturing* affonda le proprie radici in altre metodologie applicate nell’ambito del miglioramento dei processi di produzione. Fra queste vi sono la *Lean Manufacturing*, il *Total Quality Management*, il *Total Productive Maintenance* ed il *Fiat Auto Productions System*.

La *Lean Manufacturing* è una filosofia che categorizza come spreco, qualsiasi risorsa impiegata per fini differenti dalla creazione di valore per il cliente. Questo metodo può essere definito come un’occidentalizzazione del metodo *Toyota Production System*, o *TPS*, il quale si era dimostrato vincente rispetto ai modelli di produzione di massa, in voga nei paesi Occidentali, favorendo la flessibilità e la personalizzazione, a discapito dei volumi di produzione, rispetto alla standardizzazione ed agli elevati volumi.

In questo modello produttivo sono le esigenze del cliente a “tirare” il processo, dunque, il cliente si ritrova in una posizione centrale all’interno del flusso produttivo. La centralità del cliente finale e la necessità di soddisfare i suoi bisogni, per la quale è necessaria una grande flessibilità, hanno portato ad un cambio di paradigma, passando da una tipologia di produzione *PUSH* a favore dell’utilizzo di una logica di natura *PULL*. Secondo quest’ultima logica, la produzione è fortemente basata sulle richieste che provengono esternamente all’azienda. Si parte, dunque, dalle richieste esterne e sono queste che determinano la quantità che saranno impiegate all’interno del processo produttivo. Ciò ha portato ad una forte riduzione degli sprechi di materiale rispetto ad una logica *PUSH*.

Per raggiungere il suo obiettivo, la *Lean Manufacturing*, deve agire fortemente sugli sprechi e le perdite da essi prodotti. Possiamo racchiudere questi sprechi, chiamati anche *Muda*, in 7 gruppi. Questi sono chiamati *Motion*, *Waiting*, *Overprocessing*, *Rework*, *Inventory*, *Overproduction* e *Conveyance*.

Gli sprechi dovuti al *Motion* rappresentano le perdite dovute ad un'eccessiva movimentazione di materiali, semi-lavorati e prodotti finiti nel perimetro dello stabilimento.

Gli sprechi dovuti al *Waiting* rappresentano il tempo impiegato in operazioni non direttamente legate al ciclo produttivo, come possono essere attese dovute a fermo macchina, o anche attese dovute a mancanze di rifornimenti a bordo linea. Tali tempi di attesa sono determinabili come differenza fra il tempo effettivo di attraversamento del pezzo lungo la linea ed il tempo teorico, legato esclusivamente alle operazioni di lavorazione.

Gli sprechi dovuti ad *Overprocessing* sono legati alle operazioni di lavorazione che apportano un incremento di valore del bene in fabbricazione, maggiore di quello richiesto dal cliente e per il quale lo stesso è disposto a pagare. Ad esempio, l'impiego di operazione di verniciatura, i cui risultati non saranno visibili all'occhio del cliente, o anche, operazioni di finitura per componenti che non la richiedono.

Gli sprechi dovuti al *Rework*, o anche ai *Defects*, sono legati ai prodotti realizzati in maniera non conforme a ciò che è definito nelle specifiche, o a ciò che rispecchia le necessità del cliente. Esempi tipici possono essere parti montate in verso errato, o parti danneggiate dall'eccessivo *handling*. È opportuno dunque ridurre al minimo la presenza di prodotti con difetti, al fine di evitare le derivanti rilavorazioni ed i costi associati, fra cui quelli dovuti ai materiali ed alla rischedulazione dei materiali.

Gli sprechi dovuti all'*Inventory* rappresentano le perdite dovute ad un eccesso di stock, il quale si costituisce di materie prime, semi-lavorati e prodotti finiti. Un eccesso di stock, rispetto a quanto necessario per produrre i beni necessari a soddisfare la domanda esterna, si traduce in un incremento di costi. Dovuti, in primo luogo, al costo stesso dello stock, ed in secondo luogo, ai costi di giacenza e di obsolescenza.

Gli sprechi dovuti all'*Overproduction* sono, con buona probabilità, il peggiore dei 7 *Muda*. Questi sprechi sono legati ad una eccessiva produzione di prodotti finiti, in quantità superiori alla domanda esterna. È un problema che si riscontra spesso nel caso di produzione per lotti. In tali situazioni, difatti, si tende a produrre per quantità ben definite, o multipli di quest'ultima, portando a rimanenze di magazzino.

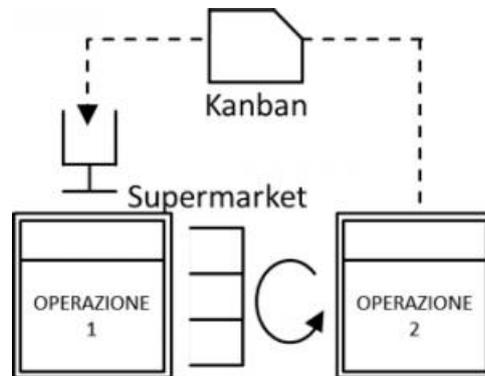
Gli sprechi dovuti alla *Conveyance* rappresentano l'insieme delle perdite dovute alle operazioni di movimentazione delle merci che non fanno parte della catena di valore del prodotto. Tali attività non concorrono all'aumento di valore del bene, semmai possono essere causa di possibili danni per i beni.

Al fine di implementare al meglio gli insegnamenti delle *Lean Manufacturing* è importante la conoscenza di una serie di concetti, come ad esempio *SMED*, *Kanban* e *JIT (Just in time)*.

Lo *SMED*, o *Single Minute Exchange of Die*, è uno strumento che ha come scopo quello di minimizzare i tempi di set-up interni ed esterni di una macchina. Il risultato a cui si vuole giungere applicando questo metodo, è quello di avere un *Quick Changeover*, o *QCO*, che permetta di passare con rapidità, da una produzione all'altra all'interno dello stesso impianto. Una significativa riduzione dei tempi morti di attrezzaggio macchina, comporta l'eliminazione di una delle più grandi fonti di improduttività. Al fine di implementare il metodo, occorre distinguere fra le attività di set-up interne, ovvero quelle che possono essere realizzate solo a macchina ferma, ed esterne, ovvero tutte quelle che possono essere fatte quando la linea è in funzione. Successivamente, convertire il maggior numero di set-up interni in esterni, e, infine, migliorare le operazioni di set-up interno ed esterno. Tutto questo porta ad un incremento della flessibilità ed alla riduzione dei tempi di attrezzaggio, le quali permettono di essere più rapidi a rispondere alle fluttuazioni nella domanda, con tempi e costi di produzione ridotti ed una maggiore soddisfazione del cliente finale.

Il *Kanban* è un metodo che permette un netto miglioramento nella gestione dei materiali e della produzione per aziende che adottano la logica pull. La logica *Kanban* prevede di sfruttare elementi grafici, quali possono essere schede e contenitori, anche se generalmente il *Kanban* si configura come un cartellino di forma quadrata, con al suo interno riportate le informazioni utili per produrre, acquistare e movimentare componenti e materiali all'interno del sistema produttivo. Fra queste possiamo enumerare il codice del componente, il punto di prelievo e di immagazzinamento e, inoltre, le caratteristiche del contenitore. Generalmente, si distinguono due grandi tipologie di *Kanban*, ovvero i *Kanban* di movimentazione, ed i *Kanban* di produzione, quest'ultimi hanno il compito di controllare il processo produttivo, autorizzando il processo a monte a produrre una certa quantità, per un certo componente, per il processo a valle. Una corretta applicazione di questo sistema porta ad un netto miglioramento nella gestione del magazzino, nella gestione della produzione, impattando sulla sovrapproduzione, e nel servizio

complessivo, aumentando la flessibilità nella risposta alle esigenze del cliente e semplificando il sistema informativo legato alla produzione.



8 – Esempio sistema Kanban

Il *JIT* è una filosofia aziendale, in linea con la logica *pull*, secondo la quale occorre produrre solo ciò che è stato già venduto o che si prevede di vendere in tempi brevi. Essa può essere intesa come una politica di gestione delle scorte di tipo *Look back*, o a ripristino. Le metodologie applicate in questo metodo prevedono di ridurre al minimo le scorte di materiali e di semilavorati, viste come sprechi di risorse economiche e finanziarie, andando a lavorare sui tempi di consegna e messa in linea dei materiali stessi. L'obiettivo è quello di creare una sinergia temporale con i tempi di effettiva necessità delle risorse in linea. L'applicazione efficace del *JIT* porta ad un aumento dell'affidabilità, ad una riduzione delle scorte e dei *lead time*, ed un miglioramento della qualità e dei servizi al cliente.

Il *Total Quality Management* è approccio manageriale che si concentra sull'integrazione della qualità in ogni aspetto del sistema produttivo e della azienda stessa. Il successo di questo metodo passa attraverso una completa partecipazione di tutti i membri di un'organizzazione, i quali devono cooperare per garantire un successo di lungo termine. Quest'ultimo è l'espressione della soddisfazione del cliente, posto al centro del sistema produttivo aziendale. La comprensione delle necessità del consumatore, nel metodo *TQM*, passa attraverso l'impiego di quattro principi fondamentali. Fra questi vi è la prevenzione delle non conformità dei prodotti e dei servizi forniti rispetto a quanto dichiarato in fase di progetto, la generazione un alto tasso di coinvolgimento del personale al fine di giungere ad un miglioramento della qualità, ed anche la raccolta, nel miglior modo possibile, delle necessità dei clienti tramite interviste, e, infine, la misura del livello di qualità atteso dei propri prodotti.

Il *TQM*, come nel caso della *Lean Manufacturing*, si basa su dei principi cardine. Questi principi, 8 in totale, sono:

- Organizzazione orientata al cliente: Le organizzazioni dipendono dai loro clienti, e, dunque, devono capire le loro necessità, soddisfare i loro requisiti e cercare di superare le loro stesse aspettative. La figura del cliente, pertanto, diviene centrale. È l'opinione finale del cliente a determinare il grado di qualità di un bene prodotto, sostituendosi, di fatto, a tutti gli standard aziendali.
- Miglioramento continuo: il miglioramento continuo deve essere visto come l'obiettivo permanente di qualsiasi organizzazione. L'azienda deve essere spinta a trovare ed elaborare nuovi metodi per migliorare i propri risultati e la propria competitività nei confronti degli avversari.
- Decisioni basate su dati e fatti: ogni impresa deve compiere scelte ed azioni sulla base dell'analisi di dati ed informazioni, le quali devono essere precise e concrete. È opportuno, dunque, che l'azienda collezioni e passi al vaglio dati al fine di affinare le proprie decisioni, grazie ad una robusta analisi previsionale.
- Coinvolgimento del personale: il personale, di qualsiasi livello, costituisce il fulcro di un'organizzazione. Risulta, dunque, cruciale il loro coinvolgimento per raggiungere gli obiettivi comuni.
- Visione sistemica della gestione aziendale: generalmente, un'impresa è caratterizzata ad un insieme di processi differenti, i quali si sommano per realizzare una strategia. È, quindi, l'identificazione, la comprensione e la gestione di un sistema di processi connessi fra di loro ricoprono un ruolo fondamentale per raggiungere determinati obiettivi e migliorare l'efficacia e l'efficienza di un'organizzazione.
- Approccio basato sui processi: un processo è un insieme di attività collegate fra loro, svolte nel perimetro dell'impresa ed attraverso le quali è possibile aggiungere valore al bene, trasformando gli *input* in *output*. Le prestazioni dei processi sono continuamente controllate, in modo da poter far fronte a possibili errori.
- Comunicazione: la comunicazione gioca un ruolo fondamentale nell'azioni quotidiane. Un corretto modello comunicativo permette di motivare, e far rendere, i dipendenti nel miglior modo, qualsiasi posizione essi occupino.
- Approccio strategico e sistematico: l'approccio strategico e sistematico è fondamentale per portare a termine gli obiettivi dell'impresa. Tale processo, che può essere detto

anche pianificazione strategica, ha come compito quello di garantire un piano che ponga al centro il concetto di qualità.

Per poter implementare questi principi all'interno delle imprese, la metodologia *TQM* prevede l'utilizzo di una serie di strumenti, quali il diagramma di *Pareto*, le carte di controllo, il ciclo di *Deming* (*Plan, Do, Check, Act*), i diagrammi di correlazione. A questi si aggiunge un opportuno e robusto lavoro di raccolta ed elaborazione di dati.

L'applicazione corretta del metodo *TQM*, porta ad avere vantaggi, fra cui:

- Focalizzazione sulle esigenze di mercato e sulla soddisfazione percepita dal cliente, piuttosto che su dettagli tecnici
- Canalizzazione delle proprie forze verso un comune fine, ovvero realizzare processi e procedure proiettate al raggiungimento delle migliori performance
- Migliorare nell'esame dei processi produttivi, in modo da individuare con maggiore facilità le attività che non forniscono valore aggiunto, dette anche *NVAA*
- Sviluppare dei processi di comunicazione efficaci

Il *Total Productive Maintenance*, o *TPM*, è un metodo che prevede di allocare le risorse di manutenzione e produzione in maniera ottimale, al fine di garantire un incremento nella disponibilità dei macchinari. Tale metodo permette, dunque, di sfruttare nel miglior modo la capacità degli impianti, permettendo, al tempo stesso, di eseguire una corretta ed opportuna manutenzione delle stesse macchine, evitando interferenze con il giornaliero processo produttivo.

Il *TQM* nasce dall'esigenza di gestire un insieme di fattori che, ormai, sono divenuti preponderanti nelle aziende, come, ad esempio, la presenza di macchina ad elevato grado di automazione, l'impiego di elevati capitali investiti nell'acquisto e nella gestione degli impianti, la necessità di adattarsi con rapidità al mercato, per cui è necessario un certo grado di flessibilità, e, inoltre, la richiesta di un grado di qualità sempre crescente da parte dei consumatori.

Ne risulta che il *TPM* sia, ormai, da considerarsi un elemento fondamentale nel *business* di un'impresa. Al fine di sostenere l'implementazione del metodo *TPM*, si è sviluppato un indicatore dal nome *Overall Equipment Effectiveness*, o *OEE*. Questo indicatore percentuale fornisce il rendimento complessivo di una qualsiasi risorsa produttiva, indistintamente umana o tecnica, nell'intervallo temporale in cui tale risorsa è in grado di produrre.

Tramite un corretto utilizzo dell'OEE si riesce a controllare il processo, in modo tale da raggiungere elevati livelli di produzione. È stato stimato che un valore ottimale dell'indice OEE debba essere minimo il 90%.

In analogia con quanto visto in precedenza, anche per il metodo TPM sono definiti dei pilastri, dei punti chiave, in numero pari ad 8, su cui il suddetto si basa.

- **Manutenzione autonoma (Jishu Hozen):** lo scopo di questo pilastro è quello di accrescere le *skill* degli operatori impiegati lungo la linea, al fine di rendere gli stessi in grado di realizzare dei semplici interventi di manutenzione. Tutto questo fa sì che i manutentori specializzati possano dedicare i loro sforzi verso attività a maggior valore, o su guasti di maggiore entità, lasciando agli operatori la responsabilità di proteggere le proprie postazioni dal deterioramento. Fra le operazioni che quest'ultimi devono svolgere, vi sono, ad esempio, la taratura degli strumenti e la pulizia quotidiana. In tal modo, è possibile raggiungere il funzionamento continuativo dei macchinari, andando, inoltre, ad eliminare direttamente le cause dei potenziali guasti. Tutto questo porta, anche, a ridurre i *capital investments* dovuti a sostituzione di macchinari in via prematura.
- **Manutenzione pianificata:** la manutenzione pianificata è la programmazione delle attività basata sull'analisi di dati storici, relativi al comportamento della macchina, come il tasso di guasto ed i *breakdowns*. Tale pilastro, eseguito in maniera corretta, conduce ad una forte riduzione dei costi di manutenzione. Un'applicazione corretta prevede di conoscere lo stato dei macchinari ed il tipo di processo produttivo, in modo da poter realizzare una programmazione efficace. In caso contrario, si potrebbe raggiungere il risultato opposto, andando a realizzare un incremento dei costi ed una riduzione della produzione della macchina. L'applicazione di questo tipo di manutenzione porta ad interruzioni della produzione quanto mai ridotte nel tempo, poiché gli interventi stessi sono pianificati in modo tale da essere eseguiti durante tempi morti, o in cui i livelli di produzione sono molto bassi. Alla manutenzione pianificata, si contrappone quella reattiva. Quest'ultima aspetta l'insorgere del problema prima di entrare in azione, e, dunque, comporta un forte impatto negativo sulla produzione, poiché i tempi di ripresa della produzione cresceranno, in quanto i tecnici avranno un incremento di lavoro da svolgere nella ricerca della causa radice. L'impiego della manutenzione pianificata comporta vantaggi quali la riduzione del numero del fermo macchina ed incremento

delle attività produttive, il capitale investito nelle macchine viene ridotto e non è necessario avere in stock costosi pezzi di ricambio per le macchine.

- **Manutenzione per qualità:** questo pilastro ha come scopo la riduzione dei difetti riscontrati sui prodotti mediante il riconoscimento dei componenti delle macchine responsabili della qualità sul prodotto. I fattori che incidono sulla qualità del prodotto sono valutati e verificati ad opportuni intervalli temporali, al fine di valutare che gli stessi siano inclusi in un range di accettabilità, tale per cui è garantito un certo grado di prevenzione dei difetti. In tale modo, in caso di presenza di valori esterni ai range, è possibile intervenire prima che si verifichino difetti. Tale misurazione, oggi, può essere eseguita dalla macchina stessa mediante sistemi di controllo adattivo.
- *Focused improvement (Kaizen):* termine giapponese, il quale letteralmente, significa cambiare in meglio, migliorare. Quando si parla di Kaizen, si intendono piccoli miglioramenti continui, caratterizzati da un basso costo. L'obiettivo a cui si vuole giungere, andando, inoltre, a coinvolgere tutto il personale aziendale, è quello di ridurre in modo costante i costi di produzione.
- **5S:** Le 5S, come nel caso precedente, derivano da termini giapponesi, ovvero *Seiri*, *Seiso*, *Seiton*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. Il termine *Seiri* vuol dire separare. Con esso si intende la necessità di organizzare gli oggetti necessari a svolgere la propria attività in maniera differente, in base alla frequenza di utilizzo degli stessi. Si andranno, dunque, a posizionare leggermente più lontani gli oggetti impiegati meno frequentemente. Tutto ciò porta ad una riduzione del tempo di ricerca da parte dell'operatore. *Seiton* vuol dire pulire. Esso vuole definire l'importanza di avere un posto di lavoro pulito, sgombro da qualsiasi possibile elemento di contaminazione. *Seiso* vuol dire riordinare. Esso vuole indicare l'importanza del riordino dei luoghi di lavoro, il quale può essere realizzato assegnando a ciascun oggetto una posizione specifica, facilmente individuabile tramite segnali visivi, come targhette colorate. *Seiketsu* vuol dire standardizzare. L'obiettivo di questa fase è quello di creare procedure standard per le fasi a monte. Tale fase utilizza delle ispezioni randomiche al fine di verificare la corretta applicazione degli standard. *Shitsuke* vuol dire diffondere e migliorare. Il fine di questa fase è quello di diffondere il metodo su tutto il perimetro aziendale e di ricercare un continuo miglioramento delle performance.

- *TPM* in funzioni di ufficio: Questo pilastro, per poter essere implementato, necessita che i pilastri della manutenzione autonoma, programmata e per qualità ed i *Kaizen* siano stati già attivati. Tale pilastro si focalizza sull'applicazione del *TPM* in quelle che vengono definite le "operazioni di ufficio", con l'obiettivo di andare ad eliminare le perdite, in totale pari a dodici, tramite l'impiego di un insieme di procedure. L'implementazione di questo pilastro porta a benefit quali la riduzione del lavoro ripetitivo e la riduzione dei costi sia di natura amministrativa e sia di struttura.
- Formazione ed allenamento: Lo scopo di questo pilastro è quello di porre gli impiegati in una posizione tale da essere in grado di poter completare le operazioni richieste dall'impresa in maniera corretta ed efficace. Ne risulta necessario un'importante fase di addestramento al fine di accrescere le *skill* dei dipendenti. Possiamo riconoscere quattro parti in questo pilastro. Nella prima si ha personale carente di competenze necessarie, successivamente si ha personale formato in maniera teorica ma privo di esperienza manuale, una terza in cui si ha personale in formato dal punto di vista pratico e teorico, ma non capace di insegnare tali concetti ed infine personale completamente capace di eseguire e trasmettere le proprie competenze. Lo sviluppo di questo pilastro porta a vantaggi quali realizzazione di un ambiente di formazione per l'auto apprendimento ed il miglioramento del grado di competenza dei dipendenti aziendali.
- Salute, ambiente e sicurezza: Questo pilastro ricopre un ruolo di fondamentale importanza. Il suo scopo è quello di realizzare un luogo di lavoro dove sia garantito un alto livello di sicurezza, dove il numero di incidenti sia ridotto fino a zero come anche il numero di danni alla salute. Si fa un ampio utilizzo di materiali divulgativi, quali possono essere cartelloni, e di attività di formazione, per trasmettere il messaggio che si vuole far passare da questo pilastro. Un altro strumento fortemente utilizzato è l'applicazione di standard di sicurezza.

| TPM Pillars | Description | Advantages |
|------------------------------|---|---|
| Autonomous Maintenance | Hands operators of equipment responsibility to carry out basic maintenance of equipment | Operators feel responsible for their machines, equipment becomes more reliable |
| Planned Maintenance | Maintenance scheduled using the historic failure rate of equipment | Maintenance can be scheduled when production activities are few |
| Quality | Quality ingrained in the equipment so as to reduce defects | Defect reduction & consequent profit improvement |
| Kobetsu Kaizen | Use of cross-functional teams for improvement activities | Improves problem solving capabilities of the workers |
| Early Equipment Maintenance | Design of new equipment using lesson learnt from previous TPM activities | New equipment achieves full potential in a shorter period of time |
| Education & Training | Bridging of the skills and knowledge gap through training of all workers | Employees gain the necessary skills to enable them solve problems within the organization |
| Health, Safety & Environment | Providing of an ideal working environment devoid of accidents and injuries | Elimination of harmful conditions & healthy workforce |
| TPM in the Office | Spread of the principles to administrative functions within an organization | Support functions understand the benefits of these improvements |

9 – Pilastrini del TPM

L'applicazione corretta da parte dell'azienda della metodologia *TPM* porta ad ottenere un gran numero di vantaggi, fra cui un sostanziale crescita della produttività, dovuta ad un decremento dei tempi dedicati ad operazioni a non valore aggiunto, a favore di un incremento del tempo da dedicare ad operazioni a valore aggiunto. Si può conseguire, inoltre, un decremento dei costi legati alla manutenzione, dovuto all'impiego di una gestione proattiva e non reattiva, ed alla possibilità di non mantenere a stock pezzi costosi, in quanto le macchine sono caratterizzate da migliori performance. Fra i risultati ottenibili a livello del posto di lavoro, si ha un incremento della sicurezza e pulizia dell'ambiente. A livello del personale, si ha un miglioramento di performance dovuto ad un accresciuto livello di fiducia fra i dipendenti ed alla condivisione di conoscenze.

3.2 Sviluppo e concetti del WCM

Il termine *WCM* fu presentato, per la prima volta, nel libro *World Class Manufacturing: the lessons of simplicity applied*, di *Richard Schonberger*, ricercatore statunitense. Tale termine fu ripreso da Hajime Yamashina, professore giapponese all'interno del libro *Japanese Manufacturing strategy and the role of total productive maintenance*, edito nel 1995. In questo libro, con *WCM* si intende un modello produttivo adottato da aziende giapponesi tramite il quale sono state in grado di rafforzare il loro vantaggio competitivo. Nel 2005 i vertici di *FIAT* determinano la produzione come l'elemento su cui deve basarsi il gruppo per cercare di rilanciarsi. Ne nasce, dunque, un programma col suddetto professor Yamashina, già noto nel settore, al fine di applicare la metodologia *WCM* in tutti gli stabilimenti del gruppo *FCA*. I primi plant interessati furono quelli di Melfi e di Tychy, i quali fecero da apripista all'intero mondo *FCA*. I risultati ottenuti spinsero, nel 2006, ad estendere il metodo anche ai restanti plant. Lo sviluppo del *WCM*, è, oggi, talmente ampio da includere persino i fornitori, in modo tale da avere dei sistemi di produzione completamente integrati da monte a valle.

Il *WCM* è un sistema strutturato ed integrato di produzione che circonda quasi tutti i possibili aspetti della produzione, dalla sicurezza all'ambiente, dalla manutenzione alla logistica e qualità. Il primo e principale scopo di questo sistema è quello di migliorare continuamente la produzione e progressivamente eliminare gli sprechi assicurandosi la qualità e la massima flessibilità in risposta alle esigenze dei clienti, coinvolgendo e motivando persone che lavorano negli stabilimenti. Principi *WCM* si applicano a tutti gli aspetti di organizzazione del plant, dal sistema di qualità per la manutenzione al controllo dei costi di logistica, in un'ottica di miglioramento continuo.

La creazione di valore e la soddisfazione del cliente sono due elementi centrali nel *WCM*. Essi sono raggiungibili tramite il coinvolgimento di tutte le persone. Nel 2010, a quattro anni dalla partenza del programma, si era arrivati a formare il la meta del totale dei *blue collar* e dei *white collar*, impiegati negli stabilimenti del gruppo in Italia.

Il *WCM*, come si è detto, ha lo scopo di eliminare ogni tipologia di spreco e le perdite, al fine di ridurre i costi aziendali tramite un miglioramento dell'efficienza di produzione e il miglioramento della qualità dei prodotti. Alla base di questo metodo, presiedono dieci principi.

- La sicurezza è il fondamento delle prestazioni a livello World Class
- I leader del *WCM* hanno una passione per gli standard

- In un'azienda *WCM* la voce del cliente può essere udita nello stabilimento
- Un'applicazione rigorosa del *WCM* garantisce l'eliminazione delle perdite
- In uno stabilimento *WCM* le anomalie sono immediatamente visibili
- Il *WCM* si realizza nel posto di lavoro, non in ufficio
- Il *WCM* si impara mettendo in pratica le tecniche con i team di stabilimento
- La forza del *WCM* deriva dal coinvolgimento delle persone
- Le aziende *WCM* generano energia verso il successo continuo
- Il *WCM* non accetta perdite di alcun tipo (obiettivo Zero)

Le organizzazioni che puntano sul *WCM* spingono con forza sul concetto di miglioramento continuo, in modo che tutte le aree dell'impresa siano coinvolte. A partire dallo stabilimento ed arrivando fino al management, passando dalla logistica. È questo il modo di arrivare all'obiettivo Zero. Si ricercano;

- Zero incidenti
- Zero difetti
- Zero ritardi
- Zero stock
- Zero rotture
- Zero fermate
- Zero sprechi
- Zero insoddisfazione del cliente
- Zero informazione perse

Il successo aziendale diviene un obiettivo concreto grazie ai miglioramenti nell'ambito di qualità ed efficienza.

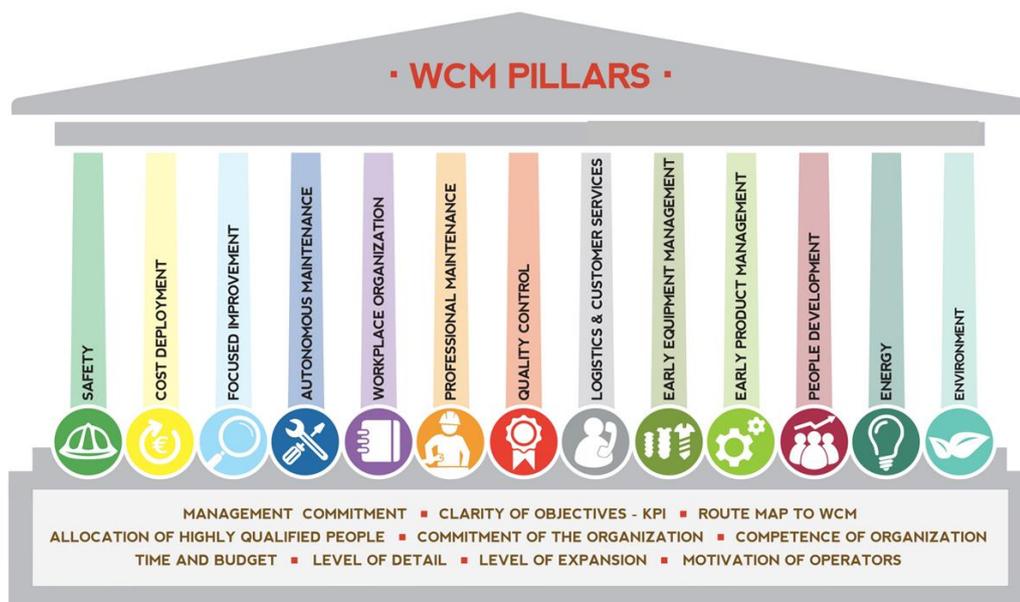
Nelle fasi iniziali di sviluppo di un pilastro si focalizzano gli sforzi su un'area ben definita all'interno dello stabilimento, detta *model area*. Quest'ultima è scelta a seguito di un'attenta analisi delle perdite eseguita dal pilastro *Cost Deployment*. Una volta implementato il metodo all'interno della *model area*, si estende quest'ultimo ad altre aree simili. Per concludere, si estende il metodo a tutto lo stabilimento, e, possibilmente, anche ai fornitori per arrivare ad un'ideale estensione su tutto il processo.

Queste tre fasi di espansione determinano la *Estensione* nella strada *WCM*.

Nel programma *World Class Manufacturing* è essenziale valutare i risultati raggiunti nell'ambito del miglioramento continuo. Questo è possibile grazie ad un sistema di *Audit*; queste valutazioni sono gestite dalla *World Class Manufacturing Association*. Ogni pilastro è oggetto di valutazione da parte degli *auditors*, i quali possono assegnare uno *score*, per ciascuno dei suddetti pilastri, che va da uno a cinque.

Il risultato finale, dato dalla somma delle valutazioni dei singoli pilastri, determina la fascia di appartenenza dello stabilimento. Si riconoscono le seguenti fasce:

- 0-49: I *plant* in questa fascia non hanno alcun riconoscimento
- 50-59: I *plant* in questa fascia sono riconosciuti come *Bronze*
- 60-69: I *plant* in questa fascia sono riconosciuti come *Silver*
- 70-84: I *plant* in questa fascia sono riconosciuti come *Gold*
- 85-100: I *plant* in questa fascia sono riconosciuti come *World Class*



10 - Pilastri del WCM

Ciascun pilastro si suddivide in sette steps. Quest'ultimi a loro volta si suddividono in altre tre fasi. Di seguito sono elencate:

- *Reattiva*: In questa fase si attuano le contromisure necessarie a risolvere i problemi in *real time*;

- Preventiva: In questa fase si attuano le contromisure necessarie ad evitare che si ripresenti il problema in base alle esperienze passate;
- Proattiva: In questa fase si attuano le contromisure necessarie ad evitare che il problema si presenti in futuro;

Queste tre fasi determinano la dimensione della profondità del percorso *WCM*.

3.3 Pilastri Tecnici

Il metodo *WCM* è organizzato con uno schema a pilastri, dove ognuno rappresenta una particolare area dell'azienda. Possiamo riconoscere dieci pilastri tecnici e dieci pilastri manageriali.

3.3.1 Safety

La sicurezza nell'ambiente di lavoro è il primo tema trattato dai pilastri del *WCM*. La creazione e lo sviluppo di una cultura dedita alla prevenzione e l'implementazione di opportune capacità professionali, sono fondamentali per ridurre il numero di incidenti all'interno dell'azienda e garantire ai lavoratori un ambiente sicuro.

L'elevata attenzione all'aspetto della sicurezza è dimostrata anche dalla possibilità di realizzare progetti che garantivano un aumento delle condizioni di sicurezza seppur caratterizzati da un rapporto benefici su costi inferiore ad uno, cosa che invece non può dirsi per gli altri pilastri.

Il pilastro *Safety* include diversi compiti fra cui:

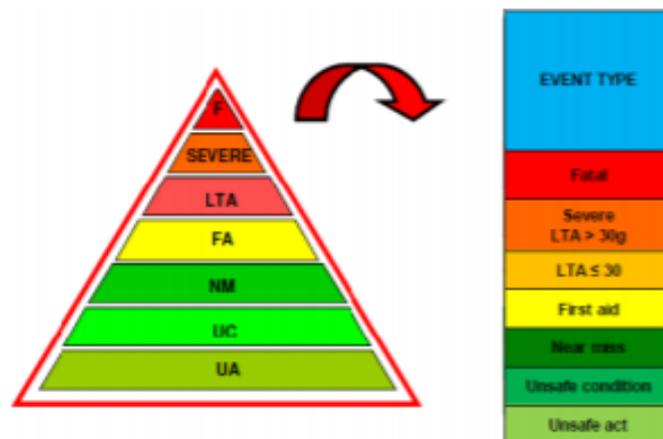
- Controllo della sicurezza degli impianti e delle attrezzature
- Controllo della sicurezza delle *workstations*
- Aggiornamento costante agli operatori
- Valutare con cura i rischi in ogni settore

Per garantire la bontà delle operazioni svolte, è necessario basarsi sull'utilizzo di KPI opportunamente definiti. Questi indicatori ci permettono di dare una valutazione quantitativa dei comportamenti umani che possono condurre a danni di vario tipo, e delle condizioni delle macchine che possono portare ad infortuni. La zona lavorativa, nella quale, in prima analisi,

vengono implementate le metodologie previste dal pilastro Safety, prima di essere estese al resto dello stabilimento è detta area modello. Essa viene decisa attraverso l'impiego della matrice S, la quale esegue un'analisi basata sui dati storici degli ultimi anni.

In combinazione con tale matrice, si utilizza il modello *S-EWO*. Questo modulo fornisce una serie di informazioni di dettaglio, per ciascun incidente verificatosi. In esso ritroviamo quale parte del corpo si è infortunata, quale era l'attività che si stava svolgendo prima di infortunarsi, la tipologia di incidente e, per concludere, due elementi di grande interesse, quali la determinazione dei *root cause* che ha portato all'infortunio e la classificazione secondo il modello di *Heinrich*. Quest'ultimo, inoltre, ci fornisce un *tool* utilizzato per quantificare e catalogare gli infortuni accorsi nel corso del tempo, all'interno dello stabilimento, secondo la loro gravità, la *piramide di Heinrich*.

Dall'immagine sotto riportata, risulta una chiara divisione in sette livelli. La successione dei livelli, in ordine di gravità, va dalla base fino alla punta della piramide.



11 – Piramide di Heinrich

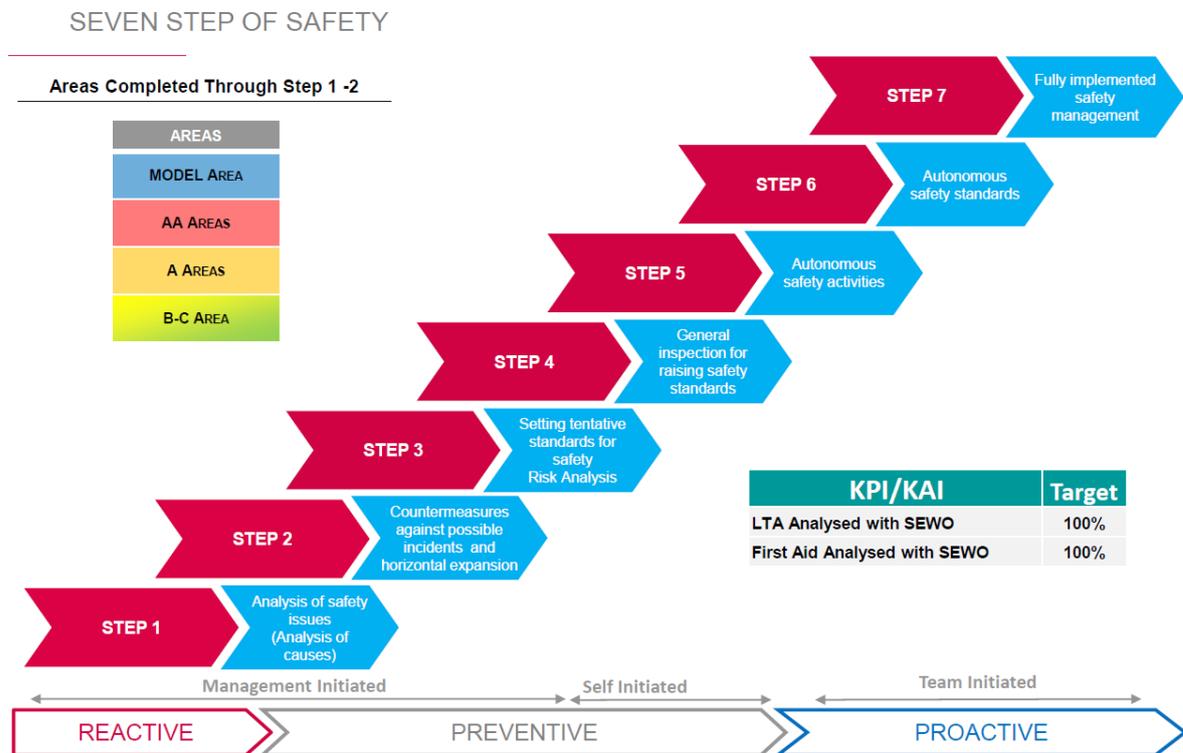
- Gli eventi anomali vengono catalogati nelle sette categorie che seguono:
- *F (Fatal)*: Incidenti fatali
- *Severe*: incidenti con danni permanenti o con prognosi di durata maggiore di 30 giorni
- *LTA (Lost Time Accident)*: infortuni con prognosi che va da uno ai trenta giorni
- *FA (First Aids)*: infortuni per i quali è sufficiente applicare una semplice medicazione
- *NM (Near Miss)*: incidenti da cui non sono derivati infortuni

- *UC (Unsafe Conditions)*: condizioni di assenza di requisiti di sicurezza che possono portare ad incidenti
- *UA (Unsafe Acts)*: comportamenti che non garantiscono il rispetto delle norme di sicurezza sul luogo di lavoro

È importante osservare l'importanza che ricopre la parte inferiore della piramide di Heinrich. Lo studio e l'adozione, di un approccio proattivo, invece che reattivo, nel trattamento degli infortuni più lievi, permette di avere un certo impatto sulla parte inferiore della piramide, dalla quale dipende direttamente il controllo della parte superiore.

In definitiva, l'obiettivo di questo pilastro è quello di portare a zero il numero di infortuni e di incidenti nel perimetro dello stabilimento. Tutto questo richiede di mettere in risalto l'aspetto legato alla prevenzione dei possibili incidenti e l'aspetto legato all'accrescer di capacità tali da poter rendere l'ambiente di lavoro un luogo dove la sicurezza sia l'elemento principale.

In analogia agli altri pilastri, anche per *Safety*, si individuano sette steps. I quali sono riportati nell'immagine seguente.



12 – Step del pilastro Safety

Lo step 0 tratta una serie di operazioni che devono essere svolte prima di procedere all'implementazione dei sette steps.

1. Analisi degli infortuni e delle cause
2. Contromisure ed espansione orizzontale in aree analoghe
3. Impostare degli standard, di primo tentativo, per la sicurezza

Questi primi tre step determinano la Fase Reattiva.

4. Ispezioni generali per la sicurezza
5. Ispezione autonoma

Gli step 4 e 5 compongono la fase detta preventiva. Questa fase è principalmente dedicata alla formazione degli operatori.

6. Standard di sicurezza autonomi
7. Sistema di sicurezza pienamente implementato

Gli step 6 e 7 compongono la fase detta proattiva. Questa fase si concentra sullo sviluppo del sistema di gestione della sicurezza.

3.3.2 Cost Deployment

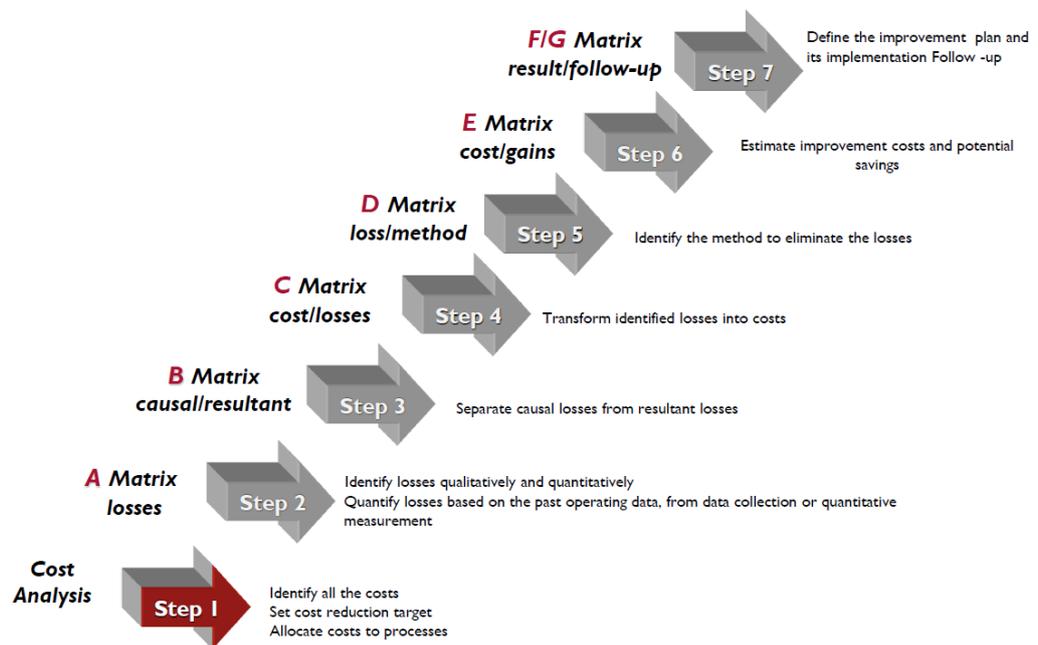
Il *Cost Deployment* si occupa dello studio dei costi produttivi, al fine di rilevare e combattere, attraverso l'impiego di programmi di miglioramento, le cause di perdita maggiormente impattanti ed anche quelle attività che non comportano l'aggiunta di valore. Il fine di tutto questo è quello di migliorare le performance dell'azienda. Lo scopo del *Cost Deployment* è, dunque, quello di individuare, in maniera rigorosa, le perdite e gli sprechi, presenti sotto forma di perdite impiantistiche o di perdite legate al personale ed al consumo di materiali riscontrati, nel sistema produttivo. Una volta individuate le perdite, è necessario procedere alla loro valutazione, anche in termini economici, e, successivamente, alla loro riduzione. Per poter agire sulle perdite, è necessario conoscere il legame di queste, con le cause che le hanno originate. Il *Cost Deployment* risulta, dunque, avere un ruolo centrale in quanto ci permette di definire, con sistematicità, le attività ed i pilastri, sui quali agire, per poter attaccare le perdite. L'applicazione del *Cost Deployment* porta anche a:

- Miglioramento continuo
- Filosofia dello zero perdite

- Misura dettagliata in ogni processo
- Approccio standard e strutturato per eliminare perdite e scarti
- Migliorare la qualità delle competenze del personale
- Migliorare l'affidabilità dei macchinari

Di seguito sono riportati i sette steps del pilastro *CD*.

7 CD Steps



13 – Step del pilastro *CD*

1. Identificare i costi di trasformazione, stabilire i target per la riduzione dei costi e separare i costi totali in base ai differenti processi
2. Realizzare un riconoscimento qualitativo delle perdite e degli scarti, identificare le perdite e gli scarti basandosi sui dati storici operativi.
3. Dividere le perdite casuali da quelle risultanti. Quest'ultime sono, generalmente, legate al processo.
4. Associare alle perdite, ed agli scarti, un costo.
5. Identificare i metodi per recuperare le perdite e gli sprechi
6. Effettuare una stima dei costi per il miglioramento e il beneficio economico derivante dalla riduzione dei costi.

7. Stabilire un piano di miglioramento e la rispettiva implementazione, e seguirne lo sviluppo. Conclude le attività si riparte dallo step 5.

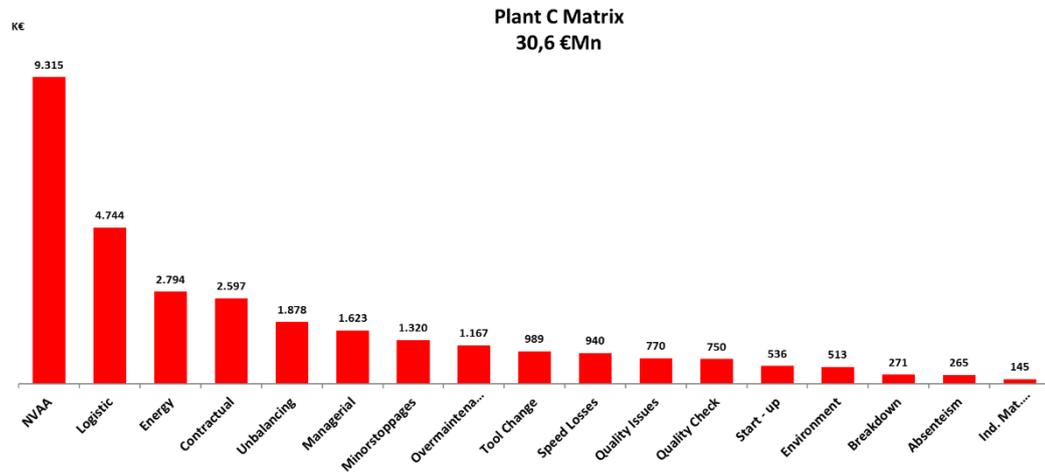
Come si può osservare dall'immagine successiva, ad ogni step di questo pilastro è associata una matrice, ognuna con un suo specifico compito.



