



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali
Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea

RE-LAYOUT DI UN PLANT PRODUTTIVO IN OTTICA LEAN MANUFACTURING. IL CASO FITT S.p.a.

Relatore

Ch. mo Prof. Roberto Panizzolo

Laureando

Giuseppe Castellan

Correlatore

Sig. Giulio Bergamo

Anno Accademico 2022-2023

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare il professore Roberto Panizzolo, relatore di questa tesi di laurea, che con la sua competenza e dedizione per l'insegnamento ha saputo trasmettermi la passione per il Lean Thinking, portandomi ad intraprendere questo percorso.

Un ringraziamento va all'azienda FITT S.p.a., per la fiducia riposta e per avermi accolto come studente, facendomi sempre sentire parte integrante del progetto.

In particolare, vorrei ringraziare Giulio per avermi aiutato nell'elaborazione di questo lavoro e per essere stato un riferimento sempre presente, che grazie ai suoi consigli e alla sua pazienza ha saputo trasmettermi la passione per il miglioramento continuo.

Grazie a Lorenzo per il costante supporto e per avermi trasmesso numerose conoscenze tecniche.

Grazie a miei genitori, Paola ed Ezio, per la pazienza portata in questi anni e per non aver mai smesso di credere in me. Non mi avete mai fatto mancare il vostro supporto e la vostra fiducia, dandomi la forza per poter arrivare in fondo a questo percorso.

Grazie a Carlo per avermi dato i consigli giusti al momento giusto, e per le critiche costruttive che mi hanno aiutato a crescere.

Grazie a mio fratello Alberto per tutti i mucchi e le botte (in senso buono ovviamente): poter avere qualcuno con cui ridere e scherzare è stato di grande aiuto.

Grazie a Isabella, per esserci sempre e per insegnarmi ogni giorno a credere in me stesso, spingendomi oltre i miei limiti. In questi anni mi hai sempre supportato, aiutandomi a superare ogni difficoltà un passo alla volta. Poter avere qualcuno su cui contare in qualsiasi momento ci fa sentire più forti e ci dà la consapevolezza che i traguardi più belli sono quelli condivisi.

Grazie ai miei nonni per essere una fonte di saggezza: grazie nonna Antonietta per le risate e i pranzi in compagnia, grazie nonna Lucia per tutti i pasticci e i cannelloni che mi hai cucinato in questi anni, grazie nonno Angelo per avermi insegnato il valore della pazienza.

Grazie ai Galli e Procioni, nonché i miei amici, per le avventure condivise e per tutti i momenti trascorsi assieme.

Grazie a tutti i bambini e ragazzi che ho visto crescere come capo scout, per avermi insegnato a sorridere e cantare anche nelle difficoltà.

SOMMARIO

Il progetto di tesi è frutto di una collaborazione svoltasi a Sandrigo (VI) presso FITT S.p.A., un gruppo leader a livello globale nella produzione e nello sviluppo di soluzioni finalizzate al passaggio di fluidi per uso domestico, professionale ed industriale.

Per far fronte ad una domanda di mercato crescente, FITT S.p.A. ha in programma di ampliare la capacità produttiva del reparto tubi spiralati dello stabilimento di San Pietro in Gù (VI), specializzato nella produzione di tubi in PVC per applicazioni industriali e per il mondo “Pool & SPA”.

Per il raggiungimento di questo obiettivo è previsto l’inserimento di due nuove linee di estrusione che richiedono una revisione degli spazi attualmente in uso, attraverso un re-layout, interessando anche tutti gli altri reparti del plant. In questo modo FITT S.p.A. ha potuto condurre un’analisi di miglioramento ed efficientamento in ottica Lean Manufacturing, perseguendo così un duplice target.

L’ampiezza dello studio ha richiesto una solida comprensione della situazione iniziale, attraverso un’analisi AS-IS focalizzata sulla ricerca della causa origine dei problemi dello stabilimento, partendo da un’indagine svolta tramite un’osservazione diretta sul campo. Inoltre, allo scopo di avere una visuale a 360 gradi, è stata fondamentale anche una mappatura per la comprensione dei flussi di materiali interni allo stabilimento, per sviluppare una conoscenza sulle diverse fasi di lavorazioni e per mettere in luce le loro criticità.

Si è poi sviluppato un insieme di proposte di miglioramento, confrontandole successivamente attraverso alcuni KPI ritenuti importanti dall’azienda per individuare l’alternativa ottimale TO-BE.

I risultati ottenuti hanno permesso di raggiungere il duplice obiettivo preposto: è stato ricavato lo spazio necessario all’inserimento di due nuove linee di estrusione, ottenendo anche un miglioramento dei flussi di materiale totali dello stabilimento, con un efficientamento dei costi di trasformazione e di movimentazione che ha permesso di bilanciare i costi sostenuti per svolgere il re-layout.

INDICE

| | |
|---|---------------|
| INTRODUZIONE | - 1 - |
| 1. FITT S.p.A.: L'AZIENDA, I PRODOTTI E I PROCESSI | - 5 - |
| 1.1 STORIA DELL'AZIENDA | - 5 - |
| 1.2 I PRODOTTI | - 6 - |
| 1.2.1 AGRICULTURE..... | - 6 - |
| 1.2.2 BUILDING..... | - 6 - |
| 1.2.3 FOOD AND BEVERAGE..... | - 7 - |
| 1.2.4 GARDENING..... | - 8 - |
| 1.2.5 INDUSTRIAL..... | - 8 - |
| 1.2.6 INFRASTRUCTURE..... | - 9 - |
| 1.2.7 MARINE..... | - 10 - |
| 1.2.8 POOL & SPA..... | - 11 - |
| 1.2.9 VENTILATION..... | - 12 - |
| 1.3 I PROCESSI | - 13 - |
| 1.3.1 GRANULAZIONE DEL PVC..... | - 13 - |
| 1.3.2 ESTRUSIONE DEL TUBO..... | - 14 - |
| 2. LEAN THINKING: ORIGINE, PRINCIPI E STRUMENTI | - 15 - |
| 2.1 COS'È IL LEAN THINKING? | - 15 - |
| 2.2 ORIGINE DEL LEAN THINKING | - 15 - |
| 2.2.1 ARTIGIANATO..... | - 16 - |
| 2.2.2 PRODUZIONE DI MASSA..... | - 16 - |
| 2.2.3 TPS: TOYOTA PRODUCTION SYSTEM..... | - 17 - |
| 2.2.4 LEAN THINKING..... | - 18 - |
| 2.3 I 5 PRINCIPI FONDAMENTALI DEL LEAN THINKING | - 18 - |
| 2.3.1 DEFINIZIONE DEL VALORE..... | - 19 - |
| 2.3.2 IDENTIFICAZIONE DEL FLUSSO DI VALORE..... | - 20 - |
| 2.3.3 FAR SCORRERE IL FLUSSO..... | - 20 - |
| 2.3.4 IMPLEMENTARE UNA LOGICA PULL..... | - 21 - |
| 2.3.5 RICERCARE LA PERFEZIONE..... | - 21 - |
| 2.4 I SETTE SPRECHI DEL LEAN THINKING | - 22 - |
| 2.4.1 TRASPORTI..... | - 23 - |
| 2.4.2 ATTESE..... | - 23 - |
| 2.4.3 DIFETTI..... | - 24 - |
| 2.4.4 SPOSTAMENTI..... | - 24 - |
| 2.4.5 GIACENZE..... | - 24 - |
| 2.4.6 PROCESSI NON NECESSARI..... | - 25 - |
| 2.4.7 SOVRAPPRODUZIONE..... | - 25 - |
| 2.4.8 CREATIVITÀ INUTILIZZATA DEI COLLABORATORI..... | - 25 - |
| 2.4.9 LE 3 M..... | - 25 - |
| 2.5 METODOLOGIE E STRUMENTI DEL LEAN THINKING | - 26 - |
| 2.5.1 VALUE STREAM MAPPING (VSM)..... | - 26 - |
| 2.5.2 KANBAN..... | - 29 - |

| | | |
|-----------|---|---------------|
| 2.5.3 | PROCESS BLOCK MAPPING | - 30 - |
| 2.5.4 | LE 5S | - 31 - |
| 2.5.5 | SPAGHETTI CHART | - 33 - |
| 2.5.6 | HEIJUNKA | - 34 - |
| 2.5.7 | VISUAL MANAGEMENT | - 36 - |
| 2.5.8 | SMED | - 37 - |
| 2.5.9 | CICLO PDCA | - 38 - |
| 2.5.10 | LA MAPPA SIPOC | - 39 - |
| 2.5.11 | DIAGRAMMA DI ISHIKAWA | - 40 - |
| 3. | LA SITUAZIONE AS-IS | - 41 - |
| 3.1 | IL TARGET DEL PROGETTO | - 41 - |
| 3.2 | MODALITÀ DI OSSERVAZIONE | - 41 - |
| 3.3 | LO STABILIMENTO PRODUTTIVO | - 42 - |
| 3.3.1 | TERMINOLOGIA RICORRENTE | - 44 - |
| 3.3.2 | ALCUNI DATI NUMERICI | - 47 - |
| 3.3.3 | REPARTO SPIRALATO | - 48 - |
| 3.3.4 | REPARTO METALFLEX | - 50 - |
| 3.3.5 | REPARTO POLIFUSIONE | - 51 - |
| 3.3.6 | REPARTO HP | - 52 - |
| 3.3.7 | REPARTO CONFEZIONAMENTO | - 53 - |
| 3.3.8 | AREA PRODOTTI FINITI E BANCHINE DI CARICO | - 53 - |
| 3.3.9 | MAGAZZINI MATERIE PRIME E MATERIALI AUSILIARI | - 53 - |
| 3.3.10 | AREE DI ALIMENTAZIONE DELLE LINEE | - 54 - |
| 3.3.11 | POLO LOGISTICO E TENSOSTRUTTURA | - 54 - |
| 3.3.12 | SUPPLY CHAIN DELLO STABILIMENTO | - 55 - |
| 3.4 | PROBLEMATICHE E VINCOLI DEL PLANT | - 55 - |
| 3.4.1 | MATERIALE A TERRA | - 55 - |
| 3.4.2 | PROBLEMATICHE RELATIVE AL MAGAZZINO GRANULI | - 56 - |
| 3.4.3 | PROBLEMATICHE RELATIVE ALL'ALIMENTAZIONE DELLE LINEE | - 57 - |
| 3.4.4 | PROBLEMATICHE DEL REPARTO SPIRALATO | - 58 - |
| 3.4.5 | PROBLEMATICHE DEL REPARTO METALFLEX | - 59 - |
| 3.4.6 | PROBLEMATICHE REPARTO POLIFUSIONE | - 60 - |
| 3.4.7 | PROBLEMATICHE REPARTO CONFEZIONAMENTO | - 60 - |
| 4. | L'ANALISI AS-IS | - 61 - |
| 4.1 | PUNTO DI PARTENZA | - 61 - |
| 4.2 | PERCHÈ NON C'È SPAZIO? | - 62 - |
| 4.2.1 | SUDDIVISIONE DEGLI SPAZI ALL'INTERNO DEL PLANT | - 63 - |
| 4.2.2 | LA PIANTA DEL VALORE DEL PLANT | - 63 - |
| 4.2.3 | CAUSA DELLA MANCANZA DI SPAZIO | - 64 - |
| 4.3 | PERCHÈ LA QUANTITÀ DI WIP È ELEVATA? | - 64 - |
| 4.3.1 | FAMIGLIA DI PRODOTTO RAPPRESENTATIVA | - 65 - |
| 4.3.2 | LA VALUE STREAM MAP | - 69 - |
| 4.3.3 | CAUSA DELLA QUANTITÀ DI WIP ELEVATA | - 76 - |
| 4.4 | PERCHÈ LE FASI NON SONO A FLUSSO, MA IN AREE LONTANE? | - 79 - |
| 4.4.1 | ANALISI DELLE SUPERIFICI | - 79 - |
| 4.4.2 | CAUSA DEL NON ESEGUIRE LE FASI A FLUSSO MA IN AREE DISTANTI | - 82 - |
| 4.5 | PERCHÈ LO SPAZIO A FONDO LINEA NON È SUFFICIENTE? | - 82 - |
| 4.5.1 | ANALISI VISIVA DEGLI SPAZI | - 82 - |