14 – Associazione step e matrici nel pilastro CD

La matrice A è associata all'implementazione dello step 2. Essa ci fornisce una visione globale del processo, permettendoci di individuare con precisione le perdite all'interno dei vari processi e come esse impattino sui costi.

La matrice C è associata all'implementazione dello step 4. Tramite la matrice C siamo in grado di individuare una relazione fra le perdite causali ed i costi nello stabilimento.



16 – Matrice C

La matrice D, nota anche come matrice Perdite-Conoscenze, è associata all'implementazione dello step 5. Essa ci permette di individuare le strategie e le tecniche necessarie per eliminare le perdite da attaccare.

| MATRICE D | | Processo | Perdita Totale (€/anno) | Metodologia (Pilastro) | | | | | | | | | | | | | Benefici su KPI | | | ICE | Priorità |
|----------------------------|----------------------|----------|-------------------------|------------------------|----|----|--------|----|----|-----|-----|----|----|-----------|---------|--------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|-----|----------|
| Macro Tipologia di Perdita | Tipologia di Perdita | | | S | CD | FI | AM/ WO | PM | QC | LOG | EEM | PD | FE | Sicurezza | Qualità | Produttività | Impact (alto-5; basso: 1) | Cost (Alto: 1; Basso: 5) | Efficiency (Alto: 1; Basso: 5) | | |
| Impianti | Perdita A | UTE 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | UTE 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | UTE 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | UTE 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | UTE 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Perdita B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Perdita E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

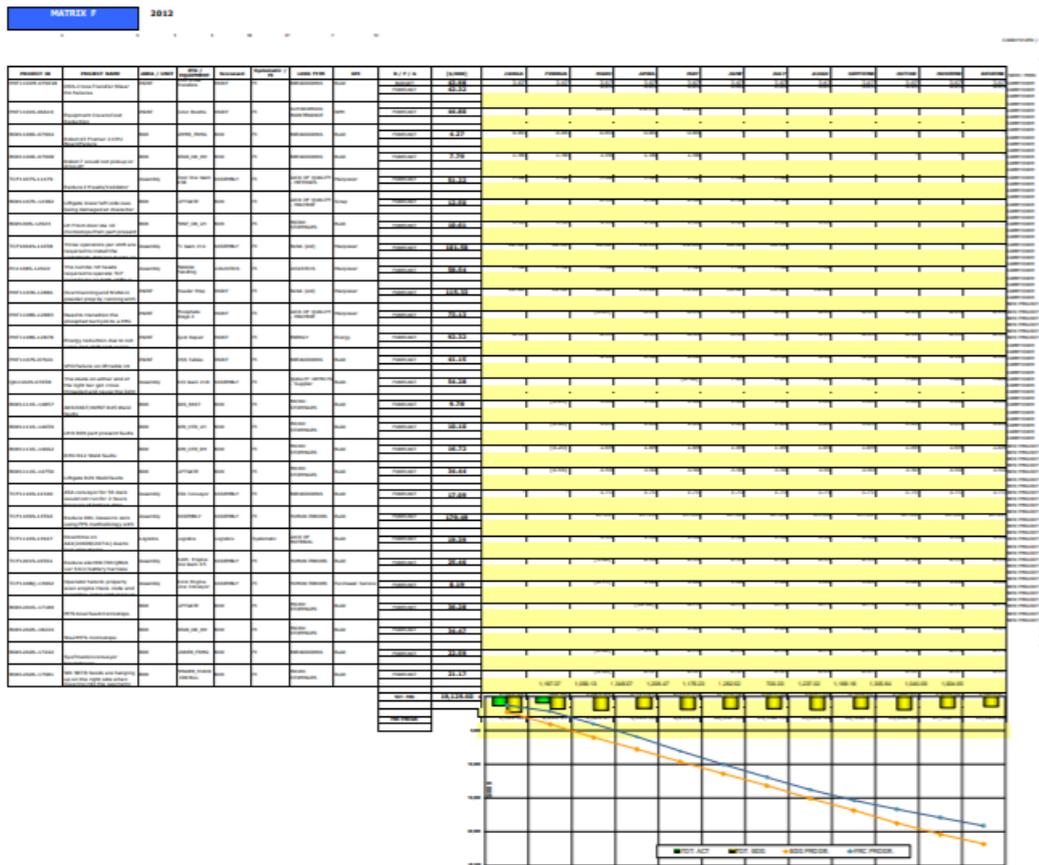
17 – Matrice D

La matrice E, nota anche come matrice dei progetti, è associata all'implementazione dello step 6. Essa è utilizzata per tracciare l'andamento dei progetti che mirano ad attaccare le perdite individuate nella matrice C. Nella matrice E ritroviamo tutte le principali informazioni relativamente ad ogni progetto, ad esempio la previsione dei *saving*.

| E MATRIX | | | | | | | | | | WOM Total | | | | | |
|------------|------------------------|-----------------|-------------|---------------------------|---------------------------|---|-----------------|---------------------|------------|-----------|----|----|-----|-----|-------|
| CD Entered | Date Entered to Status | Project Number | AREA / UNIT | ETU / EQUIPMENT | LOSS CATEGORY | PROJECT NAME | PROJECT ID | PROJECT RESPONSIBLE | WOM FILLAR | AM | RM | WH | CHL | RWD | Other |
| DDP | 3/13/2012 | TCF 12025-16968 | Assembly | A105L Door line conveyor | BREAKDOWNING | A105L / A105M conveyor issue failed to close properly due to quality of rollers on rollers | TCF 12025-16968 | D. Andruski | PI | | | X | | | |
| DDP | 2/19/2012 | TCF 12015-90311 | Assembly | F1 Team #10 | BREAKDOWNING | TCF 12015-90311 | TCF 12015-90311 | A. Neal | PI | | | X | | | |
| DDP | 2/19/2012 | TCF 13025-13214 | Assembly | F1 Team #6 | BREAKDOWNING | F6 conveyor drive from from footings. DWO 7036 | TCF 13025-13214 | M. Rattigan | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12025-17913 | Assembly | A33 Team #12 | LACK OF QUALITY - METHODS | Discipline: LACK OF QUALITY - METHODS Problem: To test fixture and to drive roller 07/02/2012 | TCF 12025-17913 | S. Sanders | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12025-17776 | Assembly | A33 Team #18 | LACK OF QUALITY - METHODS | Reduce scrap on speed chain drive | TCF 12025-17776 | S. Sanders | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12025-17786 | Assembly | F1 Team #11 | LACK OF QUALITY - METHODS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12025-17786 | F. Farris | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12025-17786 | Assembly | A105 Engine line/team #5 | LACK OF QUALITY - METHODS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12025-17786 | C. Hibel | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12025-17767 | Assembly | A105 Engine line/team #5 | LACK OF QUALITY - METHODS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12025-17767 | C. Hibel | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12025-18026 | Assembly | A3 Team #5 | HUMAN ERRORS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12025-18026 | A. Bradford | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12025-18026 | Assembly | A8 Team #2 | LACK OF QUALITY - METHODS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12025-18026 | F. Huddell | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12025-17722 | Assembly | A105 Engine line/team #8 | HUMAN ERRORS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12025-17722 | C. Bernier | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12015-16196 | Assembly | A33 Team #18 | HUMAN ERRORS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12015-16196 | S. Sanders | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12025-17665 | Assembly | C1 conveyor | BREAKDOWNING | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12025-17665 | D. Andruski | PM | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12025-17667 | Assembly | C1 conveyor | BREAKDOWNING | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12025-17667 | D. Andruski | PM | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12015-10344 | Assembly | A105 Engine line/team #5 | HUMAN ERRORS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12015-10344 | C. Hibel | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12025-17877 | Assembly | A33 Team #18 | HUMAN ERRORS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12025-17877 | A. Marbeck | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/8/2012 | TCF 12015-90361 | Assembly | A105 Engine line/team #5 | HUMAN ERRORS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12015-90361 | C. Hibel | PI | | | X | | | |
| DDP | 3/13/2012 | TCF 13025-13602 | Assembly | A114 Engine Line Conveyor | HUMAN ERRORS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 13025-13602 | F. McCay | QC | | | X | | | |
| DDP | 3/15/2012 | TCF 12025-17782 | Assembly | A8 Team #6 | LACK OF QUALITY - METHODS | Reduce scrap on roller for test fixture for 181 | TCF 12025-17782 | J. Rogan | PI | | | X | | | |

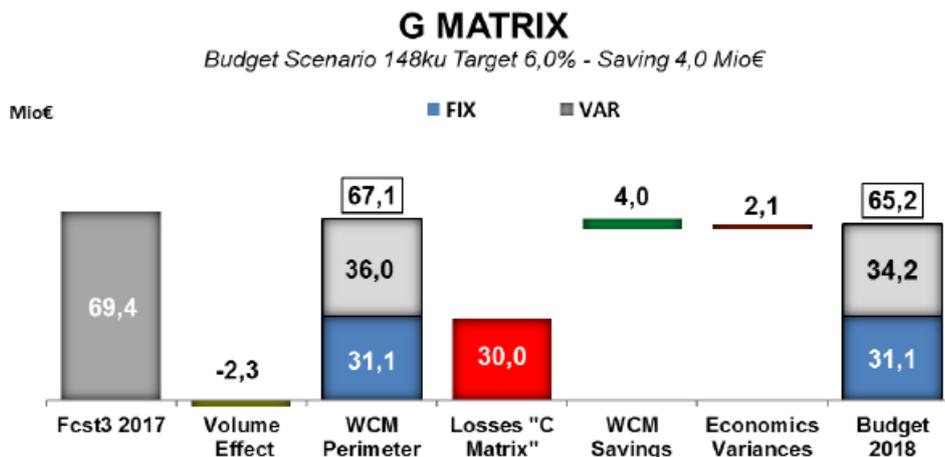
18 – Matrice E

La matrice F è associata all'implementazione dello step 7. Essa è utilizzata per seguire l'andamento dei progetti provenienti dalla matrice E. In particolare, questa matrice, fornisce i dati economici per seguire lo sviluppo dei progetti, i quali sono in pari numero rispetto a quelli visti nella matrice E, ed anche l'andamento dei KPI su cui il progetto va confrontato.



19 – Matrice F

Per concludere, si utilizza la matrice G, la quale fornisce un collegamento fra il budget e la produttività derivante dai progetti, ovvero i *saving*. Lo scopo di questa matrice è valutare se vi sono progetti in atto, per garantire il raggiungimento di riduzione dei costi richiesta per l'anno a seguire.



20 – Matrice G

3.3.3 Focused Improvement

Il pilastro *Focused Improvement* è il principale responsabile della spinta dell'impresa verso il percorso del miglioramento continuo. Esso entra in azione nel momento in cui bisogna passare ad una logica di miglioramento focalizzato, da un approccio sistemico, nell'ottica di riduzione degli sprechi. Tale pilastro risulta essere strettamente legato al pilastro *CD* descritto in precedenza, in quanto ha come scopo quello di eliminare le primarie cause di perdita, ovvero quelle che hanno un impatto significativo sul budget, definite nell'implementazione del *CD*.

La scelta di operare principalmente sulle perdite individuate dal *CD* è dettata dal voler concentrare gli sforzi e le risorse, principalmente, sulle perdite maggiormente impattanti sull'intero sistema produttivo. Tramite l'applicazione di azioni correttive mirate è possibile eliminare il problema.

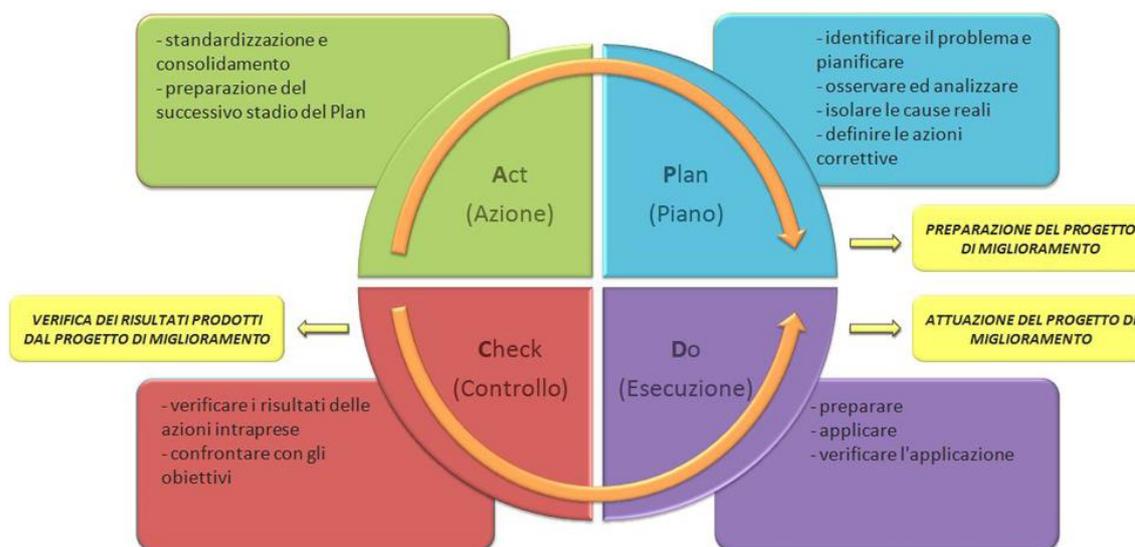
Fra le varie attività del pilastro *FI* vi è la determinazione delle *root causes* che sottendono i problemi verso cui si stanno rivolgendo gli sforzi. Questo è necessario per massimizzare il rapporto *B/C*. La determinazione delle cause radice è possibile grazie allo sforzo congiunto di

componenti appartenenti a diversi gruppi di lavoro. Ognuno, difatti, porta un contributo alla risoluzione del problema grazie alle loro competenze e conoscenze.

Come appena affermato, il pilastro *FI* non si limita a ricercare una soluzione temporanea del problema, piuttosto si applica nella realizzazione delle azioni necessarie, sia all'individuazione delle cause radice dei problemi, sia all'eliminazione di quest'ultime. Il fine di queste azioni è quello di eliminare definitivamente le *root causes* e ripristinare o introdurre un nuovo standard specifico. Lo strumento che si utilizza in questa situazione è il *ciclo di Deming*, o *PDCA*. Esso si compone di quattro parti, ovvero:

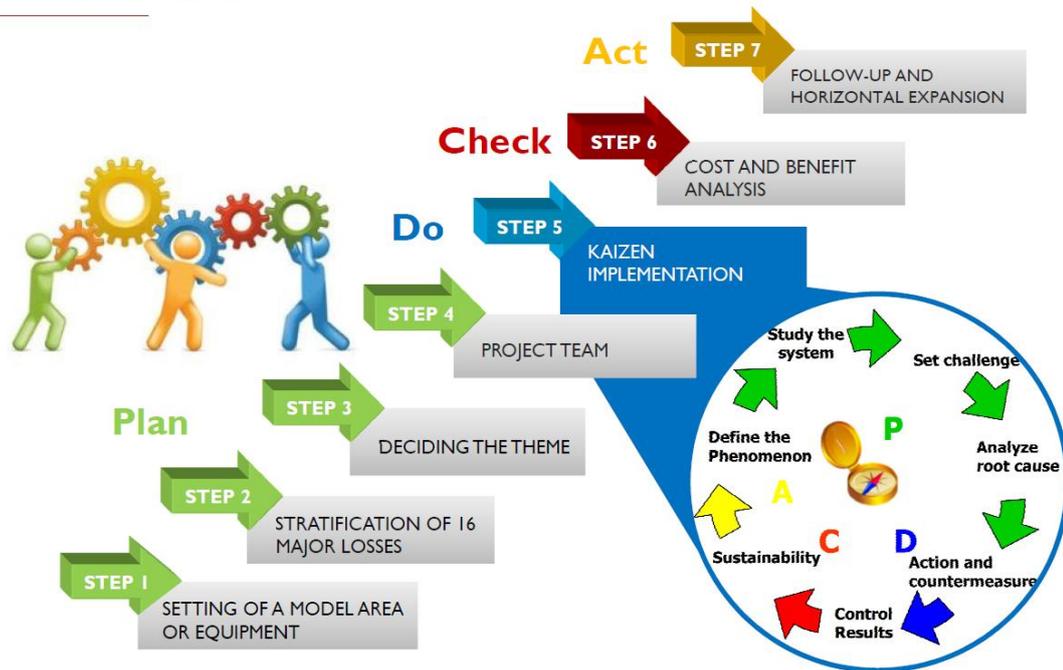
- *Plan*: si compone di quattro parti, ovvero capire il problema, identificare le cause, verificarle, trovare le soluzioni e prioritarizzarle
- *Do*: consiste nell'applicare la soluzione trovata
- *Check*: consiste nel verificare l'efficacia della soluzione e testarla
- *Act*: consiste nello standardizzare la soluzione implementata e nel diffonderla alle situazioni simili

Al completamento del ciclo, il processo riprende dall'inizio, in modo tale da realizzare un processo di miglioramento continuo, che prende il nome di *Kaizen*.



21 – Ciclo di Deming

Di seguito sono riportati i sette steps che compongono il pilastro di *FI*.



22 – Step pilastro FI

1. Definizione dell'area modello.
2. Identificazione delle principali perdite e dei principali scarti, sulla base delle informazioni ricavate dalle matrici.

Gli step uno e due fanno parte della categoria *Plan*, nella quale, in generale, si individua la perdita da attaccare. È necessaria cooperazione con il *CD*.

3. Definizione del tema e preparazione del piano di diffusione
4. Definizione del team che affronterà il problema
5. Identificazione di un buon metodo ed attività di progetto

Gli step tre, quattro e cinque fanno parte della categoria *Do*, nella quale, in generale, si individuano il team, ed i *tools*, che saranno impiegati nella risoluzione del problema e nella definizione delle cause e delle soluzioni.

6. Si valuta la soluzione implementata mediante un'analisi *B/C*.

Lo step sei fa parte della categoria *Check*.

7. Si segue l'andamento del progetto e la sua possibile diffusione orizzontale.

Lo step sette fa parte della categoria *Act*.

3.3.4 Autonomous Maintenance

Il pilastro Autonomous Activities è composto da due pilastri, ovvero Autonomous Maintenance e Workplace Organization.

Il sotto-pilastro *AM* si occupa delle attività di manutenzione preventiva di base, fra cui abbiamo ispezioni, pulizie, controlli, piccoli riparazioni. Il risultato a cui si vuole giungere è la prevenzione delle rotture dei macchinari e delle micro fermate, nelle situazioni in cui esse siano dovute ad una mancato, o incorretto, mantenimento delle condizioni di base degli impianti.

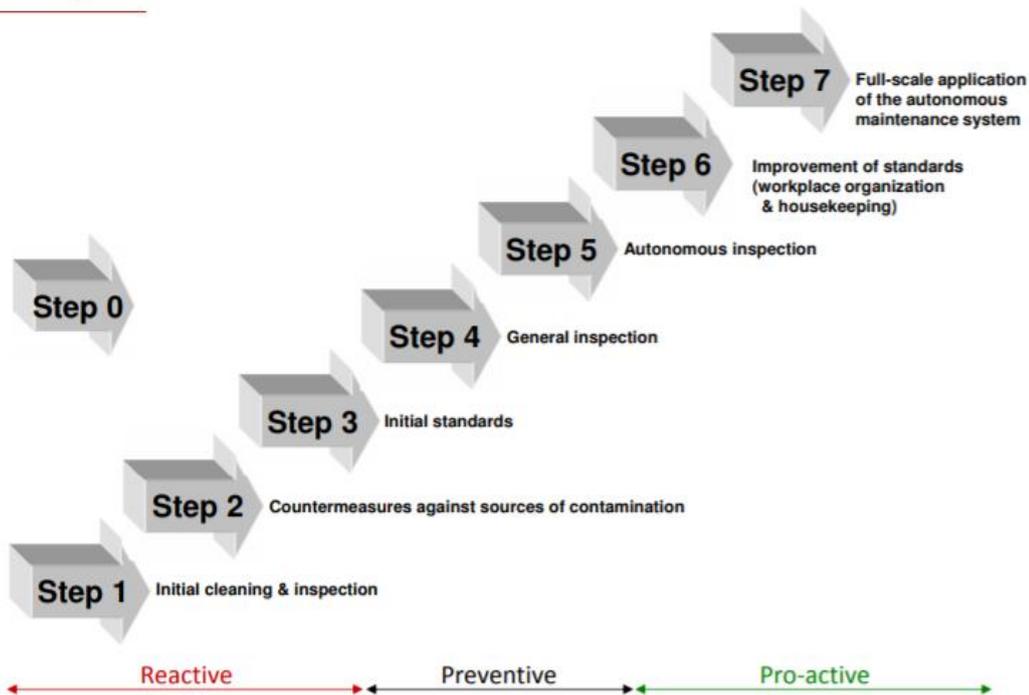
In tale modo, si incrementa la disponibilità delle macchine. È essenziale una partecipazione attiva da parte degli operatori impiegati nell'ambito della produzione, e più in generale, di tutti coloro che hanno interazione continua con i macchinari.

Le attività iniziali dell'*AM* sono mirate a garantire il mantenimento delle condizioni standard degli impianti. Questo è possibile attraverso operazioni come l'uso corretto dei macchinari, la pulizia, la lubrificazione e la sicurezza. Il risultato che si vuole raggiungere è rendere stabili le condizioni di lavoro delle macchine, incrementare l'affidabilità delle macchine e far aumentare la durata della vita utile.

I risultati ottenuti dall'*AM* sono tracciati mediante l'ausilio di alcuni *KPIs*, fra cui la riduzione del tempo di pulizia, il numero di guasti dovuti alla mancanza di condizioni di base, il rapporto *B/C* e il valore dell'*OEE*. Ad i *KPIs* si affiancano i *KAI*s, fra cui vi sono il numero di *TAG* emessi ed evasi, il numero di operatori impiegati per macchina.

Di seguito sono riportati i sette steps che compongono il pilastro *AM*.

7 Steps



23 – Step pilastro AM

1. Pulizia ed ispezione iniziale
2. Contromisure verso le fonti di contaminazione
3. Standard iniziali

Gli steps uno, due e tre, fanno parte della fase reattiva, il cui scopo è quello di portare ad un cambiamento nei macchinari

4. Ispezione generale
5. Ispezione autonoma

Gli steps quattro e cinque fanno parte della fase preventiva. Lo scopo di questa fase è quello di coinvolgere, in prima persona, gli operatori, rendendoli direttamente responsabili delle attività di ispezione.

6. Miglioramento degli standard
7. Applicazione del sistema di manutenzione autonoma su larga scala

Gli steps sei e sette fanno parte della fase proattiva. Lo scopo di questa fase è di realizzare un cambiamento persistente nel modo in cui si gestisce la manutenzione, mediante l'assunzione di responsabilità degli operatori nel controllo delle macchine.

È importante osservare che a monte dell'implementazione dei sette steps è importante realizzare dei corsi di formazione per il personale che si appresterà ad eseguire il lavoro sull'area definita.

3.3.5 Workplace Organization

Il sotto-pilastro *Workplace Organization* si occupa di realizzare un'ambiente di lavoro, in aree con un'alta percentuale di attività manuali, che garantisca il più alto grado di sicurezza, la migliore qualità ed il valore massimo, tramite una serie di criteri tecnici e metodi.

L'obiettivo è quello di mettere in atto una serie di azioni tali da garantire l'ergonomia e l'aspetto *safety* del luogo di lavoro, e tali da incrementare la produttività, riducendo le perdite nel processo, spesso legate all'inadeguatezza dell'attrezzature. Si cerca di realizzare degli standard che permettano di uniformare il comportamento dei lavoratori all'interno dell'area di lavoro, in modo da avere un processo ripetibile. È opportuno che vi sia un'integrazione delle funzioni e delle capacità, di responsabili di altre aree, come quella della Logistica e quella della Produzione, oltre che del responsabile dell'area di Unità Operativa, poiché i processi da trattare in questa operazione sono molteplici.

Le attività svolte in questo pilastro portano a risultati quali un forte decremento delle perdite dovute ai problemi di qualità del prodotto ed a carenze nella produttività del processo, ad un incremento nell'ergonomia ed un decremento nell'*handling* dei materiali, e delle attività a non valore aggiunto in generale.

Per poter implementare al meglio il sotto-pilastro *WO*, è opportuno conoscere una serie di concetti. Fra questi vi sono:

- *Muda*: è una parola giapponese il cui significato è spreco. Con questo termine si intende l'insieme delle attività che non portano valore al cliente. Possiamo suddividere quest'ultime in due categorie, ovvero quelle che sono necessarie in quanto permettono di realizzare attività a valore aggiunto, e quelle che non portano ad alcun fine. Quest'ultime sono oggetto di interesse per la *Muda analysis*, il cui scopo è quello di individuare ed eliminare le *NVAA*.
- *Muri*: è un termine giapponese il cui significato è sovraccarico, questo può essere riferito sia alle persone che alle macchine. Il *muri*, soprattutto se prolungato nel tempo, può essere la causa di infortuni e di malattie professionali. Esso, inoltre, può diventare causa di assenteismo e può impattare sul grado di sicurezza dell'ambiente di lavoro. Il *muri* è

l'oggetto di interesse della *Muri analysis* che si occupa di valutare e migliorare l'ergonomia delle postazioni di lavoro in modo tale da prevenire l'insorgere di malattie professionali ad essa legate.

- *Mura*: è un termine giapponese il cui significato è fluttuazioni. In particolare, esse fanno riferimento alle irregolarità del carico di lavoro, che si verificano, ad esempio, all'alternarsi di periodi di elevato carico con quelli a carichi inferiori. Il *Mura* è oggetto di interesse della *Mura Analysis* che si occupa di eliminare le cause delle variazioni del carico.
- *Golden zone & strike zone analysis*: è lo studio della postazione di lavoro ottimale. Attraverso un'analisi delle operazioni che vengono svolte all'interno della zona di lavoro, si cerca di realizzare delle postazioni di lavoro che garantivano un alto grado di sicurezza, e che minimizzino i movimenti da far compiere all'operatore, migliorando l'ergonomia.

Per valutare il raggiungimento degli obiettivi preposti nel sotto-pilastro *WO*, si utilizzano come indicatori la percentuale di *NVA* eliminato ed il numero di pezzi-ora per operatore, mentre come *KAIs* si utilizzano il numero di *Kaizen* ed i *tag* evasi.

Di seguito sono riportati i sette steps di *WO*.

WO 7 Step approach



24 – Step pilastro *WO*

1. Pulizia iniziale
2. Riordino del processo
3. Standard provvisorio

Gli step uno, due e tre compongono la fase reattiva, che ha lo scopo di riportare le postazioni alle condizioni di origine in termini di ordine e pulizia.

4. Formazione sulle caratteristiche del prodotto

Lo step quattro compone la fase preventiva, che ha lo scopo di definire le condizioni d'uso delle postazioni.

5. Fornitura dei componenti con sistema *Just in time*
6. Standardizzazione
7. Sequenza di lavoro standard

Gli step cinque, sei e sette compongono la fase proattiva, che ha definisce le modalità base di rifornimento a bordo linea, l'allocazione dei materiali a bordo linea e le procedure di lavoro.

3.3.6 Professional Maintenance

Il pilastro *Professional Maintenance* ha come scopo quello di mettere in atto una serie di azioni che portino alla realizzazione di un sistema di manutenzione che azzeri i guasti e le fermate dei macchinari e portare ad ottenere *savings*, ed un allungamento della vita utile delle macchine, ed un incremento di efficienza delle stesse.

PM si dedica al controllo ed allo studio dei guasti, con lo scopo di realizzare dei piani sostenibili di manutenzione pianificata, dando supporto agli operatori di *AM* fornendo un apporto alle capacità di ispezione. L'unità di Lavoro viene analizzata nelle sue caratteristiche, e, soprattutto, nei problemi che essa presenta. Successivamente, viene realizzata la manutenzione ritenuta corretta per il caso.

Nella scelta della tipologia di manutenzione da effettuare è importante tenere in considerazione le caratteristiche della tipologia organizzativa, al fine di stabilire una strategia adeguata dal punto di vista del mix di approcci. Ad esempio, è preferibile adottare un mix che privilegi la *autonomous maintenance*, la manutenzione a guasto ed un contributo ridotto di manutenzione periodica, preventiva e correttiva, nelle situazioni in cui la tipologia organizzativa veda la prevalenza di manodopera rispetto agli impianti.

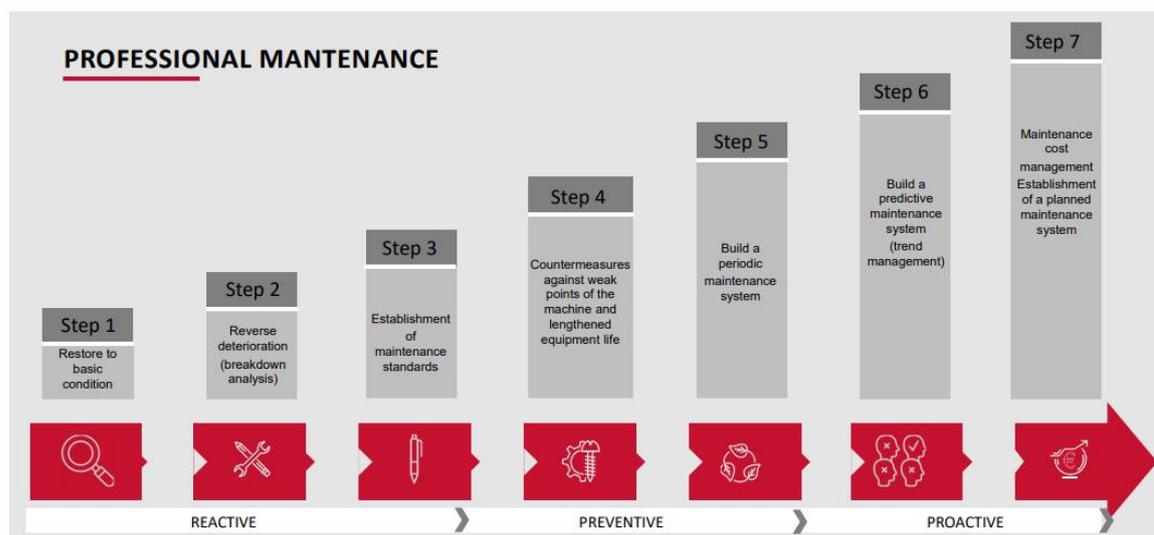
Al contrario, è preferibile adottare un mix che privilegi la manutenzione periodica, correttiva e predittiva, alla manutenzione a guasto e alla manutenzione autonoma, nel caso in cui la tipologia organizzativa sia caratterizzata da un alto grado di automatizzazione.

È importante trovare anche il giusto equilibrio fra i costi legati alla manutenzione ed il numero di guasti e microfermate. La manutenzione a guasto, reattiva, comporta un numero di guasti ingenti a fronte di un costo di manutenzione contenuto. L'adozione di manutenzione predittiva, comporta una riduzione delle fermate, e, contestualmente, un aumento dei costi di manutenzione, dovuto ad una serie di attività extra.

Il pilastro *PM*, come appena affermato, si occupa di portare a zero il numero di guasti sulle macchine, accrescere la durata dei componenti detti critici e di stilare un calendario di manutenzione preventivo, di natura provvisoria e frutto di analisi di dati storici, il quale sarà poi sostituito da un calendario predittivo, che rispecchia in maniera più fedele la situazione reale dei macchinari.

I risultati ottenuti vengono misurati tramite l'impiego di *KPIs*, quali *OEE*, *Mean Time Between Failure*, *Mean Time To Repair* e la quantità di fermate. I *KAIs* considerati possono essere la percentuale di operatori di manutenzione impiegati ed il numero di *EWO* compilati.

Di seguito sono riportati gli steps del pilastro *PM*.



25 – Step pilastro *PM*

1. Eliminazione e prevenzione del degrado in stato avanzato
2. Analisi dei guasti
3. Definizione degli standard di manutenzione

Gli step uno, due e tre sono racchiusi nella fase reattiva. Lo scopo di questa fase è quello di quello di eliminare i guasti sulle macchine.

4. Contromisure sui punti deboli: incremento della vita utile media del componente

Lo step quattro fa parte della fase preventiva, ed ha lo scopo di allungare la vita utile delle macchine.

5. Sviluppo di un sistema di manutenzione periodica
6. Sviluppo di un sistema di manutenzione predittiva
7. Controllo dei costi di manutenzione e sviluppo di un sistema di manutenzione programmata

Gli step cinque, sei e sette fanno parte della fase proattiva.

3.3.7 Quality Control

Il pilastro *Quality Control* ha come scopo quello di permettere ai clienti di acquistare prodotti di qualità elevata al minimo prezzo. Tale obiettivo è realizzato tramite l'adeguamento delle condizioni di lavoro dei sistemi di produzione ed incrementando le competenze, degli operatori, legate alla soluzione di problemi. La qualità è un fattore base per il successo economico di un'azienda, dunque, bisogna assicurarsi di avere degli output che rispecchino tale fattore.

Al fine di apportare un incremento nel grado di qualità di un prodotto, oltre che dotarsi di appropriati metodi di controllo del risultato finale, è necessario scendere nel dettaglio del processo produttivo, in modo tale da poter individuare le cause di possibili difetti, ed andare agire su di esse, eliminandole e facendo in modo che tale cause non si ripresenti.

Nel pilastro *QC*, come appena affermato, si vogliono attaccare i difetti in maniera logica e sistemica. Questi possono derivare da quattro fonti, ovvero *Machine, Man, Method e Material*, a cui ci si riferisce con l'abbreviazione *4M*. Si eseguono, dunque, delle analisi su queste fonti. L'analisi su *Machine* prevede di studiare lo stato dei macchinari. Si controllano i parametri e si definiscono gli elementi critici della macchina.

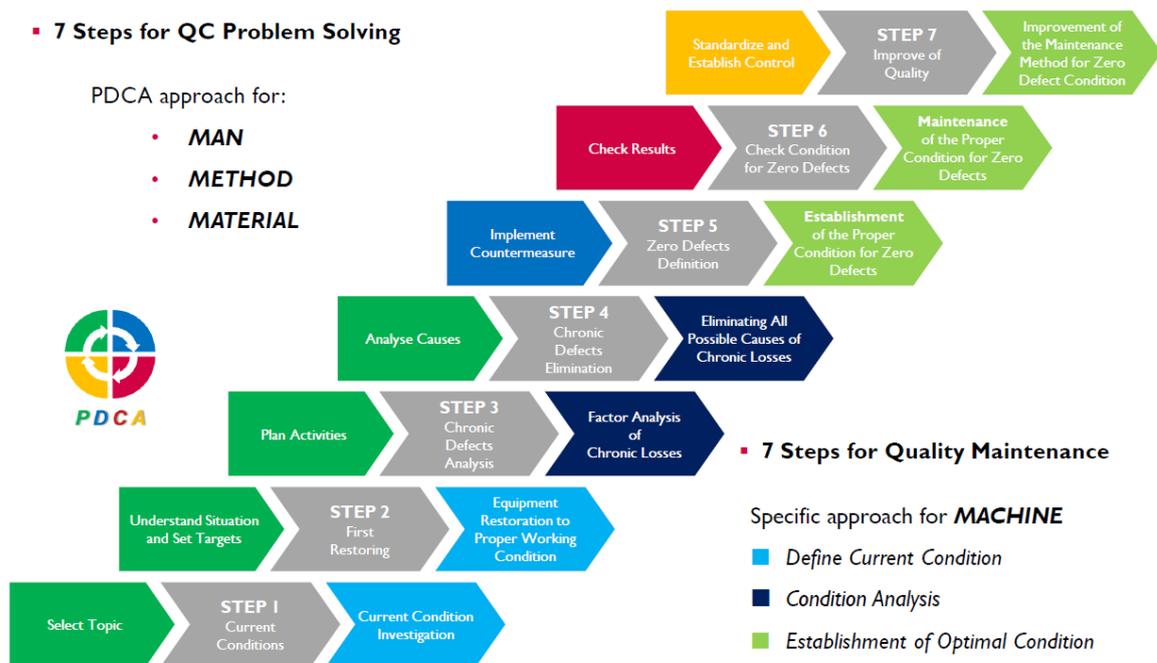
L'analisi su *Man* prevede lo studio delle caratteristiche, le condizioni fisiche e le abilità del lavoratore. Si controlla che siano in linea con le operazioni da svolgere.

L'analisi su *Method* prevede lo studio del processo di lavorazione. Si controlla l'esistenza di procedure standardizzate, e si verifica che esse siano messe in atto in maniera corretta.

L'analisi su *Material* prevede lo studio del materiale impiegato nel processo. Si controlla che la sua composizione e le sue caratteristiche non siano fonte di possibili difetti.

I risultati ottenuti da questo pilastro sono monitorati dai *KPIs*, quali il rifiuto della linea interna ed il rifiuto del cliente. Mentre fra i *KAIs* abbiamo, ad esempio, la percentuale per i quali sono state stabilite le condizioni per zero difetti.

Di seguito sono riportati i sette steps del pilastro *Quality Control*.



26 – Step pilastro QC

1. Ispezione delle condizioni iniziali
2. Ripristino delle condizioni anormali

Gli step uno e due fanno parte della fase reattiva, il cui scopo è quello di individuare le non conformità e riportarle in un diagramma di Pareto, per avere informazioni su quale attività iniziare a lavorare, e riportare a condizioni di lavoro esatte gli impianti. Il tool che è impiegato per trattare le non conformità, ciascuna con le proprie caratteristiche, è la Quality assurance

matrix, o QA matrix. In quest'ultima si utilizza un Indice di priorità, che permette di mettere in ordine i difetti ed organizzarli nel diagramma di Pareto.

3. Analisi dei fattori per le perdite croniche
4. Ridurre ed eliminare tutte le cause delle perdite croniche

Gli step fanno parte della fase preventiva. Quest'ultimo si focalizza sulla ricerca delle cause di perdita sconosciute e sulla riduzione delle cause di perdita cronica.

5. Stabilire le condizioni adatte per conseguire gli zero difetti
6. Mantenere le condizioni che garantivano gli zero difetti
7. Miglioramento delle metodologie di manutenzione che garantivano gli zero difetti

Gli step cinque, sei e sette fanno parte della fase proattiva. Lo scopo di questa fase è quello di individuare le condizioni che ci permettano di lavorare in modo da avere zero difetti, e garantire il loro mantenimento. I tool impiegati in questa fase sono la *X Matrix* e la *Quality Maintenance Matrix*. La *X Matrix* ci fornisce le correlazioni fra Difetto, Fenomeno fisico, Componenti macchina e Parametri macchina. La *QM Matrix* fornisce una visione generale sul controllo da eseguire sui parametri individuati dalla matrice precedente.

3.3.8 Logistic and Customer Service

Il pilastro *Logistic and customer service* ha come obiettivi il decremento dei costi legati allo stock, sia esso di semilavorati che di materie prime, il decremento dei costi e dei tempi legati all'*handling* dei materiali, e, infine, una crescita nel livello di soddisfazione del cliente, dovuto ad un elevato grado di qualità del prodotto e ad un tempo di attesa minimo.

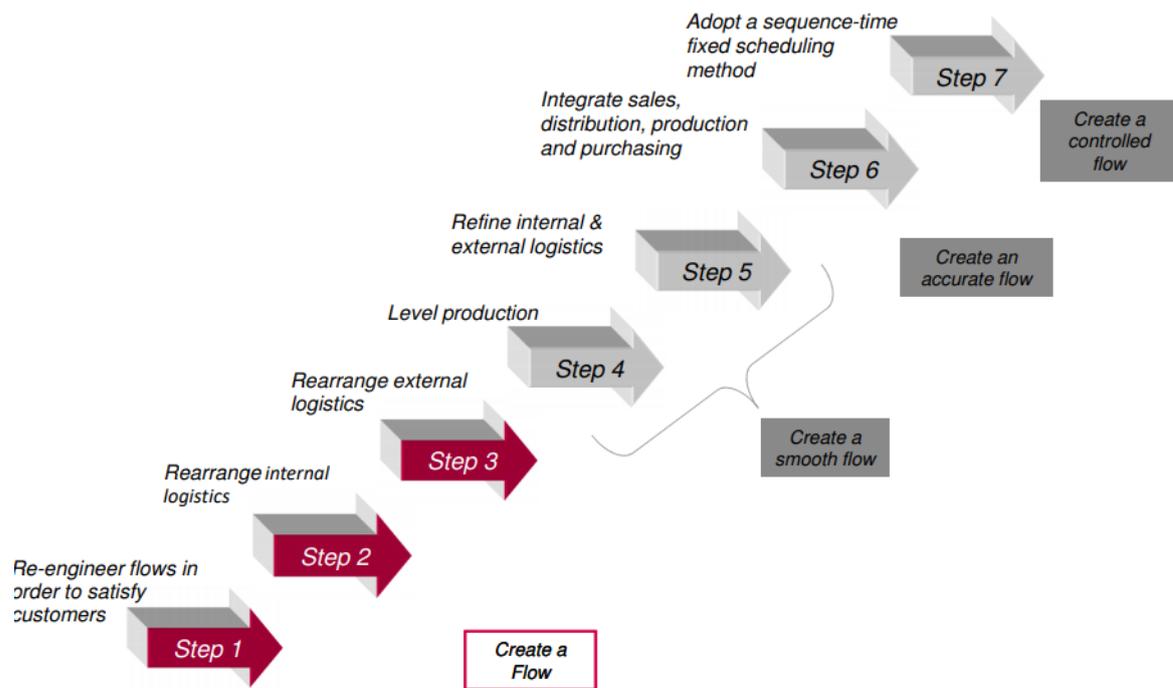
Gli ambiziosi scopi perseguiti da questo pilastro vengono sostenuti da tre principi guida, ovvero:

- *Production and Sales SincHR/MRonization*: La sincronizzazione temporale fra produzione e vendita è essenziale nella gestione dei beni da produrre. La quantità prodotta deve essere sufficiente a soddisfare il cliente, e deve essere consegnata nei tempi corretti. Una corretta applicazione di questo principio porta alla riduzione dei materiali e dei *work in progress* presenti nello stabilimento, ed ha una sensibile riduzione del *Lead Time*. Per conseguire questi risultati è necessario adottare delle precise metodologie di lavoro. Fra cui vi è l'impiego di una corretta *Demand*

Forecasting, ovvero la previsione della domanda esterna, l'impiego di un sistema produttivo in logica *pull*, maggiormente orientato verso le richieste dell'acquirente piuttosto che al riempimento del magazzino, seguito dal concetto di *Make to order*, piuttosto che *Make to stock*. È importante, inoltre, avere una forte integrazione fra le varie funzioni aziendali, fra cui distribuzione e produzione.

- *Minimize Inventory*: La riduzione al minimo del livello di stock del magazzino è necessaria per realizzare un flusso produttivo continuo
- *Minimun material handling*: La riduzione dell'*handling* dei materiali è funzionale alla riduzione delle elevate perdite legate alle *NVAA*

Di seguito sono riportati i sette steps del pilastro *LCS*.



27 – Step pilastro *LCS*

1. Organizzare la linea/ Reingegnerizzare la linea di assemblaggio per soddisfare i clienti
2. Ridefinire la logistica interna
3. Ridefinire la logistica esterna

Gli steps uno, due e tre fanno parte della fase reattiva. Lo scopo è quello di realizzare un flusso logistico all'interno dello stabilimento lavorando sull'organizzazione della linea produttiva,

della logistica interna e quella esterna. In questa fase si attaccano i tempi di set-up, o quelli dedicati alle *NVAA* e la dimensione dei lotti.

4. Livellare la produzione
5. Migliorare la logistica interna ed esterna

Gli steps quattro e cinque fanno parte della fase preventiva. Lo scopo è quello di realizzare un flusso continuo andando a livellare la produzione, legando le richieste di monte a quelle di valle, e migliorando ciò che si era fatto in precedenza sulla logistica interna ed esterna.

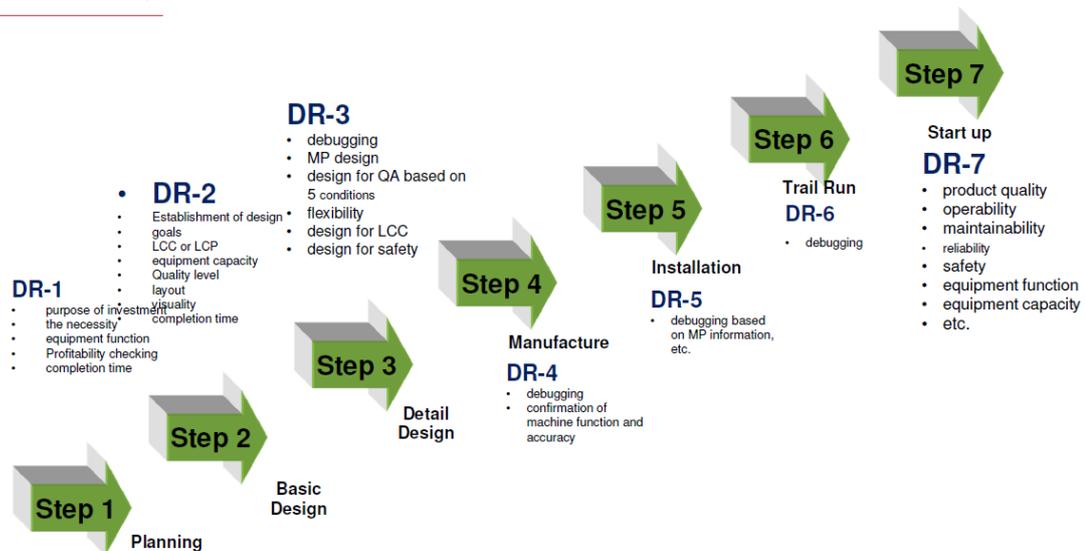
6. Integrare le funzioni di vendita, distribuzione, produzione ed acquisti
7. Adottare una sequenza con pianificazione controllata

Gli steps sei e sette fanno parte della fase proattiva. Lo scopo è quello di creare un flusso accurato e controllato.

3.3.9 Early Equipment Management

Il pilastro *Early Equipment Management* ha come scopo il miglioramento della competitività degli impianti, cercando di risolvere in anticipo i problemi che possono sorgere, fra cui vi sono problematiche legate ai difetti, problemi legati alla manutenzione e problemi legati alla sicurezza. Tutte queste tematiche comportano costi non indifferenti, i quali possono essere ridotti installando nuovi macchinari. Il pilastro *EEM* prevede di inserire nel processo tali macchinari sfruttando l'integrazione delle competenze di diverse figure, fra cui progettisti e fornitori, in modo tale da massimizzare la qualità dei materiali, diminuire costo del macchinario e permettere una riduzione dei tempi di messa a regime.

Di seguito sono riportati i sette steps che compongono il pilastro *Early Equipment Management*.



28 – Step pilastro EEM

1. Pianificazione
2. Design Base

Gli steps uno e due compongono la fase reattiva. Lo scopo che si persegue è quello di individuare il giusto valore di importanza nei progetti ed individuare gli elementi con le giuste caratteristiche per formare un team.

3. Progetto dettagliato
4. Produzione

Gli steps tre e quattro fanno parte della fase preventiva. Lo scopo di questa fase è quello di stilare un progetto dal design robusto, definire degli standard rispetto ai quali andare a valutare il progetto, ed individuare eventuali problematiche nel processo produttivo.

5. Installazione
6. Prova
7. Flusso iniziale

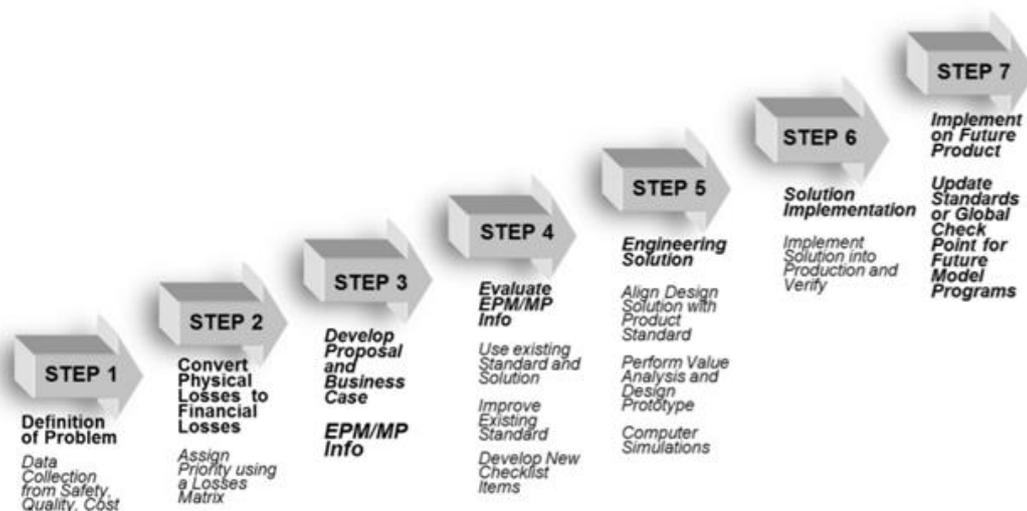
Gli steps cinque, sei e sette, fanno parte della fase proattiva. Lo scopo è quello di migliorare la progettazione operativa ed implementare delle competenze interne necessarie per apportare miglioramenti.

3.3.10 Early Product Management

Il pilastro *EEM/EPM* vede come scopo quello di migliorare l'efficacia degli impianti e dei prodotti. Per fare ciò, si esegue un'ottimizzazione continua delle prime fasi dei cicli di vita, lavorando sulla capacità di prevedere potenziali problemi. Le difficoltà associate alla gestione degli impianti ed i compiti dell'*EPM* sono stati enunciati nella sezione precedente. Il pilastro *EPM* agisce in ottica di prodotto, con lo scopo di:

- Introdurre rapidamente nuovi prodotti all'interno del processo produttivo;
- Ingegnerizzare prodotti e processi;
- Velocizzare la messa a regime della nuova produzione;

Di seguito sono riportati i sette step del pilastro *EPM*.



29 – Step pilastro EPM

1. Definizione del problema
2. Conversione delle perdite fisiche in perdite economiche

I primi due step costituiscono la fase reattiva. In essa ci si occupa di inquadrare il problema e dare una valutazione basata su quanto questo sia impattante su sicurezza e costi.

3. Sviluppare una possibile soluzione ed un business case
4. Valutare le *EPM/MP Info*

5. Sviluppare la soluzione dal punto di vista ingegneristico

Gli step tre, quattro e cinque costituiscono la fase preventiva. In essa si sviluppa una possibile soluzione, con il suo business case. Successivamente, si riassume il tutto, problema e soluzione, all'interno di un documento detto *Early Product Management/Maintenance Prevention Information*. Questa fase si conclude con il passaggio delle informazioni al dipartimento di ingegneria.

6. Implementazione della soluzione

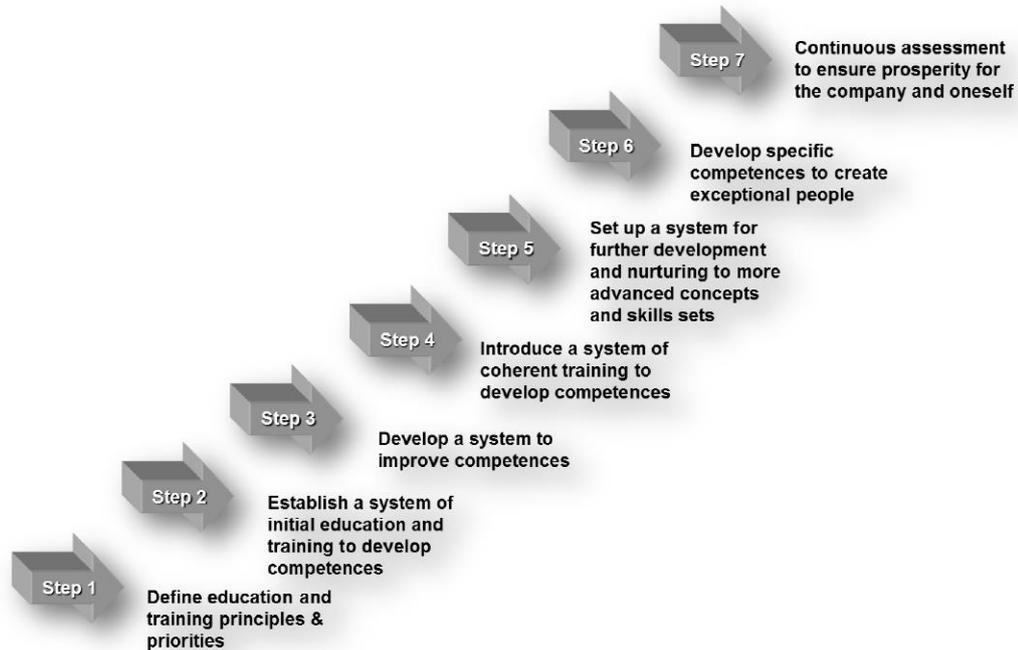
7. Implementazione su prodotti futuri

Gli step sei e sette costituiscono la fase proattiva. In essa si implementa la soluzione e si analizza la perdita che ha dato origine al progetto. In conclusione, si rende la soluzione applicata uno standard a cui poter fare riferimento anche in futuro.

3.3.11 People Development

Il pilastro *Pillar Development* ha come scopo quello di portare la filosofia del miglioramento continuo alle competenze dei lavoratori. Deve dotare gli operatori di ciascuna *workstation* delle competenze necessarie, attraverso l'uso di sistemi di formazione, e deve mappare lo sviluppo delle capacità degli stessi operatori tramite l'impiego di sistemi come le *radar chart*, al fine di individuare gli operatori maggiormente formati. È importante realizzare un sistema di comunicazione efficace per accrescere i livelli di coinvolgimento all'interno dello stabilimento. Un elevato livello di coinvolgimento è necessario per rendere tutti i dipendenti consapevoli dell'impatto del sistema *WCM*.

Il pilastro *PD* si occupa anche di riconoscere e risolvere gli errori umani, tramite l'allestimento di un *Training Center*, e di migliorare il clima lavorativo.



30 – Step pilastro PD

1. Analisi dei *gaps*
2. Creazione del *CRO*
3. SKA

Gli steps uno, due e tre fanno parte della fase reattiva. Lo scopo di questa fase è quello di individuare le perdite primarie legate agli errori umani e definire una strategia correttiva, a cui segue un'analisi B/C per individuare quella da attuare.

4. Progettazione del *Training*

Lo step quattro fa parte della fase preventiva. Lo scopo di questa fase è quello di definire i metodi per migliorare le capacità e le conoscenze degli operatori, e contestualmente attaccare i problemi che hanno portato a non avere un livello corretto di conoscenza.

5. Sviluppare formatori capaci
6. Diffondere il programma di formazione
7. Valutarne l'efficacia

Gli steps cinque, sei e sette fanno parte della fase proattiva. Questa fase si focalizza sulla formazione dei lavoratori di ogni livello. Lo scopo è quello di migliorare anche le competenze di alto grado al fine di permettere al personale di essere pronto per sfide di difficoltà crescente.

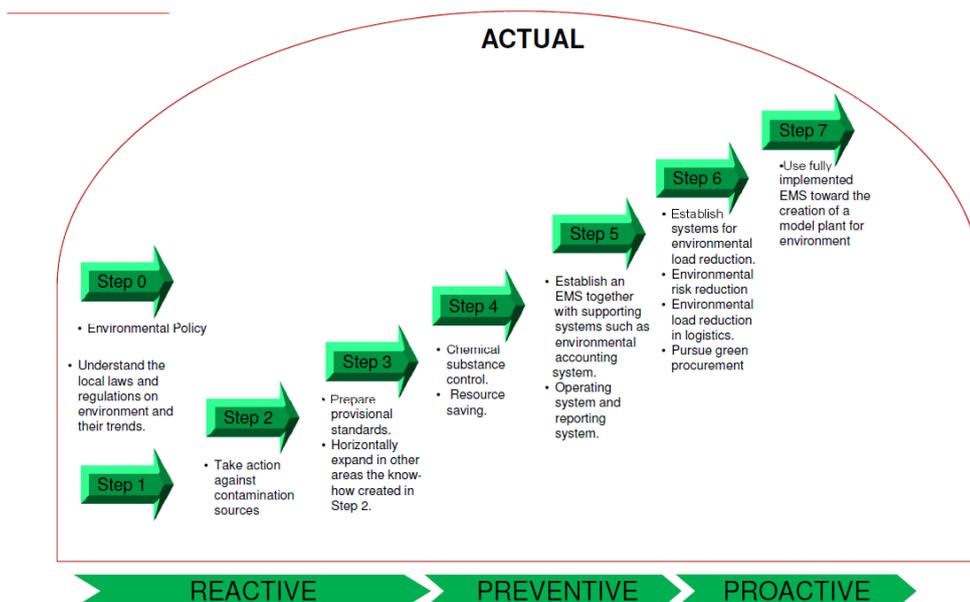
3.3.12 Environment and Energy

Il pilastro *Environment and Energy* si occupa della gestione ambientale dell'azienda. Nello specifico, provvede a far rispettare i requisiti legislativi in materia, siano esse a carattere locale o nazionale, in modo da ridurre l'impatto sull'ambiente esterno, ed a proporre un continuo miglioramento dell'ambiente di lavoro. Si avvale di attività quali l'identificazione dei rischi e la prevenzione, programmi di sensibilizzazione sugli sprechi al fine di ridurre i costi e le perdite da esse derivanti, si occupa di far rispettare lo standard ISO 14000 e di implementare un corretto sistema di gestione dei rifiuti.

I risultati raggiunti dal pilastro *Env* sono valutati attraverso dei *KPIs* quali il consumo di energia elettrica per unità di prodotto, o anche il consumo di gas per unità di prodotto, o il consumo di acqua per prodotto. Fra i *KAIs* impiegati vi sono il numero di persone coinvolte nel processo ed il numero di rimedi applicati contro l'inquinamento dell'ambiente esterno.

Di seguito sono indicati i sette steps del pilastro *Environment and Energy*.

7 Steps approach



31 – Step pilastro Environment and Energy

1. Studio delle normative locali ed i regolamenti ambientali
2. Attaccare le sorgenti di contaminazione

Gli steps uno e due fanno parte della fase reattiva. Questa fase si occupa di controllare che i requisiti ambientali, i quali sono in continuo aggiornamento, siano sempre rispettati dallo stabilimento. In questa fase ci si avvale dell'uso di un sistema di monitoraggio continuo.

3. Stabilire standard, espandere le conoscenze dello *step* due all'intero stabilimento e implementare un sistema di auto analisi
4. Trattare materiali pericoloso e risparmiare risorse ed energia
5. Istituire un sistema di gestione ambientale insieme ad un sistema di supporto per la contabilità aziendale

Gli steps tre, quattro e cinque fanno parte della fase preventiva. Essa si occupa di definire degli standard ed un sistema di auto *auditing* per controllare i comportamenti ambientali. Si individuano i fattori che comportano un forte impatto ambientale e si definiscono le contromisure per combattere le perdite. Si implementa un sistema di gestione che integra tutte le attività svolte dal pilastro.

6. Istituire un sistema per la riduzione dell'impatto ambientale e per la riduzione del rischio ambientale
7. Utilizzare il sistema di gestione ambientale per la creazione di uno stabilimento modello in campo ambientale.

Gli steps sei e sette fanno parte della fase proattiva. Essa si occupa di realizzare un modello di stabilimento ideale, un *model green plant*, che deve essere in grado di svolgere i compiti di produzione riducendo al minimo il costo ambientale.

3.4 Pilastri manageriali

I pilastri manageriali posti alla base del metodo *WCM* sono in numero pari a dieci, come per i pilastri tecnici. Essi trovano applicazione nel lavoro di ciascun pilastro tecnico, ed hanno come scopo quello di facilitare i compiti degli operatori impegnati nelle operazioni di ciascun singolo pilastro. Fra essi vi sono:

1. *Management Commitment*: Il percorso verso l'adozione completa del sistema *WCM* deve partire, in primis, dal management, il quale deve credere in questo metodo e nella sua validità. Essi devono formarsi per conoscere appieno le logiche ed i *tools* alla base di questa filosofia, e devono essere in grado di comunicare efficacemente, su tutti i livelli, le azioni da svolgere per raggiungere gli obiettivi aziendali. Essi, inoltre, devono permettere lo sviluppo di un comportamento improntato all'autonomia ed al miglioramento nei dipendenti, lasciando ad essi maggior libertà d'azione. È importante che essi portino un incremento nella collaborazione nella ricerca delle cause di perdita.
2. *Clarity of objectives*: L'azienda deve definire degli obiettivi che abbiano certe caratteristiche, ovvero siano specifici, misurabili, raggiungibili, stimolanti e basati sul tempo. Questi obiettivi devono essere di dominio pubblico nello stabilimento, e per permettere una migliore diffusione di quest'ultimi, si possono allestire delle aree nello stabilimento nei quali vengono illustrati i vari progetti. I risultati ottenuti durante il percorso di questi progetti viene tracciato grazie a dei *KPI*.
3. *Route Map of WCM*: È una mappa temporale nella quale sono indicati gli obiettivi di punteggio a cui ciascun pilastro deve tendere in un determinato periodo temporale. Le caratteristiche che si ricercano sono la specificità e la fattibilità.
4. *Allocation of Highly Qualified People of Model Areas*: Il personale è il fulcro del sistema *WCM*, è, dunque, importante selezionare le risorse con le giuste capacità e sistemarle nei corretti ambiti. Il compito di questi elementi è quello di imparare sul campo i concetti e, una volta assimilati, essere in grado di trasmetterli. In tale maniera gli operatori stessi, sono responsabili nel creare le basi per permettere lo sviluppo della filosofia del miglioramento continuo.
5. *Commitment of the organization*: Si ricerca l'impegno del sistema organizzativo, che deve conoscere le problematiche esistenti e deve collaborare nell'implementazione del *WCM*.
6. *Competence of Organization toward Improvement*: Si devono fornire gli strumenti opportuni, per facilitare il programma *WCM*. Si parte dai *tool* di basso livello, fino ad arrivare a quelli maggiormente avanzati. È necessario avere una serie di strumenti a disposizione per poter risolvere i problemi che si pongono durante il percorso. Al fine di diffonderli è necessario organizzare dei programmi di formazione.

7. *Time and budget*: I progetti di miglioramento vengono stimati su una base economica e temporale. Questo è necessario per definire che direzione prendere e che risorse impiegare.
8. *Level of detail*: In ogni stabilimento che adotta il sistema *WCM* è essenziale avere un'elevata profondità di dettaglio nella raccolta dei dati. È necessario per ricercare in maniera corretta le perdite e, quindi, investire denaro sulla riduzione dei costi maggiormente gravanti sullo stabilimento. È necessario avere un livello di dettaglio elevato anche quando si studiano i problemi, al fine di individuare ed eliminare le effettive cause radice che li hanno provocati.
9. *Level of Expansion*: Lo sviluppo del sistema *WCM* non deve essere limitato all'area modello, ma deve essere diffuso su tutto lo stabilimento, poiché lo scopo è quello di eliminare tutti gli sprechi.
10. *Motivation of Operators*: Gli operatori hanno il compito di essere parte attiva nel processo di miglioramento continuo. A tal fine deve essere fornita loro la competenza ed i *tools* opportuni per poter gestire e controllare la macchina e gli attrezzi da lavoro, ad esempio devono essere capaci di riconoscere eventuali malfunzionamenti e mettervi rimedio. Rendere centrale la figura dell'operatore porta lo stesso ad avere maggiore motivazione.

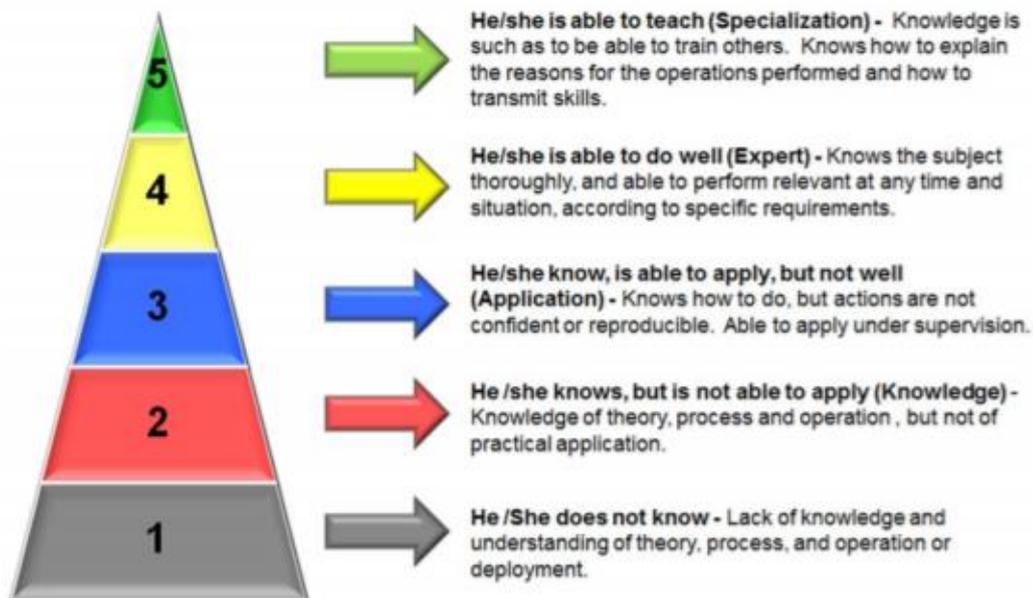


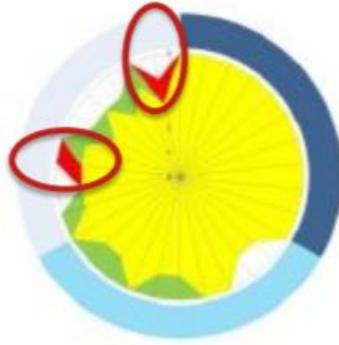
32 – *Pilastrini manageriali*

4 Logistic and Customer Satisfaction

4.1 STEP 0

Lo step 0 è la fase di avviamento del pilastro. L'obiettivo principale di essa è definire una squadra, ed individuare il *Logistic Pillar Leader*, sfruttando il supporto del pilastro tecnico *PD*. Il pillar Leader, che generalmente coincide con il *Logistic Manager* per varie motivazioni, ha il compito di definire la strategia complessiva del pilastro, proporre e collaborare all'identificazione di risorse da assegnare ai progetti *WCM*, assegnare ruoli e responsabilità, e molti altri. Il livello di competenza delle risorse assegnate ai team, sia di pilastro che di progetto, è definito tramite l'utilizzo di *radar charts*. Queste *charts* descrivono sia il livello di competenze attuale dei membri del team, sia il livello di competenza richiesto degli stessi. Generalmente, queste *radar chart* sono realizzate tramite dei test, che hanno l'obiettivo di assegnare un punteggio, da uno a cinque, in base al livello di competenza sui *tools*.





Una volta definito il team, si definiscono la visione, i bisogni, gli obiettivi ed i target. La visione è la definizione degli obiettivi del pilastro, i bisogni sono le attività che supportano la visione, gli obiettivi sono la scelta dei *KPIs* necessari a soddisfare i bisogni, ed i target sono i risultati che si vogliono conseguire nei vari *KPIs*.

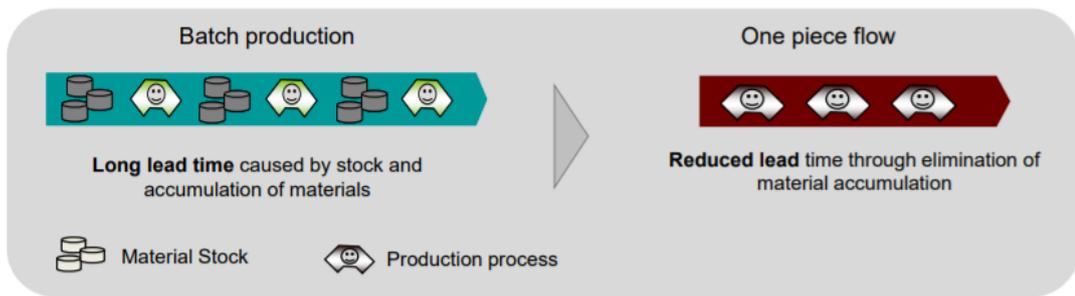
4.2 STEP 1 – Re-ingegnerizzazione della linea

Gli obiettivi principali dello step 1 sono:

1. Re-ingegnerizzare la linea per soddisfare il cliente
2. Ristabilire le condizioni di base per un buon funzionamento

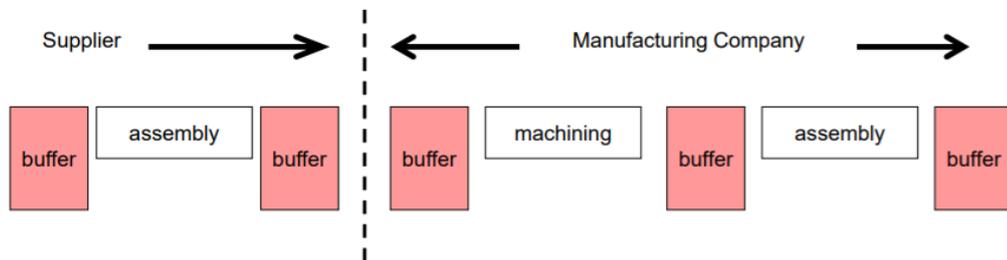
Il primo obiettivo richiede di comprendere le necessità del cliente e dei principali gap rispetto alla situazione attuale, in modo tale da poter definire le priorità ed un piano di miglioramento nel tempo. Il secondo obiettivo richiede che si introducano dei criteri di classificazione e di gestione dei materiali e delle macchine.

Lo scopo del pilastro *LCS* è quello di creare un flusso continuo attraverso l'integrazione ed il re-layout, in modo tale da garantire i pezzi giusti, nelle giuste quantità e qualità, ed al momento esatto, arrivando, dunque, a minimizzare il *material handling*.

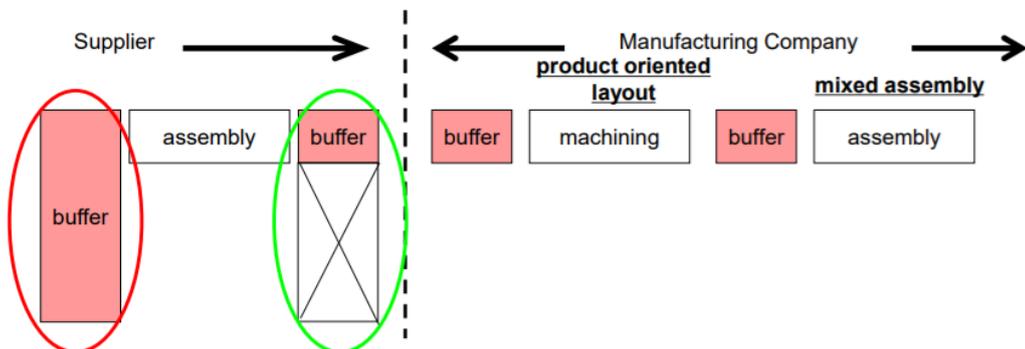


34 – Batch production vs One piece flow

Il primo passo nella riorganizzazione della linea prevede la riduzione, al fine di una successiva eliminazione, dei buffer interoperazionali. La nascita dell'utilizzo dei buffer è dovuta all'approccio tipico della produzione di massa. In essa si adottava una produzione a lotti, in quanto portava a vantaggi, quali la riduzione dei tempi di pulizia ed attrezzaggio delle macchine, un certo grado di indipendenza delle varie *workstations* dai processi di monte o valle, ed altri. Si parte, dunque, dall'eliminazione del buffer finale della linea di assemblaggio e, successivamente, ridurre tutti gli altri buffer, grazie alla creazione di un robusto flusso di materiale.

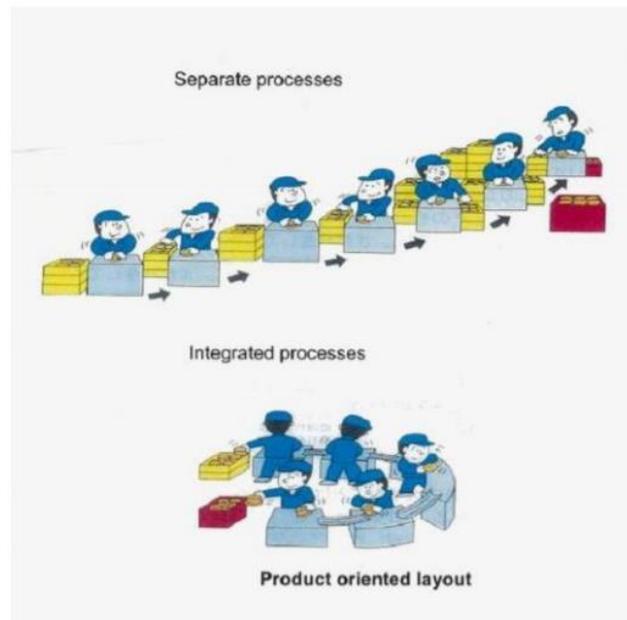


35 – Buffer in caso di batch production



36 – Buffer in caso di One piece flow

Al seguito dell'eliminazione dei buffer, si provvede alla realizzazione di un layout orientato al prodotto. L'obiettivo finale è quello di conseguire il *one piece flow*, un processo nel quale la dimensione dei lotti è unitaria.



37 – Processi separati vs Processi integrati

Il lavoro di riorganizzazione della linea richiede anche un forte contributo da parte del pilastro *Workplace Organization*. La collaborazione si concentra sull'implementazione delle 5S, viste nel dettaglio in precedenza, ed impiegate con lo scopo di realizzare un ambiente di lavoro pulito ed ordinato, e di identificare il materiale strettamente necessario in linea.

Alle 5S si affiancano le 5T, ovvero:

- *Tei-ji* – Rotte fisse
- *Tei-ichi* – Posti fissi
- *Tei-hyouji* – Display standardizzati
- *Tei-ryou* – Quantità fisse
- *Tei-shoku* – Colori standardizzati

Alle attività di riorganizzazione della linea, si è espressa, in precedenza, la necessità di affiancare una classificazione dei materiali, in quanto essa ci permette di definire il modo migliore per effettuare il rifornimento in linea, fondamentale per ridurre il valore dell'inventario a bordo linea.

I materiali vengono classificati considerando tre principali caratteristiche: il valore economico, la dimensione, o il peso, e la *variation*, ovvero il numero di varianti all'interno di ogni famiglia logistica. In dettaglio si definisce:

- *Expensive*: Il concetto di *expensive* per i *P/N* è relativo. Si considerano *expensive* quei prodotti il cui valore è pari allo 80% del valore totale di tutti i *P/N*. Generalmente, essi rappresentano il 20% del numero totale dei *P/N*.
- *Bulky*: Un elemento può essere definito *bulky* in base a due fattori, il suo peso e le sue dimensioni. *P/N* caratterizzati da un peso superiore ai 12 kg, che, per motivi di sicurezza, non possono essere movimentati a mano, sono definiti *bulky*. *P/N* caratterizzati da dimensioni tali per cui il trasporto debba avvenire mediante un *forklift*, sono da considerarsi *bulky*.
- *Variations*: Si considerano elementi con molte varianti quelli appartenenti a famiglie logistiche con più di tre varianti.

Si ottiene una prima classificazione in 3 macroclassi, ovvero la classe A, la classe B e la classe C, basandosi sul valore economico. Si individuano dapprima i materiali di classe A, successivamente quelli di classe C ed infine quelli di classe B.

I materiali di classe A sono quelli dal maggior impatto economico. Essi si differenziano a loro volta in altre tre classi, ovvero la classe AA, nuovamente in base al valore economico, la classe AB, in base al *bulky*, e la classe AC, in funzione delle *variations*. La classe AA e la classe AB sono caratterizzate da altre sottoclassi, in numero pari, rispettivamente, a quattro e due.

I materiali classe C sono quelli dal minor impatto economico. Essi sono generalmente di piccole dimensioni e dal valore economico ridotto, come ad esempio le viti, e rappresentano il 50% del totale del numero dei *P/N* in uno stabilimento con un impatto del 5% sul totale del valore investito per i materiali.

I materiali di classe B sono i rimanenti, ovvero quelli che non rientrano in classe A o in classe C. Essi possono essere suddivisi in altre due categorie, in base all'indice di rotazione degli stessi. Si definiscono *Low Rotation*, i materiali utilizzati per meno del 20% della produzione.

In base alla classe, e sottoclasse, di appartenenza si definiscono i metodi di asservimento corretti.

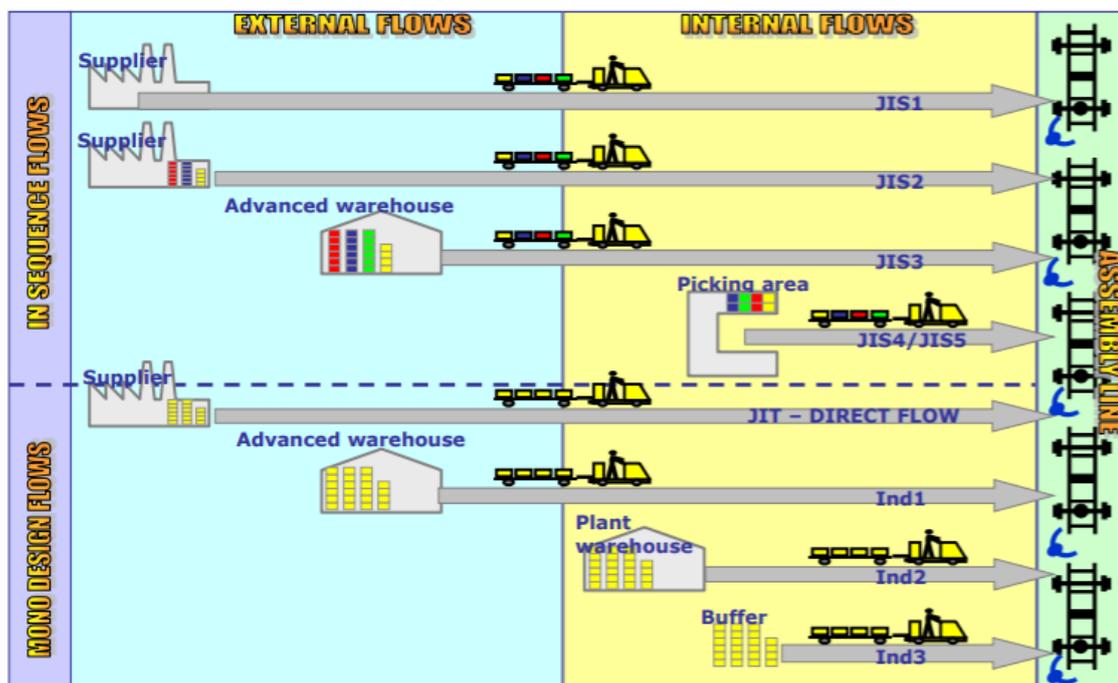
|  C/B Analysis | | | | | Recommended type of flow | | | | | | | | | |
|---|-----------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|------|------|----------|----------|----------|------|----------|--------|----|
| | | | | | JIS | | | | | JIT | | Indirect | | |
| Class | Type | Sub Class | Sub Group | Example | JIS1 | JIS2 | JIS3 | JIS4 | JIS5 | JIT1 | Ind1 | Ind2 | Ind3 | |
| A | EXPENSIVE | AA.1 | Bulky and many variations (**) | Engine, Dashboard, Gearboxes, Wheels | 1^ | 1^ | 2^ | 3^ | 3^ | | | | | |
| | | AA.2 | Only Bulky | Side panel, Spoiler, | | | | | | 1^ | 2^ | 4^ (*) | 3^ (*) | |
| | | AA.3 | many variations (**) | Starter motor | | | | | | | | | | |
| | | AA.4 | other (monodesign) | Navigator system | | | | | | 1^ | 2^ | 4^ (*) | 3^ (*) | |
| | B | BULKY | AB.1 | many variations (**) | Door panel, Radiators, Steering wheel | 1^ | 1^ | 2^ | 3^ | 3^ | | | | |
| | | | AB.2 | other (monodesign) | Door glasses, Dumpers, Sound-proof material | | | | | | 1^ | 2^ | 3^ | 2^ |
| | C | MANY VARIATION | AC | | Mirror, wheel protection | | | | 1^ (kit) | 1^ (kit) | | | | |
| B | NORMAL | B.1 | | Lights, Radio antennas, | | | | | | 1^ | 2^ | 3^ | 2^ | |
| | | B.2 | low rotation | | | | | 1^ (kit) | 1^ (kit) | | | | | |
| C | Small and cheap | C | | Bolts, Springs, Screws | | | | | | | 1^ | 2^ | 1^ | |

38 – Classificazione dei materiali e matrice dei flussi

Dall'immagine risulta chiara la presenza di tre principali tipologie di flussi, il *JIS*, il *JIT* ed *IND*. Si parla di flussi *JIS*, o *Just In Sequence*, quando il materiale arriva in linea sequenziato seguendo la sequenza produttiva.

Si parla di flussi *JIT*, o *Just In Time*, quando il materiale arriva in linea direttamente dal fornitore.

Si parla di flussi *Ind*, o *Indirect*, quando il materiale arriva in linea da un magazzino, che può essere sia interno che esterno, quest'ultimo gestito da un *3PL*, o *Third Party Logistics*.



39 – Tipi di flusso

4.3 STEP 2 – Rivisitazione della logistica interna

Lo scopo dello step 2 è esaminare le tecniche della logistica per ridurre i buffer, le attività a non valore aggiunto ed altre perdite logistiche. Si vuole creare un flusso snello di materiale nello stabilimento, attraverso la definizione e l'implementazione di cicli di rifornimento interni.

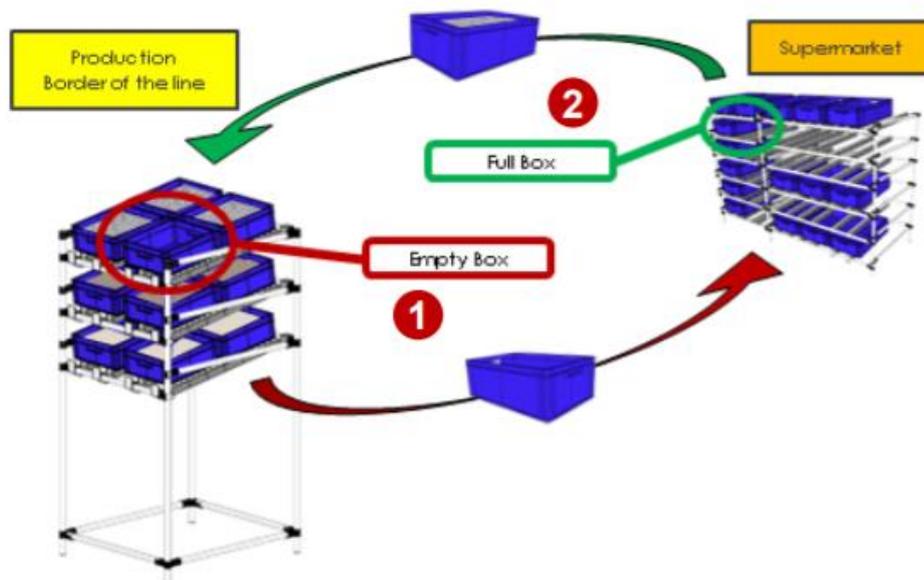
Uno dei principi fondamentali dello step 2 è l'analisi dei layout, dei flussi la scelta del layout maggiormente adeguato alla situazione. Si riconoscono varie tipologie di layout produttivi. Si parte dalle isole associate alla presenza di buffer intermedi di grandi dimensioni, tipica della produzione tradizionale, fino alla produzione a flusso continuo tramite celle. Fra esse vi sono soluzioni intermedie, quali le isole unite e le isole collegate con sistemi di controllo. Ogni soluzione presenta le proprie caratteristiche di *lead time*, qualità e di perdita.

La soluzione a celle risulta essere sicuramente la migliore, ma non sempre è realizzabile, dunque, sono temporaneamente accettabili anche soluzioni intermedie. Fra le *task* principali nell'implementazione dello step 2, vi è anche lo sviluppo della logica *Pull* nel flusso dei materiali e garantire un sistema *FIFO*. Vengono adottate delle *line feeding policy* tali da garantire il pieno controllo dell'inventario.

Il *Kitting* ed il *Sequencing* sono adottati nel caso di *P/N* servite in *JIS*, e, generalmente, si differenziano sulle dimensioni dei componenti trasportati, *equipment* e metodi di spedizione. Tali attività sono realizzate in specifiche aree logistiche, nelle quali si esegue l'operazione di *Picking*, da cui il nome di *Picking Area*, e si esegue l'organizzazione della spedizione in linea. Un *Kit* prevede la spedizione di differenti parti appartenenti a diverse famiglie logistiche, ad una o più workstation, per lo stesso ordine di produzione. Generalmente, i *kit* devono essere di dimensioni ridotte e caratterizzati da un peso limitato. I materiali principalmente gestiti via *kit* appartengono alla classe AA.3, AC e B.2.

Il *Sequencing* è utilizzato per la consegna di materiali in linea nella stessa sequenza con la quale saranno assemblati nel prodotto finito. I materiali riforniti sono *bulky* e con un grado di *variations* elevato. I materiali principalmente gestiti via *sequencing* appartengono alla classe AA.1 e AB.1.

Alle attività di *Kitting* e *Sequencing* si contrappongono le attività dei flussi logistici gestiti in *Kanban* e *Two-Bin*. Queste metodologie prevedono il rifornimento di materiale in linea, tramite il prelievo dello stesso, disposto in contenitori standard, da un'area logistica di tipo *Pull*, che prende il nome di *Supermarket*. Gli elementi gestiti in *Kanban* e *Two-Bin* appartengono alle classi B.1 e C. La principale differenza fra i due metodi è legata al segnale che comanda l'emissione dell'ordine di riempimento. Nel caso del *Two-Bin*, nel quale si utilizzano sempre due contenitori, è la presenza di un contenitore vuoto il segnale di emissione dell'ordine.



40 – Sistema Two-Bin

Nel caso dei *Kanban* si hanno differenti forme di segnale. Fra le quali:

- Cartellini Kanban
- Kanban Elettronici
- Kanban Visivi
- Contenitori vuoti

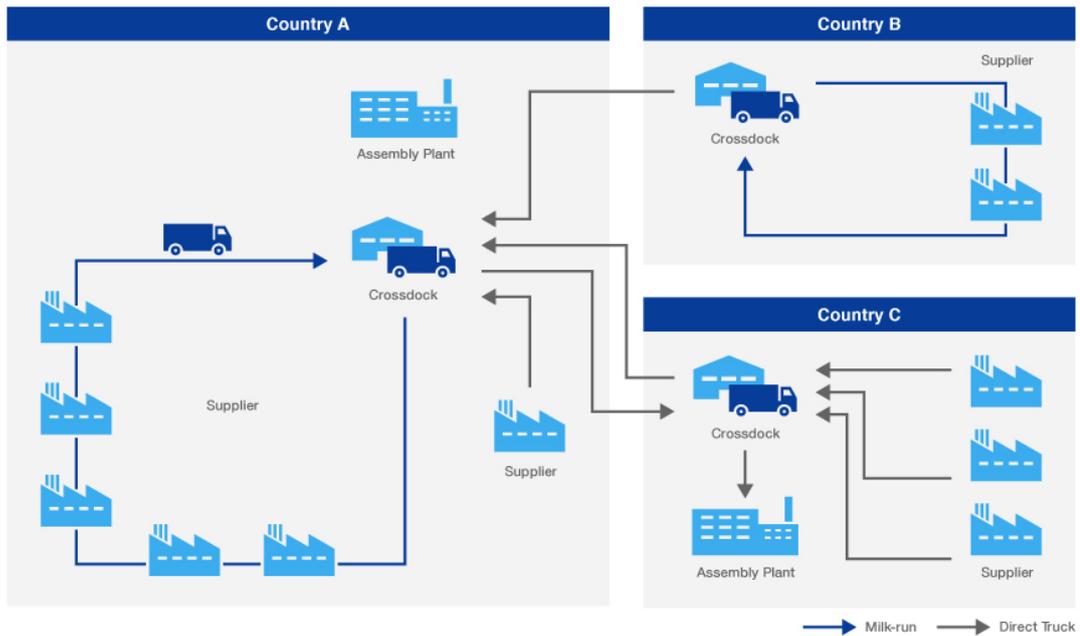
Una menzione particolare la merita il *Visual Management*, che permette di semplificare l'identificazione i luoghi e le postazioni all'interno dello stabilimento, e, dunque, ridurre i tempi. I segnali vengono impiegati in tutte le stazioni di lavoro, sui pavimenti, nei supermarket e soprattutto nelle zone di picking, nelle quali permette di implementare metodologie, come il *pick to light*.

4.4 STEP 3 – Ristrutturazione della logistica esterna

L'obiettivo dello step 3 è la revisione della logistica esterna, coinvolgendo i fornitori, organizzando il trasporto delle merci in ingresso ed ottimizzando il metodo di ricevimento delle stesse, al fine di ridurre le perdite, aumentare l'efficienza dei mezzi e collocare la produzione dentro il flusso. In generale, si ricerca di raffinare il flusso dei materiali in ingresso e ridurre le perdite logistiche.

Nella ridefinizione dei flussi di materiali esterni allo stabilimento, gli sforzi si concentrano principalmente sul *material receipt* e sulla *transportation*. Vi sono degli interventi tipici che si possono impiegare per migliorare la logistica esterna. Due di essi si concentrano sul trasporto misto e sul carico misto.

Questi concetti sono sintetizzati nella *Milkrun*. Una *Milkrun* è una rotta di trasporto prestabilita nella quale il camion effettua fermate presso differenti fornitori, e, successivamente, rilascia il carico presso lo stabilimento. Lo scopo di questa tecnica è quello di massimizzare il carico trasportato, garantire un rifornimento delle parti continuo, ad elevata frequenza, e maggiormente stabile, e, allo stesso tempo, minimizzare i costi totali, inclusi quelli di inventario. Questo metodo permette ai fornitori di poter inviare una quantità di materiale inferiore, poiché non avrà la necessità di dover saturare il camion esclusivamente con i suoi prodotti.

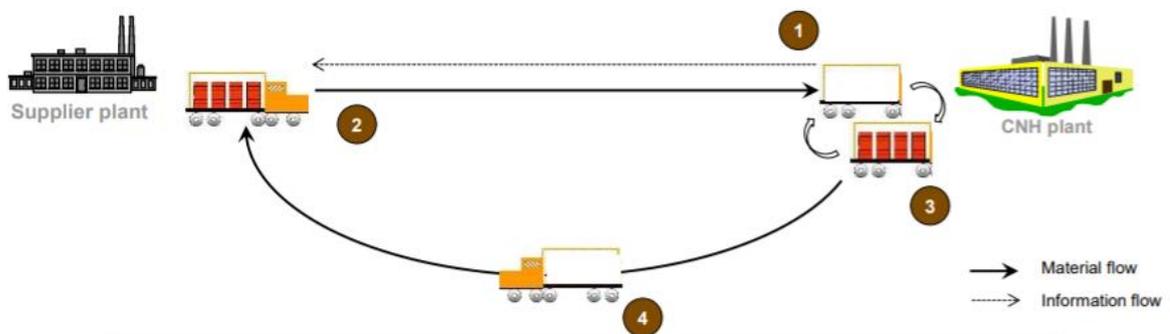


41 – Sistema Milk Run

Un altro metodo per poter ridurre le perdite è quello di integrare il più possibile il fornitore, ricercando la consegna diretta in linea ed eliminando il passaggio da magazzini intermedi.