| | |
|--|----------------|
| 4.5.2 CAUSA DELLO SPAZIO A FONDO LINEA NON SUFFICIENTE | - 83 - |
| 4.6 CAUSA ORIGINE..... | - 83 - |
| 4.7 FLUSSI DEI MATERIALI ALL'INTERNO DEL PLANT | - 84 - |
| 4.7.1 FLUSSI DEL REPARTO SPIRALATO..... | - 84 - |
| 4.7.2 FLUSSI DEL REPARTO METALFLEX..... | - 86 - |
| 4.7.3 FLUSSI DEL REPARTO POLIFUSIONE..... | - 87 - |
| 4.7.4 ANALISI VISIVA DEI FLUSSI | - 87 - |
| 4.7.5 ANALISI DELLE DISTANZE | - 89 - |
| 5. LAYOUT TO-BE | - 93 - |
| 5.1 NUOVE LINEE DEL REPARTO SPIRALATO..... | - 93 - |
| 5.1.1 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE NUOVE LINEE | - 93 - |
| 5.1.2 VOLUMI DI PRODUZIONE TO-BE | - 94 - |
| 5.1.3 FORNO PER FILM TERMORETRAIBILE..... | - 95 - |
| 5.2 DRIVER DI SELEZIONE E KPI | - 96 - |
| 5.2.1 BUSINESS..... | - 97 - |
| 5.2.2 FLUSSO & PLANT..... | - 97 - |
| 5.2.3 ORGANICO..... | - 98 - |
| 5.2.4 INVESTIMENTI RE-LAYOUT | - 99 - |
| 5.2.5 TABELLA CON INDICI DI PERFORMANCE..... | - 100 - |
| 5.3 PRIMA IPOTESI DI RE-LAYOUT..... | - 100 - |
| 5.3.1 ALLARGAMENTO DEL MURO PERIMETRALE | - 101 - |
| 5.3.2 POSIZIONAMENTO LINEE NUOVE | - 101 - |
| 5.3.3 SPOSTAMENTO STRACANNATRICE | - 102 - |
| 5.3.4 SPOSTAMENTO LINEA 8136..... | - 102 - |
| 5.3.5 REPARTO CONFEZIONAMENTO | - 102 - |
| 5.3.6 TABELLA RIASSUNTIVA | - 102 - |
| 5.3.7 VANTAGGI & SVANTAGGI | - 103 - |
| 5.4 SECONDA IPOTESI DI RE-LAYOUT | - 104 - |
| 5.4.1 POSIZIONAMENTO LINEE NUOVE | - 105 - |
| 5.4.2 SPOSTAMENTO REPARTO POLIFUSIONE | - 105 - |
| 5.4.3 SPOSTAMENTO REPARTO METALFLEX | - 105 - |
| 5.4.4 SPOSTAMENTO STRACANNATRICE | - 106 - |
| 5.4.5 ALIMENTAZIONE REPARTO METAFLEX E SPIRALATO | - 106 - |
| 5.4.6 REPARTO CONFEZIONAMENTO | - 106 - |
| 5.4.7 TABELLA RIASSUNTIVA | - 106 - |
| 5.4.8 VANTAGGI & SVANTAGGI | - 107 - |
| 5.5 TERZA IPOTESI DI RE-LAYOUT | - 108 - |
| 5.5.1 ORGANIZZAZIONE DEL REPARTO SPIRALATO | - 109 - |
| 5.5.2 POSIZIONAMENTO LINEE NUOVE | - 112 - |
| 5.5.3 SPOSTAMENTO REPARTO METALFLEX | - 112 - |
| 5.5.4 SPOSTAMENTO ESSICCATORI..... | - 113 - |
| 5.5.5 ALIMENTAZIONE DELLE LINEE | - 113 - |
| 5.5.6 REPARTO CONFEZIONAMENTO | - 113 - |
| 5.5.7 MOVIMENTAZIONE AUTOMATICA..... | - 113 - |
| 5.5.8 AREA PALLET VUOTI | - 115 - |
| 5.5.9 TABELLA RIASSUNTIVA | - 115 - |
| 5.5.10 VANTAGGI & SVANTAGGI | - 116 - |
| 5.6 SCELTA DELL'IPOTESI TO-BE OTTIMALE..... | - 117 - |
| 5.7 CONFRONTO TRA AS-IS E TO-BE | - 118 - |

| | |
|---------------------------------------|----------------|
| 5.7.1 FLUSSO & PLANT..... | - 119 - |
| 5.7.2 ORGANICO..... | - 125 - |
| 5.7.3 INVESTIMENTI DI RE-LAYOUT | - 127 - |
| CONCLUSIONI..... | - 129 - |
| APPENDICE A..... | - 131 - |
| APPENDICE B..... | - 133 - |
| APPENDICE C..... | - 135 - |
| APPENDICE D..... | - 141 - |
| APPENDICE E..... | - 147 - |
| BIBLIOGRAFIA..... | - 157 - |
| SITOGRAFIA..... | - 159 - |

INTRODUZIONE

Un progetto di re-layout è una attività che permette di distribuire e disporre in modo ottimale i macchinari, gli impianti, le risorse e il materiale all'interno di uno specifico reparto o di un intero stabilimento produttivo.

Un re-layout è un progetto ampio che richiede capacità e competenze tecniche multidisciplinari, per questo è buona norma affidarlo ad un gruppo composto da persone provenienti da diverse funzioni aziendali. Un ruolo fondamentale è affidato a coloro che vivono quotidianamente il contesto dove si svolgono le attività, in quanto veri conoscitori dell'esperienza necessaria (Leanpull, 2022)¹.

Questo lavoro di tesi ha lo scopo di supportare il team inter-funzionale di FITT S.p.A., un gruppo leader a livello globale nella produzione e nello sviluppo di soluzioni finalizzate al passaggio di fluidi, nel comprendere quale possa essere il re-layout più adatto e più idoneo alle esigenze del plant considerando i futuri progetti aziendali.

Solitamente l'analisi di un nuovo layout ha inizio da una specifica esigenza dell'azienda: tra i vari esempi, le motivazioni possono essere l'obsolescenza delle attrezzature, la riprogettazione parziale o totale del prodotto, le variazioni del volume di domanda del mercato, la necessità di maggiore ergonomia, la necessità di riduzione dei costi e i cambiamenti nel mercato (Leanpull, 2022)².

In letteratura non esistono delle soluzioni precostituite da adattare in ogni circostanza, ma ogni azienda, avendo le proprie esigenze, cerca di trovare il miglioramento più compatibile con la propria situazione.

In questo progetto di tesi, lo stabilimento produttivo in analisi è caratterizzato da una forte criticità nell'utilizzo degli spazi, dovuta ad alcuni vincoli tecnologici presenti nell'estrusione dei tubi: la maggior parte dei prodotti ha bisogno di una vasca di raffreddamento in uscita dagli estrusori pari alla lunghezza del prodotto stesso.

FITT S.p.A. ha l'esigenza di aumentare la capacità produttiva del reparto tubi spiralati, introducendo due nuove linee di estrusione per far fronte alla domanda di mercato crescente. Lo spazio attualmente in uso non è sufficiente per assorbire l'inserimento di

¹ <https://leanpull.com/>

² <https://leanpull.com/>

due nuove linee e richiede un ripensamento della disposizione di tutti i reparti e tutti gli spazi all'interno dello stabilimento.

Inoltre, l'azienda ha pensato di sfruttare il progetto di re-layout per svolgere anche un'analisi dei problemi dello stabilimento al fine di migliorare i costi di trasformazione e di movimentazione dei prodotti. Questo porta l'obiettivo del progetto ad essere duplice: ottenere una proposta di miglioramento con un nuovo layout che possa ospitare le due nuove linee ma che contenga allo stesso tempo un efficientamento dal punto di vista delle fasi produttive e che possa condurre il gruppo ad avere un plant più dinamico, più flessibile, più funzionale; in poche parole, più "snello".

La ricerca dei problemi dello stabilimento richiede una solida conoscenza della situazione di partenza, ottenibile attraverso un processo di mappatura dei flussi utilizzando la tecnica della Value Stream Mapping e un processo di comprensione di quali attività portino effettivamente un valore aggiunto al prodotto finale.

Inoltre, un ruolo importante viene fornito dalle tecniche di rappresentazione grafica, come lo Spaghetti Chart, che permette di rappresentare il flusso dei materiali e delle persone, rilevandone le criticità.

Il progetto di tesi è strutturato in cinque capitoli. Il primo capitolo mette a fuoco l'azienda FITT S.p.A., nello specifico attraverso una panoramica sulla storia del gruppo, sui prodotti sviluppati e sui processi aziendali più rappresentativi per gli scopi di questo studio.

Il secondo capitolo si focalizza invece sulla strategia operativa di "Lean Thinking", sulla sua genesi, sui principi e le tecniche esistenti al fine comprendere appieno i metodi applicati nello sviluppo del progetto stesso.