La situazione ideale sarebbe che, a seguito della consegna, si scarica la quantità necessaria e si lascia l'eccesso all'interno del *trailer*, permettendo al *truck* di ripartire. Questo concetto è ripreso dal *Truck Kanban*, il quale è un metodo efficiente per realizzare la consegna diretta.

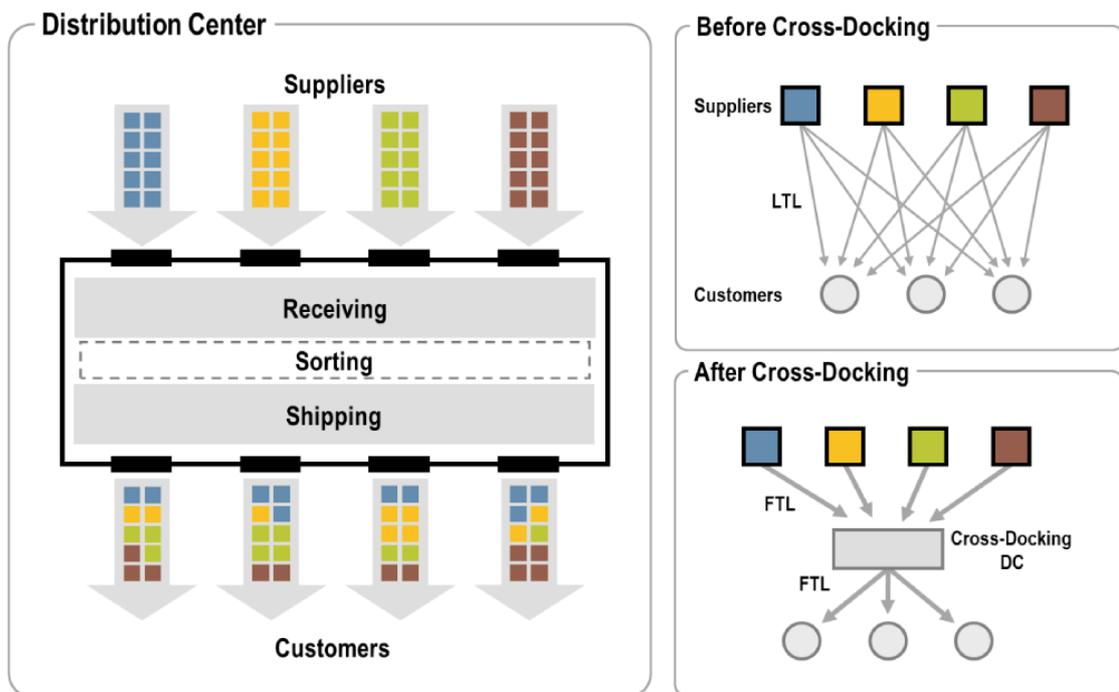
È basato sul concetto di *kanban*, dove il segnale visivo di riempimento è dato dalla presenza del *trailer* vuoto. Questo metodo è impiegato principalmente per gli elementi *bulky*, i quali richiedono spazi elevati nel magazzino dello stabilimento, e per gli elementi ad alto consumo che richiedono un elevato grado di *handling* per arrivare in linea.



42 - Truck Kanban

La standardizzazione degli imballaggi permette di migliorare sia la logistica interna che quella esterna. Fra i vantaggi vi sono la riduzione dei costi di imballaggio, riduzione dei costi di trasporto, riduzione dei costi di *handling*, dovuti alla mancanza di necessità di *decanting*, riduzione dei costi di smaltimento e riduzione dei costi di qualità, dovuta alla riduzione dei danneggiamenti. È richiesta un buon grado di collaborazione da parte dei fornitori.

Il *cross-docking* è una pratica logistica che prevede lo scarico dei materiali da un *trailer* di un *truck* in ingresso e il carico degli stessi sui *trailer* dei *trucks* in uscita con un tempo di immagazzinamento fra le fasi minimi, se non nulli. Fra lo scarico all'ingresso e il carico all'uscita sono compiute operazioni come il cambio di imballaggio o il sequenziamento. Con questo metodo si riducono i costi di spedizione.



43 - Cross Docking

Altri metodi da impiegare sono l'organizzazione del ricevimento di materiale, cercando di distribuire le ricezioni in maniera omogenea nel tempo. In tale modo, si cerca di bilanciare momenti con eccessivo carico di lavoro e quelli con carichi di lavoro più leggeri. Per riuscire in questo compito, si utilizzano elementi come il *Time Control Board*, per pianificare nel tempo i ricevimenti, e l'utilizzo di differenti aree di ricezione. Quest'ultima operazione, inoltre, permette di avvicinare il materiale al suo punto di utilizzo.

4.5 STEP 4 – Livellare la produzione

Lo step 4 si pone come scopo quello di livellare la produzione in ogni fase per poter eliminare i buffer intermendi fra le diverse *workstations*. Questo obiettivo può essere raggiunto facendo in modo che le stazioni di monte producano le precise quantità richieste dalle stazioni di valle. Un sistema che possa permettere questo comportamento deve essere caratterizzato da un elevato grado di flessibilità. In tale modo è possibile produrre quantità contenute e di grande varietà, si produce solo il necessario evitando sprechi. Queste caratteristiche permettono al sistema di essere in grado di adattarsi con velocità al cambiamento della domanda, e, dunque, di soddisfare appieno il cliente. La flessibilità è conseguita focalizzandosi sulla sincronizzazione dei processi interni ed esterni, e sull'analisi dei vincoli e delle perdite e delle relative contromisure. In tale modo si ha una riduzione del lead time.

Per fronteggiare i cambi di volumi legati alle variazioni della domanda, dobbiamo migliorare sotto tre aspetti di flessibilità.

- La flessibilità dei fornitori è data dalla capacità di quest'ultimi di adattarsi alla nostra necessità produttiva, in termini di quantità da inviare, nel minor tempo possibile. Per raggiungere questo risultato bisogna implementare un processo *Lean*, lavorando sui contenitori, la frequenza di consegna, la dimensione dei lotti e la pianificazione delle consegne.
- La flessibilità dell'equipaggiamento può essere ottenuta migliorando il grado tecnologico degli stessi. Si possono, ad esempio, introdurre robot e *AGV* collaborativi, in grado di percorrere autonomamente delle rotte programmate, o, per i modelli più avanzati, anche di adattarsi alla rotta dell'operatore grazie alla presenza di sensori.
- La flessibilità della forza lavoro è essenziale per fronteggiare i periodi di variazione della domanda. Ad esempio, un calo della domanda dovuto ad una crisi temporanea può essere fronteggiato riducendo la forza lavoro in numero, o le ore lavorative giornaliere. Nel caso di un incremento nella domanda si può ricorrere a forza lavoro temporanea, ricorrendo ad un aumento temporaneo nel numero di operatori. In generale conviene assumere forza lavoro polivalente, in grado di occupare più posizioni.

La flessibilità può essere ottenuta attraverso la sincronizzazione dei processi interni ed esterni.

La mancanza di quest'ultima può essere legata alla presenza di alcuni *constraints*, o vincoli.

È necessario analizzare i vincoli e le perdite, attaccare e rimuovere le perdite identificate, al fine di sincronizzare i processi e ridurre le perdite.

I *constraints* che caratterizzano un processo produttivo sono di due tipi:

- **Intrinseci:** identificabili dallo studio di tutti i processi non livellati. La loro presenza è visibile attraverso i buffer, localizzati fra i processi o le unità operative. Essi possono essere di prodotto, tecnologici, e di capacità.
- **Temporanei:** identificabili dagli sconvolgimenti delle sequenze produttive. Sono vincoli di natura varia, legati a problemi temporanei.

La *Value Steam Map* è un tool valido per l'analisi dei buffer, dunque ci permette di evidenziare la presenza di *intrinsic constraints*. Questo tool è una rappresentazione grafica del flusso del valore di ogni prodotto da inizio a fine processo. In questo modo è possibile evidenziare i buffer nello stabilimento e prendere le opportune contromisure, riducendo il *lead time*. I vincoli individuati vengono stratificati e ciò permette di scegliere cosa attaccare primariamente.

Lo studio della sequenza di produzione permette di individuare i *temporary constraints*. Difatti, ogni qualvolta la sequenza di produzione trasmessa non rispecchia quella prevista, si ha una *sequence disruptions* con conseguenti perdite. È necessario individuare per ogni sequenza le *root cause* che le hanno provocate, esse vanno raggruppate per pilastro e, infine, stratificate. Per il pilastro logistico, le perdite vengono tradotte in famiglie logistiche, in modo tale da individuare quella più critica, a seguito di una stratificazione.

4.6 STEP 5 – Perfezionare la logistica interna ed esterna

Lo step 5 ha come obiettivo quello di perfezionare le operazioni svolte negli step precedenti, in particolare, andando a combinare i vantaggi ottenuti da ciascuno step.

Una delle chiavi per una buona implementazione dello step 5 è una forte collaborazione con il pilastro *WO*, con l'obiettivo di ridurre il *lead time* interno allo stabilimento, riducendo i tempi legati alle *NVAA* ed al *material handling*. È possibile partire da una nuova classificazione dei materiali, la quale, alla luce delle nuove competenze, può portare dei miglioramenti, che permettono di venire incontro alle richieste della *golden zone* e della *strike zone* e che permettono di incrementare la precisione in termini di tempo impiegato in operazioni di *picking* e *riempimento*.

Lavorare in accordo con la *golden* e la *strike zone* permette di ridurre i tempi di *picking* e le *NVAA* sulla linea di assemblaggio.

Nello step 5 si ricerca, anche, l'ottimizzazione dei percorsi interni e delle aree destinate alle attività di *Kitting* e *Sequencing*. Si vuole conseguire una standardizzazione delle attività e dei tempi associati. Per fare questo, è necessario definire le attività eseguite nella realizzazione di un *kit*, evidenziare gli errori ed il tempo perso, dovuto alle *NVAA*, studiare ed implementare le contromisure da adottare per attaccare ed eliminare le perdite. Infine, si possono standardizzare i tempi.

Le aree destinate a quelle attività vengono riviste al fine di implementare il concetto di *golden zone* ed il rispetto dell'ergonomia, e questo permette un ulteriore standardizzazione dei metodi di *picking*.

Rivedere la logistica interna significa anche adottare il *one piece flow* per gli elementi definiti *bulky*. Questo significa passare da una consegna in sequenza di un set di pezzi alla consegna di un pezzo per volta. Implementare il *one piece flow* richiede la revisione del mix del flusso logistico come famiglie logistiche e quantità, al fine di ridurre l'inventario all'interno del magazzino.

Per concludere, si esegue l'ottimizzazione della logistica esterna. Gli approcci suggeriti sono due, ovvero concentrarsi sul combinare flussi già esistenti e ottimizzare flussi già esistenti.

4.7 STEP 6 – integrazione fra acquisti, distribuzione, produzione e vendite

Lo step 6 ha come *target* la creazione di un flusso accurato attraverso tutti i processi logistici mediante l'integrazione fra le funzioni vendite, distribuzione, produzione ed acquisti.

Per ottenere questo risultato è necessario ottimizzare tutta la *supply chain* e diffondere all'interno dello stabilimento la standardizzazione della logistica. Bisogna migliorare la flessibilità e procedure base nella ricezione dei componenti. L'integrazione fra le aree legate al *production planning*, alla distribuzione ed agli acquisti permette di utilizzare il *Logistic Cost Deploymen* come base decisionale per la riduzione dei costi logistici, di realizzare un miglioramento nell'impacchettamento dei lotti, lo studio dei parametri del *MRP*.

Per poter attuare questi progetti è necessaria una forte collaborazione con i *supplier*, ai quali bisogna rendere note le richieste logistiche da soddisfare durante il processo di *feeding*.

Il tool impiegato prende il nome di *Logistic Requirement Book*. La collaborazione con i pilastri *AM* e *PM* viene impiegata per controllare le prestazioni dei fornitori, ad esempio valutando i tempi di set up.

4.8 STEP 7 – Impiegare una sequenza di programmazione a tempo stabilito

L'obiettivo dello step 7 è quello di implementare un metodo di programmazione basato su una sequenza a tempo stabilito al fine di implementare un flusso totalmente controllato. Lo scopo è quello di ottenere una totale sincronizzazione fra le attività di fornitura, produzione e distribuzione garantendo uno stock a magazzino teoricamente nullo. In un sistema così formulato si ha una produzione esente da difetti, la quale segue precisamente il *planning*.

Il *lead time* è minimo, ed i ritardi di consegna sono nulli.

4.9 Logistic Cost Deployment

Il *Logistic Cost Deployment* è un *tool* utilizzato per lo studio focalizzato delle perdite logistiche da parte del pilastro *LCS*. L'utilizzo di questo *tool* permette di riconoscere le principali cause radice alla base delle perdite logistiche ed eseguire le azioni necessarie per eliminarle, dunque, potremmo dire che il *LCD* definisca la strada da seguire. Le perdite logistiche possono essere categorizzate in cinque categorie. Riconosciamo anche delle sottocategorie:

- *Inventory*: Rappresenta le perdite derivanti da una quantità di inventario eccessiva rispetto ai livelli ottimali, ad esempio una quantità eccessiva di scorte di sicurezza
- *Labor*: Rappresenta le perdite dovute dall'eccesso di manodopera, ad esempio un numero elevato di addetti alla movimentazione dei materiali
- *Space*: Rappresenta le perdite dovute ad un impiego eccessivo di spazio per lo stoccaggio rispetto a quello necessario

- *Equipment*: Rappresenta le perdite generate dall'impiego di macchinari per la movimentazione dei materiali ed alla gestione del magazzino superiori allo standard opportuno
- *Transportation*: Rappresenta le perdite dovute ai costi dei trasporti in ingresso (le movimentazioni dei materiali all'interno dello stabilimento sono categorizzate come *Labour* ed *Equipment*), ed esterni allo stabilimento, ad esempio trasporti esterni non saturati

L'identificazione delle perdite avviene mediante le matrici A, B e C, ed i progetti per attaccarle vengono individuati nella matrice D.

La matrice A permette, come appena accennato, di definire le perdite maggiormente impattanti mediante l'incrocio fra le aree ed i tipi di perdita.

| MACROCATEGORY | SUB CATEGORY | LOSS | Process 1 | Process 2 | Process 3 |
|----------------|---------------------|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| INVENTORY | Inventory loss | Excess inventory loss | | | |
| | | Safety inventory loss | | | |
| | | Net inventory loss | | | |
| | Labor loss | Excess labor loss | | | |
| | | Labor efficiency loss | | | |
| | | Necessary net manhour loss | | | |
| | Space loss | Excess space loss | | | |
| | | Space efficiency loss | | | |
| | | Necessary net space loss | | | |
| HANDLING | Labor loss | Excess labor loss | | | |
| | | Labor efficiency loss | | | |
| | | Necessary net manhour loss | | | |
| | Space loss | Excess space loss | | | |
| | | Space efficiency loss | | | |
| | | Necessary net space loss | | | |
| | Equipment loss | Excess equipment loss | | | |
| | | Equipment effectiveness loss | | | |
| | | Equipment net operating loss | | | |
| TRANSPORTATION | Transportation Loss | Excess transportation loss | | | |
| | | Transportation efficiency loss | | | |
| | | Necessary net transportation loss | | | |

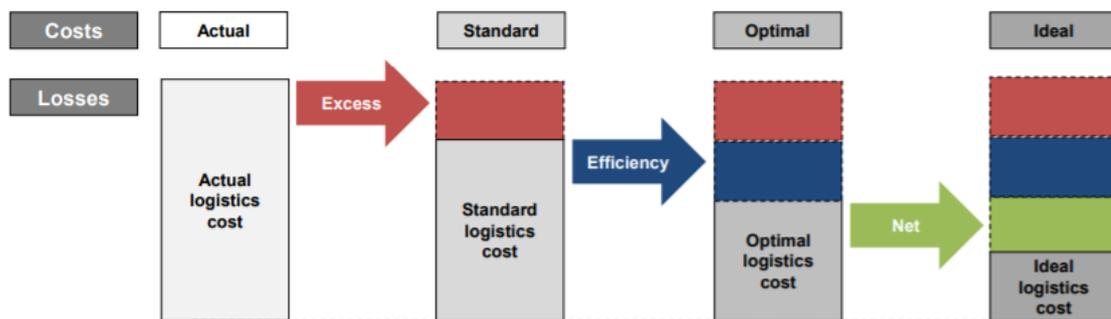
44 - Matrice A LCD

La matrice A prevede la possibilità di utilizzare due approcci:

- Qualitativo: Si valuta l'impatto che una determinata perdita può avere su un dato processo. La valutazione è effettuata assegnando un valore da zero a tre per ciascuna combinazione.
- Quantitativo: Si valuta l'impatto economico che ciascuna perdita può avere. Le perdite sono definite dall'attuale costo logistico.

Vi sono vari tipi di costo logistico:

- Standard logistic costs: i costi logistici del plant
- *Optimal logistic costs*: i costi logistici stimati sui processi da migliorare nello stabilimento
- *Ideal logistic costs*: i costi logistici legati alle perdite logistiche inevitabili che dovrebbero essere idealmente nulle



45 - Tipi di costo

La matrice B permette di individuare le perdite e gli sprechi causali che portano alle perdite descritte nella matrice A. Ogni perdita va dettagliata in maniera precisa. La matrice B individua un collegamento fra le perdite causali dei processi logistici maggiormente impattanti trattati nella matrice A e le perdite risultanti. In questo caso si utilizza un approccio sia qualitativo che quantitativo.

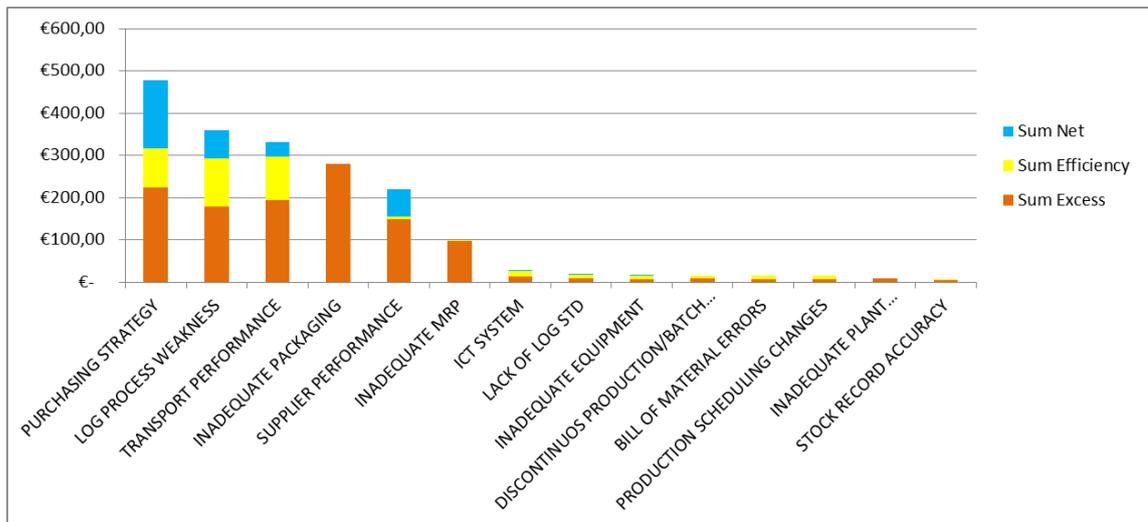
| | | Processes & Resultant Losses | | | | |
|-----------------|--------------------------------------|--|------------|-----|----------|-----------|
| | | Excess | Efficiency | Net | Material | Inventory |
| B MATRIX | | | | | | |
| | ROOT CAUSE OF CAUSAL LOSSES | DESCRIPTION | | | | |
| 1 | INADEQUATE LINE TIEING | | | | | |
| | | Tieing inadequate to material classification. | | | | |
| 2 | INADEQUATE PACKAGING | | | | | |
| | | The containers requested are not in line with minimum material handling. | | | | |
| 3 | INEFFICIENT PROCESS BEHAVIOUR | | | | | |
| | | Reversion of process or non-optimized process. | | | | |
| 4 | INADEQUATE PLANT LAYOUT/RESTRICTIONS | | | | | |
| | | Plant layout is causing additional handling or inventory losses. | | | | |
| 5 | INADEQUATE EQUIPMENT | | | | | |
| | | Available equipment is not sufficient or best practice to support ideal process. | | | | |
| 6 | INADEQUATE MRP | | | | | |
| | | Incorrect material planning parameters (lead-times, etc.). | | | | |
| 7 | STOCK RECORDING ACCURACY | | | | | |
| | | Stock records are not in line with the physical. | | | | |
| 8 | SUPPLIER PERFORMANCE | | | | | |
| | | Supplier does not respect characteristics and | | | | |
| 9 | LONG LEAD/TIME INFO FOR A UNIT | | | | | |
| | | Part number and/or qty are not in line with the actual consumption requirements. | | | | |
| 10 | LACK OF LOGISTICS | | | | | |
| | | A lack of process enable to create a standard time for the article. | | | | |
| 11 | PRODUCTION SCHEDULING CHANGES | | | | | |
| | | Schedules are changed (quantity/type/interval) within the agreed business period. | | | | |
| 12 | PURCHASING STRATEGY | | | | | |
| | | Purchasing strategy is not supporting logistics optimizations. | | | | |
| 13 | CONCURRENT PRODUCTION | | | | | |
| | | result of batch production. | | | | |
| 14 | WCT SYSTEM | | | | | |
| | | not optimal to support the log processes. | | | | |
| 15 | TRANSPORT PERFORMANCE | | | | | |
| | | Usually due to delays in transit or damaging during transportation (logistics cost). | | | | |

46 - Matrice B LCD

La matrice C permette di focalizzarsi sulle perdite causali e sui processi nelle quali sono state individuate nelle precedenti matrici. In essa sono riportate anche le perdite legate alla produzione, in particolare la parte legata alla logistica. Dalla matrice C si ricava un diagramma di Pareto che classifica le perdite rilevate, il quale sarà la base della matrice D.

| C MATRIX | | | | Transformation Cost | | | | | | | Non-Transformation Cost | | | | | | | |
|--|----------------------------|----------------|-------------|---------------------|--------------|----------------|--------|------------------------|-----------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|----------|-------|-----------------|-----------|-------------------|--------------------|
| Case | Process | Loss category | Loss Family | TOTAL | Direct Labor | Indirect Labor | Rework | Consumption & material | Utilities | Mater. Expenses | Prod. Related work & services | Rentals, Hiring, lease exp. | TOTAL | Space | Inventory (27%) | Transport | Slow Moving (48%) | Obsolescence (25%) |
| | | | | 6.026.94 | | 5.079.25 | 833.13 | | | | | 104.56 | 3.187.53 | | 516.25 | 952.61 | 987.68 | 748.99 |
| Causal Losses interrelation with Processes | Inventory | Inventory loss | WASTORY | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Planning | Inventory loss | WASTORY | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Shipping-CD | Inventory loss | WASTORY | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TRADING - Receiving | Inventory loss | WASTORY | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TRADING - Warehousing | Inventory loss | WASTORY | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TRADING - Decanting | Inventory loss | WASTORY | | | | | | | | | | | | | | | |
| | TRADING - Reclaim/shipment | Inventory loss | WASTORY | | | | | | | | | | | | | | | |

47 - Matrice C LCD



48 - Pareto perdite LCD

La matrice D permette di definire i progetti focalizzati sulla riduzione delle perdite principali, le quali erano state individuate nella matrice C. Nella matrice D vi è riportata un'indicazione del livello di priorità dei progetti di miglioramento. Questa è definita da un indice ICE, valido per gli stabilimenti classificati fino al livello bronzo. Questo indice nasce dalla combinazione fra tre fattori, ovvero l'impatto, il costo e la facilità, assegnando a ciascuno di essi un valore numerico da 1 a 5 e, successivamente, effettuando il prodotto dei tre. Per stabilimenti di livello superiore, si utilizza l'analisi B/C. Nella matrice sono anche riportate le responsabilità dei progetti dei vari pilastri, si definisce il capo progetto e il probabile team.

| Causal Losses /Losses/Potential project responsible | | | | | | | | | | Methods&Tools + Gap knowledge | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|------------------|------|------------------|--------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| D Matrix | | | | | | | | | | METHODS & TOOLS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ID | Line Name | Operational Unit | Area | Operational Unit | Type of Loss | Major Risk | Other risks | Applicable | Responsible | Responsible | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

49 - Matrice D LCD

La matrice E permette di determinare il rapporto costi/benefici valutando, su base annua, il risparmio garantito da ciascun intervento ed i costi necessari per implementare tale intervento. La matrice F permette di programmare nel tempo i progetti al fine di tracciarne i progressi sia in termini operativi che in termini economici.

5 Riorganizzazione del Processo Logistico Interno per la Gestione dei Kanban in uno Stabilimento CNH Industrial

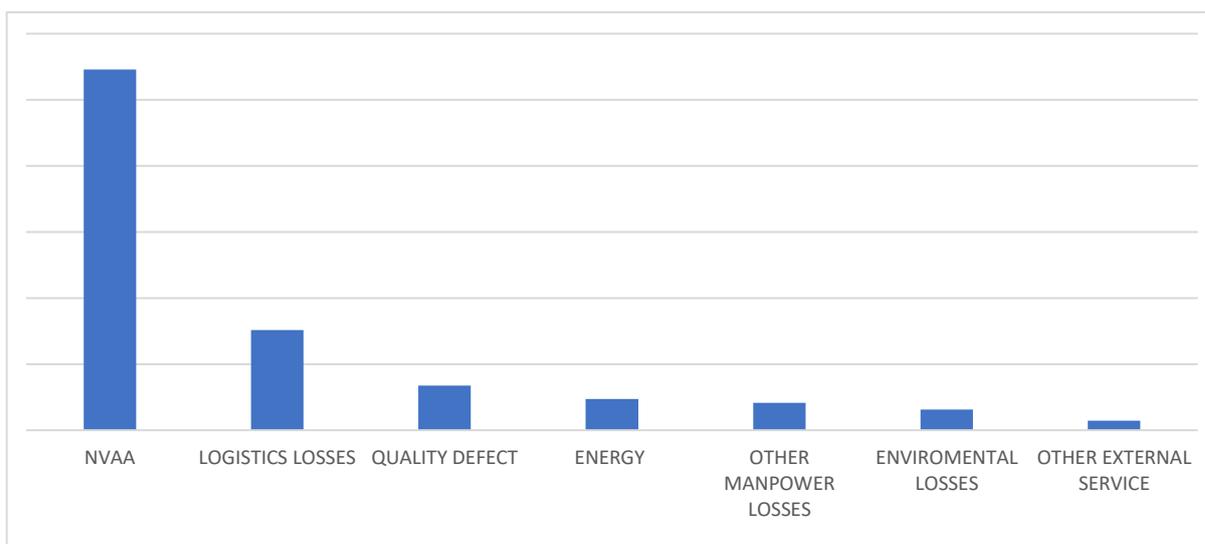
5.1 Scelta del caso

Nel seguente capitolo verrà illustrata la stratificazione delle perdite dello stabilimento in esame, e si potranno osservare quelle relative al caso di studio. In seguito, verrà descritto il problema, nelle condizioni attuali, *AS-IS*, e verranno definite le soluzioni proposte per risolvere il suddetto problema. Lo stabilimento in esame, per motivi di riservatezza, non sarà nominato.

Il progetto in esame nasce dalla necessità di adeguare il flusso dei materiali gestiti tramite *supermarket*, a fronte di un incremento dei codici *P/n* da 496 *P/n* a 616 *P/n*. A tale necessità si è associata l'opportunità di realizzare dei *saving* tramite la riorganizzazione e l'innovazione di specifiche attività che compongono il processo del *Kanban*: riduzione dei costi di gestione del sistema *Kanban* ed ottimizzazione dei flussi di *replenishment*.

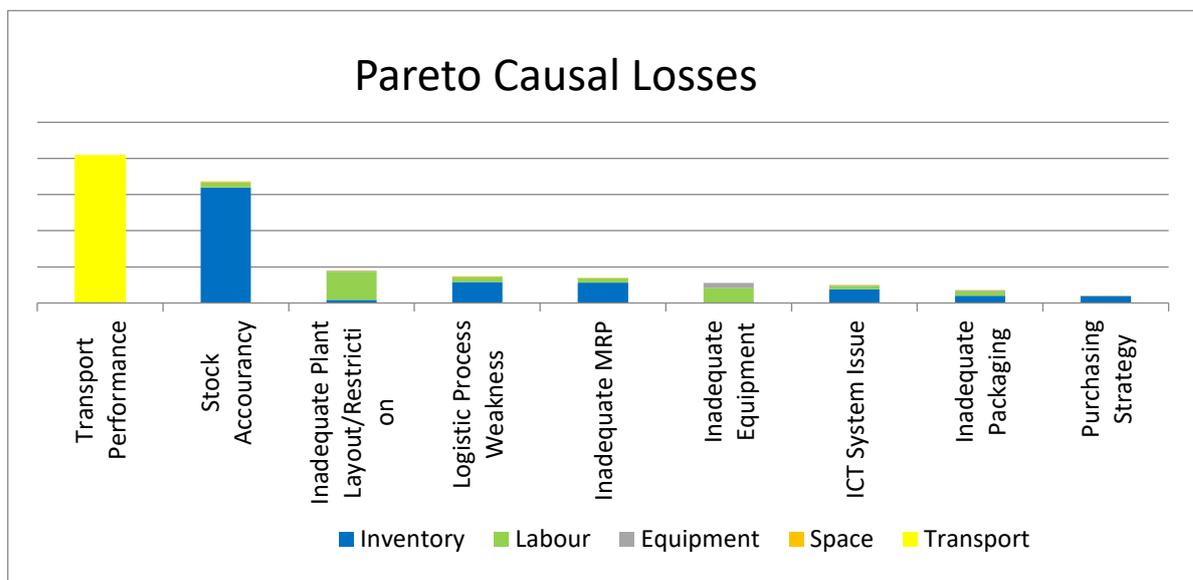
5.1.1 CD – Stabilimento

Lo studio delle perdite presenti nel perimetro dello stabilimento ci permette di conoscere le principali fonti di costo. Di seguito sono riportate le stesse.



50 - Pareto perdite di stabilimento

Il diagramma riportato è in linea con la media dei diagrammi riportati dagli altri stabilimenti. In essi si riscontra che la voce maggiormente impattante è rappresentata dalle *NVAA*. Queste perdite vengono trattate principalmente dal pilastro *WO*, supportato dal pilastro *FI* e dal pilastro *LCS*. Alle *NVAA* seguono, sia generalmente sia in questo specifico caso, le *Logistics Losses* come seconda voce di perdita, per ordine di grandezza. È possibile osservare il dettaglio delle perdite logistiche in base alle perdite causali. Tali perdite sono suddivise su 5 categorie principali.



51 - Pareto perdite causali stabilimento

Il lavoro svolto ha permesso di attaccare le perdite causali dovute a:

- Inadequate Plant Layout/Restriction
- Logistic Process Weakness
- Inadequate Equipment

In particolare, il lavoro svolto ha permesso di ridurre le perdite dovute a *Labour* ed *Equipment*.

5.2 Analisi della Situazione Attuale

5.2.1 Overview delle attività

Il *Kanban Management System* è il sistema preposto alla gestione dei *Kanban* all'interno dello stabilimento, partendo dalla ricezione delle merci fino allo stoccaggio presso il *supermarket* ed il trasporto in linea. Il *KMS* si compone di differenti attività, difatti, come si è appena accennato si occupa della gestione di un elevato numero di *P/n* appartenenti alle classi C e B.1, a partire dalla ricezione.

Di seguito vengono indicate le attività svolte.

1. Prelievo dalla zona di interscambio, travaso e stoccaggio delle *KLT* in zona dedicata
2. Asservimento *KLT* linee di montaggio con *bull* e tradotte

Le due attività appena riportate possono essere, a loro volta, scomposte in altre sotto attività.

L'attività 1 può esser suddivisa come segue.

- a. Prelievo del materiale posizionato su pedana e trasporto in zona dedicata, mediante l'impiego di un carrello a forche, o *forklift*. In questa fase è previsto anche un controllo su quantità ed integrità della merce.
- b. Trasferimento del materiale in area travaso, dove il materiale viene spostato dall'imballo del fornitore ad un imballo idoneo al flusso *Kanban*, generalmente *KLT*. A quest'ultimi si applica una targhetta identificativa, prima di portali in posizione di prelievo.
- c. Eseguire lo stoccaggio delle *KLT* nell'area *Supermarket*. In particolare, si esegue il prelievo delle *KLT* dalla posizione definita per il prelievo, si verifica la destinazione riportata sulla targhetta e le si posizionano su un carrello di trasporto. In seguito, si portano le *KLT* presso la zona di scaffali *supermarket* e si posizionano nella destinazione finale, convalidando l'operazione tramite l'operativa *CLICK*, il quale è un sistema di *Warehouse Management*.
- d. Eseguire lo stoccaggio delle *KLT* in area *Pallet on Floor*. In particolare, si esegue il prelievo del pallet dalla postazione definita, e si trasporta l'intero pallet nell'area dedicata.

L'attività 2 può essere suddivisa come segue.

- a. Eseguire chiamata *Kanban* del materiale da *Sag* linee. In particolare, si esegue l'operazione di ritiro dei *KLT* vuoti, presso le linee di assemblaggio, e li si posiziona sulla tradotta.
- b. Smistare le stampe dovute a chiamate dei *Kanban*.
- c. Eseguire l'elaborazione dei tagliandi.
- d. Eseguire asservimento delle *KLT* su linee di montaggio. In particolare, si raggiunge il punto di rilascio indicato sull'etichetta, mediante l'ausilio di *bull* o tradotta, si posiziona il *KLT* sull'apposito *Sag*, e, una volta confermata l'operazione, si ritorna nella zona di prelievo.

5.2.2 Strutture ed attrezzature

Le attività descritte in precedenza necessitano dell'impiego di una serie di attrezzature per poter essere svolte. Fra esse vi sono:

- Carrello a forche, o *forklift*: è un mezzo operativo dotato di **ruote** e azionato da **motori elettrici**, **diesel** e a gas, che viene usato per il sollevamento e la movimentazione di merci all'interno dei depositi di **logistica** o per il carico e scarico di merci dai **mezzi di trasporto**:
- Bull;
- Tradotta;
- Palmare;
- Carrello per trasporto delle *KLT*;
- Banchetto per il travaso;
- Supermarket.

5.2.3 Decanting

L'attività di *decanting* è effettuata da due operatori logistici, i quali si occupano della stessa in *full time*. I compiti principalmente svolti sono:

- Prelievo del materiale da pedana e trasporto in zona interscambio;
- Prelievo delle *KLT* vuote e riempimento delle stesse;

L'operazione di prelievo del materiale richiede l'ausilio di un mezzo, detto *forklift*.

5.2.4 Replenishment

L'attività di *warehousing* è svolta da un singolo operatore logistico, che si occupa di essa in *full time*. Tale operatore si occupa di due compiti:

- Prelevare e trasportare le *KLT* piene dall'area di *decanting* fino al *supermarket*
- Posizionamento delle *KLT* nelle rispettive zone all'interno del *supermarket*

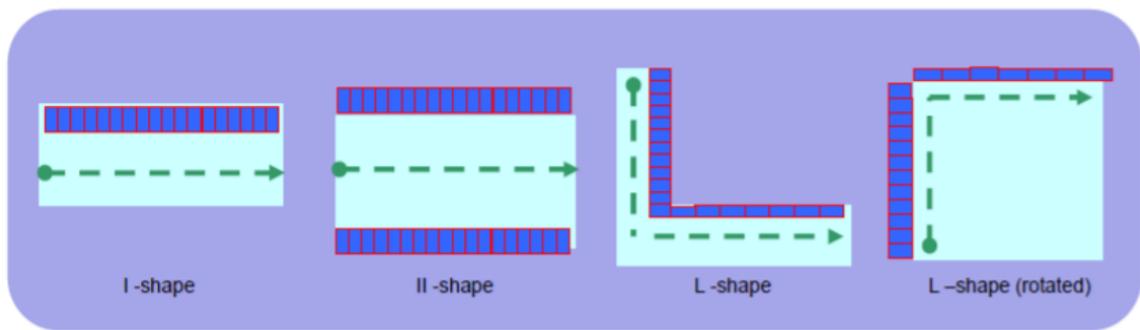
Il *Supermarket*, o *SMKT*, è un'area logistica. Esso rappresenta un magazzino intermedio all'interno del quale sono stoccate delle unità di carico, o UDC, di dimensioni standard. Esso permette di ridurre i tempi, e dunque, i costi legati al trasporto in linea dei materiali appartenenti alle classi C e B.1.

In una situazione ideale, il *SMKT* dovrebbe essere l'unica locazione addetta allo stoccaggio ed alla gestione dei materiali movimentati in *Kanban* o *Two-Bin*, ciò significa che il materiale in ingresso proveniente dai fornitori, sia direttamente stoccato nel *SMKT*. È accettabile, nelle prime fasi di implementazione del sistema, effettuare il riempimento del *Supermarket* sfruttando lo *stock* presente in magazzino; lo scopo è quello di far crescere il numero di *PN* gestiti direttamente nel *SMKT*.

Il *supermarket* permette di implementare una gestione *FIFO* dei materiali, in quanto è dotato di scaffali a gravità, che permettono le attività di prelievo e riempimento, da due lati opposti.

Nella progettazione dei *SMKT* è opportuno seguire una serie di criteri definiti nello step due del pilastro *LCS* del *WCM*. Principalmente, si riconoscono quattro tipologie di layout ideale per i *Supermarket*, ovvero ad I, a doppia I, a L ed a L rotata. La scelta si basa su due criteri:

- Il numero di elementi da gestire
- Lo spazio disponibile

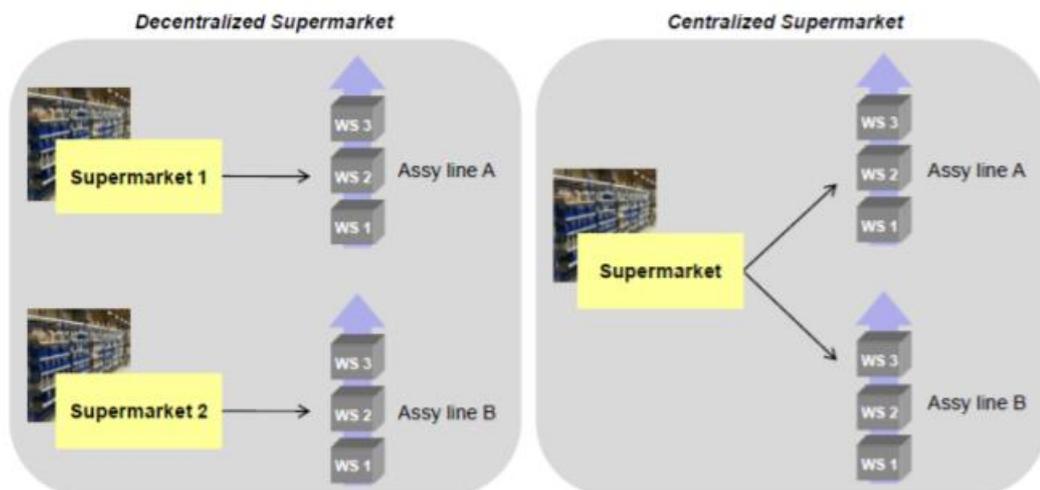


53 - Tipi di layout di un'area supermarket

Ciascuno di questi layout permette di separare il flusso di riempimento del *supermarket* da quello di prelievo di contenitori da portare in linea.

I *SMKT*, inoltre, possono essere:

- Centralizzati: In esso sono immagazzinati i materiali per tutte le linee di assemblaggio dello stabilimento;
- Decentralizzati: In esso sono immagazzinati i materiali per una, o più, specifica linea di assemblaggio, e non per l'intero stabilimento;



54 - Supermarket Centralizzato vs Supermarket Decentralizzato

Si considerano tre possibili tipi di fila:

- *Standard flow rack*: sono degli scaffali a gravità installati in modo tale da permettere semplicità di prelievo all'operatore, evitando l'utilizzo di mezzi di sollevamento. I livelli delle file sono organizzati al fine di essere coerenti con l'altezza umana ed al fine di rispettare l'ergonomia;
- *High-rise flow rack*: sono degli scaffali a gravità che presentano un'elevata estensione in altezza. Essi presentano corridoi stretti per il ritiro e la consegna. Il *material handling* è realizzato mediante l'uso di mezzi per il sollevamento dedicati;
- *Lean lift storage system*: è un sistema automatico per lo stoccaggio ed il prelievo, utilizzato per operazioni di *warehouse* e *material handling*. Questo tipo di sistema permette di saturare al massimo l'area del magazzino. Mediante una *dashboard* l'operatore è in grado di comunicare con il sistema, per realizzare le operazioni suddette.

All'interno dello stabilimento in esame è presente un supermarket centralizzato, suddiviso in due zone, una attrezzata con scaffalature tradizionali a 4 livelli, ed una attrezzata con il sistema *pallet on floor*. Il *supermarket* si estende per un'area superiore a 1100 m².

Esso è localizzato nei pressi del magazzino ed è quasi adiacente all'area nella quale si effettua il decanting. Ciò comporta che i tempi legati al trasporto delle *KLT*, da parte dell'operatore, da stoccare nel supermarket, siano contenuti.

Il *layout* impiegato è a doppia I, il quale permette semplicità di passaggio sia agli operatori dediti alle operazioni di picking che agli operatori dediti alle operazioni di riempimento, o *warehousing*.

I contenitori stoccati all'interno del *supermarket* necessitano, come affermato in precedenza, di essere di dimensioni standard.



55 - Esempio di KLT

La situazione attuale prevede l'utilizzo di 3 diverse tipologie:

- KLT di tipo 3147, con dimensioni pari a 300x200x147 mm
- KLT di tipo 4147, con dimensioni pari 400x300x147 mm
- KLT di tipo 4280, con dimensioni pari a 400x300x280 mm
- KLT di tipo 6147, con dimensioni pari a 400x600x147 mm
- KLT di tipo 6280, con dimensioni pari a 600x400x280 mm

Le dimensioni di queste KLT sono uno dei fattori base per determinare le dimensioni del supermarket. A quest'ultimo fattore, se ne aggiunge un altro, quello della quantità. È necessario definire il livello massimo di inventario al fine di poter sostenere le operazioni e, noto il consumo, si determina il numero di contenitori richiesto per ciascun item. Attualmente, il *supermarket* può coprire un fabbisogno medio pari a 3 giorni di lavoro. La gestione del *supermarket* è di tipo *pull*, in quanto è stato implementato un sistema di gestione mediante *kanban*. Si sono adottati scaffali a gravità di tipo standard.

5.2.5 Picking

L'operazione di *picking* è svolta dagli operatori addetti al trasporto dei materiali in linea. Questo compito si articola in due principali attività:

- Effettuare l'operazione di *picking* per riempire le tradotte, le quale saranno trasportate in linea



56 - Tradotta

- Riporre i *KLT* vuoti in zona dedicata, i quali, successivamente, saranno riportati in zona *decanting* dall'operatore addetto al *warehousing*
- Emettere ordini verso area *decanting* per comandare il riempimento del *supermarket*

Queste operazioni comportano una grossa spesa in termini temporali. In particolare, l'operazione di ritiro delle *KLT* dalle file è un'elevata fonte di perdita in quanto la posizione delle cassette non è mai stata ottimizzata al fine di ridurre i tempi di *picking*.

5.2.6 Line Feeding

L'operazione di *line feeding* è effettuata da quattro operatori logistici interamente dedicati ad essa. Le principali operazioni da essi svolte sono:

- Consegna dei contenitori vuoti e ritiro dal *supermarket* delle tradotte anticipatamente preparate dall'operatore addetto all'area *picking*
- Trasporto delle tradotte sulla linea di assemblaggio
- Ritiro dei contenitori vuoti presenti in linea e trasporto degli stessi verso il *supermarket*

Attualmente sono previste quattro rotte per il *line feeding*, con ognuna assegnato un proprio *bull*. Ciascuna prevede di partire dal *supermarket* per poi giungere presso ciascuna delle quattro linee di assemblaggio presenti.