La terza sezione raggruppa le informazioni produttive e tecniche dello stabilimento oggetto di analisi: vengono analizzate la pianta in scala del plant, le caratteristiche tecniche, i vincoli e le problematiche proprie di ogni area e reparto. Infine, vengono raggruppati e osservati alcuni dati numerici con l'intento di ottenere una visuale completa sullo stabilimento a 360 gradi.

L'indagine entra nel vivo nel quarto capitolo attraverso l'analisi della situazione AS-IS, elaborata al fine di comprendere la causa dei problemi, delle criticità e dei limiti del plant.

Questo approfondimento ha origine a partire dal problema ritenuto più critico e si svolge procedendo a ritroso chiedendosi continui “perché” fino ad arrivare all’analisi dei flussi totali, divisa per ogni singolo reparto, condotta al fine di intuire come si muovono i prodotti all’interno dello stabilimento analizzato.

In conclusione, nel quinto capitolo, si è sviluppato un insieme di proposte di miglioramento, confrontandole successivamente attraverso alcuni KPI ritenuti importanti dall’azienda per individuare l’alternativa ottimale di re-layout TO-BE. La soluzione ottimale viene poi raffrontata con la situazione di partenza AS-IS, al fine di comprendere l’entità del miglioramento.

1. FITT S.p.A.: L'AZIENDA, I PRODOTTI E I PROCESSI



Flowing forward

Figura 1.1 - Il logo FITT

In questo capitolo verrà brevemente presentata FITT S.p.A., gruppo leader globale nella produzione e nello sviluppo di soluzioni finalizzate al passaggio di fluidi per uso domestico, professionale e industriale, dove il progetto di tesi ha avuto luogo (fig. 1.1).

In particolare, verrà fornita una panoramica sulla storia del gruppo, sui prodotti e sui processi più rappresentativi.

1.1 STORIA DELL'AZIENDA

FITT viene fondata nel 1969 a Fara Vicentino (VI) da Rinaldo Mezzalira, dando inizio all'avventura imprenditoriale. Nel ventennio 1970-1990, l'azienda raggiunge la leadership in Italia, consolidando la presenza sul mercato europeo. Durante i primi anni 2000, decisive partnership tecnologiche e commerciali allargano il perimetro di mercato, portando i prodotti FITT in America e Giappone. Nel 2007 l'esperienza imprenditoriale giunge alla seconda generazione: Alessandro Mezzalira prende le redini dell'azienda. Negli anni successivi, FITT consolida il proprio marchio e si orienta al futuro con la vision 2023. I pilastri sono la rivoluzione digitale, l'innovazione, la centralità dell'utilizzatore finale e la sostenibilità, diventando una società Benefit nel 2021.

Ad oggi il gruppo vanta circa 950 collaboratori, è presente in 15 sedi nel mondo e ha raggiunto un fatturato di 304 milioni di euro nel 2021.

La missione di FITT è migliorare le prestazioni dei propri clienti fornendo tubi e sistemi completi in materiale termoplastico per il trasporto di sostanze liquide, gassose e solide, con prodotti all'avanguardia per tecnologia, design e sostenibilità (FITT, 2022)³.

³ <https://www.fitt.com/it/il-gruppo/>

1.2 I PRODOTTI

FITT sviluppa soluzioni applicabili a nove unità di business dedicate e specializzate.

1.2.1 AGRICULTURE

È l'area di business del gruppo FITT che produce e sviluppa soluzioni complete di tubi professionali per irrigazione, trasporto di materiali solidi e liquidi agricoli, per lo spargimento di liquami, per macchine seminatrici e in pressione bassa, media e alta per irrigazione a pompa, per abbeveratoi d'allevamento (FITT, 2022)⁴.

FITT AGROFLEX UV-R LD



Figura 1.2 – FITT Agroflex UV-R LD (FITT, 2022)

Tubo per l'impiego in agricoltura, ideale per il montaggio su macchine seminatrici. Tubo spiralato in PVC con elevata stabilità ai raggi UV e ottima flessibilità a basse temperature (fig. 1.2).

FITT ASPIRTECH



Figura 1.3 – FITT Aspirtech (FITT, 2022)

Sistema ideale per collegamento a pompe per aspirazione di acqua piovana da pozzi.

Tubo spiralato in PVC completo di filtro e raccordi in ottone con filettatura da un pollice e con valvola anti-reflusso e anti-svuotamento (fig. 1.3).

1.2.2 BUILDING

È l'area di business del gruppo FITT che progetta, realizza e sviluppa soluzioni di tubazioni, profili, raccordi e accessori per l'edilizia dedicate alla conduzione di fluidi e cavi per diverse applicazioni quali scarico di acque pluviali e sanitarie (FITT, 2022)⁵.

⁴ <https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/agriculture/>

⁵ <https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/building/>

FITT LIVELLE



Figura 1.4 – FITT Livelle (FITT, 2022)

Tubo monostrato trasparente per cantieri edili.

Ideale per la rilevazione della differenza di livello tra due punti collocati ad altezze differenti secondo il principio dei vasi comunicanti (fig. 1.4).

1.2.3 FOOD AND BEVERAGE

È l'area di business del gruppo FITT che sviluppa soluzioni complete e certificate con le normative europee e internazionali di tubi flessibili e spiralati per il passaggio, in mandata e aspirazione, di liquidi e sostanze alimentari come per esempio acqua potabile, latte, vino, birra, distillati, marmellata, gelato, formaggio e frutta (FITT, 2022)⁶.

FITT METALFLEX



Figura 1.5 – FITT Metalflex (FITT, 2022)

Tubo per aspirazione e mandata liquidi alimentari.

Tubo in PVC con spirale in acciaio zincato a passo ridotto che garantisce un ottimo raggio di curvatura (fig. 1.5).

FITT ENOFLEX SF



Figura 1.6 – FITT Enoflex SF (FITT, 2022)

Tubo per aspirazione e mandata di liquidi alimentari, succhi di frutta e bevande con tenore alcolico fino a 50°. Tubo in PVC con spirale di rinforzo in PVC rigido antiurto (fig. 1.6).

⁶ https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/food_and_beverage/

1.2.4 GARDENING

È l'area di business del gruppo FITT che sviluppa soluzioni e prodotti per il giardinaggio, l'irrigazione, la pulizia e la vita all'aria aperta per uso hobbistico e professionale, come per esempio tubi per il campeggio, per annaffiare giardini, terrazzi ed orti, lavare l'auto, la bicicletta e gli animali domestici (FITT, 2022)⁷.

FITT NTS YELLOW



Figura 1.7 – FITT NTS Yellow (FITT, 2022)

Tubo da giardino a sei strati progettato con esclusiva maglia NTS.

Tubo di colore giallo brillante per Irrigazione da giardino, robusto e malleabile, per uso intensivo, con tecnologie NTS e SKY TECH (fig. 1.7).

FITT ASPIRFLEX

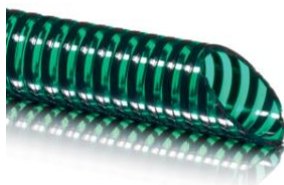


Figura 1.8 – FITT Aspirflex (FITT, 2022)

Tubo per aspirazione dell'acqua applicato a pompe di drenaggio e irrigazione.

Tubo per aspirazione dell'acqua, per collegamento a pompe, con Tecnologia Esclusiva di Polifusione (fig. 1.8).

1.2.5 INDUSTRIAL

È la business area del gruppo FITT che progetta soluzioni complete e produce tubi e raccordi professionali per l'industria dedicati all'aspirazione, compressione, conduzione e adduzione dei fluidi – liquidi, gas, aeriformi e granulari – per tutte le applicazioni industriali (FITT, 2022)⁸.

⁷ <https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/gardening/>

⁸ <https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/industrial/>

FITT OILFLEX



Figura 1.9 – FITT Oilflex (FITT, 2022)

Tubo particolarmente indicato per il travaso di oli e carburanti da autocisterne e serbatoi di stoccaggio.

Tubo spiralato in PVC e gomma nitrilica con spirale di rinforzo in PVC rigido antiurto (fig. 1.9).

FITT MULTIFLEX



Figura 1.10 – FITT Multiflex (FITT, 2022)

Tubo per aspirazione e mandata gravosi per irrigazione, carri botte, spurghi fognatura e pozzi neri.

Tubo spiralato con rinforzo in PVC rigido antiurto (fig. 1.10).

1.2.6 INFRASTRUCTURE

È la business area del gruppo FITT che produce e sviluppa soluzioni complete di tubazioni e raccordi per la conduzione in pressione e in gravità dei fluidi dedicate agli enti di gestione del servizio idrico integrato, quali acquedottistica e fognature (FITT, 2022)⁹.

FITT SEWER EVO



Figura 1.11 – FITT Sewer EVO (FITT, 2022)

Il tubo FITT Sewer EVO a norma UNI EN 1401-1:2019 per fognatura e scarichi industriali non in pressione, garantisce prestazioni superiori grazie all'esclusivo sistema di giunzione con guarnizione integrata inamovibile.

Prestazioni superiori garantite dal sistema di giunzione integrato al tubo (fig. 1.11).

⁹ <https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/infrastructure/>

FITT BLUFORCE



Figura 1.12 – FITT Bluforce (FITT, 2022)

Tubazioni in lega polimerica per adduzione e distribuzione idrica e reti irrigue. Il primo sistema per acquedottistica in PVC-A certificato EPD® in Europa.

Grazie all'innovativa tecnologia PVC-A, FITT Bluforce offre massima resistenza, permettendo un significativo abbattimento degli interventi di manutenzione dell'opera finita e quindi l'utilizzo dell'infrastruttura in totale sicurezza. FITT Bluforce potenzia le proprie prestazioni grazie all'impiego di Power

Lock, il sistema di giunzione a bicchiere con guarnizione preinserita meccanicamente a caldo, che trasforma il tubo in un sistema completo in grado di garantire facilità di montaggio, perfetta funzionalità ed ottimale tenuta nel tempo (fig. 1.12).

1.2.7 MARINE

È l'area di business del gruppo FITT che sviluppa e produce soluzioni complete di tubi per la conduzione di fluidi nelle imbarcazioni per diverse applicazioni, quali lo scarico sanitario di acque grigie e nere, la ventilazione, la pulizia, raffreddamento motore e pompe di sentina (FITT, 2022)¹⁰.

FITT DIAMOND



Figura 1.13 – FITT Diamond (FITT, 2022)

Tubo ideale per il passaggio di acque nere negli scarichi nelle imbarcazioni.

Tubo spiralato estremamente flessibile anche a basse temperature e anti-schiacciamento. Realizzato con speciali elastomeri assorbi-odore testati, privo di spirale in metallo per un taglio facile e una rapida raccordatura (fig. 1.13).

¹⁰ <https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/marine/>

FITT CAPTIVE GREY



Figura 1.14 – FITT
Captive Grey
(FITT, 2022)

Tubo ideale per il passaggio delle acque grigie nelle imbarcazioni.

Realizzato con spirale in acciaio galvanizzato, con speciale formulazione assorbi-odore e con flessibilità aumentata per facilitare l'installazione (fig. 1.14).

1.2.8 POOL & SPA

È l'area di business del gruppo FITT che sviluppa soluzioni complete e produce tubi rigidi e flessibili, raccordi e accessori per il ricircolo dell'acqua e la pulizia di piscine e vasche idromassaggio (FITT, 2022)¹¹.

FITT B-ACTIVE FLEX

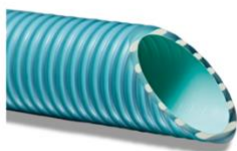


Figura 1.15 – FITT
B-active Flex
(FITT, 2022)

Tubo flessibile per impianti di piscine interrate e spa: resistente, garantito, sicuro. Tubo in PVC plastificato strutturato con una spirale in PVC rigido di rinforzo (brevetto D-Shape) contro lo schiacciamento. La spirale è rivestita da una speciale pellicola (tecnologia Spiral Protection Barrier) che conferisce al tubo proprietà anti-cracking. La pellicola (brevetto Chlorine Defence System) in materiale speciale è posta internamente per proteggere il tubo dal cloro e dall'ambiente acido che ne deriva. Calibrato esternamente per un perfetto incollaggio con i raccordi ad incollo e compressione (fig. 1.15).

¹¹ https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/pool_and_spa/

FITT BARRIER CDS



Figura 1.16 – FITT Barrier CDS (FITT, 2022)

Tubo brevettato idoneo per impianti di alimentazione piscine interrate. Tubo flessibile in PVC plastificato con speciale pellicola protettiva anticloro (brevetto Chlorine Defence System) e spirale di rinforzo in PVC rigido antiurto ed anti-schiacciamento (brevetto Spiral Protection Barrier). La pellicola interna CDS in PVC, protegge ermeticamente il tubo dall'aggressione delle acque clorate, mentre la spirale rigida

rivestita dalla pellicola anti-cracking co-estrusa nel tubo assicura un'ottima tenuta e resistenza alle sollecitazioni del sottosuolo. Calibrato esternamente per un perfetto incollaggio con i raccordi ad incollo e compressione (fig. 1.16).

1.2.9 VENTILATION

È l'area di business del Gruppo FITT che sviluppa soluzioni professionali producendo sistemi VMC completi (Ventilazione Meccanica Controllata) per la qualità dell'aria di ambienti residenziali e per il risparmio energetico (FITT, 2022)¹².

FITT AGIX



Figura 1.17 – FITT Agix (FITT, 2022)

FITT ha sviluppato FITT Agix®, il primo sistema di distribuzione e diffusione VMC certificato secondo la norma europea EN 17192:2019. Di recente introduzione, la norma europea EN 17192 è la prima dedicata alle condotte non metalliche per la ventilazione negli edifici residenziali e ridisegna l'approccio all'intero sistema di distribuzione (fig. 1.17).

¹² <https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/ventilation/>

1.3 I PROCESSI

Per la realizzazione di un tubo in PVC sono necessari due processi fondamentali: la granulazione del PVC e l'estrusione del tubo.

In questo lavoro di tesi verrà presentato il processo di estrusione del tubo spiralato, considerato il più rappresentativo dello stabilimento produttivo dove il progetto ha avuto luogo.

1.3.1 GRANULAZIONE DEL PVC



Figura 1.18 – Granuli di PVC (GP Commerciale, 2022)

È il processo che trasforma la resina di PVC in granuli, che costituiscono la base per la lavorazione del prodotto finito (fig. 1.18). Il granulo di PVC viene realizzato a partire da tre componenti, che vengono conservati all'interno di sili: la resina di PVC, gli additivi plastificanti e il carbonato di calcio CaCO_3 (fornisce sostegno al prodotto finale). Attraverso dei canali ad aria compressa, la resina e il carbonato di calcio vengono uniti creando una miscela. In questa fase è possibile l'aggiunta di coloranti per dare al composto il colore desiderato. Successivamente, la miscela viene aspirata verso un turbomiscelatore, le cui pale riscaldano per frizione e raggiunta la temperatura di 55°C , vengono iniettati a pioggia gli additivi plastificanti. Alla temperatura di 105°C la miscela è definitivamente unificata e necessita di essere raffreddata per evitare che si separi nei componenti originali. Il raffreddamento avviene tramite acqua a 13°C , che porta il composto alla temperatura di $45\text{-}50^\circ\text{C}$ sotto forma di polvere asciutta che viene poi inviata ad un estrusore che ha la funzione di scaldare e aspirare i gas in eccesso. Dall'estrusore escono dei filamenti omogenei di PVC a 150°C che vengono tagliati da lame a forma di granulo raggiungendo poi un letto mobile dove vengono raffreddati ad aria e raccolti in sacconi per il confezionamento (Ghirardello, Persona e Ponza, 2017)¹³.

Questo processo produttivo lavora a ciclo continuo per la maggior parte dell'anno, in quanto un fermo impianto comporterebbe dei costi elevati per l'azienda.

¹³ Ghirardello L., Persona A., Ponza M., 2017, *Saving in logistiche esterne attraverso il re-layout e l'ottimizzazione del magazzino materie prime: il caso FITT S.p.A.*, Università degli Studi di Padova.

1.3.2 ESTRUSIONE DEL TUBO

I tubi spiralati possono essere costituiti da due tipi di granulo di PVC, aventi caratteristiche differenti: PVC rigido, che costituisce la spirale di rinforzo, e PVC morbido, che costituisce la struttura principale.

Il processo di estrusione inizia con l'aspirazione del PVC rigido e del PVC morbido all'interno di una tramoggia posizionata su un estrusore (è presente un estrusore diverso per ogni materiale). Il granulo entra poi in un cilindro, dove viene portato a temperatura di fusione. Durante questa fase, una vite senza fine, ruotando, permette l'avanzamento del granulo all'interno del cilindro facendolo uscire dallo stampo a forma di fettuccia, composta per una metà da PVC rigido e per l'altra da PVC morbido (lo stampo è costruito con due piastre in modo da aumentare la pressione tra la mezza fettuccia interna e la mezza fettuccia esterna che dà la forma al prodotto). La fettuccia viene poi avvolta attorno ad un mandrino, che ruotando fa avanzare il materiale creando una sezione circolare, con un diametro interno diverso a seconda della famiglia di prodotto in lavorazione. La superficie esterna viene sagomata attraverso dei rulli posti sopra al mandrino. Il tubo prosegue la sua corsa all'interno di una vasca che ha la funzione di raffreddare e di trasportare il prodotto; lungo la vasca è presente, inoltre, una taglierina che taglia il tubo a seconda della metratura desiderata. Una volta terminata la sua corsa, il tubo cade a terra e viene raccolto da un operatore per la successiva fase di avvolgimento e confezionamento (FITT, 2022)¹⁴.

Una caratteristica importante da tenere in considerazione durante l'analisi di questi processi è lo spazio occupato: per la produzione dei tubi più lunghi, la somma della lunghezza degli impianti produttivi necessari supera i 50 metri.

¹⁴ FITT S.p.A., 2022, Appunti presi durante il progetto di tesi in azienda, Sandrigo.

2. LEAN THINKING: ORIGINE, PRINCIPI E STRUMENTI

In questo capitolo verrà presentato il “Lean Thinking”, in italiano “Pensiero Snello”, attraverso una panoramica sull’origine di questa filosofia (basata sul miglioramento continuo e sulla lotta agli sprechi), sui principi che lo hanno reso un modello di riferimento per il mondo della produzione industriale e sugli strumenti operativi più importanti.

2.1 COS’È IL LEAN THINKING?

Il “Lean Thinking” o “Pensiero Snello”, è uno stile di management che mira all’abbattimento degli sprechi per creare processi standardizzati eccellenti a basso costo con il contributo delle persone. È adattabile a tutti i settori e contesti e si applica a tutte le aree aziendali.

Comprende un insieme di strumenti operativi e metodi per l’applicazione dei principi Lean in azienda. Tuttavia, l’approccio al pensiero snello deve essere interpretato come un’occasione di cambiamento radicale che interessa non solo l’aspetto operativo ma anche l’insieme di regole, valori e la cultura aziendale (Considi, 2022)¹⁵.

2.2 ORIGINE DEL LEAN THINKING

Per comprendere l’origine del Lean Thinking è utile l’utilizzo di una linea del tempo, osservando l’evoluzione dei sistemi produttivi degli ultimi due secoli di storia (fig. 2.1).

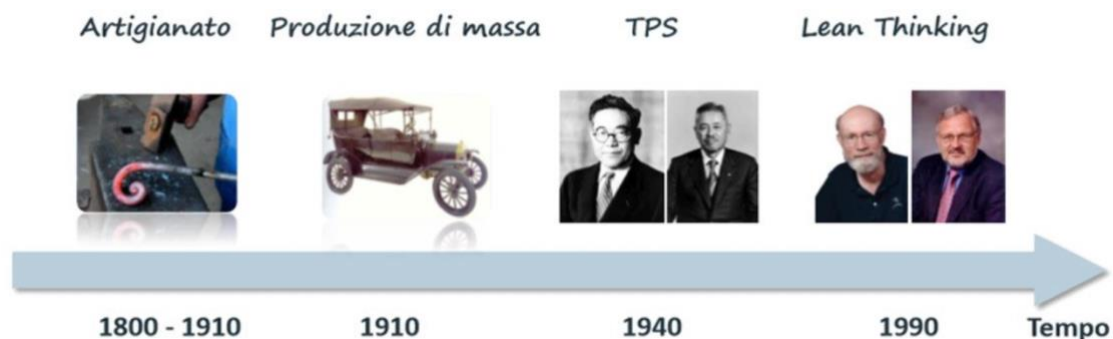


Figura 2.1 – Dall’artigianato al Lean Thinking (Considi, 2022)

¹⁵ <https://www.considi.it/lean-thinking/>

2.2.1 ARTIGIANATO

Il XIX secolo è rappresentato da un sistema produttivo basato sull'artigianato, avente le seguenti caratteristiche distintive:

- Bassi volumi di produzione
- Assenza di divisione del lavoro
- Basso coordinamento
- Assenza di automazione
- Prodotti e processi non standardizzati

2.2.2 PRODUZIONE DI MASSA

Nel 1910 la produzione di massa assume una leadership mondiale come modello produttivo di riferimento. Figura chiave di questo periodo fu Henry Ford, desideroso di entrare nel mercato dell'automobile con un prodotto altamente standardizzato e intercambiabile. Molto famosa è una sua frase, che sintetizza bene la sua visione: "Ogni cliente può ottenere una Ford T colorata di qualunque colore desideri, purché sia nero". Per questo motivo la produzione di massa viene appellata molto spesso con il termine "produzione fordista".