5.2.7 Running Cost

La componente di costo logistico legata alle operazioni di movimentazione di materiale all'interno dello stabilimento è legata a due fattori:

- Labour
- Equipment

Il fattore *Labour* è rappresentato dal lavoro svolto dagli operatori logistici assegnati alle attività di *decanting*, *warehousing*, *picking* e *line feeding*. Questi operatori sono impegnati *full time* in queste attività, dunque, è possibile considerare il costo aziendale annuo come costo da sostenere per realizzare queste attività. In media un operatore logistico ha un costo per l'azienda di circa 45000 €.

| ATTIVITA' | N° OPERATORI | FTE | COSTO ANNUALE |
|--------------|--------------|-----|---------------|
| Decanting | 3 | 3 | 135.000 € |
| Warehousing | 1 | 1 | 45.000 € |
| Picking | 0 | 0 | 0 € |
| Line feeding | 4 | 4 | 180.000 € |

57 - Running cost del Labour

Il costo totale dovuto al *labour* sarà dato dalla somma dei costi delle singole attività.

$$C_{tot-lab} = C_{dec} + C_{wh} + C_{pick} + C_{lf} = 360.000 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

Dove si intende:

- C_{dec} il costo legato alla parte *labour* del decanting
- C_{wh} il costo legato alla parte *labour* del warehouse
- C_{pick} il costo legato alla parte *labour* del picking
- C_{lf} il costo legato alla parte *labour* del line feeding

Il fattore *Equipment* è rappresentato dai mezzi utilizzati per realizzare le attività precedentemente descritte. Si sono impiegati, come affermato in precedenza, quattro *Bull*, uno per ogni tratta di rifornimento, ed un carrello a forche, per realizzare il trasferimento delle scatole di materiale dalla pedana verso zona interscambio. Questi mezzi non sono di proprietà diretta di CNH Industrial, bensì a noleggio. È, dunque, possibile ricavare anche per questo fattore una tariffa riferita ad un'unità di tempo.

| MEZZO | COSTO UNITARIO ANNUO | QUANTITA' | COSTO TOTALE ANNUO |
|----------|----------------------|-----------|--------------------|
| Bull | 7.200 € | 6 | 43.200 € |
| Forklift | 9.000 € | 2 | 18.000 € |

58 - Running cost dell'Equipment

È possibile determinare il costo totale dovuto all'*equipment* come somma delle singole componenti.

$$C_{tot-eq} = C_{bull} + C_{fork} = 61.200 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

Dove si intende:

- C_{bull} il costo annuale legato al noleggio dei *bull*
- C_{fork} il costo annuale legato al noleggio del *forklift*

Noti i costi dovuti al *labour* ed all'*equipment*, è possibile calcolare il costo totale logistico legato a queste attività, e su cui si vuole agire al fine di ridurlo.

$$C_{tot} = C_{tot-lab} + C_{tot-eq} = 421.200 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

5.2.8 Dettaglio caratteristiche Supermarket

Si è espressa, in precedenza, la necessità di liberare l'area occupata dall'attuale *supermarket* al fine di permettere l'espansione dell'attuale magazzino centrale. Si è espressa, inoltre, la necessità di ampliare l'attuale *supermarket*, in modo tale da garantire lo spazio fisico necessario all'allocazione di un numero di P/n , da gestire a *supermarket*, crescente.

È la presenza di queste necessità primarie a suggerire che il progetto parta dalla revisione dell'area *supermarket*. Questa revisione prevede, in una prima fase, la determinazione del numero e dello spazio necessario per stoccare le *KLT* e, successivamente, la scelta del *layout* ideale in funzione di differenti criteri. Nella situazione attuale, trattandosi dell'analisi di uno stabilimento attualmente in funzione, e nel quale non si prevede la possibilità di rilocalizzare le linee di assemblaggio, lo spazio a disposizione diventa un requisito stringente nella scelta del *layout* del *supermarket*.

5.2.9 Criteri di progettazione di un supermarket

Il primo passo della progettazione di un *supermarket* prevede la determinazione del numero di *KLT* da stoccare all'interno dello stesso.

Si parte da una classica analisi dei materiali. Il fine di quest'ultima è quello di individuare quanti sono i P/n da gestire mediante *supermarket*, i quali, come spiegato in precedenza, sono appartenenti alle classi C e B.1.

L'analisi dei P/n si basa, principalmente, sul valore economico impegnato da essi. Quest'ultimi vengono classificati in ordine di valore economico decrescente e si realizza la curva cumulata del valore.

Noti quali sono i P/n da gestire all'interno del *supermarket*, è necessario conoscere il numero di *KLT* richiesto dalle linee di assemblaggio durante un singolo giorno. Per determinare quest'ultimo è necessario conoscere:

- il consumo medio per giorno del singolo P/n ;
- il tipo di *KLT*, il quale è influenzato dalle dimensioni del singolo P/n ;

Una volta noti questi due fattori, è possibile determinare la quantità di materiale stoccata in una singola *KLT* per P/n . È importante che la quantità di materiale non ecceda i 12 kg, in quanto massimo carico movimentabile a mano.

Calcolati i termini appena descritti è opportuno definire un periodo di copertura dello stock. Con esso si intende un intervallo temporale, quantificato, generalmente, in numero di giorni, durante il quale lo stock contenuto all'interno del *supermarket* permette di alimentare la produzione, anche in assenza di rifornimenti da parte del fornitore.

Noti, dunque, il numero di *KLT* richieste per singolo giorno ed il numero di giorni che si intende coprire mediante lo *stock* nel *supermarket*, è possibile calcolare il numero totale di *KLT* da alloggiare nel *supermarket*. È importante, inoltre, determinare il quantitativo di file richieste da ciascun P/n , in quanto ogni P/n ha almeno una propria fila dedicata.

Le suddette informazioni possono essere ricavate da un documento chiamato *PFEP*, o *Plan For Every Part*. Tale documento, precedentemente citato, viene sviluppato durante l'implementazione del primo step del pilastro *LCS* del *WCM*. Il *Plan For Every Part*, ovvero "piano per ogni componente", è un database che raccoglie informazioni caratteristiche per ciascun componente che entra in stabilimento.

Il *PFEP* contiene di fatto tutti i dati utili alla gestione del componente, come ad esempio la descrizione, i consumi storici, le aree di utilizzo o informazioni di possibile interesse legate al fornitore. In particolare, questo strumento è quello nel quale vengono inserite le informazioni

in merito ai contenitori utilizzati. Questo dato è tipicamente critico nella gestione dei materiali e spesso non tenuto sotto controllo nei processi aziendali.

| 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.) |
|--------|-------------|-------------|----------------|------------------|-----------------|---------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|---------------------|------------------|----------------------|
| 13558 | 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 | 1 | 0.2 | 7 |
| 13997 | T Hose | 690 | Cell 14 | Market | Daily | Molding Ideas | Stamping Ground | KY | US | Expendable | 5 | 1 | 105 |
| 13448 | Valve | 690 | Cell 14 | Market | 1x Week | Comfly Beds | Cincinnati | OH | US | Expendable | 3 | 2 | 33 |
| 13215 | Tube | 1380 | Cell 14 | Market | 3x Week | Apex HQ | Owenton | KY | US | Expendable | 1 | 1 | 101 |
| 13456 | Hose | 690 | Cell 14 | Market | 1x Week | Sun Mfg. | Anderson | IN | US | Expendable | 1 | 0.001 | 5 |

| Part # | Container Length (in.) | Container Width (in.) | Container Height (in.) | Usage per Assembly | Hourly Usage | Standard Container Qty. | Containers Used per Hour | Shipment Size | Carrier | Transit Time | # of Cards in Loop | Supplier Performance |
|--------|------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|--------------|-------------------------|--------------------------|---------------|---------|--------------|--------------------|----------------------|
| 13598 | 12 | 6 | 6 | 1 | 90 | 100 | 0.9 | 5 Days | Vitran | 3 Days | 3 | 2 |
| 13224 | 4 | 4 | 4 | 4 | 360 | 30 | 12 | 5 Days | UPS | 2 Days | 36 | 3 |
| 13997 | 6 | 12 | 6 | 1 | 90 | 100 | 0.9 | 20 Days | USF | 2 Days | 3 | 1 |
| 13448 | 24 | 12 | 12 | 1 | 90 | 15 | 6 | 20 Days | Vitran | 3 Days | 18 | 1 |
| 13215 | 12 | 12 | 6 | 2 | 180 | 100 | 1.8 | 5 Days | UPS | 2 Days | 6 | 5 |
| 13456 | 6 | 6 | 6 | 1 | 90 | 30 | 3 | 5 Days | Ryder | 1 Day | 9 | 1 |

Excellent = 1
Good = 2
Fair = 3
Poor = 4
Bad = 5

59 - Esempio di PFEP

È importante osservare che il *PFEP* richiede di essere costantemente aggiornato al fine di fornire informazioni coerenti con la realtà dei fatti.

Si osservi che la procedura appena delineata per il calcolo del numero di *KLT* da allocare all'interno del *supermarket* non rappresenta l'unico criterio di gestione dei materiali mediante *kanban*. È possibile, difatti, dimensionare il *supermarket* in modo tale che esso sia in grado di contenere esclusivamente una percentuale dello stock necessaria, e, dunque, si sfrutta lo spazio presente in magazzino per lo stoccaggio del materiale restante. In alternativa, è possibile dimensionare il *supermarket* in modo tale che esso contenga una quantità maggiore di materiale rispetto al necessario, rendendolo, dunque, in grado di gestire anche il materiale in *overstock*.

Si noti, quindi, come la scelta del numero di *KLT* da stoccare all'interno del *supermarket* sia alquanto variabile, e soggetta a valutazioni interne di stabilimento.

Determinata la quantità di *KLT* che devono essere allocate all'interno del *supermarket*, è possibile passare ad effettuare una stima degli ingombri spaziali.

Per effettuare una prima, approssimativa, stima, si considerano due fattori:

- Le dimensioni di una singola *KLT*, ovvero lunghezza, larghezza e altezza
- La quantità di *KLT* da stoccare

Il semplice prodotto fra essi fornisce una rapida stima dello spazio necessario all'allocazione. È possibile determinare in maniera maggiormente accurata gli ingombri considerando le dimensioni standard di un vano. Nel caso in esame si sono considerate le dimensioni riportate di seguito. È possibile anche utilizzare vani con differenti dimensioni.

| Dimensioni in pianta di un vano per supermarket | | |
|---|----------------|-----------------|
| Sezione | Larghezza (mm) | Profondità (mm) |
| Interna | 1450 | 1600 |
| Esterna | 1500 | 1650 |

60 - Dimensioni di un vano standard per supermarket

Note le dimensioni di un singolo vano, si definisce l'orientamento della singola *KLT* sulla fila. Vi sono due possibilità:

- Lato lungo verso il *picker*
- Lato corto verso il *picker*

Generalmente, si preferisce posizionare le *KLT* fornendo il lato corto verso il *picker*, privilegiando, dunque, una maggiore espansione in profondità piuttosto che in larghezza.

Noto anche l'orientamento delle *KLT* è possibile determinare il numero di cassette che possono essere alloggiare su un singolo vano. Di seguito è riportato un esempio di calcolo.

| Tipo KLT | Dimensioni di base (mm x mm) | Lato orientamento (mm) | KLT stoccate in ampiezza | KLT stoccate in profondità | KLT/Vano |
|----------|------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|----------|
| A | 300x200 | 200 | 7 | 5 | 35 |
| B | 400x200 | 200 | 7 | 4 | 28 |

61 - Quantitativo *KLT* per vano

Determinate le quantità di *KLT* per tipologia, che possono essere allocate su ciascuno vano, è possibile passare al passo successivo. Esso prevede di determinare il numero di file necessario ad accogliere la quantità di *KLT* determinata in precedenza, per ciascun *P/n*. Ciò è possibile essendo a conoscenza del numero e delle dimensioni delle *KLT* impiegate, di ciascuna tipologia,

e le dimensioni di un singolo vano. Noto il quantitativo intero di file per ciascun P/n , si determinano il numero di vani necessari ad accogliere tutto lo stock.

L'indicazione relativa alla quantità di vani necessari all'allocazione delle *KLT* è fondamentale per proseguire al calcolo, di massima, degli ingombri spaziali del *supermarket*.

I fattori da tenere in considerazione durante la valutazione degli ingombri spaziali sono principalmente i seguenti:

- Numero di vani
- Sviluppo verticale, o numero di livelli
- Numero di corridoi e rispettive dimensioni
- Presenza di eventuali altre zone accessorie, ad esempio un'area dedicata allo scambio dei carrelli trasportati dai *bull*

I primi due fattori elencati sono legati al calcolo dello spazio strettamente occupato dalle sole *KLT*. Difatti, il numero di vani moltiplicato per le dimensioni di un singolo vano, le quali come affermato in precedenza, sono standardizzate, permette di avere una prima informazione sullo spazio necessario. Ad esempio, affermando, in prima analisi, di voler sviluppare tutto il *supermarket* su un singolo livello è possibile determinare l'area impegnata, come di seguito.

$$\text{Numero di vani} = 250$$

$$\text{Dimensioni}_{ext} \text{ di un singolo vano} = 1500 \text{ mm} \cdot 1650 \text{ mm} = 2.475 \text{ m}^2$$

$$\text{Spazio occupato} = 250 \cdot 2.475 = 618.75 \text{ m}^2$$

Si consideri che, generalmente, i *supermarket* hanno uno sviluppo verticale di quattro livelli. Prendendo in esame, nuovamente, il caso precedente, nel caso dell'utilizzo di moduli sviluppati su quattro livelli, si avrebbe la situazione riportata di seguito.

$$\text{Numero di moduli} = \frac{\text{Numero di vani}}{\text{Numero di livelli}} = \frac{250}{4} = 62.5 \text{ moduli}$$

$$\begin{aligned} \text{Spazio occupato} &= \text{Numero di moduli} \cdot \text{Dimensioni}_{ext} \text{ di un singolo vano} \\ &= 63 \cdot 2.475 = 155.98 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Il numero dei moduli calcolato viene arrotondato all'intero superiore. In quanto realizzare 62.5 moduli significherebbe realizzare 62 moduli, ciascuno caratterizzato da 4 vani ed un singolo modulo realizzato con due vani.

Poiché si preferisce realizzare unità tutte uguali fra di loro, si riporta il tutto all'intero successivo. Si nota come l'adozione di un sistema sviluppato in altezza porti ad un notevole risparmio di area occupata su pianta. Tale soluzione, difatti, trova ampio campo di applicazione in situazioni nelle quali non vi è elevata disponibilità di superficie in pianta.

I suddetti moduli vengono suddivisi in file, ciascuna composta da un medesimo numero di moduli. Come nel caso precedente, si privilegia la formazione di file caratterizzate da un medesimo numero di moduli, perfino dimensionando per un numero di moduli eccessivo rispetto a quanto stimato. Ad esempio, per organizzare i suddetti 63 moduli è possibile organizzarli in 4 file da 16 moduli, eccedendo di 1 la quantità predetta.

Il numero di file da realizzare deve essere, possibilmente, pari.

Dal numero di file dipende il numero di corridoi da realizzare. È necessario considerare, per ciascuna fila, un corridoio dedicato al *replenishment* delle *KLT* da parte dell'operatore addetto al *warehousing* ed un corridoio dedicato al *picking* da parte dell'operatore dedicato a tale attività. È chiaramente possibile ottimizzare il numero di corridoi, difatti si cerca di avere accesso a due differenti file dallo stesso corridoio. Nel caso in cui si realizzi un numero N di file pari e maggiore di 2, si avrà un totale di $N+1$ corridoi da considerare.

Noto il numero di corridoi, è possibile calcolarne lo spazio da essi impegnato conoscendo le dimensioni di un singolo corridoio. Quest'ultime variano in base al tipo di *supermarket* da realizzare, e, dunque, in base all'attrezzatura richiesta per la gestione del *supermarket* stesso. Generalmente, si considerano corridoi di ampiezza pari a 1,6 metri nel caso di *supermarket* a sviluppo verticale. Nei *supermarket* a 4 livelli, l'ampiezza del corridoio è funzione anche delle dimensioni del carrello impiegato per alloggiare le *KLT*.

Una volta determinata la quantità di *KLT* da allocare all'interno del *supermarket* ed il numero di vano necessari a tale compito, si passa alla scelta della configurazione, o *layout*, maggiormente adatto alle esigenze del caso. In una situazione di *green field*, ovvero quando si lavora in fase di progettazione dell'intero stabilimento, si gode di maggior libertà di manovra. Differentemente, in una situazione di *brown field*, nella quale si lavora a variazioni di uno stabilimento esistente, è necessario considerare dei vincoli legati alla scelta del tipo di *layout*.

Si considerano i seguenti vincoli:

- Spazio disponibile
- Flussi logistici derivanti da un nuovo *design*

- Budget economico

La scelta del tipo di *layout* ha come scopo quello di cercare la soluzione ottima, considerati i tre parametri appena indicati.

Le tipologie di *layout*, generalmente, impiegate sono le seguenti:

- Quattro livelli
- Mezzanino
- *Multilevel picking*
- *Vertical Warehouse*

La prima tipologia è una delle maggiormente impiegate. È caratterizzato da un'altezza limitata, in linea con quella dell'operatore, in modo da facilitare le operazioni di *picking* e *feeding*. Questo tipo di *supermarket* prevede la gestione di un quantitativo di *KLT* per un determinato periodo di copertura. Un vantaggio di questa tipologia è la velocità con la quale è possibile svolgere le suddette operazioni. Di contro, comporta maggiori ingombri su pianta.



61 - Esempio di supermarket a 4 livelli

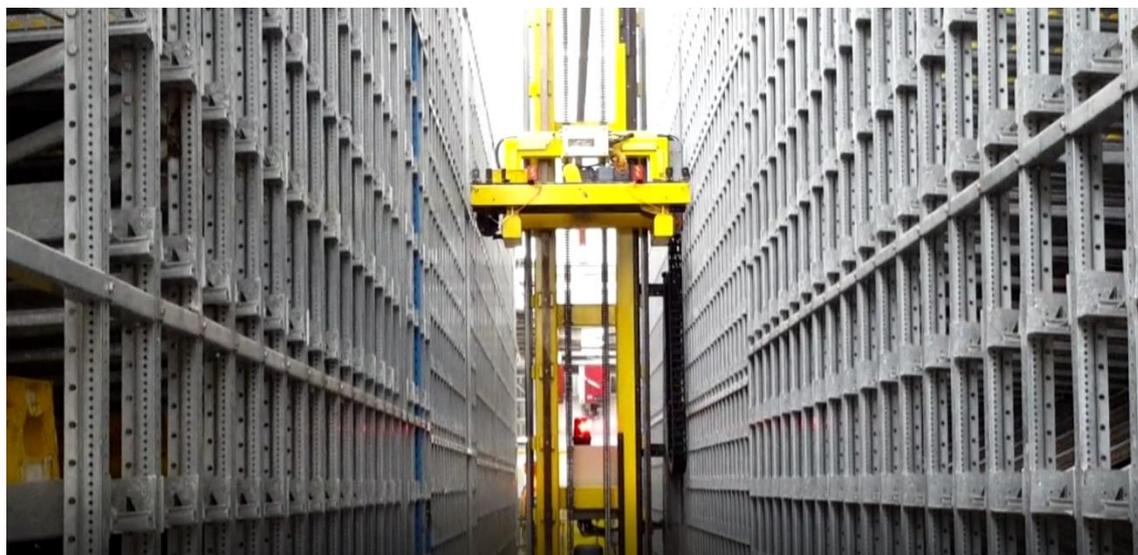
Il mezzanino è una tipologia che non trova grande impiego attualmente. Esso è un'insieme di quattro livelli, realizzati su più piani, il cui accesso è regolato da un elevatore. È indicato nel caso in cui sia necessario stoccare un'elevata quantità di *KLT*. È da considerare che il ciclo di produzione deve avere dei *takt time* abbastanza elevati, in quanto tale tipologia di *layout* comporta tempi lunghi.



62 - Esempio di mezzanino

Il *vertical warehouse* è una soluzione impiegata nel caso in cui lo spazio in pianta di cui si dispone non sia elevato. Questa tipologia di *layout* si sviluppa fortemente in altezza, anche se è consigliabile non superare i 10 metri, poiché potrebbero sorgere problemi strutturali.

Al vantaggio dato dal ridotto impiego di spazio, si contrappongono tempi maggiori, rispetto a quelli di un quattro livelli, e, in maniera più marcata, una precisione elevata durante la fase di realizzazione, in quanto è necessario che il pavimento sia perfettamente livellato.



63 - Esempio di vertical warehouse con transtocker

Il *multilevel* è composto da due zone differenti. La prima zona è posta al piano zero. In essa vi è un *supermarket* a quattro livelli. La seconda zona è posta superiormente alla precedente.

In essa è allocato l'*overstock*, ovvero *pallet* sui quali sono presenti *KLT* già decantate e pronte per essere prelevate ed inserite all'interno del *supermarket*. Questa tipologia di *supermarket* permette di ridurre lo spazio necessario in magazzino adibito allo stoccaggio dell'*overstock*, seppur porti ad un incremento nei tempi dedicati alle operazioni di *decanting* e di *replenishment*.



64 - Esempio di supermarket multilevel

Il magazzino automatico è la soluzione che permette la maggiore riduzione di tempo dedicato alle attività legate al *supermarket*, ma, al contempo, è caratterizzato da elevati costi di realizzazione e manutenzione.



65 - Esempio di magazzino automatico con carosello verticale

Una volta scelta la tipologia di *layout* da adottare, si passa a definire la disposizione ottimale dei *P/n* all'interno del *supermarket*.

Si parte dall'analisi dei consumi dei *P/n*. Si realizza un *diagramma di Pareto*, in modo tale da determinare *high Runner*, *medium runner* e *low runner*, in base al consumo giornaliero, espresso in $\frac{\text{contenitori}}{\text{giorno}}$.

Nota la classificazione dei *P/n*, è possibile, in base alla scelta effettuata in precedenza sulla tipologia di *layout*, effettuare una suddivisione fisica ottimale dei *P/n* all'interno del *supermarket*.

Nel caso di un 4 livelli, una prima suddivisione riguarda la separazione degli *High/Medium Runner* dai *low runner*. Si posizionano gli *High/Medium Runner* nei pressi del punto di prelievo del *tugger*, mentre i *low runner* vengono posti più distanti. A questa prima suddivisione, è possibile aggiungere un'ulteriore suddivisione per rotta.

Nel caso di magazzino verticale valgono le considerazioni appena effettuate, sia relativamente all'indice di rotazione, sia relativa alla suddivisione per rotte. L'unica differenza è che si tende a posizionare gli *High/Medium Runner* ed i *low runner* considerando anche la quota verticale della posizione. È preferibile posizionare gli *High/Medium Runner* in basso.

Per il mezzanino ed il magazzino automatico sono valide le medesime considerazioni.

In generale, l'obiettivo della suddivisione dei *P/n* è quello di ridurre il tempo dedicato all'attività di *picking*, mediante la riduzione della distanza da percorrere.

Ricapitolando, in prima analisi si è determinato il numero di vano necessari a gestire la quantità di *KLT* che si vuole mantenere a stock all'interno del *supermarket*, e, successivamente, si è definito il *layout* e l'organizzazione dei *P/n* all'interno delle file. Note queste caratteristiche, si vanno a considerare i flussi in ingresso ed in uscita dei materiali dal *supermarket*.

L'obiettivo è quello di valutare le attività ed i tempi che caratterizzano il processo di *replenishment* e di *picking*, in quanto da questi tempi si ricavano il numero di addetti necessari alla gestione del *supermarket*.

La valutazione del tempo necessario alle operazioni di *replenishment* richiede la conoscenza di due termini. Il primo è la distanza da percorrere dall'area di stoccaggio delle *KLT* al *supermarket*, in modo tale che considerata una velocità media di un *bull*, si possa stimare il tempo necessario a coprire tale distanza. Il secondo è il tempo necessario a riporre un certo tipo di *KLT* nel *supermarket* ed il numero di fermate da effettuare, in quanto ogni fermata porta con

se diversi contributi temporali che partecipano a determinare il tempo totale impiegato per svolgere l'operazione.

Per determinare il tempo legato al *picking* servono contributi analoghi.

È indubbiamente necessario conoscere la quantità media di *KLT* movimentate in un giorno, al fine di poter ottenere il tempo complessivo impiegato.

Il posizionamento e la gestione del *supermarket*, influenzano anche i flussi in uscita da esso. Si necessita di conoscere i tempi legati alle operazioni di *line feeding* per determinare il numero di persone, e di *equipment*, necessari allo svolgimento di tale operazione. Per stimare i tempi è necessario conoscere il numero di consegne effettuate ogni giorno ed il tempo impiegato per completarne una. Il numero di consegne può essere stimato una volta note le quantità consumate durante un giorno ed il numero di contenitori in linea. Per conoscere il tempo impiegato a completare una rotta serve conoscere la distanza media da percorrere e la velocità media a cui viene percorsa, ed il tempo impiegato nelle operazioni di scambio delle *KLT* lungo la rotta.

Per concludere, è opportuno considerare il flusso delle *KLT* vuote da riportare all'area di *decanting*. Questo flusso si divide in due parti. Una prima che tratta il trasporto dei vuoti dalla linea alla zona *supermarket*, ed è compito dell'operatore addetto al *line feeding*. Una seconda parte che tratta il trasporto delle *KLT* dal *supermarket* all'area di *decanting*, affidata all'operatore addetto al *replenishment*.

Si nota, dunque, come il dimensionamento ed il posizionamento del/dei *supermarket* siano cruciali nella gestione del flusso logistico interno e come impattino sulle tempistiche legate alle operazioni di *material handling*.

5.2.10 Situazione attuale Supermarket

Nello stabilimento in esame, è presente un unico *supermarket* centrale, suddiviso in due aree, un'area gestita mediante un sistema a scaffalatura tradizionale a gravità ed un'area gestita con sistema *pallet on floor*. Da questo *supermarket* partono quattro diverse rotte, percorse da quattro operatori, ciascuno con il proprio *bull*, con lo scopo di asservire le linee di assemblaggio. La superficie sulla quale si estende il *supermarket* è intono ai 1000 m².

Il *supermarket* attuale gestisce un totale di 616 *P/n*. Dall'analisi del *PFEP* è possibile risalire al quantitativo di *KLT*, suddiviso per tipologia, che sono allocate all'interno del *supermarket*. Difatti, si è detto che all'interno del *PFEP* sono indicati i consumi medi mensili, la tipologia di

KLT che si adotta per lo stoccaggio, e la quantità di materiale a *stock*. L'attuale *supermarket* è dimensionato per la gestione di una quantità di *KLT* tale da poter coprire il fabbisogno medio di circa tre giorni di lavoro. È da specificare che la valutazione dei giorni di copertura è da effettuare per singolo *P/n*, come anche la valutazione dei consumi, e che quest'ultime si traducano in informazioni sulle *KLT*, le quali sono più semplici da gestire per un'analisi di massima. Il *supermarket* descritto è un classico quattro livelli.

Di seguito, è riportato il quantitativo di *KLT* che vengono gestite mediante il *supermarket*.

| KLT Tipo | Dimensioni | Altezza | Quantità |
|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 300x200 | 147 | 648 |
| 2 | 400x300 | 147 | 586 |
| 3 | 400x300 | 280 | 402 |
| 4 | 400x600 | 147 | 332 |
| 5 | 600x480 | 280 | 195 |
| | | TOT | 2163 |

Si ha un totale di stock pari a 2163 bin.

Il *supermarket* si compone di un totale di 171 vani e si sviluppa su quattro livelli. Il totale di moduli impiegato è 43. Lo spazio necessario al solo stoccaggio è pari a 110 metri quadri. La struttura è suddivisa in 5 file, ognuna delle quali è composta da 10 moduli. Il numero di corridoi necessari a svolgere le operazioni di *picking* e *replenishment* è pari a 6.

Di seguito è riportato il riassunto dei calcoli legati alla situazione attuale.

| KLT TYPE | KLT stoccate in ampiezza (bin) | KLT stoccate in profondità (bin) | KLT/VANO |
|-----------------|---|---|-----------------|
| 1 | 7 | 5 | 35 |
| 2 | 4 | 4 | 16 |
| 3 | 4 | 4 | 16 |
| 4 | 3 | 2 | 6 |
| 5 | 3 | 2 | 6 |

Per determinare il numero di vani necessari allo stoccaggio del quantitativo previsto di *KLT*, è necessario conoscere il numero di file che ciascun *P/n* occupa. Si ricorda, difatti, che non è possibile mischiare *KLT* appartenenti a diversi *P/n* lungo la stessa fila.

Note le dimensioni di un singolo vano, riportate in precedenza, si determina il numero di vani necessario per stoccare tutte le file.

Di seguito, si riportano i risultati ottenuti.

| Tipo KLT | Pn/Tipo KLT | Fila/Tipo KLT | Vani |
|-----------------|--------------------|----------------------|-------------|
| 1 | 175 | 130 | 19 |
| 2 | 136 | 147 | 37 |
| 3 | 72 | 101 | 26 |
| 4 | 68 | 166 | 56 |
| 5 | 45 | 98 | 33 |
| TOT | 496 | 642 | 171 |

Dalla tabella sopra riportata si ricava che il quantitativo di vani necessari all'allocazione delle *KLT* è pari a 171.

| | |
|---|-----|
| Vani | 171 |
| Livelli | 4 |
| Moduli | 43 |
| Area impegnata per lo stock (m²) | 110 |
| Moduli per fila | 10 |
| File | 5 |
| Area impegnata globalmente dal Supermarket (m²) | 700 |

Nell'area impegnata globalmente dal *supermarket* è incluso lo spazio necessario alle attività accessorie, oltre a quello dei corridoi. Nel caso in esame erano stati considerati un totale di 160 m², impiegati per attività come lo stoccaggio temporaneo dei vuoti, o per permettere le manovre dei *bull* o le operazioni di attacco dei carrelli ai *bull*.

Le metodologie di ottimizzazione del posizionamento dei *P/n* non sono state implementate attualmente all'interno del *supermarket*.

Da queste ultime osservazioni si può già dedurre che i tempi legati alle operazioni interne al *supermarket* siano decisamente elevati. Tale affermazione ha trovato riscontro nei dati misurati successivamente.

I restanti *P/n* vengono gestiti in un'area adiacente mediante sistema *pallet on floor*. Quest'ultima area è di recente organizzazione, ed attualmente, il *supermarket* non è in grado di contenerli all'interno delle scaffalature.

Il numero di *KLT* che vengono gestite mediante questo sistema è riportato di seguito.

| KLT Tipo | Dimensioni | Altezza | Quantità |
|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|
| 3147 | 300x200 | 147 | 223 |
| 4147 | 400x300 | 147 | 121 |
| 4280 | 400x300 | 280 | 104 |
| 6147 | 400x600 | 147 | 90 |
| 6280 | 600x480 | 280 | 45 |
| TOT | | | 583 |

Il quantitativo di *pallet* necessari a gestire le *KLT* stoccate mediante questo sistema, è funzione del massimo quantitativo di *KLT*, suddiviso per tipologia, allocabile su ciascun *pallet*.

Di seguito si riportano i limiti considerati, ed il quantitativo di *pallet* necessario.

| Tipo KLT | H udc (mm) | Num. Cassette su pallet | | Num. Pallet |
|-----------------|-------------------|--------------------------------|-----|--------------------|
| 3147 | 750 | 16x4 | 64 | 4 |
| 4147 | 967 | 8x6 | 48 | 3 |
| 4280 | 970 | 8x3 | 24 | 5 |
| 6147 | 967 | 4x6 | 24 | 4 |
| 6280 | 970 | 4x3 | 12 | 4 |
| | | | Tot | 20 |

Come si è potuto riscontrare, quest'ultimi sono organizzati in un'area apposita e sono disposti lungo 4 file, ciascuna composta da 5 *pallet*.

L'area globalmente impegnata per la gestione di questi materiali è pari a 300 m².

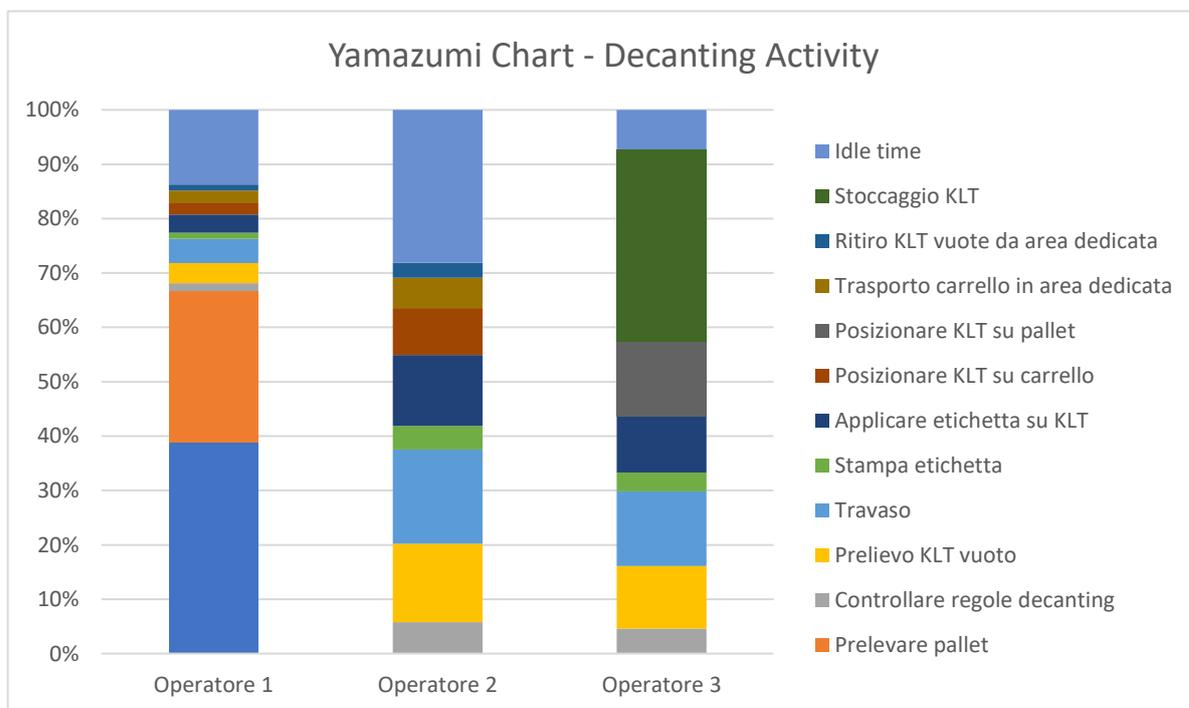
5.2.11 Analisi dettagliata attività

5.2.11.1 Decanting

Il processo di *decanting* ha come scopo quello di riempire le *KLT*, da portare in *supermarket*, mediante l'operazione di travaso di materiale dalle cassetine in arrivo dal fornitore. Il materiale in arrivo dal fornitore è generalmente contenuto in cassetine di cartone, le quali non possono essere portate in linea di assemblaggio, per questioni di varia natura, fra le quali vi sono questioni di sicurezza.

Il processo di *decanting* si articola in varie attività. Si ha lo stoccaggio dei pallet da ricevimento al magazzino. Ad esso segue il prelievo della quantità necessaria di pallet per svolgere le operazioni. Successivamente, tali *pallet*, vengono trasportati in area *decanting*. Mediante le regole riportate sul pallet, si effettua il travaso. In seguito, si stampa l'etichetta, si applica sulla *KLT* e, infine, si posizionano su un carrello, da trasportare in un'area apposita.

Le azioni, compiute dagli operatori logistici per realizzare l'attività, sono state rilevate e misurate al fine di valutare l'impatto temporale medio di ciascuna attività. Si realizza, dunque, uno *Yamazumi Chart* per ciascun operatore logistico impegnato nell'attività di *decanting*.



67 – Yamazumi Chart operatori Decanting

L'operatore 3, fra le sue attività prevede lo stoccaggio delle *KLT* all'interno dell'area *supermarket*, in quanto un operatore unico dedicato *full – time* a tale operazione, non è sufficiente a stoccare il totale di *KLT* movimentate ogni giorno. Gli alti tempi dovuti alla realizzazione di queste operazioni sono sia dovuti alle quantità di *KLT* movimentate giornalmente, quest'ultime valutate pari, in media, a 800 *KLT* giornaliere fra *in* ed *out*, sia ai tempi di svolgimento di una singola operazione, caratterizzati al loro interno di una serie di *NVAA* che portano ad un incremento dei tempi.

Di seguito si riportano due esempi:

- Nell'operazione di prelievo delle *KLT* vuote, nelle quali effettuare il travaso, nasconde al suo interno il tempo necessario a portarsi nell'area di stoccaggio delle *KLT* vuote, posta ad una distanza di circa 15 metri dai banchetti di *decanting*, ed il tempo necessario ad individuare la tipologia di *KLT* indicata dal sistema informatico.
- Nell'operazione di applicazione dell'etichetta sulla *KLT* sono contenuti i tempi dovuti al recarsi presso la zona in cui è posizionata la stampante per le etichette da attaccare sulle *KLT*.

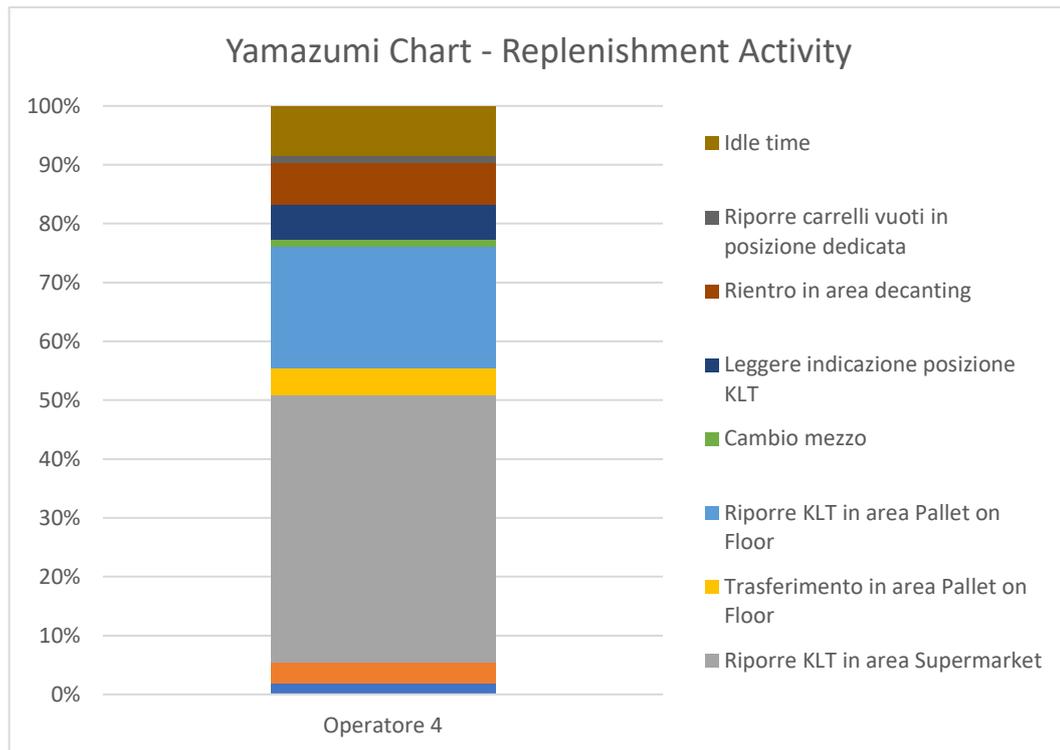
Risulta chiaro che sia necessario effettuare una revisione della zona di lavoro, al fine di ridurre al minimo il numero di spostamenti da effettuare per completare l'operazione.

5.2.11.2 *Replenishment*

L'operazione di *replenishment* prevede di rifornire il *supermarket* con le *KLT* travasate, poste sui carrelli dagli operatori addetti al *decanting*, e di rifornire l'area *pallet on floor*, trasportando direttamente i *pallet*, sui quali sono posizionate le *KLT*, mediante un *forklift*.

A seguito del ritiro dei carrelli, l'operatore addetto al *replenishment* legge la destinazione sulla targhetta affissa in precedenza, su ciascuna *KLT* e le trasporta nella posizione indicata. Nella situazione attuale, come si è detto, si gestiscono un totale di 2163 *KLT* mediante fila a gravità a 4 livelli, ed un totale di 583 *KLT* gestite con sistema *pallet on floor*. Completata l'operazione di stoccaggio, l'operatore riporta i carrelli vuoti presso l'area *decanting* e si prepara per l'esecuzione di una nuova operazione.

Nella situazione attuale, si ha uno *Yamazumi Chart* come quello riportato in figura.



68 – Yamazumi Chart operatori Replenishment

Come avvenuto nel caso precedente, anche in questo caso, le attività, che compongono il processo, nascondono al loro interno una serie di *NVAA*, che portano ad elevati tempi di processo.

Di seguito, si riportano alcuni esempi:

- L'attività di stoccaggio delle *KLT* all'interno dell'area *supermarket* comporta elevati tempi dovuti ad una allocazione non efficiente delle *KLT*. Ad esempio, questo causa perdite dovute alla ricerca della posizione ed al doversi spostare fra le corsie.
- L'attività di stoccaggio delle *KLT* all'interno dell'area *Pallet on Floor* comporta elevate perdite dovute agli spostamenti da compiere al fine di individuare la posizione corretta nella quale rilasciare il pallet.
- Il trasferimento dall'area *decanting* all'area *Pallet on Floor* è un'attività completamente evitabile, nel momento in cui si ha un'unica locazione per il *supermarket*.

La revisione dell'area *Supermarket*, centrale nel progetto in esame, dovrebbe agire anche per ottimizzare i tempi necessari alle operazioni di *picking* e *replenishment*, riducendo gli spostamenti fra le corsie e semplificando l'individuazione delle postazioni dedicate.

5.2.11.3 *Picking*

L'attività di *picking* è dedicata alla preparazione dei carrelli da trasportare in linea. Tale operazione è in carico agli operatori addetti al *line feeding*. Essi si occupano di preparare i carrelli, note le richieste della linea. Quest'ultime sono fornite dagli operatori di linea mediante opportuno sistema informatico di trasmissione dei dati.

Come avvenuto nel caso precedente, anche in questo caso, le attività, che compongono il processo, nascondono al loro interno una serie di *NVAA*, che portano ad elevati tempi di processo.

Le *NVAA* che si riscontrano, sono associate, anche in questo caso, a problemi di natura organizzativa dei *P/n* all'interno dell'area *supermarket*.

Risulta chiaro che questa operazione, come anche la precedente, dovrebbe beneficiare del *relayout* dell'area *supermarket*, in quanto una riallocazione efficiente dei *P/n* porterebbe ad una diminuzione degli spostamenti necessari al collettamento delle *KLT*.

5.2.11.4 *Line feeding*

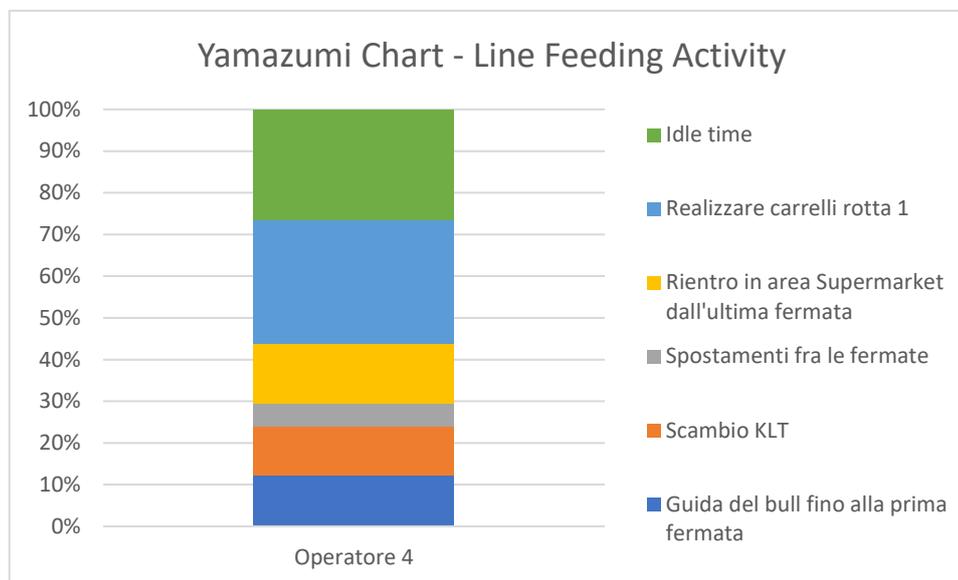
Il processo di *line feeding* si occupa di consegnare, presso le *workstations* disposte lungo la linea di assemblaggio, il quantitativo necessario di *KLT* prelevato dal *supermarket*. Tale processo deve garantire che il materiale sia consegnato nei tempi giusti e nelle quantità giuste.

Nello stabilimento in esame, il processo di *line feeding* prevede l'utilizzo di quattro rotte, a ciascuna delle quali è associato un bull con i carrelli da trasportare. Ogni operatore preleva i carrelli preparati dall'addetto al *picking* e li trasporta seguendo un percorso fisso. Ciascun operatore effettua un numero di fermate tale da permettere di asservire ciascuna *workstation*. Giunto presso la fermata, l'operatore sgancia il carrello e si reca a piedi in prossimità dei *sag* ed effettua il riempimento degli stessi. Contestualmente, si occupa di recuperare le *KLT* vuote. Questa operazione si ripete per ogni fermata. Completato lo scambio delle *KLT*, l'operatore rientra in area *supermarket*, dove rilascia i vuoti e preleva i carrelli da portare in linea.

La rotta 1 è compiuta da un operatore logistico ogni 90 minuti. Data la durata di un giorno pari a 450 minuti, si calcola un totale di 5 rotte per giorno. Il quantitativo giornaliero di *KLT* consumate è possibile desumerlo dall'analisi del *PFEP*. Esso è pari a 160 *KLT* ogni giorno. Si avrà che, in media, l'operatore consegna un quantitativo di *KLT* pari a 32, ciascun giro.

Si ricorda che l'azione di raccolta dei *bin* da *supermarket* e l'azione di consegna sono accoppiate.

Di seguito si riporta lo *Yamazumi Chart* dell'operatore addetto alla linea 1.