La prima fabbrica della casa automobilistica Ford, situata a River Rouge, aveva molti dipendenti, era lunga circa 13 km e tutto il prodotto veniva creato in loco attraverso una linea di produzione a postazione fissa che ogni minuto circa faceva uscire un'automobile (tutte uguali e tutte dello stesso colore) (Panizzolo, 2021)¹⁶.

I principi alla base della produzione di massa sono:

- Scomposizione del processo produttivo in singole operazioni elementari
- Specializzazione del lavoro
- Elevati volumi di produzione
- Standardizzazione di prodotto e di processo
- Macchinari specializzati
- Elevati investimenti

¹⁶ Panizzolo R., 2021, *Materiale didattico del corso di Gestione Snella dei Processi*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

- Economia di scala
- Controllo cronometrico dei tempi di svolgimento delle attività
- Massimizzazione dei ritmi di lavorazione
- Eliminazione dei tempi improduttivi
- Elevate scorte di sicurezza lungo tutta la filiera

Questo modello ha plasmato migliaia di aziende in tutto il mondo, diventando un simbolo da imitare, grazie anche ad un contesto storico favorevole:

- Domanda altamente prevedibile e controllabile da parte dell'offerta
- Diminuzione dei prezzi
- Pochi modelli di automobile
- Aumento della produttività del lavoro

2.2.3 TPS: TOYOTA PRODUCTION SYSTEM

Il modello fordista entra in crisi perché si affacciano sul mercato numerose aziende che offrono una varietà di prodotto elevata. Ad Abraham Maslow si deve l'introduzione del concetto di "bisogno": ogni cliente ha dei bisogni da soddisfare, ed acquista un prodotto proprio per soddisfare tali bisogni.

Non esiste più una moltitudine indefinita di clienti che vogliono lo stesso modello di automobile, ma dei segmenti di mercato, ognuno dei quali apprezza modelli di prodotto diversi e ha esigenze diverse.

Il modello sviluppato da Ford fu di ispirazione per il sistema di produzione adottato da Toyota negli anni '40 che lo perfezionò per rispondere alle necessità di flessibilità della produzione e una disponibilità di infrastrutture minore.

Sotto la guida dell'ingegnere capo Taichii Ohno Toyota sviluppò il TPS (Toyota Production System), un sistema di produzione guidato dai principi di lotta agli sprechi e di miglioramento continuo, caratterizzato da una automazione limitata e flessibile, dalla polifunzionalità degli operatori e da una integrazione a rete (Considi, 2022)¹⁷.

Per Toyota non è importante solo il minor costo o il minor tempo, ma il focus è esclusivamente sul cliente.

¹⁷ <https://www.considi.it/lean-thinking/>

2.2.4 LEAN THINKING

Il termine “Lean Thinking” è stato coniato per la prima volta da James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos nel 1990, con l’uscita del loro libro “The Machine that Changed the World”, dove evidenziarono le grandi differenze tra il sistema produttivo occidentale e il TPS.

Gli autori chiamarono gli elementi chiave che consentivano delle prestazioni superiori, come Lean production o produzione snella, snella perché il sistema produttivo giapponese ha permesso di utilizzare meno di tutto – meno sforzo umano, meno investimento di capitali, strutture, meno scorte e tempo – nella produzione, nello sviluppo del prodotto, nella fornitura e nella vendita (Considi, 2022)¹⁸.

2.3 I 5 PRINCIPI FONDAMENTALI DEL LEAN THINKING

Nel 1996 esce il libro “Lean Thinking” di James P. Womack e Daniel T. Jones, dove gli autori pongono in evidenza fin da subito quali sono i principi fondamentali della Lean, che ora può anche essere applicata in settori diversi dal mondo automotive.

Il Pensiero Snello fornisce un modo per specificare il valore, per allineare nella sequenza migliore le attività che creano valore, per metterle in atto senza interruzione quando qualcuno le richiede e per eseguirle in modo sempre più efficace. In poche parole, il pensiero snello è snello perché indica come fare sempre di più con sempre meno nell’avvicinarsi con sempre maggior precisione al fornire ai clienti esattamente ciò che vogliono (Womack e Jones, 2018)¹⁹.

Nella seguente figura sono stati riportati i cinque principi fondamentali, che verranno analizzati singolarmente (fig. 2.2).

¹⁸ <https://www.considi.it/lean-thinking/>

¹⁹ Womack J.P., Jones D.T., 2018, *Lean Thinking*, edizione in lingua italiana, GueriniNext, Milano.



Figura 2.2 – I 5 principi fondamentali del Lean Thinking

2.3.1 DEFINIZIONE DEL VALORE

Punto di partenza critico per il pensiero snello è il concetto di valore. Questo può essere definito esclusivamente dal cliente finale (Womack e Jones, 2018)²⁰.

Capire cosa desidera il cliente, cosa sta cercando, non è una ricerca scontata. Spesso i produttori trovano difficoltà nel definire il valore perché vorrebbero continuare a fare quello che già fanno, puntando sulla riduzione dei tempi, sull'aumento della varietà dei prodotti, sull'implementazione di nuovi servizi per il cliente, in una parola sull'efficienza. In realtà la definizione del valore rientra nell'ambito dell'efficacia.

Il valore assume significato solo nel momento in cui lo si esprime in termini di uno specifico prodotto (bene o servizio o, spesso, entrambi) in grado di soddisfare le esigenze del cliente a un dato prezzo e in un dato momento (Womack e Jones, 2018)²¹.

La definizione del valore risulta più chiara parlando del cliente inteso come consumatore finale del prodotto, ma rientra in questo principio anche il cliente interno, inteso come un reparto, una attività o più in generale una fase successiva a quella considerata.

²⁰ Womack J.P., Jones D.T., 2018, *Lean Thinking*, edizione in lingua italiana, GueriniNext, Milano.

²¹ Womack J.P., Jones D.T., 2018, *Lean Thinking*, edizione in lingua italiana, GueriniNext, Milano.

2.3.2 IDENTIFICAZIONE DEL FLUSSO DI VALORE

Il flusso di valore è costituito dall'insieme delle azioni richieste per condurre un dato prodotto (che sia un bene o un servizio) attraverso i tre compiti critici del management di qualsiasi business (Womack e Jones, 2018)²².

- Risoluzione dei problemi, dall'ideazione al lancio in produzione, attraverso la progettazione di dettaglio e l'ingegnerizzazione
- La gestione delle informazioni, dal ricevimento dell'ordine alla consegna attraverso un programma di dettaglio
- La trasformazione fisica della materia prima in un prodotto finito in mano al cliente

Attraverso la mappatura del flusso di valore è possibile capire quali sono le risorse e i processi che creano valore per il cliente e quali sono quelli che generano spreco.

All'interno dell'analisi del flusso di valore si possono trovare tre macro-attività:

- Attività che danno valore aggiunto, per le quali il cliente è disposto a pagare
- Attività che non conferiscono valore aggiunto ma che possono essere eliminate, dette anche "spreco eliminabile"
- Attività che non conferiscono valore aggiunto ma che in determinate circostanze devono essere svolte, dette anche "spreco riducibile"

2.3.3 FAR SCORRERE IL FLUSSO

Una volta identificato il flusso del valore, non ci devono essere accumuli, ma tutto deve essere il più possibile in movimento.

Per raggiungere questo obiettivo si definiscono tre passaggi che devono essere compiuti contemporaneamente (Womack e Jones, 2018)²³:

- Concentrarsi sull'oggetto reale e non perderlo mai di vista, dall'inizio alla fine
- Ignorare i confini tradizionali delle funzioni e delle aziende, per creare un'impresa snella generando un flusso continuo ed eliminando tutti gli ostacoli affinché

²² Womack J.P., Jones D.T., 2018, *Lean Thinking*, edizione in lingua italiana, GueriniNext, Milano.

²³ Womack J.P., Jones D.T., 2018, *Lean Thinking*, edizione in lingua italiana, GueriniNext, Milano.

questo sia possibile. I risultati migliori si possono ottenere osservando l'intero flusso di valore

- Ripensamento delle pratiche e delle attrezzature riferite ad uno specifico lavoro in modo che progettazione, ordine e produzione di un dato prodotto possano procedere con continuità

2.3.4 IMPLEMENTARE UNA LOGICA PULL

Il termine Pull significa che nessuno a monte dovrebbe produrre beni o servizi fino al momento in cui il cliente a valle li richiede. Il modo migliore per comprendere questa logica è quello di partire dalla richiesta di un prodotto reale avanzata da un cliente reale per procedere a ritroso lungo tutti i passaggi affinché il prodotto desiderato venga consegnato (Womack e Jones, 2018)²⁴.

Facendo scorrere il flusso e migliorandolo, emergeranno sempre nuovi ostacoli e sprechi, che potranno quindi essere rimossi.

Questo principio è in netta contrapposizione con la logica Push, tipica della produzione di massa, dove le scorte tra una fase e la successiva sono necessarie.

Per far risaltare le notevoli differenze tra queste due logiche è utile servirsi della metafora del fiume e degli scogli. Si consideri un fiume navigabile pieno d'acqua, con una presenza di scogli sul fondale. Gli scogli, che rappresentano gli sprechi e i problemi, non possono essere visti da chi naviga a causa della grande quantità d'acqua, che rappresenta le scorte. Ma riducendo progressivamente le giacenze, in altre parole facendo scorrere il flusso del valore, è possibile far affiorare i problemi, che possono essere risolti ed eliminati.

2.3.5 RICERCARE LA PERFEZIONE

I principi fondamentali non sono una semplice sequenza di concetti da mettere in pratica, ma interagiscono tra loro in un circolo virtuoso, rappresentano un percorso che non finisce mai e che prosegue nel tempo, una continua ricerca (Womack e Jones, 2018)²⁵. Non si arriverà mai alla perfezione, ma deve comunque essere l'obiettivo a cui puntare.