69 – Yamazumi Chart Operatore 4

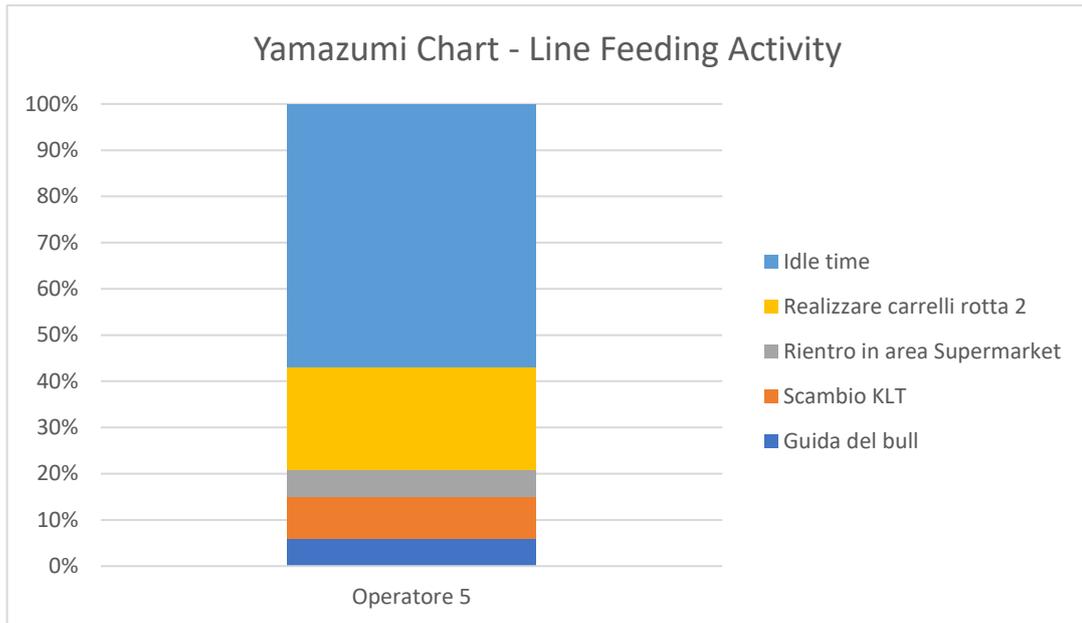
Si può osservare dal grafico, che l'operatore 1 ha una percentuale accettabile di *idle time*. Difatti, analizzando nello specifico i tempi legati alle attività compiute durante un giro di 90 minuti, si osserva che solo 66 minuti sono effettivamente impiegati per l'operazione, mentre i restanti 24 minuti sono di inattività.

All'interno dell'attività di scambio delle *KLT* sono stati conteggiati i tempi relativi al prelievo del *bin* dalla tradotta, il tempo impiegato a camminare fino al *sag* ed il tempo impiegato all'effettivo scambio delle *KLT*. Quest'ultima osservazione vale per tutte le rotte analizzate.

La rotta 2 è compiuta da un operatore logistico ogni 150 minuti. Data la durata di un giorno pari a 450 minuti, si calcola un totale di 3 rotte per giorno. Il quantitativo giornaliero di *KLT* consumate è possibile desumerlo dall'analisi del *PFEP*. Esso è pari a 120 *KLT* ogni giorno.

Si avrà che, in media, l'operatore consegna un quantitativo di *KLT* pari a 40, ciascun giro. Si ricorda che l'azione di raccolta dei *bin* da *supermarket* e l'azione di consegna, sono disaccoppiate.

Di seguito si riporta lo *Yamazumi Chart* dell'operatore addetto alla linea 2.

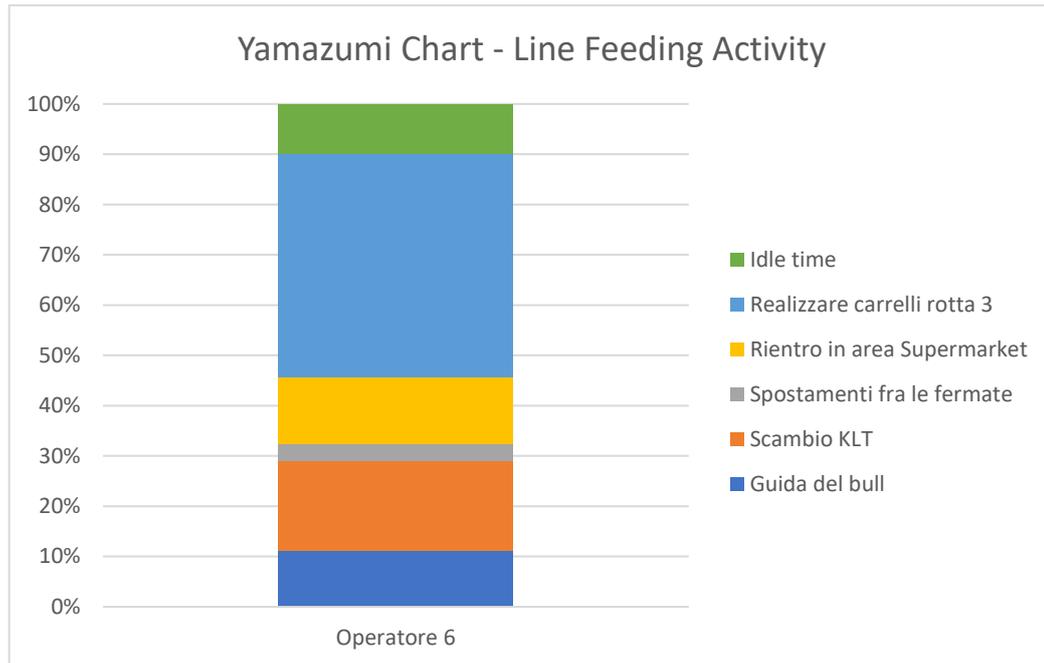


70 – Yamazumi Chart operatore 5

Si può osservare dal grafico, che l'operatore 2 ha una percentuale ancora più elevata di *idle time*, rispetto all'operatore 1. Difatti, analizzando nello specifico i tempi legati alle attività compiute durante un giro di 150 minuti, si osserva che solo 65 minuti sono effettivamente impiegati per l'operazione, mentre i restanti 85 minuti sono di inattività.

La rotta 3 è compiuta da un operatore logistico ogni 90 minuti. Data la durata di un giorno pari a 450 minuti, si calcola un totale di 5 rotte per giorno. Il quantitativo giornaliero di *KLT* consumate è possibile desumerlo dall'analisi del *PFEP*. Esso è pari a 240 *KLT* ogni giorno. Si avrà che, in media, l'operatore consegna un quantitativo di *KLT* pari a 48, ciascun giro. Si ricorda che l'azione di raccolta dei *bin* da *supermarket* e l'azione di consegna sono disaccoppiate.

Di seguito si riporta lo *Yamazumi Chart* dell'operatore addetto alla linea 3.



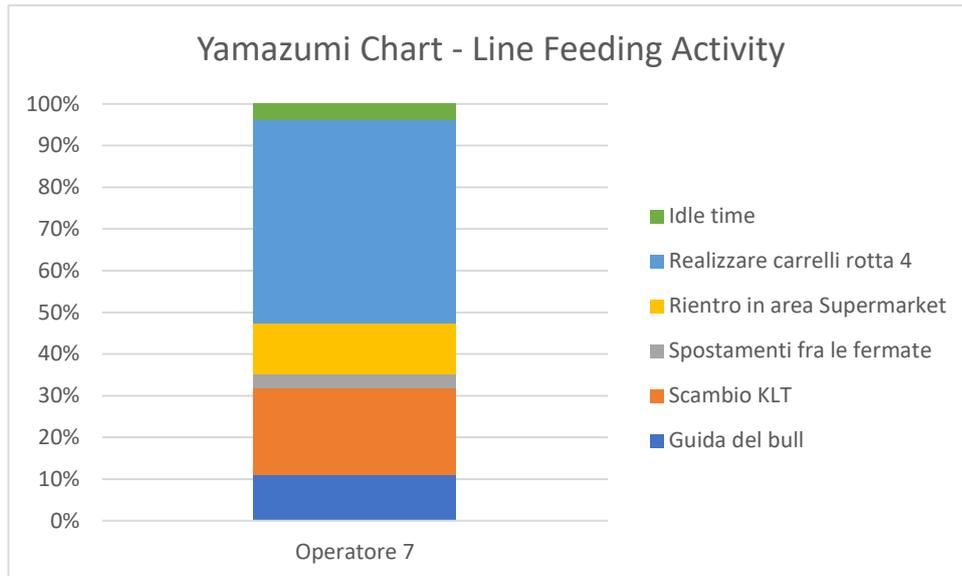
71 – Yamazumi Chart operatore 6

L'operatore addetto alla rotta 3 presenta un carico di lavoro decisamente più saturo dei suoi colleghi addetti alle altre rotte. Come si può notare esso deve compiere un numero maggiore di fermate, spesso non poste in vicinanza. Anche l'operazione di scambio delle *KLT* comporta tempi maggiori rispetto ai suoi colleghi. Essi sono principalmente dovuti ad un incremento della distanza percorsa da parte dell'operatore, ed all'incremento del numero delle *KLT* da consegnare e del numero di fermate da effettuare. Nello svolgimento di questo lavoro, non si è entrati nel dettaglio dell'organizzazione delle fermate presso le *workstation* da parte degli operatori, in quanto considerate già ottimizzate.

La rotta 4 è compiuta da un operatore logistico ogni 90 minuti. Data la durata di un giorno pari a 450 minuti, si calcola un totale di 5 rotte per giorno. Il quantitativo giornaliero di *KLT* consumate è possibile desumerlo dall'analisi del *PFEP*. Esso è pari a 280 *KLT* ogni giorno.

Si avrà che, in media, l'operatore consegna un quantitativo di *KLT* pari a 56, ciascun giro. Si ricorda che l'azione di raccolta dei *bin* da *supermarket* e l'azione di consegna sono disaccoppiate.

Di seguito si riporta lo *Yamazumi Chart* dell'operatore addetto alla linea 4.



72 – Yamazumi Chart operatore 7

L'operatore 4 ha un carico di lavoro simile al collega addetto alla linea 3. Questo è dovuto in quanto essi sono caratterizzati da quantità simili, ed il processo presenta le stesse problematiche di *layout*, che vincolano i tempi della rotta 3.

5.3 Soluzione 1

In questo paragrafo è riportata una delle tre soluzioni ottenute dal lavoro svolto. Ciascuna soluzione è stata trattata in quattro passaggi. Si è partiti dalla definizione della nuova area di *supermarket*, successivamente si è passati a valutare eventuali metodi di ottimizzazione dei flussi in essere, e come essi risultino influenzati dal nuovo *supermarket*. Successivamente, si è effettuata una valutazione dei *running costs* che potrebbero derivare dalla soluzione riportata. Quest'ultimi sono stati confrontati con i *running costs* della situazione attuale, e si è valutata la presenza e l'entità di possibili *savings*. Per concludere, i *savings* sono stati confrontati con i costi degli investimenti da sostenere per implementare la soluzione in esame, e si è effettuata una valutazione del *Payback Period* semplice.

5.3.1 Design del supermarket

Il design del *supermarket* è stato il punto di partenza del progetto in quanto, come già affermato in precedenza, lo spazio nel quale è attualmente locato il *supermarket* è oggetto di un progetto, di portata maggiore di quello in esame, che prevede l'espansione del magazzino centrale. Si è sfruttata tale necessità per ampliare il *supermarket*, in modo tale che esso possa accogliere lo *stock* di altri 120 *P/n* attualmente gestiti mediante il sistema *pallet on floor*.

L'attuale *supermarket*, come riportato nei capitoli precedenti, si estende per una superficie pari a 1000 m², ed è attualmente impiegato per la gestione di una quantità pari a 2163 *KLT*.

Il primo passo nel dimensionamento di un *supermarket*, come si è precedentemente affermato, consiste nell'individuazione e nella definizione del numero totale di *KLT* da allocare all'interno dello stesso. Tale quantità è ricavabile dal *PFEP*. In esso è indicata la quantità di *stock* da gestire per ogni *P/n*, ed il tipo di *KLT* nel quale tale merce è decantata. Nel caso in esame è possibile determinare le quantità di *KLT* da stoccare a *supermarket* mediante la somma della quantità di *KLT* attualmente presenti sulle file e la quantità di *KLT* gestite mediante *pallet on floor*.

Di seguito è riportata la quantità di *KLT* attualmente gestita attraverso il *supermarket*.

| KLT Tipo | Dimensioni | Altezza | Quantità |
|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 300x200 | 147 | 648 |
| 2 | 400x300 | 147 | 586 |
| 3 | 400x300 | 280 | 402 |
| 4 | 400x600 | 147 | 332 |
| 5 | 600x480 | 280 | 195 |
| | | TOT | 2163 |

Di seguito è riportata la quantità di *KLT* da aggiungere alla suddetta.

| KLT Tipo | Dimensioni | Altezza | Quantità |
|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 300x200 | 147 | 223 |
| 2 | 400x300 | 147 | 121 |
| 3 | 400x300 | 280 | 104 |
| 4 | 400x600 | 147 | 90 |
| 5 | 600x480 | 280 | 45 |
| TOT | | | 583 |

Sommando le suddette quantità si ottiene la tabella riportata di seguito.

| Tipo KLT | Dimensioni | Altezza | Quantità |
|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 300x200 | 147 | 871 |
| 2 | 400x300 | 147 | 707 |
| 3 | 400x300 | 280 | 506 |
| 4 | 400x600 | 147 | 422 |
| 5 | 600x480 | 280 | 240 |
| TOT | | | 2746 |

Si considerano, in media, movimentate ogni giorno 640 *bin* appartenenti alla categoria *HR/MR*, e 160 *bin* appartenenti alla categoria *LR*. Esse sono rispettivamente caratterizzate da uno *stock turn* pari a 3 giorni e 5 giorni, la cui media pesata è compresa fra i 3 ed i 4 giorni di *stock turn*. Nota la quantità complessiva di *KLT* da allocare all'interno del *supermarket*, è possibile proseguire a determinare il numero di vano necessari per contenerle. Le dimensioni di un vano, come affermato in precedenza, sono standardizzate, e, dunque, dato che non vi sono state variazioni nella tipologia di *KLT* utilizzate, è possibile rifarsi alla tabella riportata in precedenza, durante la spiegazione del *supermarket* attuale.

Per semplicità, si riporta la tabella di seguito.

| Tipo KLT | KLT stoccate in ampiezza (bin) | KLT stoccate in profondità (bin) | KLT/VANO |
|----------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------|
| 1 | 7 | 5 | 35 |
| 2 | 4 | 4 | 16 |
| 3 | 4 | 4 | 16 |
| 4 | 3 | 2 | 6 |
| 5 | 3 | 2 | 6 |

Nota il numero di *KLT* che può essere alloggiato su un singolo vano e la quantità di *KLT* da stoccare, si passa a determinare la quantità di file occupata da ciascun *P/n* e dalla somma di esse si determina il numero di file per tipologia di *KLT*. Da quest'ultima informazione, si determina il numero di vano necessari conoscendo la dimensione di ogni fila di *KLT*.

| Tipo KLT | #PN/Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani |
|----------|--------------|---------------|------|
| 3147 | 202 | 175 | 25 |
| 4147 | 166 | 177 | 45 |
| 4280 | 96 | 127 | 32 |
| 6147 | 82 | 211 | 71 |
| 6280 | 70 | 120 | 40 |
| TOT | 616 | 810 | 213 |

Nota il numero di vano necessari allo stoccaggio del quantitativo di file previsto per *KLT*, si procede al passo successivo. Esso prevede di definire la tipologia di *supermarket* adatta, considerati i vincoli presenti nel caso in esame.

In prima analisi, si è optato per una scelta indirizzata al contenimento dei costi di installazione del nuovo *supermarket*. Si è, dunque, deciso di ampliare l'attuale *supermarket*, puntando sullo sviluppo di un *supermarket* a quattro livelli composto da 213 vani, ossia 42 vani in più rispetto alla situazione attuale.

Definito il tipo di *supermarket* che si vuole adottare, si determina lo spazio necessario per applicare tale soluzione.

È possibile adottare differenti soluzioni di *layout* sulla base dei vincoli presenti all'interno del proprio stabilimento. Nel caso in esame, in ottica di una successiva suddivisione dei *P/n* sulle

scaffalature, in base alle rotte di destinazione, si è considerato di disporre i 78 moduli necessari, su 8 file da 10 moduli ciascuna.

Di seguito sono riportati i valori ottenuti.

| | |
|---|-----|
| Vani | 213 |
| Livelli | 4 |
| Moduli | 54 |
| Area impegnata per lo stock (m²) | 140 |
| Moduli per fila | 10 |
| File | 5 |
| Area impegnata globalmente dal Supermarket (m²) | 900 |

Si consideri che sono stati considerati un totale di 6 corridoi, ciascuno con ampiezza pari a 3 metri. Di quest'ultimi, 2 corridoi sono dedicati all'operazione di *picking* mentre i restanti 3 corridoi sono dedicati all'operazione di *replenishment*. Si consideri, inoltre, che è stato considerato un'area necessaria allo svolgimento di operazioni accessorie delle dimensioni di 160 m².

Noto lo spazio necessario per implementare il *supermarket*, si è passati ad individuare una zona nel quale sviluppare il progetto. Si è partiti analizzando la situazione interna al fabbricato. L'ideale sarebbe posizionare il *supermarket* in un punto intermedio fra la linea ed il magazzino. Da questa analisi si è rilevato che le uniche zone disponibili non possedevano le dimensioni necessarie per poter ospitare il nuovo *supermarket*, dunque si è passati all'analisi delle zone poste in prossimità del fabbricato. Si è rilevata la presenza di una zona dalle dimensioni tali da poter ospitare la nuova struttura.

Dalle informazioni riportate sul *PFEP* si può effettuare una suddivisione dei *P/n* dedicati a ciascuna rotta, ed i *P/n* comuni alle quattro rotte. Noti i *P/n* dedicati, si ricavano, sfruttando nuovamente le informazioni riportate sul *PFEP*, la quantità di materiale a stock, e di conseguenza, il numero di *KLT* dedicate a ciascuna linea. Lo stock dei materiali comuni alle linee, viene suddiviso in base al consumo.

| KLT Tipo | ROTTA 1 Quantità | ROTTA 2 Quantità | ROTTA 3 Quantità | ROTTA 4 Quantità |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 175 | 157 | 262 | 277 |
| 2 | 142 | 107 | 213 | 245 |
| 3 | 102 | 76 | 152 | 176 |
| 4 | 85 | 64 | 127 | 146 |
| 5 | 48 | 36 | 72 | 84 |
| TOT | 552 | 440 | 826 | 928 |

Alla quantità di *KLT* da gestire, è necessario aggiungere l'informazione relativa alla quantità di file richiesta da ogni *P/n*, al fine di poter definire il numero di vano richiesti per ogni rotta.

| ROTTA 1 | | |
|-----------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 35 | 7 |
| 2 | 36 | 9 |
| 3 | 26 | 7 |
| 4 | 43 | 22 |
| 5 | 24 | 12 |
| TOT | 164 | 57 |

| ROTTA 3 | | |
|-----------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 53 | 11 |
| 2 | 54 | 14 |
| 3 | 38 | 10 |
| 4 | 64 | 32 |
| 5 | 36 | 18 |
| TOT | 245 | 85 |

| ROTTA 2 | | |
|-----------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 32 | 7 |
| 2 | 27 | 7 |
| 3 | 19 | 5 |
| 4 | 32 | 16 |
| 5 | 18 | 9 |
| TOT | 128 | 44 |

| ROTTA 4 | | |
|-----------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 56 | 12 |
| 2 | 62 | 16 |
| 3 | 44 | 11 |
| 4 | 73 | 37 |
| 5 | 42 | 21 |
| TOT | 277 | 97 |

Noto il numero di vano necessari all'allocazione di tutte le *KLT* di ogni linea, è possibile ottenere il numero di moduli necessari, ricordando che si è adottata una suddivisione su 4 livelli, e la loro suddivisione in file.

Di seguito è riportata la quantità di moduli necessari.

| | Moduli |
|----------------|---------------|
| Rotta 1 | 15 |
| Rotta 2 | 11 |
| Rotta 3 | 22 |
| Rotta 4 | 25 |
| TOTALE | 73 |

Prima di eseguire valutazioni sul *layout* maggiormente opportuno da realizzare, è necessario effettuare una ulteriore suddivisione all'interno delle file. Sulla base dei dati riportati sul *PFEP* relativamente ai consumi medi mensili, successivamente riportati ad un dettaglio giornaliero, è stato possibile catalogare i *P/n* gestiti mediante *Kanban* in due categorie: *high/medium runner* e *slow runner*.

Dal *PFEP*, inoltre, possiamo determinare come questa suddivisione si traduca in termini di *KLT*. Si possono, dunque, identificare il quantitativo di *KLT*, suddiviso per tipologia.

Nelle seguenti tabelle riassuntive è riportato il quantitativo di *KLT* appartenenti alle categorie suddette, suddiviso per rotta.

| ROTTA 1 | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| High/Medium runner | | Low runner | |
| KLT Tipo | Quantità | KLT Tipo | Quantità |
| 1 | 110 | 1 | 65 |
| 2 | 91 | 2 | 51 |
| 3 | 79 | 3 | 23 |
| 4 | 57 | 4 | 28 |
| 5 | 36 | 5 | 12 |
| TOT | 373 | TOT | 179 |

| ROTTA 2 | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| High/Medium runner | | Low runner | |
| KLT Tipo | Quantità | KLT Tipo | Quantità |
| 1 | 115 | 1 | 42 |
| 2 | 70 | 2 | 37 |
| 3 | 47 | 3 | 29 |
| 4 | 43 | 4 | 21 |
| 5 | 26 | 5 | 10 |
| TOT | 301 | TOT | 139 |

| ROTTA 3 | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| High/Medium runner | | Low runner | |
| KLT Tipo | Quantità | KLT Tipo | Quantità |
| 1 | 157 | 1 | 105 |
| 2 | 154 | 2 | 59 |
| 3 | 110 | 3 | 41 |
| 4 | 97 | 4 | 30 |
| 5 | 56 | 5 | 16 |
| TOT | 574 | TOT | 252 |

| ROTTA 4 | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| High/Medium runner | | Low runner | |
| KLT Tipo | Quantità | KLT Tipo | Quantità |
| 1 | 140 | 1 | 137 |
| 2 | 210 | 2 | 35 |
| 3 | 141 | 3 | 35 |
| 4 | 119 | 4 | 27 |
| 5 | 55 | 5 | 29 |
| TOT | 665 | TOT | 263 |

Dopo aver determinato le quantità globali di *KLT* suddivise per categoria, si prosegue seguendo la metodologia precedentemente definita. Una volta definito il numero di file necessario per allocare in maniera corretta tutte le *KLT* per tipo, è possibile valutare le dimensioni dell'area impegnata da ciascuna categoria su ogni fila.

Di seguito è riportato il quantitativo di vano necessario a ciascuna categoria, in base alle rotte.

| ROTTA 1 | HR/MR | | LR | |
|-----------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 22 | 4 | 13 | 3 |
| 2 | 23 | 5 | 13 | 4 |
| 3 | 20 | 5 | 6 | 2 |
| 4 | 29 | 15 | 14 | 7 |
| 5 | 18 | 9 | 6 | 3 |
| TOT | 112 | 38 | 52 | 19 |

| ROTTA 2 | HR/MR | | LR | |
|-----------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 23 | 5 | 9 | 2 |
| 2 | 17 | 4 | 10 | 3 |
| 3 | 11 | 3 | 8 | 2 |
| 4 | 21 | 10 | 11 | 6 |
| 5 | 13 | 6 | 5 | 3 |
| TOT | 85 | 28 | 43 | 16 |

| ROTTA 3 | HR/MR | | LR | |
|-----------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 32 | 6 | 21 | 5 |
| 2 | 39 | 10 | 15 | 4 |
| 3 | 27 | 7 | 11 | 3 |
| 4 | 49 | 24 | 15 | 8 |
| 5 | 28 | 14 | 8 | 4 |
| TOT | 175 | 61 | 70 | 24 |

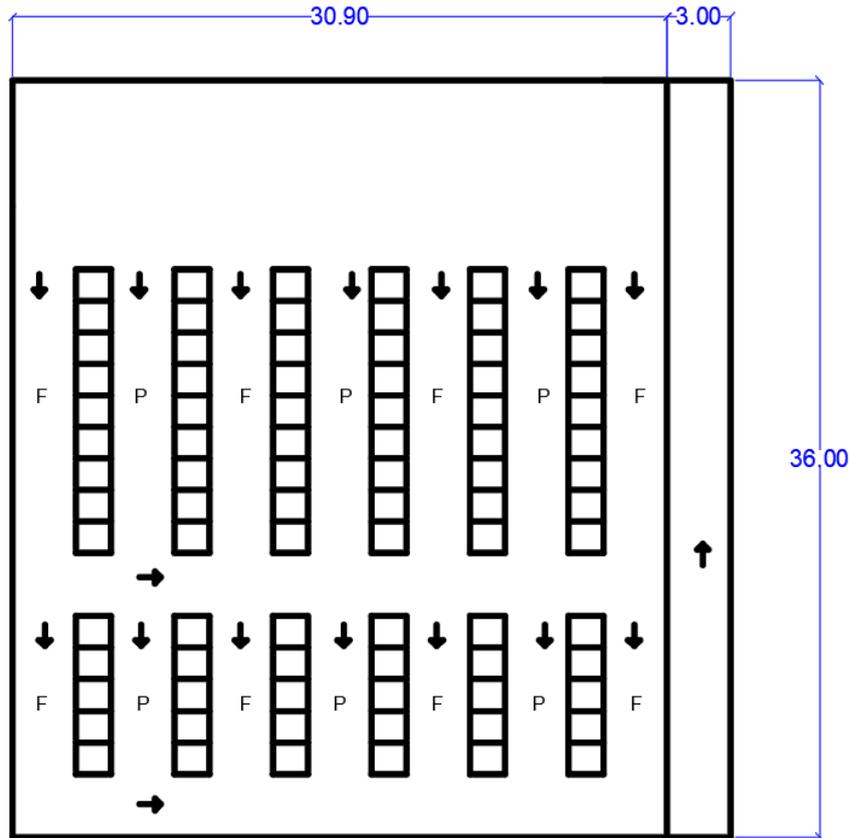
| ROTTA 4 | HR/MR | | LR | |
|-----------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 28 | 6 | 28 | 6 |
| 2 | 53 | 13 | 9 | 3 |
| 3 | 35 | 8 | 9 | 3 |
| 4 | 59 | 30 | 14 | 7 |
| 5 | 27 | 13 | 15 | 8 |
| TOT | 202 | 70 | 75 | 27 |

Dai suddetti dati, è possibile ricavare il numero di moduli necessari a ciascuna rotta, in base alla categoria.

| | Moduli | |
|----------------|---------------|-----------|
| | HR/MR | LR |
| Rotta 1 | 10 | 5 |
| Rotta 2 | 7 | 4 |
| Rotta 3 | 16 | 6 |
| Rotta 4 | 18 | 7 |

Dai risultati riportati, ed in base alle future considerazioni, che seguiranno sul processo di *line feeding*, si valuta di realizzare 6 file da 5 moduli ciascuna per le *KLT* appartenenti alla categoria degli *High/Medium Runner*. Intervallate da un corridoio, spazioso a sufficienza per permettere le manovre del *bull*, si posizionano 6 file da 9 moduli per allocare le *KLT* appartenenti alla categoria dei *Low runner*.

Di seguito, si riporta la piantina del *supermarket* dimensionato.



71 – Piantina area supermarket

La tipologia di *supermarket* a quattro livelli è caratterizzata da un *benchmark* che va dai 70 ai 95 *bin/h*.

È possibile, inoltre, effettuare una stima analitica dei tempi di movimentazione di una *KLT*, note le dimensioni dell'area *supermarket*.

L'operazione di *picking*, nel caso in esame, prevede che l'operatore addetto al *line feeding*, con l'ausilio del proprio *bull*, si rechi in area *supermarket* e prelevi dalla corsia di riferimento per la propria rotta, il materiale necessario ogni giro.

Il tempo necessario è stato stimato considerando la composizione media di un carrello in un giorno, in termini di *KLT HR/MR* e *KLT LR*.

Si considera la seguente situazione. L'operatore, per completare la missione di prelievo delle *KLT*, effettua una fermata, lungo il corridoio, ogni 3 metri, ovvero ogni due moduli per fila. L'operazione di prelievo prevede che l'operatore, a piedi, collezioni le *KLT* dai 4 moduli alle sue spalle. Nel compiere questa operazione, l'operatore non può passare davanti al *bull*, ma esclusivamente alle spalle dei carrelli ad esso agganciati, per questioni di sicurezza. Si suppone

una situazione di equiprobabilità nel prelievo, ovvero l'operatore preleverà da ogni fermata il medesimo quantitativo di *bin*.

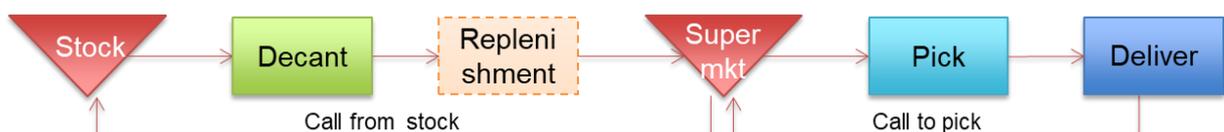
Date le precedenti considerazioni, si ottengono i seguenti risultati.

| | Operatore 4 | Operatore 6 | Operatore 7 |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Distanza percorsa (m) | 124,5 | 21,6 | 21,6 |
| Tempo alla guida del bull (min) | 1,9 | 1,6 | 1,3 |
| Numero di fermate | 8 | 7 | 8 |
| Tempo impiegato per il prelievo delle KLT (min) | 6,0 | 5,5 | 6,0 |
| Tempo totale LR (min) | 49,9 | 40,1 | 49,3 |
| Tempo totale medio (min) | 49,9 | 40,1 | 49,3 |
| KLT/h | 67,4 | 83,8 | 68,2 |

Nel tempo impiegato per effettuare una singola fermata, si sono considerati i contributi temporali dovuti al percorso a piedi svolto dall'operatore, alla ricerca del corretto *P/n* da prelevare, ed all'azione fisica di prelievo e posizionamento sul carrello. Mediando si ottiene un totale di 73 *KLT/h*.

5.3.2 Processo logistico

A seguito della riorganizzazione dell'area *supermarket*, si valuta la possibile ottimizzazione del flusso logistico. L'obiettivo è quello di ridurre, dove possibile, il tempo necessario a realizzare le singole attività che compongono i processi. A questo scopo, si aggiunge la possibilità di rivedere il processo per ottimizzare, ed eventualmente, ridistribuire i compiti assegnati agli operatori, che presentano carichi di lavoro caratterizzati da elevati valori di *idle time*.



72 – Flusso Pull

5.3.2.1 *Decanting*

L'attività di *decanting*, come si è descritto in precedenza, è realizzata da tre operatori logistici, addetti a questo compito. Il loro carico di lavoro è mediamente caratterizzato da valori di *idle time* contenuti. Ciò è, principalmente, dovuto dai tempi elevati che caratterizzano alcune attività, ad esempio il tempo necessario ad applicare la targhetta sulla *KLT*.

Per ottimizzare l'attività si è valutato di riorganizzare l'intera area di *decanting*, al fine di ridurre al minimo gli spostamenti interni ed attività *time consuming*, come la ricerca delle *KLT* vuote del tipo corretto.

Si parte dall'operazione di prelievo delle *KLT* vuote. Tali *KLT*, come si è detto, per assenza di spazio, sono allocate in un'area posta ad una distanza di circa 15 metri dai banchetti degli operatori. Questo comporta una serie di spostamenti da parte degli operatori, il quale effetto è unicamente quello di aumentare i tempi richiesti per il *decanting*. Si valuta, per ridurre gli spostamenti, di sistemare le *KLT* vuote su di un banchetto opportunamente organizzato, posto a fianco del banchetto degli operatori. Il banchetto sarà opportunamente organizzato al fine di non permettere che vi siano problemi di confusione nelle fasi di stoccaggio e prelievo delle *KLT* vuote. Per questo motivo, inoltre, si inseriscono delle etichette opportunamente colorate, per rendere la separazione delle tipologie di *KLT*, ancora più marcata.

In tale modo, è possibile abbattere il tempo dovuto allo spostamento a piedi all'interno dell'area *decanting*, e, inoltre, il tempo necessario per ricercare la *KLT* vuota del tipo corretto, riducendo il tutto al solo tempo necessario al prelievo fisico della *KLT*.

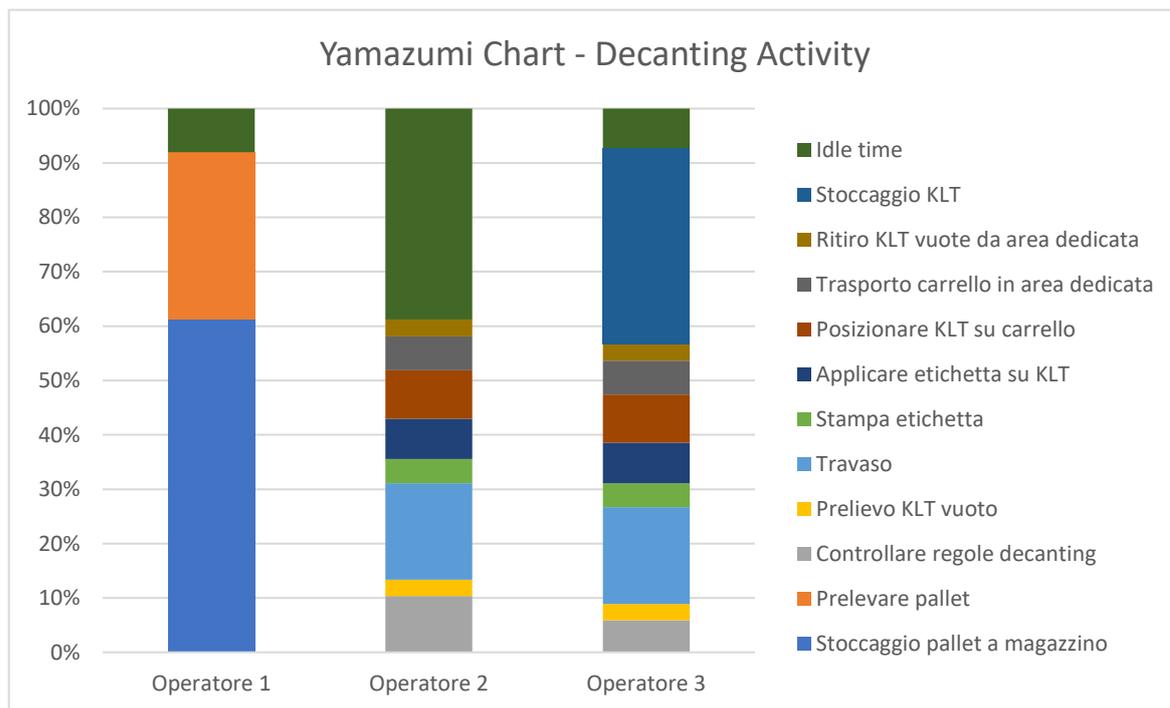
Un'altra attività attaccata è stata quella relativa all'applicazione dell'etichetta sulle *KLT*. Tale operazione, difatti, attualmente, richiede che l'operatore si rechi nella zona nella quale è ubicata la stampante e successivamente, si rientri presso il banchetto e si possa applicare l'etichetta. Si valuta, dunque, di abbattere il tempo dovuto allo spostamento, con l'acquisto di una nuova stampante, e lo spostamento di quella attuale. Si vuole dotare ciascun operatore della propria stampante, ponendole sul banchetto di *decanting*.

In tale modo si abbattono i tempi degli spostamenti, riducendo il tutto al solo tempo necessario al prelievo dell'etichetta.

Come si può osservare dallo *Yamazumi Chart*, riportato in precedenza, l'attività relativa alla preparazione ed al trasporto dei carrelli con le *KLT* preparate da portare nell'area dedicata, comporta un elevato consumo temporale. Si è valutato, dunque, di ridurre tale tempo, inserendo

una rulliera a gravità. In tale situazione, una rulliera, andrebbe esclusivamente a generare un *double-handling* delle *KLT*. Essa, dunque, troverebbe miglior impiego in una situazione caratterizzata da problemi di assenteismo, o di flusso non sincronizzato, le quali richiedono la presenza di un buffer intermedio fra l'attività di *decanting* e quella di *replenishment*.

In definitiva, una volta implementate queste soluzioni proposte, si potrebbe ottenere uno *Yamazumi Chart* come quello riportato di seguito.



73 – Yamazumi Chart Decanting

La distanza elevata fra il molo di ricevimento e l'area di *decanting*, posizionata vicino al *supermarket*, comporta un incremento dei tempi dovuti agli spostamenti fra le due aree.

Si potrebbe pensare di compensare tale problema con il noleggio di un *bull*, che permetterebbe di trasportare 3 *pallet* per viaggio. In tal modo, si riduce il numero medio di spostamenti da compiere ogni giorno. Data la disponibilità temporale degli operatori, si valuta di non procedere con tale investimento, il quale non comporterebbe *savings*, ma esclusivamente spese di *equipment* per il noleggio di un ulteriore *bull*.

In particolare, si notano i valori elevati degli *idle time* che caratterizzano l'operatore 2.

5.3.2.2 Replenishment

Il processo di *replenishment* è influenzato dalla nuova organizzazione dell'area *supermarket*. Esso, difatti, vede una riduzione dei tempi associati alle attività che lo compongono.

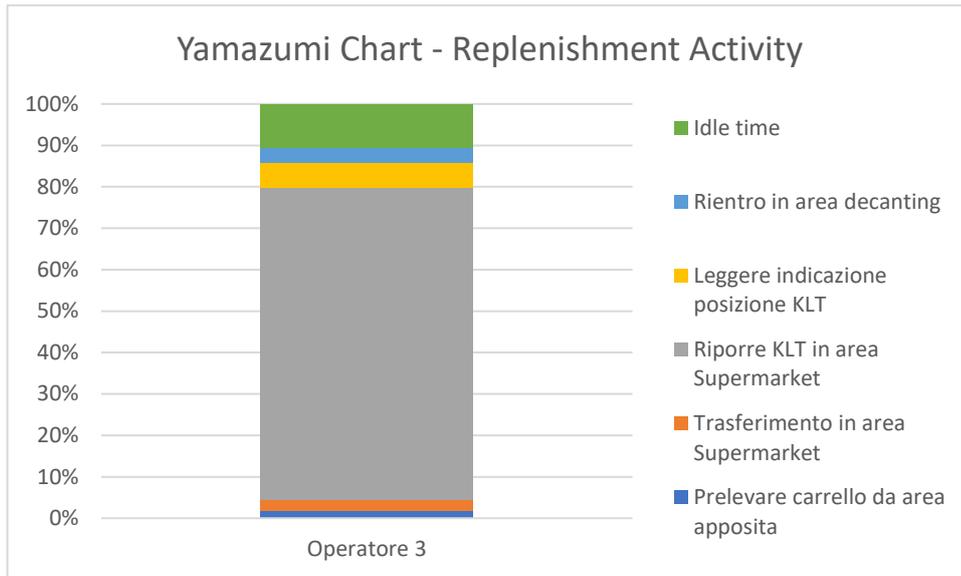
Dato il quantitativo di *KLT* richiesto per linea, possiamo determinare quanti giri saranno necessari, in media, per stoccare le *KLT*. Si considera valida l'ipotesi di non trasportare in contemporanea carrelli appartenenti ad aree differenti.

| Rotta | Quantità KLT | Carrelli | Giri |
|-------|--------------|----------|------|
| 1 | 160 | 6 | 2 |
| 2 | 120 | 4 | 2 |
| 3 | 240 | 8 | 3 |
| 4 | 280 | 10 | 4 |

Determinato il numero di giri da compiere ogni giorno, si valuta il tempo necessario a compiere un singolo giro. Si è valutato il tempo necessario a percorrere interamente i due corridoi di *replenishment* assegnati a ciascuna area con un *bull*, la cui velocità massima consentita è di 6 km/h.

Note queste grandezze, si è passati a determinare il nuovo *Yamazumi Chart* dell'operatore addetto alla mansione, considerando tempi identici alla situazione attuale per le attività sulle quali non si era agito.

Di seguito è riportato il risultato ottenuto.



75 – Yamazumi Chart operazione Replenishment

Si osserva che sono venute meno delle attività. La riorganizzazione dell'area *supermarket* ha permesso di eliminare le attività legate allo stoccaggio delle *KLT* all'interno dell'area *pallet on floor*.

Vi è stata una riduzione del tempo medio impiegato a stoccare una singola *KLT*, dovuto ad una migliore organizzazione delle file, che ha portato a ridurre il tempo di ricerca, seppur rimanga il contributo, preponderante, dato dalle fermate e dal conseguente spostamento a piedi necessario per raggiungere la posizione indicata sulla targhetta della *KLT*.

Per stimare il tempo necessario a movimentare una singola *KLT*, è possibile fare riferimento a dei valori di *benchmark* basati sull'analisi di dati storici. Quest'ultimi sono ricavati da stabilimenti che impiegano un medesimo sistema di gestione delle *KLT*, e che sono caratterizzati da *supermarket* in grado di gestire volumi simili a quelli considerati nel caso in esame.

5.3.2.3 Picking

L'operazione di *picking*, come avvenuto per l'operazione di *replenishment*, è caratterizzata da una riduzione dei tempi dovuta alla riorganizzazione del *supermarket*. Tale operazione, come per la situazione attuale, è in carico ai medesimi operatori addetti al *line feeding*.

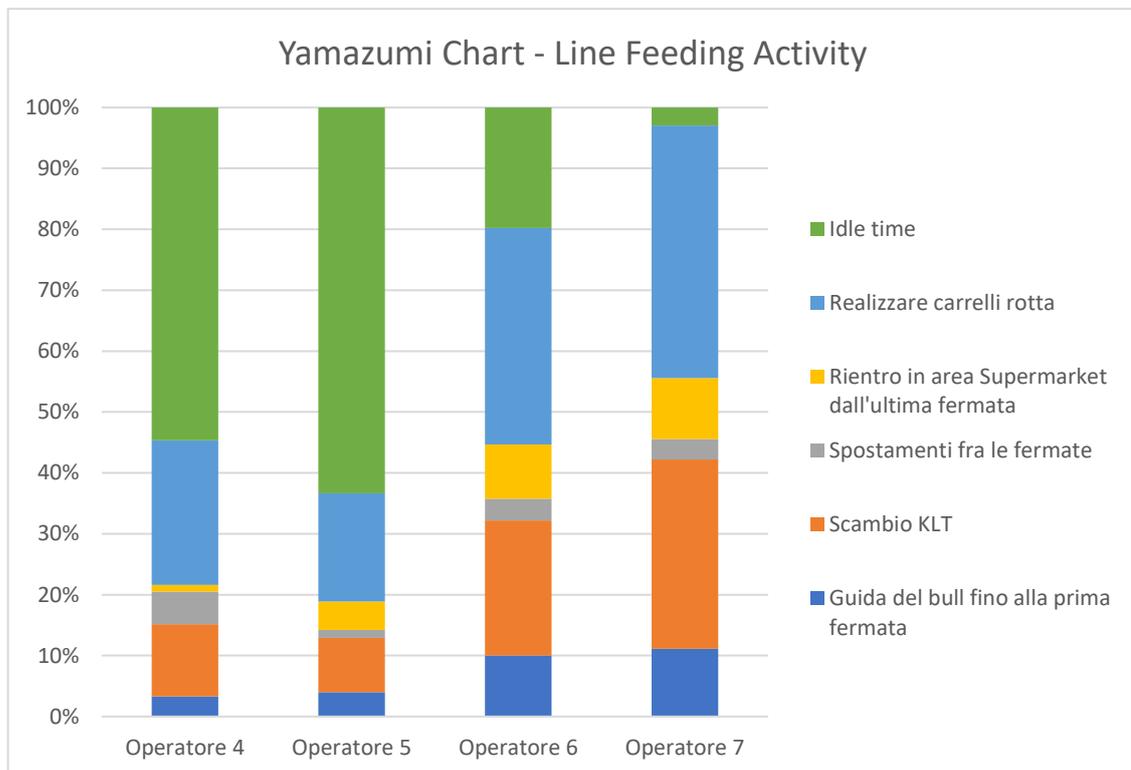
È possibile determinare il tempo necessario ad effettuare il prelievo di una singola *KLT* sfruttando un *benchmark*, esattamente come nel caso del *replenishment*.

5.3.2.4 Line Feeding

Le attività degli operatori di *line feeding* sono parzialmente intaccate dalla nuova organizzazione del sistema. Si hanno variazioni nei tempi di percorrenza dei tragitti fino alle fermate. Per quanto riguarda le attività svolte una volta giunti in linea, non si sono ipotizzate variazioni, poiché non si sono ipotizzate variazioni nelle fermate compiute lungo lo svolgimento della rotta.

Nota la velocità media del *bull* e note le distanze da coprire, è possibile determinare il tempo impiegato per raggiungere le fermate. I tempi necessari a svolgere le altre operazioni rimangono pari all'*actual*, ad esclusione di quelli dovuti alla realizzazione dei carrelli, già stimati.

Di seguito, si riporta lo *Yamazumi Chart* dei quattro operatori addetti al *line feeding*.