²⁴ Womack J.P., Jones D.T., 2018, *Lean Thinking*, edizione in lingua italiana, GueriniNext, Milano.

²⁵ Womack J.P., Jones D.T., 2018, *Lean Thinking*, edizione in lingua italiana, GueriniNext, Milano.

Il concetto di perfezione proviene dalla parola giapponese “Kaizen”: “kai” significa cambiamento, “zen” significa bene (verso il meglio). Da qui la traduzione occidentalizzata di “cambiamento verso il meglio”, o “miglioramento continuo”.

Il miglioramento continuo presenta queste caratteristiche:

- Pianificazione nel breve periodo
- Piccoli o assenti investimenti
- Intensa collaborazione a tutti i livelli
- Piccoli passi reversibili
- Continuo avanzamento degli obiettivi

2.4 I SETTE SPRECHI DEL LEAN THINKING

La parola “Muda” deriva dal giapponese e significa spreco. Racchiude al suo interno tutto ciò che non crea valore per il cliente, e che secondo il pensiero snello dovrebbe essere eliminato.

Le persone devono essere addestrate a riconoscere gli sprechi e a risolvere i problemi alla radice, chiedendo ripetutamente perché il problema si verifica. La risoluzione dei problemi si svolge direttamente sul posto, in modo da poter vedere cosa succede realmente (Liker e Attolico, 2021)²⁶.

Durante il suo lavoro in Toyota, Taiichi Ohno, che è stato il più feroce nemico degli sprechi che la storia umana abbia prodotto (Womack e Jones, 2018)²⁷, individuò sette tipi di muda, derivanti dal mondo della produzione e della fabbrica, ma che possono essere ritrovati anche in altri contesti di business (fig. 2.3).

²⁶ Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

²⁷ Womack J.P., Jones D.T., 2018, *Lean Thinking*, edizione in lingua italiana, GueriniNext, Milano.

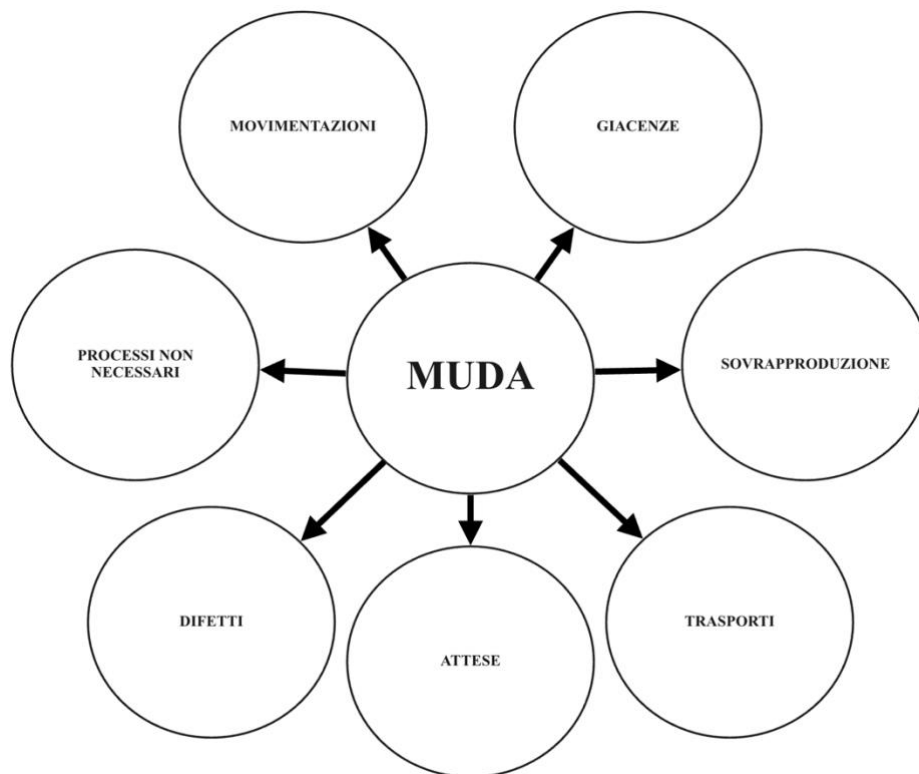


Figura 2.3 – I 7 sprechi del Lean Thinking

2.4.1 TRASPORTI

Per trasporto si intendono tutte le attività di movimentazione del materiale, sia esso materia prima, semilavorato o prodotto finito, senza che subisca nel frattempo una lavorazione. Questa attività non genera alcun valore aggiunto per il cliente ed aumenta la probabilità che il prodotto movimentato venga perso o danneggiato.

2.4.2 ATTESE

Le attese non sono strettamente legate al processo produttivo (Liker e Attolico, 2021)²⁸:

- I collaboratori che devono controllare solo una macchina automatizzata o che devono aspettare il passo successivo della produzione
- I collaboratori che non hanno lavoro a causa di un esaurimento delle scorte, di ritardi nella lavorazione di un lotto o di un periodo di inattività dei macchinari

²⁸ Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

2.4.3 DIFETTI

Questo spreco è legato ad un concetto molto importante: la qualità del prodotto. Richiama l'estrema importanza di fare le cose giuste fin da subito per evitare scarti di lavorazione ma anche lavorazioni aggiuntive. Un difetto non comporta dei costi aggiuntivi soltanto nel momento della produzione in sé, ma anche nel momento in cui si cerca di risolvere il problema.

2.4.4 SPOSTAMENTI

Gli spostamenti sono simili ai trasporti, con la differenza che si riferiscono alle persone che lavorano nel ciclo produttivo di un prodotto.

Possono includere le seguenti azioni (Liker e Attolico, 2021)²⁹:

- Cercare, andare a prendere e sistemare componenti o strumenti
- Camminare

2.4.5 GIACENZE

Le scorte rappresentano un capitale immobilizzato che non ha prodotto un guadagno sia per il produttore ma anche per il cliente. Possono essere prodotti finiti, semilavorati, materiale in lavorazione (WIP) e materie prime.

Provocano i seguenti problemi (Liker e Attolico, 2021)³⁰:

- Aumento del lead time
- Obsolescenza e danneggiamento delle merci
- Costi di trasporto e di stoccaggio
- Ritardi

²⁹ Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

³⁰ Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

2.4.6 PROCESSI NON NECESSARI

Questo spreco è caratterizzato da un utilizzo di risorse superiore rispetto a quanto previsto in origine dal cliente. Secondo la filosofia Lean è necessario identificare ed eliminare questi processi che non danno valore aggiunto attraverso un costante monitoraggio delle attività svolte durante il ciclo produttivo. Lo spreco si genera anche quando si creano prodotti di qualità superiore al necessario (Liker e Attolico, 2021)³¹.

2.4.7 SOVRAPPRODUZIONE

Sovraproduzione significa produrre una quantità di prodotti superiore a quella richiesta dai clienti.

Taiichi Ohno la riteneva la forma di spreco più grave perché è il problema che genera quasi tutti gli altri sprechi. Produrre più di quanto il cliente richieda, in ogni fase del processo produttivo, conduce ad un accumulo di scorte nelle fasi successive (Liker e Attolico, 2021)³².

Oltre alle sette tipologie di spreco appena descritte, Jeffrey K. Liker, nel suo libro “The Toyota Way” del 2004, ne aggiunse una ottava.

2.4.8 CREATIVITÀ INUTILIZZATA DEI COLLABORATORI

Perdere tempo, idee, capacità, opportunità di miglioramento e apprendimento, perché non si presta ascolto ai collaboratori e non si interagisce con loro.

2.4.9 LE 3 M

Eliminare i muda è l’obiettivo di quasi tutte le pratiche di Lean Manufacturing, ma altre due “M” sono altrettanto importanti (Liker e Attolico, 2021)³³:

³¹ Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

³² Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

³³ Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

- **MURI**, che rappresenta il sovraccarico delle persone e dei macchinari. Significa spingere una persona al di là dei suoi limiti naturali creando problemi di sicurezza e di qualità. Sovraccaricare i macchinari genera guasti e difetti
- **MURA**, che rappresenta l'incostanza. Nei sistemi di produzione, a volte c'è più lavoro di quanto persone e macchinari possano svolgerne e altre volte non ce n'è abbastanza. Questo deriva da disparità nella programmazione della produzione o da volumi di produzione fluttuanti a causa di problemi interni

2.5 METODOLOGIE E STRUMENTI DEL LEAN

THINKING

In questo paragrafo verranno analizzate le principali metodologie che stanno alla base della filosofia Lean. È importante ricordare che il Lean Thinking non va confuso con un particolare set di strumenti. Toyota ha impiegato decenni per creare una cultura snella e arrivare dov'è oggi, ed è ancora convinta di avere molto da imparare. La vera forza del TPS sta nell'impegno ad investire senza sosta nelle persone e nel promuovere una cultura del miglioramento continuo (Liker e Attolico, 2021)³⁴.

2.5.1 VALUE STREAM MAPPING (VSM)

La VSM è una metodologia ideata da Toyota negli anni '80 che consente di tracciare, condividere e diffondere il flusso del valore.

All'inizio vengono mappate tutte le attività svolte, per andare poi a capire quali sono superflue.

È uno dei primi strumenti che si possono applicare durante l'implementazione della logica Lean, perché rappresenta in modo chiaro dove poter intervenire per aumentare il valore per il cliente, riducendo gli sprechi.

Mike Rother e John Shook, nel loro libro "Learning to See" del 1999, descrivono quali sono le fasi di una buona VSM³⁵ (fig. 2.4)

³⁴ Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

³⁵ Rother M., Shook J., 1999, *Learning to See*, Lean Enterprise Institute, USA.

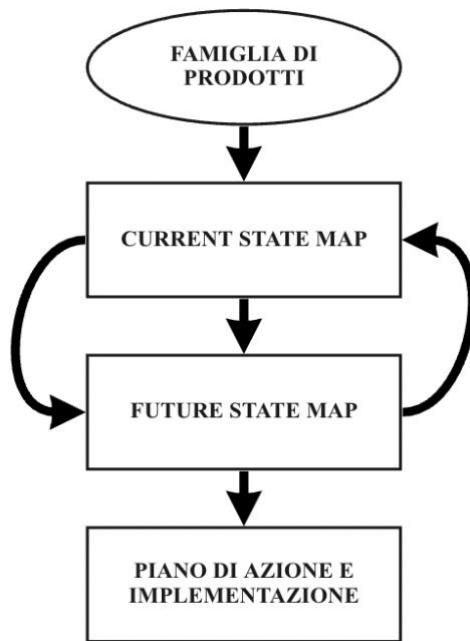


Figura 2.4 – Le fasi della VSM (Riadattata, Rother e Shook, 1999)

FAMIGLIA DI PRODOTTI

La famiglia caratterizzata dal volume di produzione totale più elevato è quella che normalmente viene scelta per l'analisi VSM.

Per la scelta della famiglia di prodotti si possono utilizzare due tecniche (Panizzolo, 2021)³⁶:

- PQ Analysis, dove i primi processi produttivi da analizzare sono quelli legati a prodotti realizzati in grandi volumi. Il mix produttivo andrà poi riportato su un diagramma di Pareto
- PR Analysis, che ha lo scopo di raggruppare i prodotti in famiglie sulla base del processo produttivo attraverso una matrice prodotto-processo

CURRENT STATE MAP

È la prima mappatura del processo produttivo della famiglia di prodotto in analisi, viene svolta sul campo, nel luogo dove avvengono le cose, per vedere con i propri occhi come funzionano i processi e per raccogliere tutte le informazioni necessarie (fig. 2.5).

³⁶ Panizzolo R., 2021, *Materiale didattico del corso di Gestione Snella dei Processi*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

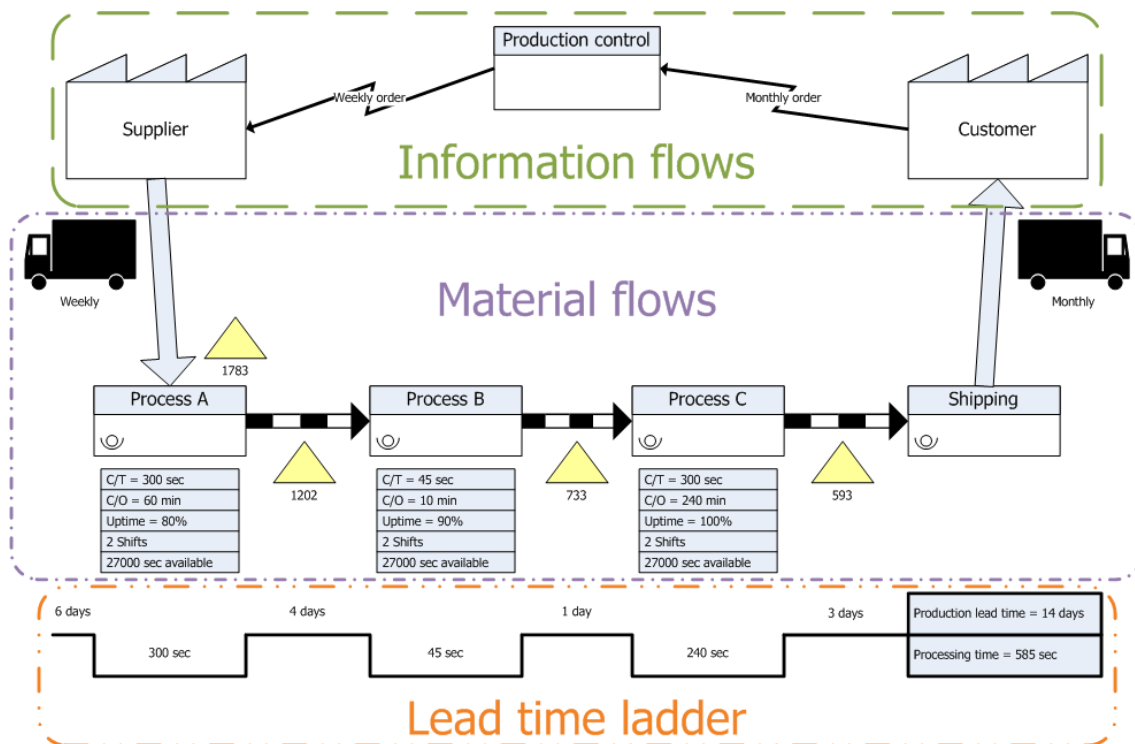


Figura 2.5 – Esempio di Value Stream Map (Wikipedia, 2022)

La mappa del flusso del valore presenta una simbologia ben precisa, ed ogni informazione ha il proprio posto (Panizzolo, 2021)³⁷:

- La parte superiore ospita il controllo di produzione e i flussi informativi (quelli ricevuti dai clienti e quelli inviati ai fornitori, alla produzione e ai trasporti)
- In alto a sinistra si trovano i fornitori, in alto a destra i clienti. Vengono riportate le frequenze con cui si spediscono i materiali e le quantità
- La parte centrale è dedicata ai flussi fisici tra le varie fasi del processo di produzione, inclusi i magazzini. Ogni fase è caratterizzata dal proprio tempo ciclo, dai turni previsti, dal numero di operatori e da tutte le informazioni che si ritengono utili per l'analisi
- Nella parte inferiore si trova una scala, che comprende due tipologie di tempo. Il lead time di produzione (coincide con il tempo di attraversamento della famiglia di prodotto) e il lead time di processo (tempo in cui il prodotto subisce una lavorazione). La differenza tra i due tempi è considerata dalla Lean come spreco

³⁷ Panizzolo R., 2021, *Materiale didattico del corso di Gestione Snella dei Processi*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

e l'obiettivo sarà quello di farli avvicinare il più possibile. Il loro rapporto rappresenta invece l'indice di flusso

FUTURE STATE MAP

È la nuova mappatura, che raccoglie tutte le proposte di miglioramento decise dal gruppo di lavoro. Confrontando le due mappe dovrebbero vedersi le notevoli differenze, in particolare per quanto riguarda l'indice di flusso.

PIANO DI AZIONE E IMPLEMENTAZIONE

Il gruppo di lavoro implementa una road map, dove vengono definite le risorse ed inizia il percorso di trasformazione Lean, tenendo come guida i cinque principi fondamentali.

2.5.2 KANBAN

“Kanban” è una parola giapponese che significa “segnale visuale” o “cartellino”.

Viene utilizzata per definire una tecnica Lean che rende possibile una logica di tipo pull, in cui il flusso viene tirato proprio attraverso l'utilizzo dei cartellini.

Sui cartellini kanban sono indicate tutte le informazioni necessarie per il ripristino, relative a fornitore, codice articolo, cliente e parametri di processo.

Toyota individuò le sei regole fondamentali per il loro utilizzo:

- L'operazione a monte produce solo la quantità autorizzata dal kanban
- Il supermarket deve essere rifornito della quantità esatta richiesta dal kanban
- Non si spediscono pezzi difettosi
- Un contenitore di materiali deve sempre avere il proprio cartellino
- Livellare la produzione
- Stabilizzare e semplificare i processi produttivi

Questo sistema di gestione della produzione produce i seguenti vantaggi:

- È un sistema visuale e semplice da utilizzare
- Limita la sovrapproduzione
- Standardizza la comunicazione
- Ha un costo basso

- Sincronizza tutte le fasi aumentandone la produttività
- Permette di far affiorare i problemi

Esistono tre diversi tipi principali di Kanban (Kanban, 2022)³⁸ (fig. 2.6):

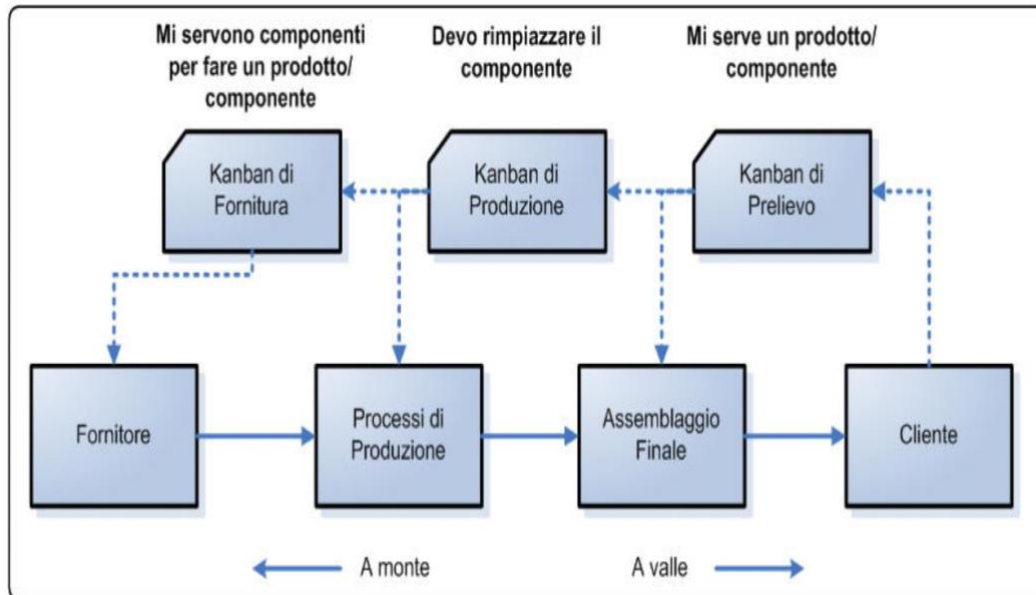


Figura 2.6 – Tipologie di cartellini Kanban (Lean Manufacturing, 2022)

- Kanban di prelievo: permette la movimentazione di materiale tra diversi centri di lavoro
- Kanban di fornitura: riporta le istruzioni sulla tipologia e sulla quantità dei pezzi da consegnare
- Kanban di produzione: autorizza il processo a monte a produrre un certo componente per il processo a valle

2.5.3 PROCESS BLOCK MAPPING

È una tecnica che scomponendo un processo di lavorazione, permette di identificare quali sono le sottofasi che creano valore aggiunto e quali sono spreco.