76 – Yamazumi Chart operatori Line Feeding

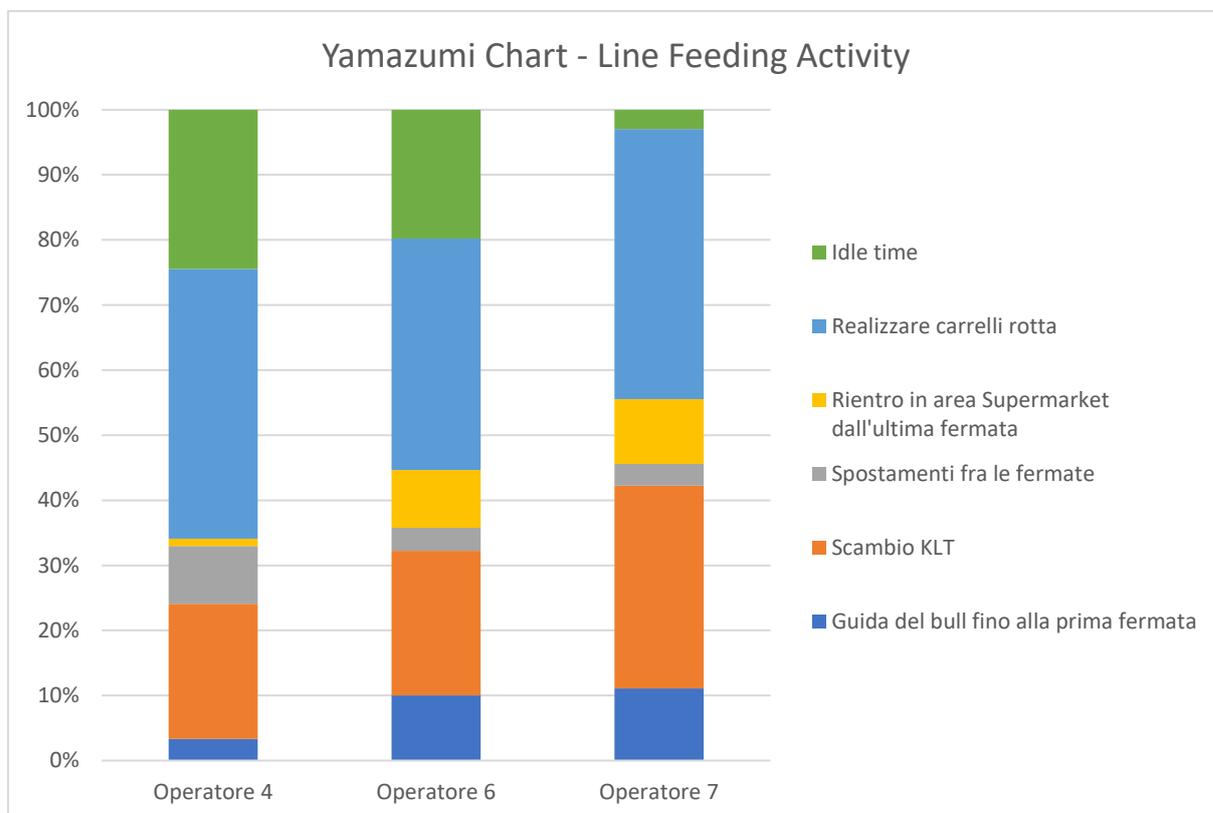
Si può osservare come lo spostamento dell'area *supermarket* abbia portato ad un incremento nel carico di lavoro degli operatori addetti alle linee 3 e 4, a causa dell'allontanamento degli stessi dalle linee. Al contempo, ha portato a ridurre il carico di lavoro gravante su gli altri due

operatori, fino a portare l'*idle time* dell'operatore 5 ad un valore prossimo al 60% del tempo totale.

Si valuta di assegnare all'operatore 4, le mansioni attualmente in carico all'operatore 5, in quanto quest'ultimo è caratterizzato da elevate percentuali di *idle time*, addirittura superiori al 60 %.

L'operatore 5 compie il proprio tragitto ogni 150 minuti, e trasporta, in media, 2 carrelli per giro. Si valuta di allineare la frequenza con cui viene compiuto questo tragitto, con quella della rotta attualmente asservita dall'operatore 4. Quest'ultima viene compiuta ogni 90 minuti, per un totale di 5 volte al giorno. A seguito di questa considerazione è possibile calcolare la quantità media di *KLT* richiesta per la rotta 2 ogni giro. Quest'ultima, considerata la richiesta giornaliera di 120 *KLT*, ammonta a 24 *KLT* per giro. Noto il quantitativo medio di *KLT* trasportabili in un carrello, pari a 30 *KLT*, si ha che l'operatore 4 deve trasportare 2 carrelli per ogni giro.

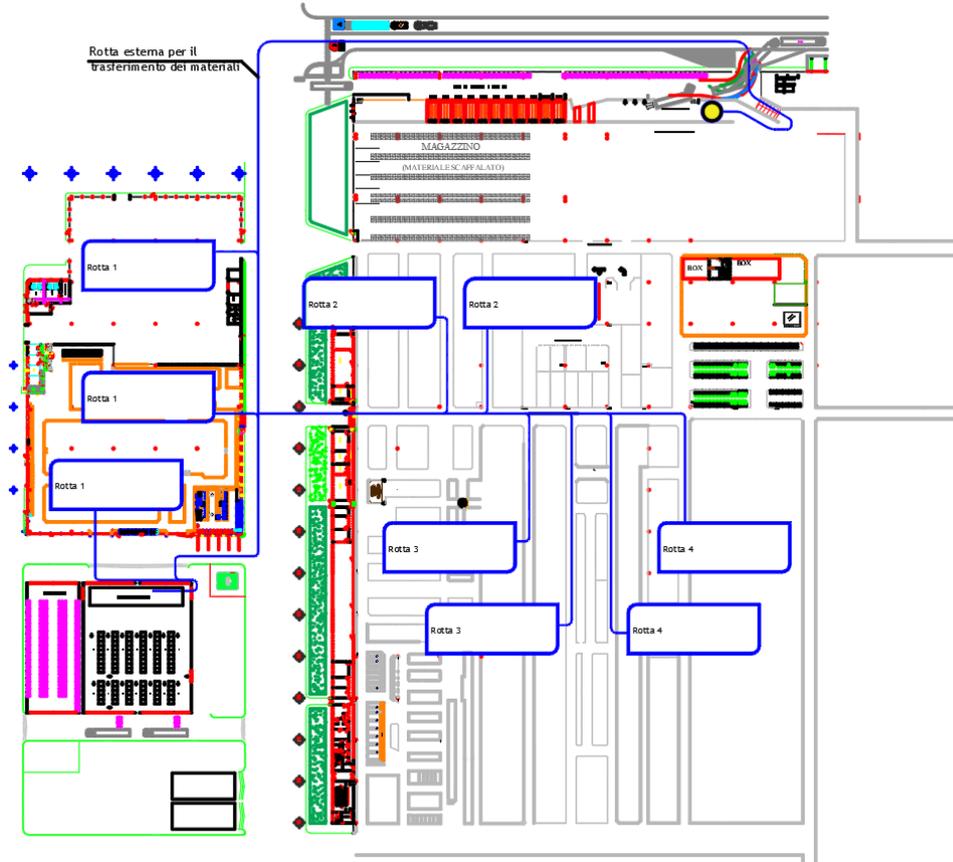
Note le distanze da percorrere, e la velocità media del *bull*, è possibile determinare il nuovo carico di lavoro assegnato all'operatore 4.



77 – Yamazumi Chart operatori Line Feeding

Si nota come pur avendo assegnato all'operatore 4, le mansioni dell'operatore 5, esso mantenga una percentuale di *idle time* elevata. Ulteriori accorpamenti purtroppo non sono realizzabili, per gli elevati tempi richiesti, principalmente, dall'operazione di prelievo delle *KLT* necessarie a realizzare i carrelli.

Di seguito, si riporta la piantina degli stabilimenti con le rotte verso le linee.



78 – Piantina fabbricato con supermarket a 4 livelli

5.3.3 Running Cost

Di seguito si riportano i costi associati ai fattori *Labour* ed *Equipment*, ed il costo totale.

| ATTIVITA' | N° OPERATORI | FTE | COSTO ANNUALE |
|---------------|--------------|-----|---------------|
| Decanting | 3 | 2,5 | 135.000 € |
| Replenishment | 1 | 1,5 | 45.000 € |
| Picking | 0 | 0 | 0 € |

| | | | |
|--------------|---|---|-----------|
| Line feeding | 3 | 3 | 135.000 € |
|--------------|---|---|-----------|

Il costo totale dovuto al *labour* sarà dato dalla somma dei costi delle singole attività.

$$C_{tot-lab} = C_{dec} + C_{wh} + C_{pick} + C_{lf} = 315.000 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

| MEZZO | COSTO UNITARIO ANNUO | QUANTITA' | COSTO TOTALE ANNUO |
|----------|----------------------|-----------|--------------------|
| Bull | 7.200 € | 5 | 36.000 € |
| Forklift | 9.000 € | 1 | 9.000 € |

Il costo totale dovuto al *equipment* sarà dato dalla somma dei costi delle singole attività.

$$C_{tot-eq} = C_{bull} + C_{fork} = 45.000 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

Il costo totale sarà dato dalla somma dei costi delle singole attività.

$$C_{tot} = C_{tot-lab} + C_{tot-eq} = 360.000,00 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

Dato il valore di C_{tot} nella situazione attuale pari a 421.200 €, si è riuscito ad ottenere un *saving* annuo pari a 61.200,00 €.

5.3.4 Analisi degli investimenti

Di seguito si riportano gli investimenti da fare per poter implementare tale soluzione.

| Descrizione | Tipo | Valore |
|---|-------|----------|
| Oneri urbanistici e burocratici per struttura esterna | Opex | 52.000 € |
| Adeguamento strutturale area esterna | Capex | 34.000 € |
| Acquisto nuovi moduli | Capex | 43.000 € |
| Smontaggio e rimontaggio moduli | Opex | 8.850 € |
| Trasferimento materiale su nuova struttura | Opex | 9.000 € |

Il totale degli investimenti ammonta a 152.700 €, a fronte di un *saving* pari a 61.200 €.

Il calcolo di un *Payback* semplice porta ad un periodo di recupero pari a 2,5 anni.

5.4 Soluzione 2

Si è potuto osservare come la prima soluzione proposta abbia portato a tempi di recupero dell'investimento elevati, ed inoltre, presenti carichi di lavoro degli operatori con *idle time* elevati

La seconda soluzione proposta è stata definita in un'ottica di ridurre le distanze, intercorrenti sia fra il magazzino e l'area di *decanting*, sia fra il *supermarket* e le linee, in modo tale da contenere i tempi. Per questa soluzione, si è compresa la necessità di dover incrementare la portata dell'investimento, al fine di poter adottare soluzioni in grado di ottimizzare il processo, le quali potrebbero portare ad un'ulteriore riduzione degli *FTE*.

5.4.1 Supermarket

Si è osservato, come sia essenziale che, per il flusso in esame, il *supermarket* sia locato in una posizione intermedia fra il magazzino e le rotte, in modo tale da contenere i tempi legati agli spostamenti.

Date le ridotte dimensioni degli spazi a disposizione, è possibile esclusivamente adottare soluzioni caratterizzate da un ingombro in pianta non eccessivo, e quindi da uno sviluppo verticale più spinto rispetto ad una soluzione a quattro livelli.

Si consideri che, la scelta di un *supermarket* a forte sviluppo verticale è, generalmente, seguita da una variazione nella gestione del flusso dei materiali a *kanban*. Il processo descritto nella situazione attuale e nella situazione della soluzione 1, è detto *pull*. L'operatore addetto al *decanting* effettua le proprie attività assecondando le richieste che pervengono dall'area *supermarket*.

Differentemente, nel caso dell'utilizzo di un *supermarket* a sviluppo verticale, si adotta un sistema *push*. Gli operatori addetti al *decanting* provvedono ad effettuare il travaso anche dei materiali in *overstock*. Quest'ultimi nel processo precedente erano stoccati all'interno dei *pallet* e prelevati dagli operatori in caso di necessità.

L'impiego di un sistema di tipo *push* permette di sfruttare appieno l'investimento fatto per l'installazione di un *vertical warehouse*.

Questa tipologia di magazzino permette di sfruttare lo spazio in altezza, fino ad un massimo di 10 metri.

Il processo di dimensionamento riprende quanto fatto in precedenza, eccezione fatta per la quantità di *KLT* da considerare ed il numero di vani costituente ogni modulo. Alla quantità iniziale di *KLT* si aggiungono le *KLT* necessarie per stoccare il materiale in *overstock*. In totale si ottiene uno *stock turn* medio compreso fra i 7 e gli 8 giorni. Si considerano, in media, movimentate ogni giorno 640 *bin* appartenenti alla categoria *HR/MR*, e 160 *bin* appartenenti alla categoria *LR*. Esse sono rispettivamente caratterizzate da uno *stock turn* pari a 7 giorni e 11,5 giorni, la cui media pesata è pari a circa 8 giorni di *stock turn*.

Di seguito si riporta il quantitativo di *KLT* suddiviso per tipologia.

| KLT Tipo | Dimensioni | Altezza | Quantità |
|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 300x200 | 147 | 2135 |
| 2 | 400x300 | 147 | 1926 |
| 3 | 400x300 | 280 | 1095 |
| 4 | 400x600 | 147 | 783 |
| 5 | 600x480 | 280 | 425 |
| TOT | | | 6364 |

Di seguito, si riporta il numero di file ed il numero di vani necessari per allocare lo *stock* dei *P/n* considerati.

| Tipo KLT | #PN/Tipo KLT | Fila/Tipo KLT | Vani |
|-----------------|---------------------|----------------------|-------------|
| 3147 | 202 | 427 | 61 |
| 4147 | 166 | 482 | 121 |
| 4280 | 96 | 274 | 69 |
| 6147 | 82 | 392 | 131 |
| 6280 | 70 | 213 | 71 |
| TOT | 616 | 1788 | 453 |

In questa tipologia di *supermarket* è necessario, ancor più che nella precedente, effettuare una corretta suddivisione delle *KLT* in funzione delle rotte, in quanto le movimentazioni sono permesse esclusivamente tramite carrello trilaterale all'interno dei corridoi.

Di seguito si riporta la suddivisione delle *KLT* in base alle rotte.

| KLT Tipo | ROTTA 1 Quantità | ROTTA 2 Quantità | ROTTA 3 Quantità | ROTTA 4 Quantità |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 427 | 385 | 641 | 682 |
| 2 | 386 | 289 | 578 | 673 |
| 3 | 219 | 165 | 329 | 382 |
| 4 | 157 | 118 | 235 | 273 |
| 5 | 85 | 64 | 128 | 148 |
| TOT | 1274 | 1021 | 1911 | 2158 |

Di seguito si riporta il quantitativo di vani richiesto per ogni rotta

| ROTTA 1 | | |
|-----------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 86 | 18 |
| 2 | 97 | 25 |
| 3 | 55 | 14 |
| 4 | 79 | 40 |
| 5 | 43 | 22 |
| TOT | 360 | 119 |

| ROTTA 3 | | |
|-----------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 129 | 26 |
| 2 | 145 | 37 |
| 3 | 83 | 21 |
| 4 | 118 | 59 |
| 5 | 64 | 32 |
| TOT | 539 | 175 |

| ROTTA 2 | | |
|-----------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 77 | 16 |
| 2 | 73 | 19 |
| 3 | 42 | 11 |
| 4 | 59 | 30 |
| 5 | 32 | 16 |
| TOT | 283 | 92 |

| ROTTA 4 | | |
|-----------------|----------------------|-------------|
| Tipo KLT | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 137 | 28 |
| 2 | 169 | 43 |
| 3 | 96 | 24 |
| 4 | 137 | 69 |
| 5 | 74 | 37 |
| TOT | 613 | 201 |

Dal numero totale di vani è possibile ricavare il numero di moduli da 16 livelli richiesti da ogni rotta.

| Moduli | |
|----------------|----|
| Rotta 1 | 8 |
| Rotta 2 | 6 |
| Rotta 3 | 11 |
| Rotta 4 | 13 |

Successivamente, si prosegue, come mostrato nella soluzione precedente, alla suddivisione nelle due categorie: *High/Medium consumption* e *Low consumption*.

| ROTTA 1 | | | |
|--------------------|----------|------------|----------|
| High/Medium runner | | Low runner | |
| KLT Tipo | Quantità | KLT Tipo | Quantità |
| 1 | 272 | 1 | 155 |
| 2 | 254 | 2 | 132 |
| 3 | 169 | 3 | 50 |
| 4 | 108 | 4 | 49 |
| 5 | 67 | 5 | 18 |
| TOT | 870 | TOT | 404 |

| ROTTA 2 | | | |
|--------------------|----------|------------|----------|
| High/Medium runner | | Low runner | |
| KLT Tipo | Quantità | KLT Tipo | Quantità |
| 1 | 255 | 1 | 130 |
| 2 | 183 | 2 | 106 |
| 3 | 96 | 3 | 69 |
| 4 | 73 | 4 | 45 |
| 5 | 44 | 5 | 20 |
| TOT | 651 | TOT | 370 |

| ROTTA 3 | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| High/Medium runner | | Low runner | |
| KLT Tipo | Quantità | KLT Tipo | Quantità |
| 1 | 387 | 1 | 254 |
| 2 | 375 | 2 | 203 |
| 3 | 233 | 3 | 96 |
| 4 | 172 | 4 | 63 |
| 5 | 83 | 5 | 45 |
| TOT | 1250 | TOT | 661 |

| ROTTA 4 | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| High/Medium runner | | Low runner | |
| KLT Tipo | Quantità | KLT Tipo | Quantità |
| 1 | 388 | 1 | 294 |
| 2 | 463 | 2 | 210 |
| 3 | 243 | 3 | 139 |
| 4 | 187 | 4 | 86 |
| 5 | 94 | 5 | 54 |
| TOT | 1375 | TOT | 783 |

Di seguito, si riporta il quantitativo di vani per ogni rotta, suddiviso in base alla categoria di appartenenza.

| ROTTA 1 | HR/MR | | LR | |
|----------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|
| | File/Tipo KLT | Vani | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 55 | 11 | 31 | 7 |
| 2 | 64 | 16 | 33 | 9 |
| 3 | 42 | 10 | 13 | 4 |
| 4 | 54 | 27 | 25 | 13 |
| 5 | 34 | 17 | 9 | 5 |
| TOT | 249 | 81 | 111 | 38 |

| ROTTA 2 | HR/MR | | LR | |
|---------|---------------|------|---------------|------|
| | File/Tipo KLT | Vani | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 51 | 10 | 26 | 6 |
| 2 | 46 | 12 | 27 | 7 |
| 3 | 24 | 6 | 18 | 5 |
| 4 | 36 | 18 | 23 | 12 |
| 5 | 22 | 11 | 10 | 5 |
| TOT | 179 | 57 | 104 | 35 |

| ROTTA 3 | HR/MR | | LR | |
|---------|---------------|------|---------------|------|
| | File/Tipo KLT | Vani | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 78 | 15 | 51 | 11 |
| 2 | 94 | 24 | 51 | 13 |
| 3 | 59 | 15 | 24 | 6 |
| 4 | 86 | 43 | 32 | 16 |
| 5 | 41 | 20 | 23 | 12 |
| TOT | 358 | 117 | 181 | 58 |

| ROTTA 4 | HR/MR | | LR | |
|---------|---------------|------|---------------|------|
| | File/Tipo KLT | Vani | File/Tipo KLT | Vani |
| 1 | 78 | 16 | 59 | 12 |
| 2 | 116 | 29 | 53 | 14 |
| 3 | 61 | 15 | 35 | 9 |
| 4 | 94 | 47 | 43 | 22 |
| 5 | 47 | 23 | 27 | 14 |
| TOT | 396 | 130 | 217 | 71 |

Dai valori riportati è possibile definire il *layout* della nuova area *supermarket*. Si considerano 4 file, ciascuna composta da 13 moduli. All'interno di queste file i *P/n* sono suddivisi in base alla categoria di appartenenza.

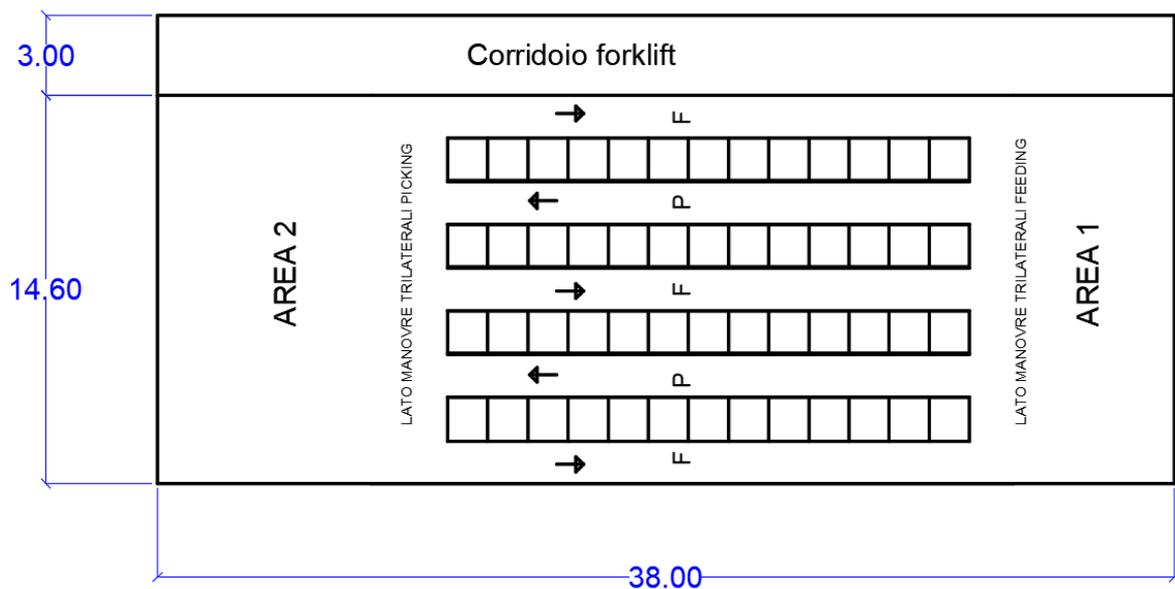
Di seguito si riportano le caratteristiche del *supermarket* aggiornate al seguito della modifica.

| | |
|---|-----|
| Vani | 587 |
| Livelli | 16 |
| Moduli | 52 |
| Area impegnata dallo stock (m²) | |
| Moduli per fila | 13 |
| Fila | 4 |
| Area complessivamente occupata (m²) | 470 |

Nel calcolo dell'area complessivamente occupata, si è tenuto in considerazione lo spazio necessario per i corridoi di *picking* e *replenishment*, ed anche lo spazio necessario per le operazioni accessori, come lo scambio dei carrelli.

I risultati sono i medesimi presentati nella sezione precedente, relativa al dimensionamento del *supermarket* per la **Soluzione 1**.

Di seguito, si riporta la piantina dell'area *supermarket*.



79 – Piantina area supermarket verticale

L'obiettivo nell'organizzare queste file è quello di ridurre gli spostamenti necessari per realizzare un carrello al fine di ridurre i tempi impiegati.

Si vuole ridurre, in particolare, il numero di spostamenti effettuati lungo la direzione verticale, in quanto il carrello trilaterale è caratterizzato da velocità di traslazione verticale minore rispetto all'orizzontale, come si può osservare dalla tabella sottostante, ricavata dal catalogo di un noto fornitore.

| | |
|--------------------------------|------|
| Velocità di traslazione (m/s) | 2 |
| Velocità di sollevamento (m/s) | 0,50 |
| Velocità di abbassamento (m/s) | 0,45 |

Dati storici ricavati da stabilimenti che impiegano questa tipologia di *supermarket*, ci permettono di ricavare un *benchmark* relativo al quantitativo di *KLT* che possono essere movimentate per unità di tempo. In generale, secondo il *benchmark*, con questa tipologia di *supermarket* si possono movimentare dalle 75 *KLT/h* alle 95 *KLT/h*.

È possibile effettuare una stima analitica del quantitativo di *bin* che possono essere movimentati in un'unità di tempo. Noto il volume di *KLT* inviato, in media, ogni giorno verso ciascuna rotta, le dimensioni della scaffalatura e le caratteristiche tecniche del carrello elevatore, è possibile valutare un tempo indicativo necessario ad effettuare la preparazione di un carrello.

Le dimensioni di una singola scaffalatura vengono suddivise in base all'apertura delle braccia dell'operatore, compresa fra i 110 cm ed i 130 cm. Assunto un valore medio di 120 cm, è possibile suddividere la scaffalatura, in lunghezza, in 16 settori di pari ampiezza ed un ultimo settore di lunghezza minore. La dimensione verticale non viene scalata. Si considerano vani di 450 mm di altezza.

Si ricava la scaffalatura nel dominio del tempo, note le velocità del carrello trilaterale, e si suddivide l'area totale in base alla percentuale di file *KLT HR/MR* e *LR*.

Si considera di preparare un carrello seguendo la media giornaliera per rotta. Si considera, inoltre, di analizzare la situazione maggiormente dispendiosa in termini temporali. Si considera, ovvero, di compiere uno spostamento verticale completo per ogni spostamento orizzontale.

Si ottengono i seguenti risultati.

| Rotta | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|
| Fermate | 32,0 | 24,0 | 48,0 | 56,0 |
| Tempo per fermata (min) | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Spostamenti | 16,0 | 16,0 | 16,0 | 16,0 |
| KLT per spostamento | 2,0 | 1,5 | 3,0 | 3,5 |
| Spostamenti da HR a LR | 6,0 | 5,0 | 9,0 | 12,0 |
| Spostamenti in zona HR | 10,0 | 9,0 | 7,0 | 4,0 |
| Tempo per spostamenti (min) | 5,0 | 4,3 | 5,4 | 5,9 |
| Partenza da punto ingresso | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Trasferimento a punto uscita | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Tempo totale (min) | 24,4 | 18,9 | 34,4 | 39,7 |
| KLT/h | 78,8 | 76,2 | 83,6 | 84,6 |
| Media complessiva KLT/h | 80,8 | | | |

I risultati riportati ritraggono la situazione più critica che potrebbe presentarsi durante la preparazione di un carrello da trasportare in linea, in quanto l'operatore dovrebbe effettuare una fermata per ogni singola *KLT*. Inoltre, non si sono considerati i tempi necessari alle attività che completano il processo, come il prelievo dei carrelli dall'area esterna ai corridoi, i quali possono comportare un importante dispendio temporale, dovuto ai tempi legati alle manovre dei carrelli commissionatori.

5.4.2 Processo logistico

L'adozione di un magazzino ad elevato sviluppo verticale comporta una variazione del flusso in essere nella gestione dei materiali. Come spiegato in precedenza, la situazione attuale prevede che gli operatori addetti al *decanting*, si occupino di stoccare i materiali, in arrivo giornalmente, all'interno del magazzino. Il prelievo dei pallet contenenti le cassette da travasare è regolato da segnali di natura *pull*. Nel caso di installazione di un magazzino di questa tipologia, si evita di gestire il materiale in *overstock* all'interno del magazzino, ma si trasportano i *pallet* in arrivo giornalmente direttamente presso l'area *decanting*. In tale modo, si sfrutta il *supermarket* per stoccare una quantità di *KLT* superiore a quella prevista per il definito periodo di copertura.

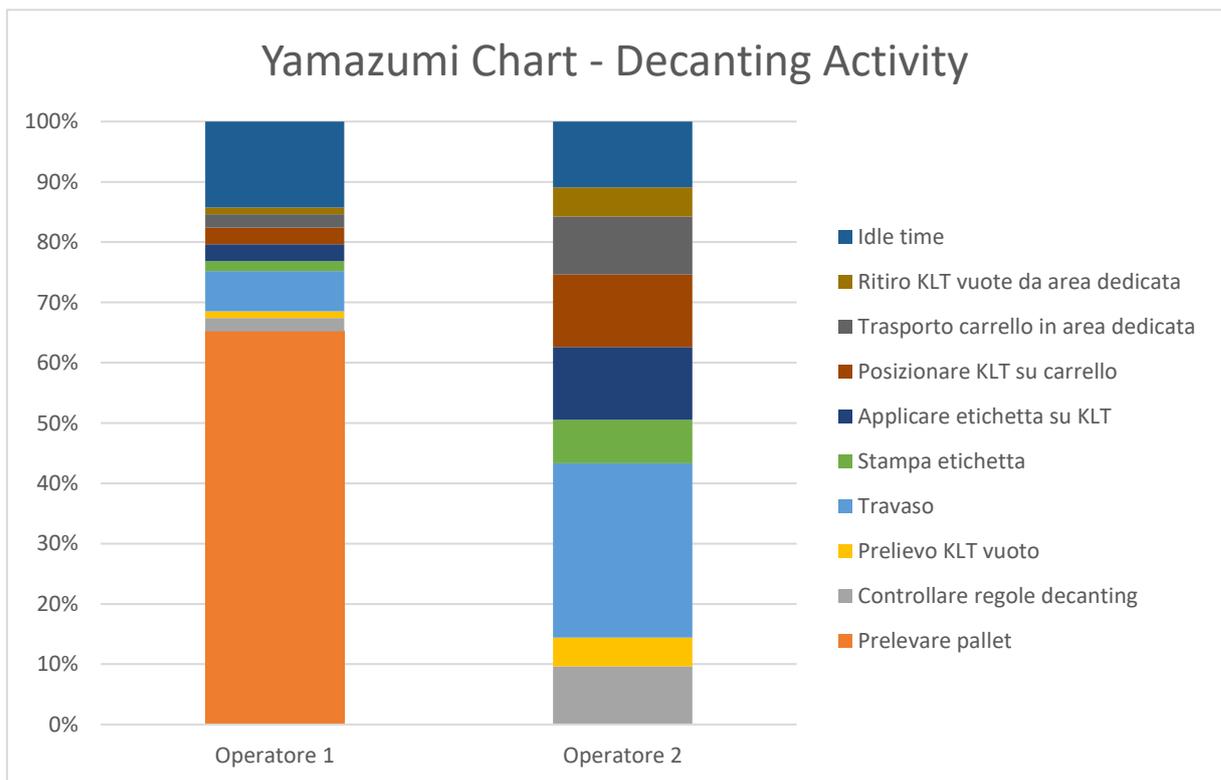


80 – Flusso di tipo Push

5.4.2.1 Decanting

L'attività di *decanting* prevede variazioni rispetto a quanto proposto nella prima soluzione. Si ha il vantaggio di eliminare i tempi necessari al trasferimento fra l'area *decanting* ed il magazzino centrale, durante l'operazione di prelievo dei *pallet*, mantenendo esclusivamente quelli necessari a prelevare i *pallet* dal molo di ricevimento.

Di seguito si riporta lo *Yamazumi Chart* degli operatori addetti all'attività.



81 – Yamazumi Chart operazione decanting

5.4.2.2 *Replenishment*

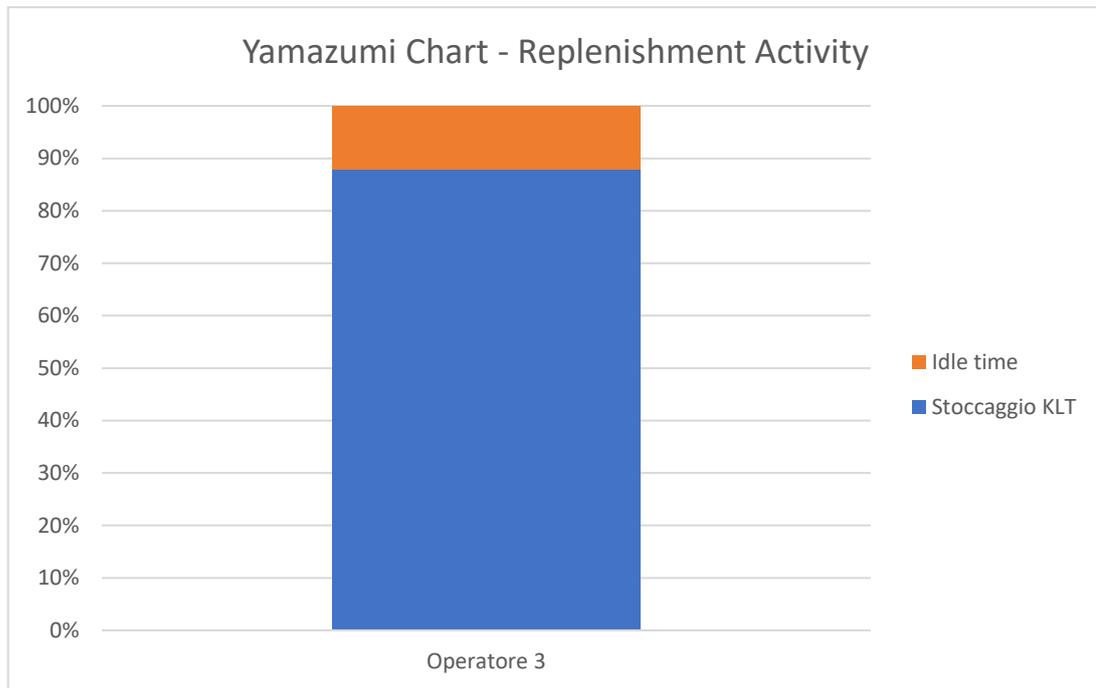
L'operazione di *replenishment* prevede attività simili a quelle descritte per la **Soluzione 1**. In particolare, in questo caso, la tipologia di *supermarket* prevede che per effettuare l'operazione di stoccaggio delle *KLT*, l'operatore sia dotato di un carrello a forche trilaterale.

Il tempo medio necessario a compiere l'operazione di stoccaggio di una singola *KLT* può essere valutato in due modi, ovvero sfruttando un *benchmark* oppure utilizzando un metodo analitico.

Nel caso in cui si utilizzi un *benchmark* è possibile considerare le prestazioni di stabilimenti che utilizzano un sistema di gestione dei *kanban* analogo, e che presentano simili volumi di *KLT* stoccate, e dunque, simili dimensioni di *supermarket*. In particolare, si ricava un quantitativo di *KLT*, movimentabile per ora, da un singolo operatore, compreso fra le 75 e le 95 *KLT*. Si considera racchiuso in questo valore temporale, tutto il tempo necessario a compiere le azioni che accompagnano l'intero processo, e non esclusivamente l'atto fisico di stoccaggio della *KLT*.

Risulta chiaro che, nel caso in cui si consideri un valore medio pari ad 85 *KLT/h*, un singolo operatore non sarebbe in grado di reggere l'intero carico di lavoro. In questa situazione, sarebbe necessario l'intervento di un secondo operatore, equipaggiato con un proprio trilaterale, al fine di poter movimentare le 800 *KLT* richieste. Nell'ipotesi di assegnare pari carico di lavoro a ciascun operatore, sarebbe necessario ad ognuno dei due *feeder* un tempo pari a 4,7 h per poter effettuare il prelievo delle *KLT*. Considerato di impiegare un *feeder* a tempo pieno all'operazione di *replenishment*, con un carico di lavoro che preveda un minimo di *idle time*, assunto pari a 0,2 ore, sarebbe necessario l'impiego di un operatore con la disponibilità di 2,1 ore, per completare l'operazione di stoccaggio. Tale problema viene risolto successivamente, riorganizzando il carico di lavoro degli operatori addetti al processo di *picking*

Di seguito, si riporta lo *Yamazumi Chart* dell'operatore addetto al *replenishment*.



82 – Yamazumi Chart operazione *Replenishment*

Dato l'utilizzo di un valore di *benchmark*, non si è riportato nel dettaglio ciascuna attività che sottende al processo di *replenishment*, in quanto i loro tempi sono inclusi nel valore temporale fornito dal *benchmark*.

5.4.2.3 *Picking*

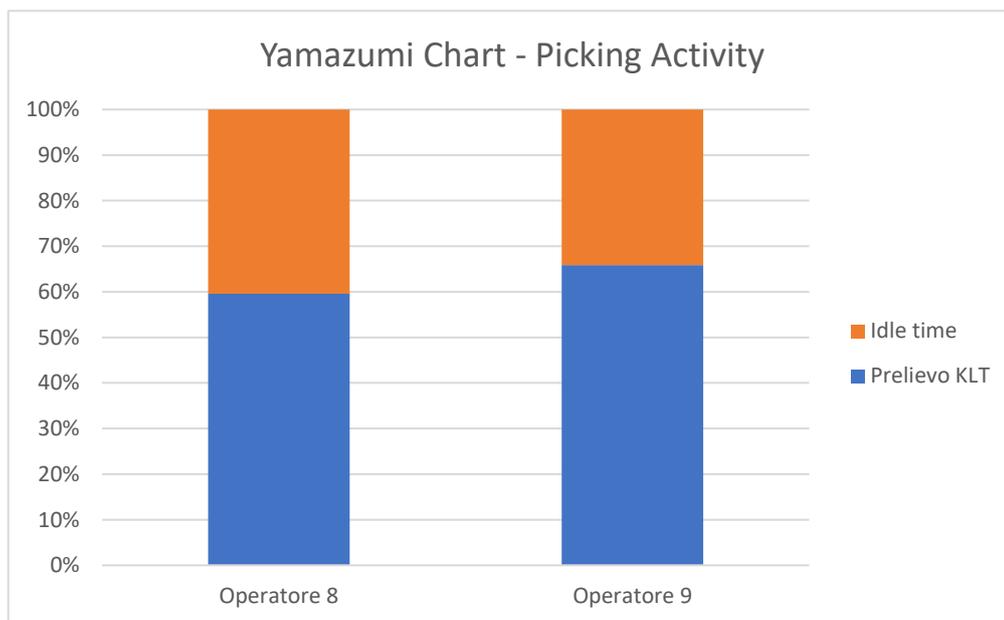
L'operazione di *picking*, in linea con quanto successo per l'operazione di *replenishment*, richiede all'operatore di attraversare il corridoio mediante l'ausilio di un carrello elevatore trilaterale, e gli permette di effettuare il riempimento di un singolo carrello per volta.

È possibile determinare il tempo necessario ad effettuare il prelievo di una *KLT* basandosi su un *benchmark*. Difatti, è possibile considerare le prestazioni di stabilimenti che utilizzano un sistema di gestione dei *kanban* analogo, e che presentano simili volumi di *KLT* stoccate, e dunque, simili dimensioni di *supermarket*. In particolare, si ricava un quantitativo di *KLT*, movimentabile per ora, da un singolo operatore, compreso fra le 75 e le 95 *KLT*.

Risulta chiaro che, nel caso in cui si consideri un valore medio pari ad 85 *KLT/h*, un singolo operatore non sarebbe in grado di reggere l'intero carico di lavoro. In questa situazione, sarebbe

necessario l'intervento di un secondo operatore, equipaggiato con un proprio commissionatore, al fine di poter movimentare le 800 *KLT* richieste. Nell'ipotesi di assegnare pari carico di lavoro a ciascun operatore, sarebbe necessario ad ognuno dei due *picker* un tempo pari a 4,7 h per poter effettuare il prelievo delle *KLT*.

Di seguito si riporta lo *Yamazumi Chart* degli operatori addetti al *picking*.



83 – Yamazumi Chart operazione Picking

Gli operatori di *picking* sono caratterizzati da elevati valori di *idle time*. Si valuta, dunque, di assegnare all'operatore 8, il compito di stoccare le *KLT* dirette giornalmente presso la linea 4, pari a 280 *bin*. In tal modo, l'operatore 8 evita possibili problemi di interferenza con l'operatore 3. Quest'ultimo, come detto, sarà dedicato al corridoio centrale, per rifornire i vani delle rotte 3 e 1, ed il corridoio esterno per rifornire le *KLT* della rotta 1.

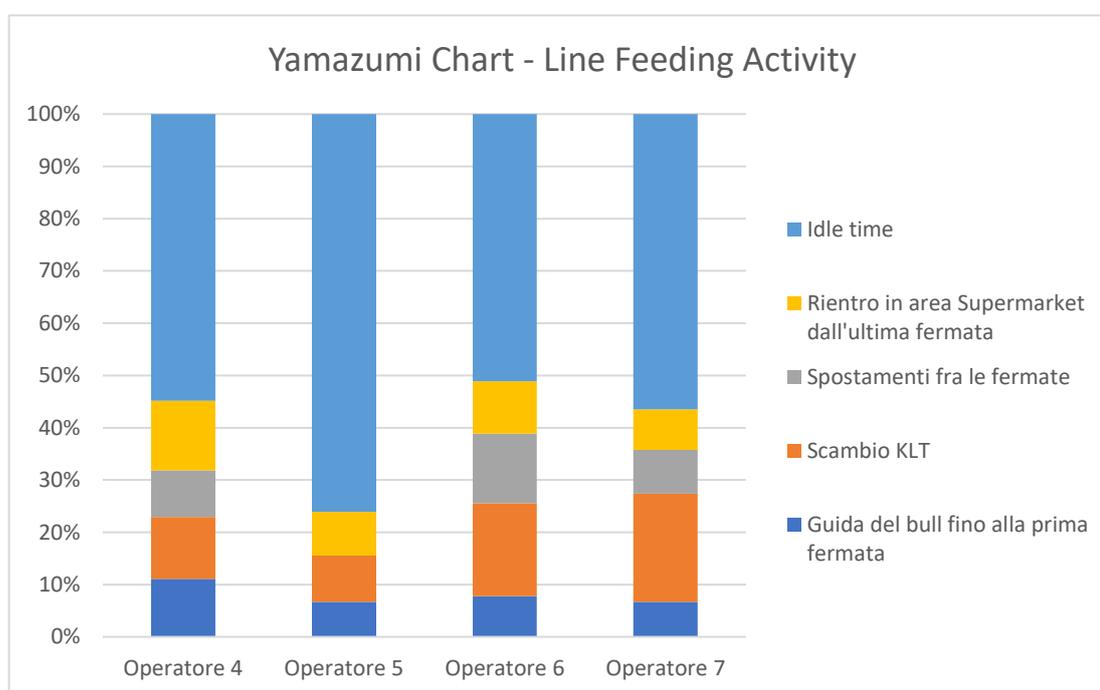
5.4.2.4 Line Feeding

L'operazione di *Line Feeding* prevede di rifornire il materiale dall'area *supermarket* presso le linee. In prima analisi, si considera sempre di realizzare quattro rotte. Gli operatori addetti al *line feeding*, in questo caso, dovranno limitarsi al trasporto dei carrelli lungo la linea, senza preoccuparsi della loro preparazione. Si è detto, in precedenza, che per questa tipologia di *supermarket*, è impiegato un operatore dedicato all'operazione di *picking*.

Si valuta di non effettuare variazioni sulla frequenza con la quale vengono effettuate le rotte, in quanto esse sono pensate in base al consumo medio della linea ed alla dimensione dei *sag* disposti in linea.

Le attività che devono compiere gli operatori addetti al *line feeding* sono, dunque, le medesime della situazione attuale, ad eccezione del prelievo delle *KLT* dal *supermarket*. Si osservano variazioni nell'ambito del tempo impiegato alla guida del *bull*, in quanto la nuova posizione del *supermarket*, ha portato cambiamenti sulle distanze.

Di seguito si riporta il carico di lavoro di ciascuno dei 4 operatori addetti al *line feeding*.



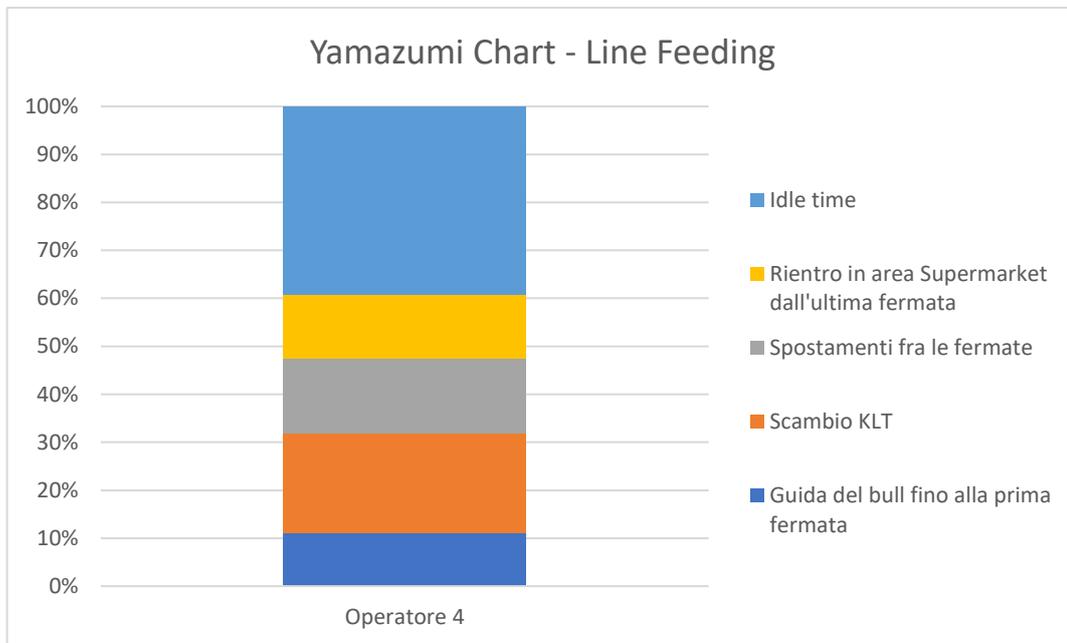
84 – Yamazumi Chart operazione Line Feeding

È possibile osservare un incremento generale dei valori di *idle time* all'interno del processo.

In particolare, l'operatore 5 presenta una percentuale di *idle time* molto elevata. Si valuta, dunque, di accorpate l'attività dell'operatore 5, all'interno del carico di lavoro dell'operatore 4. Esso, difatti, è caratterizzato da una percentuale *idle time* maggiore rispetto agli altri operatori, ed inoltre, per effettuare il rifornimento della rotta 1, si trova già ad effettuare la maggioranza del percorso svolto dall'operatore 5.

Considerati i tempi necessari all'operatore 5 per effettuare le operazioni di scambio delle *KLT* e gli spostamenti fra le fermate, è possibile determinare il nuovo carico di lavoro dell'operatore 4. Si adottano le medesime considerazioni effettuate per la **Soluzione 2**.

Di seguito, si riporta lo *Yamazumi Chart* dell'operatore 4.



85 – Yamazumi Chart operatore 4

L'operatore 4 è, dunque, in grado di poter effettuare le consegne relative alla rotta 1 e 2. Al fine di sincronizzare le operazioni, si valuta di assegnare una frequenza giornaliera pari a 5, anche per la rotta 2.

Successivamente, si valuta la possibilità di suddividere il carico di lavoro di un operatore ed assegnarlo agli altri due, in modo tale da poter realizzare *savings* sul numero di *FTE*.

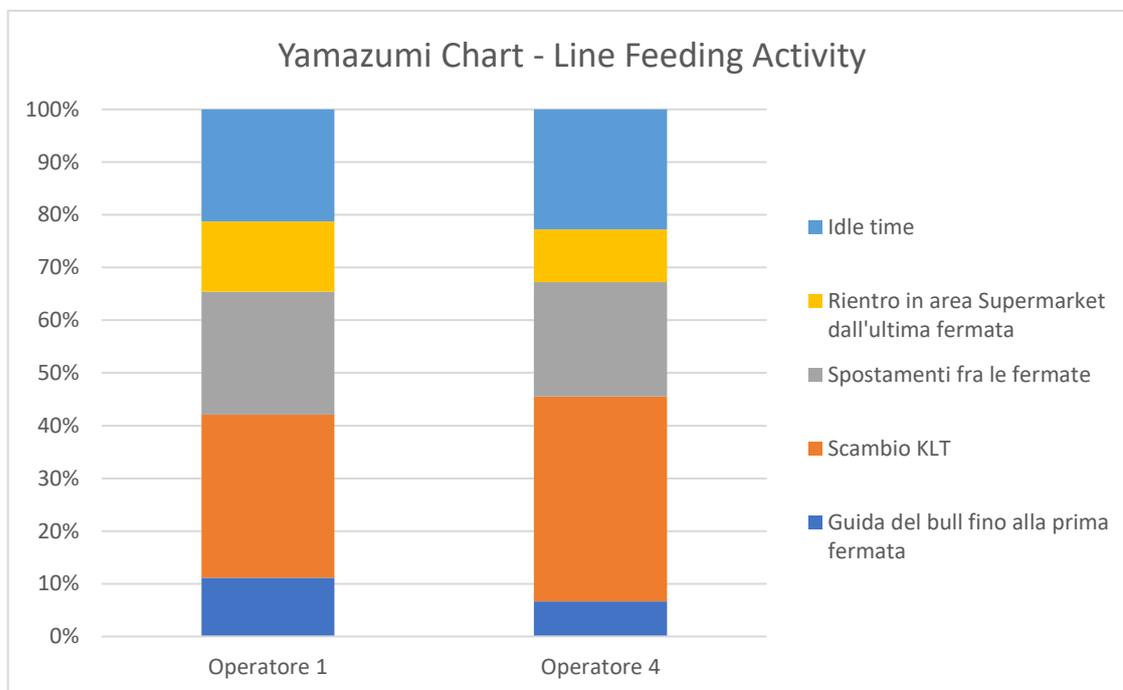
Si valuta di assegnare all'operatore addetto alla linea 1 la consegna dei materiali presso le *workstations* poste in direzione del percorso già effettuato dall'operatore. Le restanti si assegnano all'operatore 4.

L'operatore 6 ha in carico la consegna di una quantità media di 240 *KLT* al giorno, le quali corrispondono ad una media di 48 *KLT* ogni novanta minuti. Quest'ultime sono trasportate mediante l'utilizzo di due carrelli.

All'operatore 1, si assegna un quantitativo medio di *KLT* pari a 20. All'operatore 4 si assegnano le restanti 28 *KLT*.

Note le distanze da percorrere, al fine di consegnare l'ulteriore quantitativo di *KLT*, è possibile determinare il carico di lavoro di ciascun operatore.

Di seguito, si riportano gli *Yamazumi Chart* degli operatori 4 e 7.



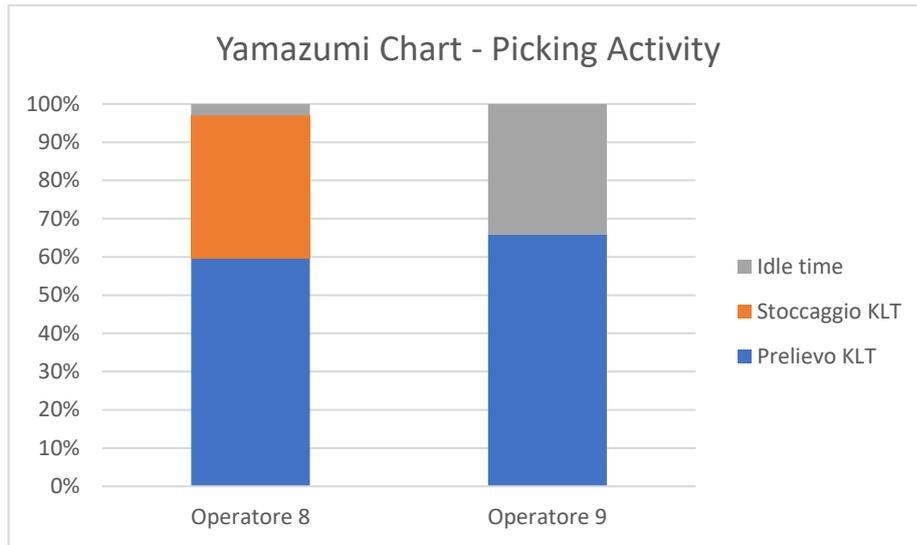
86 – Yamazumi Chart Line Feeding

Gli operatori addetti al trasporto in linea presentano una percentuale di *idle time* non trascurabile. Si valuta di suddividere fra essi, e gli operatori addetti al *picking*, l'attività assegnata all'operatore 3. Quest'ultimo si occupa del *replenishment* del *supermarket*, con la collaborazione di un operatore addetto al *decanting*.

Secondo il *benchmark* legato alla tipologia di magazzino implementata, si conosce il possibile quantitativo di *KLT* movimentabile in un'ora, pari a 85 *KLT*.

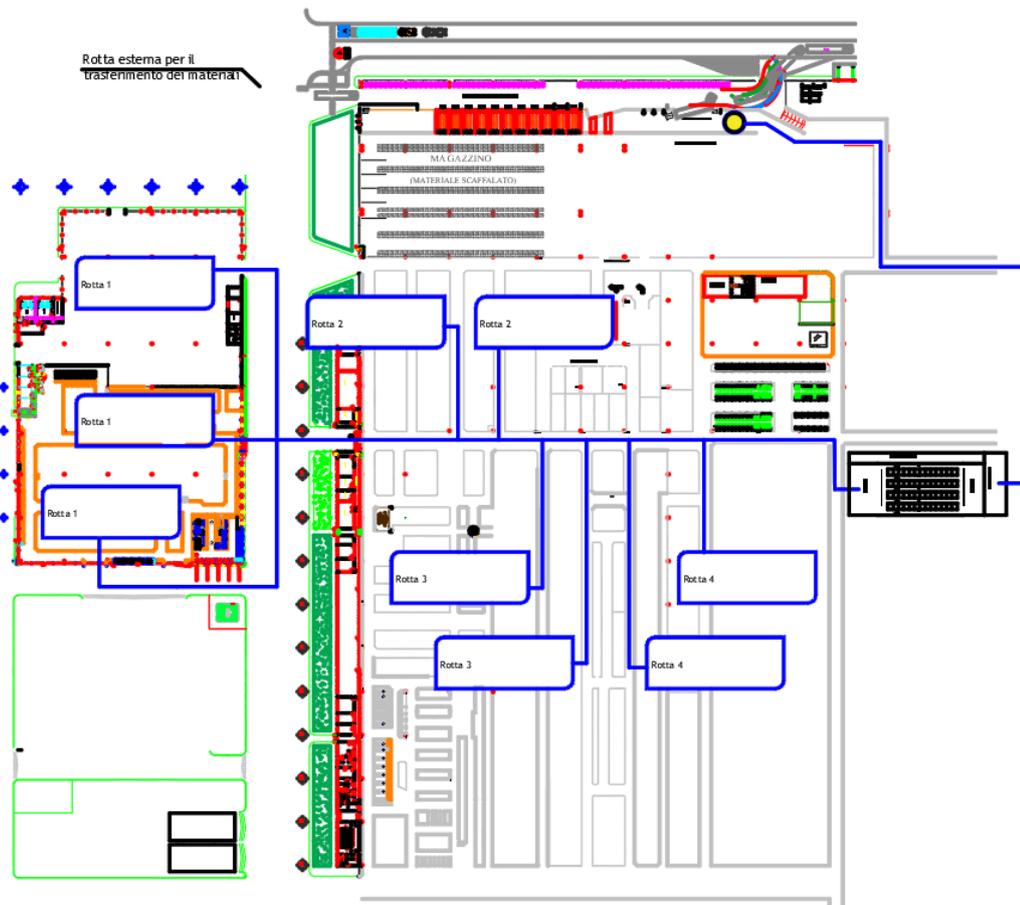
Il carico di lavoro dell'operatore 3 viene suddiviso fra i due operatori addetti al *picking*, e l'operatore 7.

Di seguito si riporta il carico di lavoro degli addetti all'operazione di *picking*.



86 – Yamazumi Chart Picking

Di seguito, si riporta la piantina dello stabilimento con l'indicazione delle rotte.



87 – Piantina fabbricato con supermarket verticale

5.4.3 Running cost

L'analisi dei *running cost* ci porta a definire il costo totale per lo svolgimento delle suddette attività. Si ricordi che i costi sono dati da due contributi, ovvero *Labour* ed *Equipment*.

Per determinare il costo dovuto al *Labour*, si valutano gli *FTE* impiegati per lo svolgimento delle attività. Per essi la situazione risulta essere invariata rispetto al caso iniziale.

| ATTIVITA' | N° OPERATORI | FTE | COSTO ANNUALE |
|---------------|--------------|-----|---------------|
| Decanting | 2 | 2 | 90.000 € |
| Replenishment | 1 | 1 | 45.000 € |
| Picking | 2 | 2 | 90.000 € |
| Line feeding | 2 | 2 | 90.000 € |

Il costo totale dovuto al *labour* sarà dato dalla somma dei costi delle singole attività.

$$C_{tot-lab} = C_{dec} + C_{wh} + C_{pick} + C_{lf} = 315.000 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

Il fattore *Equipment* è rappresentato dai mezzi utilizzati per realizzare le attività precedentemente descritte. Si sono impiegati, come affermato in precedenza, quattro *Bull*, uno per ogni tratta di rifornimento, un carrello a forche, per realizzare il trasferimento delle scatole di materiale dalla pedana verso zona interscambio, e due carrelli trilaterali, per la gestione del *supermarket*. Questi mezzi non sono di proprietà diretta di CNH Industrial, bensì a noleggio. È, dunque, possibile ricavare anche per questo fattore una tariffa riferita ad un'unità di tempo.

| MEZZO | COSTO UNITARIO ANNUO | QUANTITA' | COSTO TOTALE ANNUO |
|-------------|----------------------|-----------|--------------------|
| Bull | 7.200 € | 2 | 14.400 € |
| Trilaterale | 8.200 € | 3 | 24.600 € |
| Forklift | 9.000 € | 1 | 9.000 € |

È possibile determinare il costo totale dovuto all'*equipment* come somma delle singole componenti.

$$C_{tot-eq} = C_{bull} + C_{fork} + C_{Tri} = 48.000 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

Noti i costi dovuti al *labour* ed all'*equipment*, è possibile calcolare il costo totale logistico legato a queste attività, e su cui si vuole agire al fine di ridurlo.

$$C_{tot} = C_{tot-lab} + C_{tot-eq} = 363.000 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

Considerati i *running cost* della situazione attuale pari a 369.000 €, si può osservare come questa opzione ci permetta di ottenere un *saving* pari a 58.200 €.

5.4.4 Analisi degli Investimenti

Di seguito, si riporta l'analisi degli investimenti associata all'opzione in esame.

| Voce | Tipo | Valore (€) |
|--------------------------|-------|------------|
| Sistemare pavimentazione | Capex | 30.000 € |
| Acquisto vani | Capex | 81.000 € |
| Riorganizzare vani | Opex | 4.000 € |
| Trasferire materiale | Opex | 6.000 € |

Il totale degli investimenti ammonta a 120.000 €, a fronte di un *saving* pari a 58.200 €.

Il calcolo di un *Payback* semplice porta ad un tempo di recupero pari a 2,1 anni.

5.5 Soluzione 3

Nella soluzione 3 si ricerca principalmente la riduzione del tempo di *picking* e di *replenishment* cercando di mantenere costanti i tempi legati alle altre due operazioni.

5.5.1 Supermarket

Si valuta l'installazione di un *supermarket* automatico. Questa tipologia di *supermarket* permette di ridurre al minimo l'intervento dell'operatore, principalmente nelle operazioni di *replenishment* e *picking*.

Esistono principalmente due tipologie di *supermarket* automatico.

La prima prevede una struttura composta da più file, e ciascuna di esse è servita da un trasloelevatore. Quest'ultimo compie operazioni sia di stoccaggio che di prelievo. La quantità di cassette movimentata da un singolo shuttle, ogni singolo viaggio, è pari ad 1.

La seconda prevede una struttura composta da più file, e ciascuna fila è servita da più di un trasloelevatore. Di quest'ultimi, si impiega un numero pari al numero di livelli in altezza, sui quali si sviluppa lo scaffale. Questa caratteristica permette di movimentare un numero di *KLT* maggiore di uno per viaggio.

Generalmente, l'asservimento delle *KLT* al punto di prelievo del trasloelevatore, è effettuato mediante l'impiego di una rulliera.

Su queste scaffalature, non si ha una assegnazione univoca alle postazioni. L'unità di governo impiega un sistema a posti condivisi, e provvede a stoccare la *KLT* nella prima posizione libera. Questi *supermarket* sono caratterizzati dalla richiesta di un alto grado di precisione strutturale, quantificabile all'ordine del millimetro.

La progettazione di un *supermarket* automatico, è sempre affidata alla ditta che si occupa dell'installazione. Ad essa, si forniscono i dati funzionali alla progettazione, quali la quantità di *KLT* a stock ed il quantitativo di *KLT* movimentate ogni giorno.

Il criterio di progettazione di queste strutture è genericamente volto a ridurre il numero di *shuttle* da impiegare, a fronte del livello di prestazione richiesto, nell'ordine dei *bin/h*.

Considerato la potenzialità di movimentazione di un trasloelevatore, secondo *benchmark*, compresa fra le 140 e le 180 *KLT* orarie, risulta la necessità di impiegare almeno due *shuttle* per le operazioni giornaliere di stoccaggio e di prelievo, alle quali è associata una quantità media totale di 1600 *bin/giorno*. Ne risulterà, dunque, un *layout* articolato in due corridoi e 4 file di scaffali. Il quantitativo di *KLT* da allocare è pari a quello considerato nella **Soluzione 2**.

È possibile eseguire un calcolo analitico per determinare il tempo necessario al trasloelevatore a movimentare una singola *KLT*. Si considerano due corridoi, per ognuno di essi vi sono due

scaffalature ed un trasloelevatore dedicato. La posizione di partenza del trasloelevatore è considerata nel vertice in basso a sinistra nella scaffalatura.

Si parte dalla valutazione delle dimensioni geometriche della scaffalatura. In linea generale, nel caso di utilizzo di un sistema completamente automatizzato, come il traslo elevatore, si preferisce realizzare due corridoi simmetrici in termini di materiale stoccato. L'obiettivo è quello di garantire la continuità nelle operazioni di prelievo, anche nel caso in cui avvenga un guasto ad uno dei due macchinari.

Si raggruppano i materiali diretti alle rotte 1 e 3 su una singola scaffalatura, e si realizza la medesima operazione con quelli diretti alle rotte 2 e 4. Si realizzano, dunque, due corridoi con scaffalature che contengono le medesime quantità di materiale.

Il tipo di vano impiegato per questa tipologia di magazzino, dipende dal fornitore. Si ipotizza, dunque, di avere vani di ampiezza di 1,75 m, in modo tale che, data la lunghezza media di una singola *KLT* pari a 0,35 m, sia possibile stoccare 5 file per ciascun vano. Ogni fila è a doppia profondità. Si considera di sviluppare il sistema su 16 livelli.

Di seguito si riporta la stima delle dimensioni del *supermarket* automatico.

| Scaffalatura | 1 e 3 | 2 e 4 |
|------------------------|-------|-------|
| KLT HR | 1060 | 1013 |
| KLT LR | 533 | 577 |
| File HR | 530 | 507 |
| File LR | 267 | 254 |
| Vani HR | 106 | 102 |
| Vani LR | 54 | 51 |
| Totale vani | 160 | 153 |
| Vani per modulo | 16 | 16 |
| Moduli | 10 | 10 |

Da tali valori, è possibile ricavare le dimensioni della scaffalatura.

| | |
|----------------------|------|
| Lunghezza (m) | 17,5 |
| Altezza (m) | 7,75 |

Sono note, dunque, le dimensioni in altezza ed in lunghezza della scaffalatura. Considerati dei valori medi di velocità del trasloelevatore lungo la direzione orizzontale e verticale, rispettivamente, pari a 2 m/s e 0,3 m/s, è possibile trasferire la scaffalatura nel dominio del tempo.

Il tempo medio di accesso ad una singola *KLT*, in caso di situazione di equi probabilità, è il risultato della media pesata dei tempi necessari ad accedere ai punti medi delle singole zone, nelle quali si è suddivisa la scaffalatura. Dato che il trasloelevatore è in grado di muoversi contemporaneamente lungo le due direzioni, si considera quale tempo necessario per raggiungere il punto medio di una singola zona, il maggiore dei due contributi temporali fra quello orizzontale e quello verticale. Al tempo medio di accesso si sommano dei contributi fissi di tempo, dovuti ad operazioni accessorie, ad esempio il tempo dell'effettivo prelievo fisico della *KLT*.

Note le dimensioni delle due aree, si calcola il tempo medio necessario ad accedere ai rispettivi punti medi. Definito il tempo medio per ciascuna area, è possibile ricavare il tempo necessario ad accedere ad una singola *KLT* mediando i due tempi medi, e considerando un peso da assegnare a ciascuno dei due tempi.

Si conosce il quantitativo di *KLT* movimentate giornalmente, ed il quantitativo associato a ciascuna delle due categorie. Si ha, difatti, che 640 *bin* su 800 *bin* movimentati giornalmente appartengono alla categoria degli *HR/MR*, mentre i restanti 160 *bin* appartengono alla categoria degli *LR*. È possibile, quindi, mediare i tempi medi di accesso alle singole aree in base a quante *KLT* di quella singola area sono movimentate ogni giorno.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per ogni fila considerata, e per ogni corridoio. Nel determinare le dimensioni si sono considerati due casi. Il primo prevede di considerare il grado di saturazione dei moduli, definito come il rapporto fra i moduli necessari e quelli totali, pari ad 1, mentre nel secondo si è calcolato il rapporto e valutata la lunghezza effettiva.

| | | Corridoio 1 | |
|-----------------|--|-------------|----------|
| | | Fila 1-3 | Fila 2-4 |
| Equiprobabilità | Lunghezza (m) | 17,5 | 17,5 |
| | Altezza (m) | 7,75 | 7,75 |
| | Velocità traslazione (m/s) | 1,9 | 1,9 |
| | Velocità sollevamento (m/s) | 0,3 | 0,3 |
| | Tempo fisso (s) | 5 | 5 |
| | Tempo percorso orizzontale (s) | 8,7 | 8,7 |
| | Tempo percorso verticale (s) | 25,8 | 25,8 |
| | Tempo medio di accesso (s) | 10,8 | 10,8 |
| | Tempo medio per movimentazione singola KLT (s) | 29,9 | 29,9 |
| | Area totale (s ²) | 237,9 | 237,9 |
| Zone dedicate | % File AR/MR su File totali | 66,5 | 66,5 |
| | Area AR/MR (s ²) | 158,2 | 158,5 |
| | Altezza area rettangolare AR/MR (s) | 17,2 | 17,2 |
| | Tempo medio AR/MR (s) | 7,6 | 7,6 |
| | % File LR su File totali | 33,5 | 33,4 |
| | Area BR (s ²) | 79,7 | 79,4 |
| | Altezza area rettangolare LR (s) | 8,7 | 8,6 |
| | Tempo medio LR (s) | 18,2 | 18,2 |
| | Tempo medio complessivo di accesso (s) | 9,7 | 9,7 |
| | Tempo totale per movimentazione KLT (s) | 24,3 | 24,4 |
| | Tempo totale per movimentazione KLT da parte di un trasloelevatore (s) | 24,4 | |

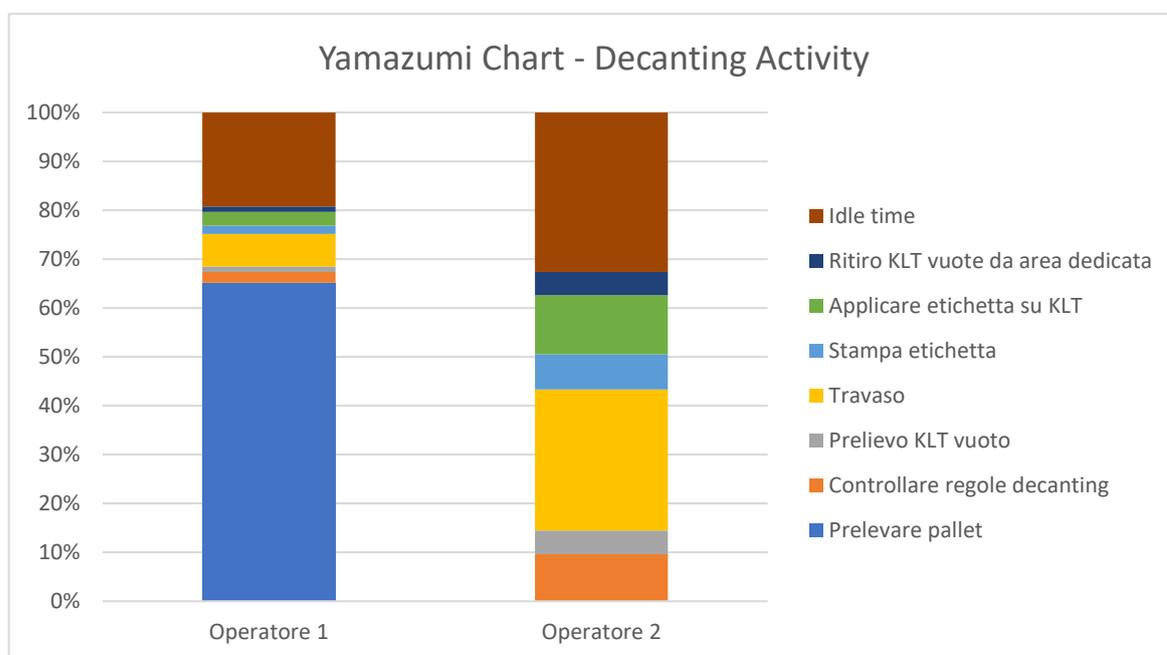
5.5.2 Processi logistici

L'impiego di un *supermarket* automatizzato comporta una variazione del flusso attualmente impiegato per la gestione dei materiali a *kanban*, in quanto si rende necessario massimizzare l'investimento effettuato per l'installazione della nuova struttura. Di conseguenza, come visto per la **Soluzione 2**, si adotta un flusso di tipo *push*, volto alla gestione dell'*overstock* all'interno del *supermarket*.

5.5.2.1 Decanting

L'operazione di *decanting*, in questo caso, prevede il prelievo di materiale dal molo di ricevimento ed il travaso dei materiali dalle scatole di cartone in *KLT* da portare in linea. In una prima fase di attrezzaggio del magazzino, vi sarà un *decanting* massivo al fine di riempire il quantitativo di *KLT* da stoccare. Una volta giunti in condizioni di regime, le quantità di *KLT* movimentate fra in ed out, in media, durante un giorno, potranno essere assunte identiche.

Le attività che compongono l'operazione di *decanting*, possono essere considerate le medesime della **Soluzione 2**, a meno dell'azione di preparazione dei carrelli, in quanto il collegamento fra il *supermarket* e l'area di *decanting*, in questa tipologia, è garantito dall'impiego di una rulliera. Il carico di lavoro degli operatori è riportato di seguito.



89 – Yamazumi Chart Decanting

Ne risulta che il carico di lavoro dei due operatori addetti al processo di *decanting*, si alleggerisca rispetto alla situazione precedente. Le percentuali di *idle time* in questo caso, sono decisamente elevate rispetto ai casi precedenti.

5.5.2.2 *Replenishment*

L'operazione di *replenishment* del *supermarket* è completamente resa automatica dall'utilizzo di una rulliera e dal trasloelevatore. La rulliera permette di convogliare i materiali direttamente dall'area *decanting* al punto di prelievo del trasloelevatore. Quest'ultimo riconosce il *P/n* contenuto nella *KLT*, e le dimensioni di quest'ultima, mediante la lettura di un *barcode*.

La quantità di *KLT* movimentabili da un singolo *shuttle* nell'unità di tempo può essere considerata con due alternative, come per gli altri casi. La prima prevede l'utilizzo di un *benchmark*, mentre la seconda prevede l'utilizzo di un metodo analitico.

5.5.2.3 *Picking*

L'operazione di *picking*, al pari dell'operazione di *replenishment*, in questa situazione, viene semplificata ed alleggerita dalla presenza del trasloelevatore. Al seguito del prelievo, le *KLT* vengono poste dallo *shuttle* lungo una rulliera, da cui l'operatore potrà realizzare i carrelli da portare in linea. Per i tempi, valgono le medesime considerazioni effettuate per il processo di *replenishment*.

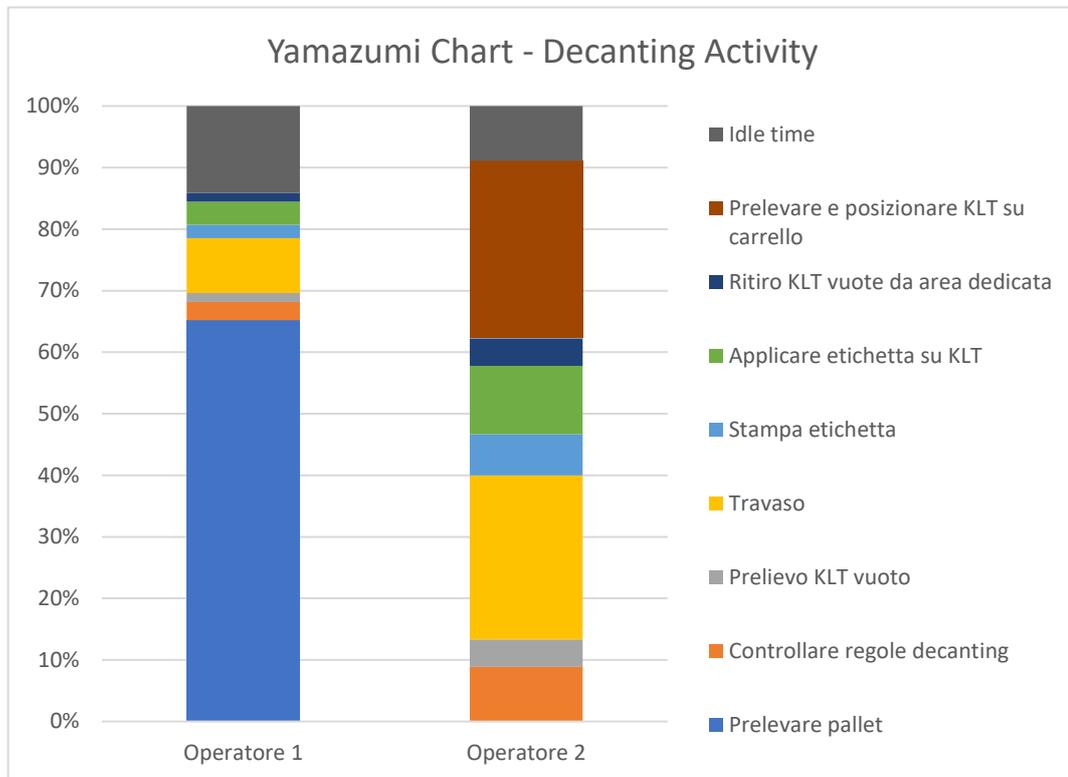
5.5.2.4 *Line Feeding*

L'operazione di *line feeding* vede l'aggiunta, rispetto al caso precedente, del tempo necessario a prelevare ed organizzare le *KLT* da riporre sui carrelli da trasportare in linea. Si riprende dalla situazione presentata al termine della **Soluzione 2**.

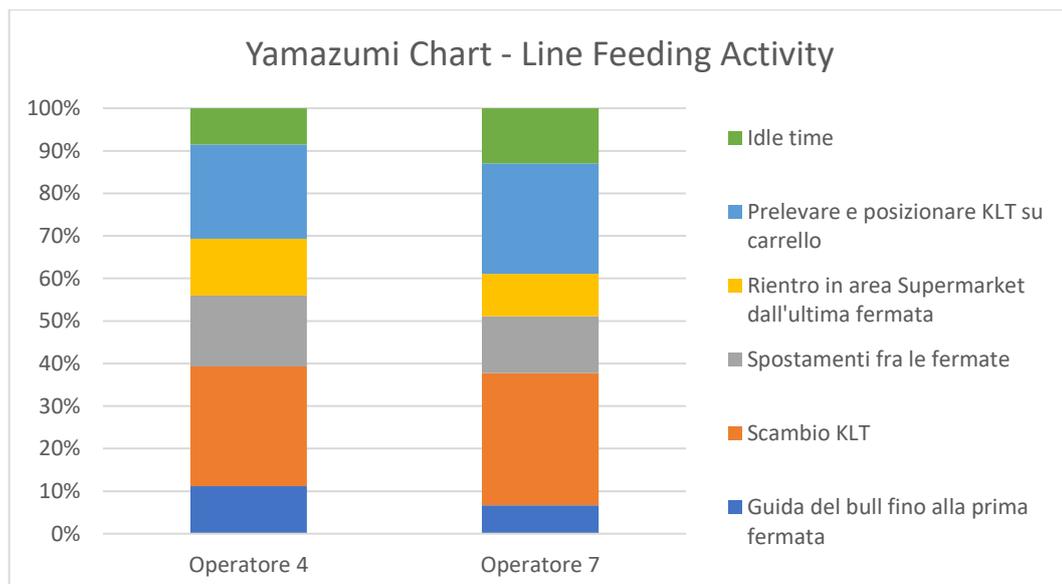
Considerato il tempo necessario a riporre le *KLT* sul carrello, pari a quello valutato nella situazione attuale, ed il tempo necessario a movimentare le *KLT* secondo il *benchmark* considerato, si ricava che l'operazione di prelievo e posizionamento delle *KLT* su carrello, richiede un tempo pari a 26 secondi per *KLT*. Dato quest'ultimo valore, ed il numero di *KLT* giornalmente trasportate in linea da ciascun operatore, si richiede un tempo agli operatori superiore all'*idle time* ricavato nella soluzione precedente.

È necessario suddividere il lavoro di preparazione dei carrelli con gli operatori addetti al *decanting*, in modo tale da permette agli operatori addetti al *line feeding* di riuscire a compiere le loro operazioni quotidiane.

Considerando di assegnare all'operatore 1 il compito di preparare un numero di carrelli pari ad 1 per giro per ogni rotta, dunque, di movimentare un totale di 300 KLT, si ottengono i seguenti Yamazumi Chart degli operatori addetti al *decanting* ed al *line feeding*.



90 – Yamazumi Chart Decanting



91 – Yamazumi Chart Line Feeding

5.5.3 Running Cost

L'analisi dei *running cost* ci porta a definire il costo totale per lo svolgimento delle suddette attività. Si ricordi che i costi sono dati da due contributi, ovvero *Labour* ed *Equipment*.

Per determinare il costo dovuto al *Labour*, si valutano gli *FTE* impiegati per lo svolgimento delle attività. Per essi la situazione risulta essere invariata rispetto al caso iniziale.

| ATTIVITA' | N° OPERATORI | FTE | COSTO ANNUALE |
|---------------|--------------|-----|---------------|
| Decanting | 2 | 2 | 90.000 € |
| Replenishment | 0 | 0 | 0 € |
| Picking | 0 | 0 | 0 € |
| Line feeding | 2 | 2 | 90.000 € |

Il costo totale dovuto al *labour* sarà dato dalla somma dei costi delle singole attività.

$$C_{tot-tab} = C_{dec} + C_{rep} + C_{pick} + C_{lf} = 180.000 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

Il fattore *Equipment* è rappresentato dai mezzi utilizzati per realizzare le attività precedentemente descritte. Si sono impiegati, come affermato in precedenza, quattro *Bull*, uno per ogni tratta di rifornimento, un carrello a forche, per realizzare il trasferimento delle scatole di materiale dalla pedana verso zona interscambio, e due carrelli trilaterali, per la gestione del *supermarket*. Questi mezzi non sono di proprietà diretta di CNH Industrial, bensì a noleggio. È, dunque, possibile ricavare anche per questo fattore una tariffa riferita ad un'unità di tempo.

| MEZZO | COSTO UNITARIO ANNUO | QUANTITA' | COSTO TOTALE ANNUO |
|-------------|----------------------|-----------|--------------------|
| Bull | 7.200 € | 2 | 14.400 € |
| Trilaterale | 8.200 € | 0 | 0 € |
| Forklift | 9.000 € | 1 | 9.000 € |

È possibile determinare il costo totale dovuto all'*equipment* come somma delle singole componenti.

$$C_{tot-eq} = C_{bull} + C_{fork} + C_{Tri} = 23.400 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

Noti i costi dovuti al *labour* ed all'*equipment*, è possibile calcolare il costo totale logistico legato a queste attività, e su cui si vuole agire al fine di ridurlo.

$$C_{tot} = C_{tot-lab} + C_{tot-eq} = 203.400 \frac{\text{€}}{\text{anno}}$$

Considerati i *running cost* della situazione attuale pari a 369.000 €, si può osservare come questa opzione ci permetta di ottenere un *saving* pari a 217.800 €.

5.5.4 Analisi degli investimenti

| Voce | Tipo | Valore (€) |
|---|-------|------------|
| Installazione Supermarket automatico e rulliera per feeding e picking | Capex | 589.000 |
| Trasferimento materiale | Opex | 15.000 |

La prima voce di investimento, in assenza di preventivi da parte di aziende, è stata stimata in base ai costi sostenuti da *plant* che hanno adottato situazioni analoghe di gestione dei *kanban*.

La seconda voce considera il costo sostenuto dallo stabilimento per trasferire sia il materiale attualmente presente in area *supermarket* che quello stoccato nei *pallet* presenti in magazzino.

Dato il *saving* che si è riusciti ad ottenere, ed il valore totale degli investimenti da realizzare, si ottiene un valore di *PBP* semplice, pari a 2,8 anni.

5.6 Outsourcing

5.6.1 Introduzione

L'outsourcing logistico è una scelta strategica che comporta la valutazione dei vantaggi e dei rischi legati all'esternalizzazione di un fattore ormai riconosciuto come critico per il successo

in un mercato spesso saturo, livellato dal punto di vista della qualità del prodotto ed estremamente aggressivo sul fronte dei prezzi.

L'outsourcing della distribuzione fisica (o di una parte di essa) non deve essere considerato un semplice atto di acquisto di servizi logistici, ma deve essere vissuto come una scelta strategica che ha delle importanti ricadute sui costi operativi e sul livello di servizio erogato al cliente.

Il successo dipende dalle specifiche peculiarità aziendali, dall'accuratezza del progetto di outsourcing e da come viene condotto il tender di fornitura.

I vantaggi dell'outsourcing sono in generale una maggiore flessibilità operativa, miglior servizio al cliente e riduzione costi.

Lo svantaggio maggiore è una certa perdita del controllo sulla situazione, rimediabile però con un buon contratto e la definizione di un corretto insieme di KPI. Trasformando costi fissi in costi variabili (o semi-variabili), è possibile recuperare risorse finanziarie (nel caso eventuale di cessioni di infrastrutture), ridurre i costi del personale e ridurre i costi di stoccaggio e trasporto, potendo i fornitori raggiungere economie di scala nelle infrastrutture e una maggior saturazione nei mezzi.

L'outsourcing della distribuzione fisica può riguardare:

- il trasporto
- il magazzino (housing e handling)
- le attività di manovalanza in magazzino (cioè gli asset sono dell'azienda e viene terziarizzata, prevalentemente ad una cooperativa, solo la parte riguardante le risorse umane coinvolte)
- tutto il processo di distribuzione fisica delle merci (housing, handling e trasporti)

Secondo una ricerca condotta dall'HIDC (Holland International Distribution Council) i vantaggi derivanti dalla terziarizzazione delle attività logistiche sono: la riduzione dei costi operativi totali, il miglior utilizzo degli stock a magazzino e, in generale, una migliore competizione sul mercato. Ma il vantaggio di gran lunga più ricercato in progetti di questo genere è l'assenza di capitali investiti in immobili, impianti, strutture e personale. In questo modo si rende un costo fisso, quale normalmente è la logistica di magazzino, un costo in certa misura variabile (le tariffe sono proporzionali alle attività all'interno di una forbice di variazione dei flussi e delle giacenze).

I principali attori del mercato sono due:

- 3PL - operatori ai quali un'impresa può affidare tutte o parte delle proprie attività logistiche, in quanto essi sono in grado di gestire tendenzialmente l'intera gamma delle attività logistiche, dalle attività di trasporto alle attività di stoccaggio, fino all'assistenza clienti e alla gestione dei resi
- 4PL - operatori che, in aggiunta alle attività che vengono tipicamente terziarizzate a un 3PL, svolgono attività supplementari (amministrative, di controllo, finanziarie, etc.) connesse alla logistica o collaterali ad essa, relativamente alle quali un'impresa non ha competenze, possibilità o volontà di svolgerle al proprio interno

5.6.2 Applicazione al caso in esame

Nel caso in esame si è presa in considerazione la possibilità di affidare ad un operatore logistico esterno, un *3PL*, il compito di gestire il sistema dei materiali a *kanban*. Si sono prese in considerazione due differenti ipotesi:

- Affidare la gestione del processo che va dal travaso fino al trasporto in linea ad un *3PL* che realizza il processo in una sua *facility*. La gestione del materiale a *stock* è anch'essa a carico del *3PL*;
- Affidare la gestione del processo logistico ad un *3PL* che esegue le operazioni all'interno del perimetro dello stabilimento in esame;

La prima opzione prevede l'individuazione di un operatore con una *facility* posta nelle vicinanze dello stabilimento. Difatti, è necessario che il *3PL* sia in grado di rispondere alle richieste della linea, le quali, come affermato in precedenza, sono, in media, quantificate pari ad 800 *KLT* al giorno, ed inoltre, sia in grado di avere una certa flessibilità nel caso in cui ci fossero delle variazioni nelle richieste da parte della linea.

Nel caso in cui si adotti tale soluzione, generalmente, la tariffa viene quantificata nell'ordine delle *KLT* richieste e consegnate in linea. Il costo di tale servizio è stimato da dati storici, in un valore prossimo ai 0,50 €/KLT. Si consideri che il numero medio di *KLT* movimentato in un giorno pari a 800 *KLT*, ed il numero di giorni di lavoro in un anno pari a 220 (6 giorni a settimana).

Di seguito si riportano i valori legati all'investimento della prima soluzione.

| Voce | Valore (€) |
|----------------------------|------------|
| Servizio 3PL | 115.200 |
| Saving su FTE ed Equipment | 369.000 |

Come si può osservare, è indubbiamente una soluzione economicamente conveniente. Il problema risiede nel trovare un *3PL* affidabile, ad una distanza dallo stabilimento percorribile in un tempo inferiore ai 30 minuti. Quest'ultimo fattore è cruciale, in quanto un eventuale ritardo dovuto ad un possibile imprevisto, come un elevato tasso di traffico, porterebbe la linea ad una possibile situazione di rottura dello *stock*.

Da un'analisi di mercato effettuata, non si è trovato un fornitore affidabile locato nei pressi dello stabilimento, dunque, tale soluzione è stata accantonata.

La seconda opzione prevede di affidare, ad un *3PL*, la gestione del flusso dei materiali all'interno del proprio stabilimento. In questa tipologia di soluzione, l'operatore esterno fornisce il proprio *know how* nella gestione del flusso, rispondendo alle richieste del cliente in termini di quantità di *KLT* consegnate, mediante l'impiego di proprio personale e proprio *equipment*. Le *performance* dell'operatore vengono monitorate mediante *KPI*, generalmente, descritti nel capitolato del servizio.

Nel valutare il ricorso ad un *3PL* all'interno del perimetro aziendale, è possibile valutare, in prima battuta, il costo del servizio considerando un costo medio per ora, al cui interno sono considerate le voci relative al *labour* ed all'*equipment*. Considerato un costo orario medio compreso fra i 22 € ed i 25 €, ad *FTE*, per il servizio, all'interno del quale sono compresi sia il costo del *labour* che dell'*equipment*, e noto il tempo per il quale si necessita il servizio, è possibile determinare l'ammontare dell'investimento.

Si suppone di applicare tale investimento, nella situazione ritenuta più conveniente fra le 3 presentate in precedenza.

L'operatore preso in considerazione ha presentato un preventivo, per svolgere le operazioni, pari a 319.000 €, comprensivo di costi per gli *FTE* e l'*equipment*.

Di seguito, si riporta l'analisi degli investimenti della **Soluzione 2**, nel caso in cui si affidi ad un fornitore esterno la gestione dei materiali a *kanban*.

| | |
|----------------------------|---------|
| Running Cost (€) | 319.000 |
| Savings (€) | 102.200 |
| Investimenti (€) | 150.000 |
| PBP semplice (anni) | 1,2 |

All'interno della voce "Investimenti" si è considerato il costo da sostenere per recintare la zona di lavoro, in quanto, in queste situazioni, è necessario effettuare una suddivisione fisica fra le zone di lavoro delle due aziende.

6 Conclusioni e sviluppi futuri

Si sono analizzate tre differenti scenari, ciascuno caratterizzato da una tipologia di *supermarket*, e ciascuno caratterizzato sia dai costi associati all'implementazione sia dai possibili *savings* derivanti dalla nuova situazione.

La prima soluzione, seppur caratterizzata da un costo di realizzazione, esclusivamente del *supermarket*, più contenuto rispetto alle altre due soluzioni, è risultata economicamente sconveniente rispetto alla seconda soluzione. Difatti, le spese necessarie alla sistemazione della tensostruttura esterna hanno comportato un elevato incremento dei costi di installazione.

La seconda soluzione è caratterizzata da un costo di installazione del singolo *supermarket* superiore rispetto alla prima. Questa struttura, anche per il forte sviluppo verticale, richiede che il realizzo avvenga con un alto grado di precisione, al fine di evitare l'insorgere di problemi strutturali, legati alla stabilità. Le buone condizioni del pavimento hanno permesso di mantenere relativamente contenuti i costi di sistemazione della pavimentazione e di livellamento della stessa, i quali, generalmente, portano ad un forte incremento nel costo di installazione di queste strutture.

La terza soluzione è caratterizzata da un costo di investimento decisamente elevato. Essa è maggiormente indicata per situazioni nelle quali si ha un volume di *KLT* movimentate per unità di tempo di gran lunga superiore rispetto al caso in esame, ad esempio circa 400 *KLT/h*. In tale caso, si realizzano *savings* maggiormente sostanziosi, in grado di ridurre il tempo necessario a far rientrare il capitale.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva, con indicate le principali voci per ciascuno scenario.

| Scenario | Investimento (€) | Savings (€) | PBP (anno) |
|--|------------------|-------------|------------|
| Soluzione 1 | 152.700 | 61.200 | 2,5 |
| Soluzione 2 | 120.000 | 51.200 | 2,1 |
| Soluzione 3 | 604.000 | 217.800 | 2,8 |
| Processo interno con operatori esterni | 150.000 | 102.200 | 1,2 |

In definitiva, si è optato per l'ultimo scenario presentato, data la maggiore convenienza economica. L'operatore esterno, in quanto fa della logistica la propria *core competence*, possiede le capacità per ottimizzare ulteriormente il processo ed abbattere il costo da sostenere per implementare quest'ultimo.

Gli sviluppi futuri sono principalmente legati all'integrazione dei fornitori all'interno del programma *WCM*. Un fornitore completamente integrato permetterebbe di eliminare le attività di *decanting* e *replenishment*, in quanto i materiali consegnati sarebbero direttamente posizionati all'interno delle *KLT* da trasportare in linea.

Eventuali macchinari per automatizzare le attività di *decanting* sono principalmente indicati nel caso in cui si trattino quantità di *KLT* giornaliere maggiori di quelle considerate, e, inoltre, sono maggiormente consigliati per il travaso dei materiali di classe C, non B.1.

7 Bibliografia

- CNH Industrial Italia S.p.a, (2009), Book of Knowledge - Logistics and Customer Service documentazione interna aziendale
- Ketter S. e Massone L. (2007), I pilastri tecnici del WCM, FCA Group, documentazione interna aziendale
- De Felice F., Petrillo A. e Monfreda S., (2013), “Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry”, Schiraldi M.M (Ed.), Operations Management, InTech, pp 1-30.
- Autonomous Maintenance [Internet]. Lean Manufacturing Tools. 2018. Disponibile al sito: <http://leanmanufacturingtools.org/438/autonomousmaintenance/>
- Total Quality Management (TQM): What is TQM? | ASQ [Internet]. Asq.org. 2018. Disponibile al sito: <http://asq.org/learn-aboutquality/total-quality-management/overview/overview.html>
- Lean manufacturing o Produzione snella [Internet]. Qualitiamo.com. 2018. Disponibile al sito: <http://qualitiamo.com/leanmanufacturing/leanmanufacturingportale.html>
- JIT - JUST IN TIME - Logistica Efficiente - Il portale della Supply Chain [Internet]. Logisticaefficiente.it. 2018. Disponibile al sito: <https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/supply-chain/just-in-time.html>
- World Class Manufacturing [Internet]. Qualitiamo.com. 2018. Disponibile al sito: http://www.qualitiamo.com/articoli/world_class_manufacturing.html
- Outsourcing: quando affidarsi alla logistica conto terzi | Logisticamente http://www.logisticamente.it/Articoli/9988/Outsourcing_quando_affidarsi_alla_logistica_conto_terzi/