Solitamente viene usata all'interno della metodologia VSM per aiutare a capire su quali attività lavorare. I risultati della scomposizione in sottofasi, con i relativi nomi, simboli e tempi, vengono inseriti in una tabella (fig. 2.7)

³⁸ <https://www.kanban.it/it/>

| PROCESS BLOCK MAPPING | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------|-----------|------------------|--------|----------|----------|
| Prodotto: Duplicatrici | | | | Data: 12/01/2008 | | | |
| Processo: Riparazione | | | | | | | |
| SOTTO FASI | DURATA [minuti] | CONTROLLO | TRASPORTO | OPERAZIONE | ATTESA | GESTIONE | IMMAGAZZ |
| Prelievo da magazzino 3200 | 5 | | ● | | | | |
| Verifica del guasto | 40 | | ● | ● | | | |
| Ricerca componenti da sostituire in SAP | 5 | | | ● | | | |
| Inserimento offerta in SAP | 5 | | | | | ● | |
| Tempi di attesa risposta da SAP | 5 | | | | ● | | |
| Verifica disponibilità codici a mag 2100 e/o 3000 | 5 | | | | | ● | |
| Prelievo codici a magazzino 2100 e/o 3000 | 10 | | ● | | | | |
| Riparazione | 85 | | | ● | | | |
| Taratura duplicatrice | 10 | | | ● | | | |
| Verifica funzionamento | 10 | ● | | | | | |
| Pulizia duplicatrice | 10 | | | ● | | | |
| Preparazione duplicatrice per imballo | 10 | | | ● | | | |
| Chiusura avviso | 12 | | | | | ● | |
| Tempi di attesa di SAP | 7 | | | | ● | | |
| Comunicazione creazione ordine di spedizione | 3 | | | | | ● | |
| Trasferimento in area dedicata alla spedizione | 3 | | ● | | | | |
| Stoccaggio in area dedicata | 1 | | | | | | ● |
| N°SOTTOFASI | 17 | 1 | 3 | 6 | 2 | 4 | 1 |
| TOTALE LEAD TIME | 236 | 10 | 18 | 170 | 12 | 25 | 1 |
| INCIDENZA % | 100,0% | 4,2% | 7,8% | 72,0% | 5,1% | 10,8% | 0,4% |

Figura 2.7 – Esempio di Process Block Mapping (Panizzolo R., 2021)

Una volta completata la tabella, il gruppo di lavoro si concentra sulle attività non a valore per capire come ridurle. Nei casi in cui non si riesca a ridurre quelle attività si passa a quelle che generano valore, sempre in un’ottica di miglioramento continuo.

2.5.4 LE 5S

Le 5S sono una metodologia di organizzazione del posto di lavoro focalizzata sull’implementazione, il mantenimento e il miglioramento continuo di gestione, ordine e pulizia. Viene creato un gruppo di lavoro formato da persone che operano effettivamente nell’area definita.

Gli obiettivi raggiungibili con implementazione delle 5S sono (Panizzolo, 2021)³⁹:

- Aumento della qualità e del livello di sicurezza
- Riduzione dei tempi
- Migliore utilizzo degli spazi
- Migliore “appetibilità” per chi lavora
- Migliore visibilità nei confronti dei clienti

³⁹ Panizzolo R., 2021, *Materiale didattico del corso di Gestione Snella dei Processi*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

Le 5S sono così suddivise:

SEIRI: consiste nel separare ciò che realmente serve da ciò che non è utile all'attività che si deve svolgere. Questa prima fase deve essere resa in un modo visuale, andando ad attaccare dei cartellini rossi sugli oggetti superflui. Questi oggetti verranno poi portati in un'area contenente tutto ciò che non è utile e avente determinate caratteristiche:

- Delimitata e ben visibile a tutti
- Accesso consentito soltanto al responsabile del progetto 5S
- Ogni oggetto all'interno deve avere il proprio cartellino attaccato
- È importante attuare un monitoraggio dei cartellini emessi e dei cartellini risolti

SEITON: ogni cosa deve essere ordinata e deve avere una propria collocazione.

Una postazione di lavoro ordinata permette di ottenere i seguenti vantaggi:

- È facilmente gestibile
- Elimina la ricerca degli attrezzi e dei materiali
- Facilita i movimenti di prelievo e posizionamento

SEISO: riguarda la pulizia della postazione di lavoro.

Può sembrare un'attività semplice ma permette di raggiungere i seguenti scopi:

- Rende l'ambiente di lavoro un luogo in cui è piacevole lavorare
- Individua i problemi per poi poterli risolvere
- Mantiene i risultati raggiunti nel lungo periodo

SEIKETSU: fermarsi alle prime 3S non permette di consolidare i risultati raggiunti. È importante proseguire con le successive 2S.

Questo quarto principio riguarda la standardizzazione, che nella filosofia Lean ha queste caratteristiche:

- Lo standard lo definisce chi lo deve applicare, non è una cosa calata dall'alto
- Cambiare uno standard è sinonimo di miglioramento
- Lo standard deve essere facile da eseguire

SHITSUKE: sostenere il miglioramento continuo senza restare ancorati agli standard, attraverso le seguenti attività:

- Monitoraggio degli standard raggiunti
- Momenti di condivisione del miglioramento
- Formazione permanente

2.5.5 SPAGHETTI CHART

È una metodologia di mappatura che ha l'obiettivo di visualizzare i flussi fisici di materiali o di persone.

Si prende in considerazione una famiglia di prodotti rappresentativa, di solito quella avente il più alto volume di produzione, e si disegna su un layout il flusso che compie all'interno dello stabilimento durante il ciclo produttivo. A seconda dell'analisi è possibile mappare anche dei sotto-processi, assegnando un colore diverso ad ogni fase. Rappresenta in modo molto visuale lo spreco di movimento, cioè i metri, e alcune volte i km, che un prodotto o una persona percorre (Lean Manufacturing, 2022)⁴⁰ (fig. 2.8).

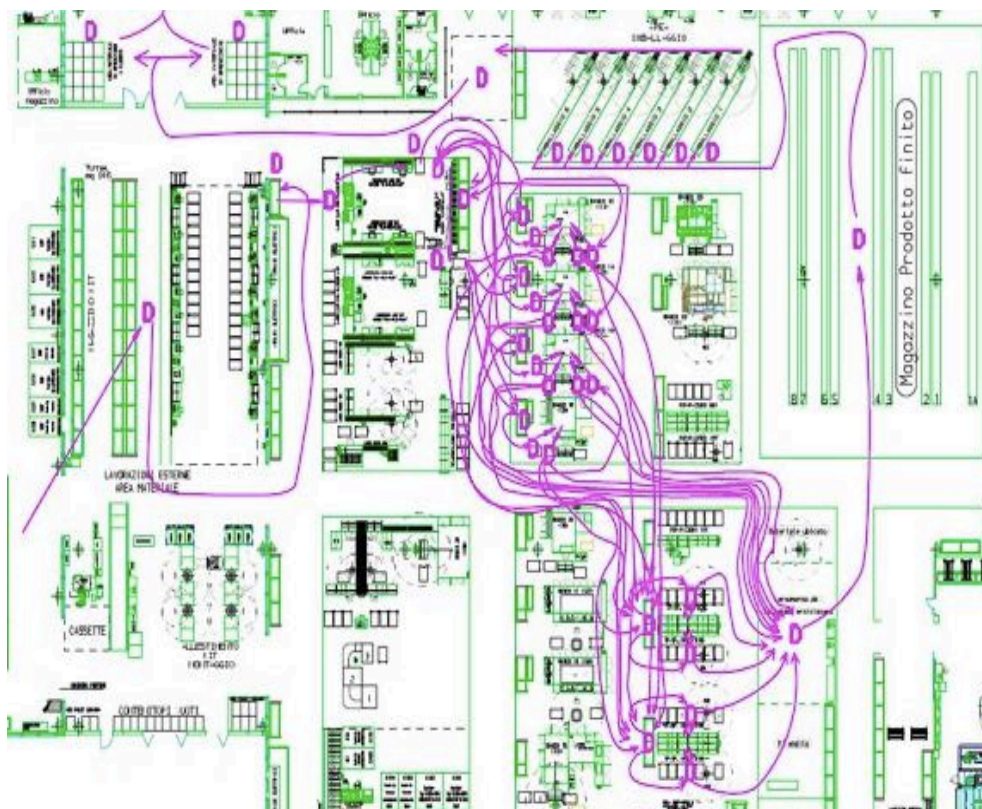


Figura 2.8 – Esempio di Spaghetti Chart (Lean Manufacturing, 2022)

⁴⁰ <https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/spaghetti-chart>

2.5.6 HEIJUNKA

L'Heijunka è il livellamento della produzione, sia in termini di volume sia di product mix. Non si costruiscono i prodotti in base all'afflusso effettivo degli ordini dei clienti, che può oscillare molto, ma si prende il volume totale degli ordini di un periodo e li si ripartisce in modo che ogni giorno si produca lo stesso mix (Liker e Attolico, 2021)⁴¹.

Nella figura seguente (fig. 2.9) è rappresentato il piano di produzione settimanale di un'azienda presa come esempio, suddiviso in cinque giorni, e avente cinque tipologie di prodotto (25xA, 15xB, 5xC, 3xD e 2xE). Questo piano può essere Pull, perché è effettivamente tirato dagli ordini dei clienti, però non è livellato.

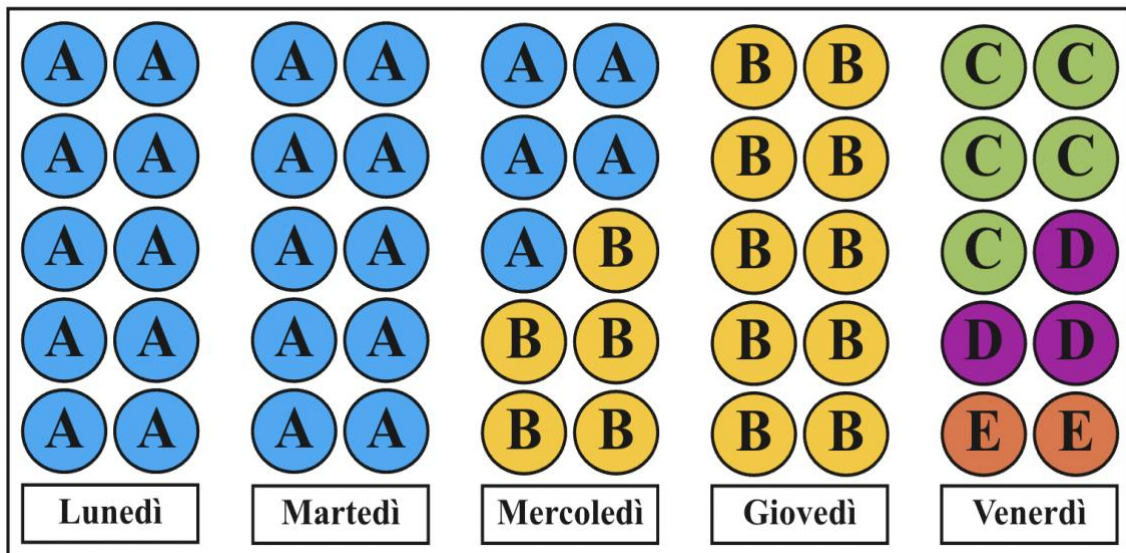


Figura 2.9 – Piano di produzione non livellato

In questa seconda figura (fig. 2.10) è invece rappresentato il piano di produzione livellato. È basato sugli ordini reali ricevuti dai clienti, ma la produzione suddivisa nei cinque giorni della settimana ha lo stesso mix di prodotti.

⁴¹ Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

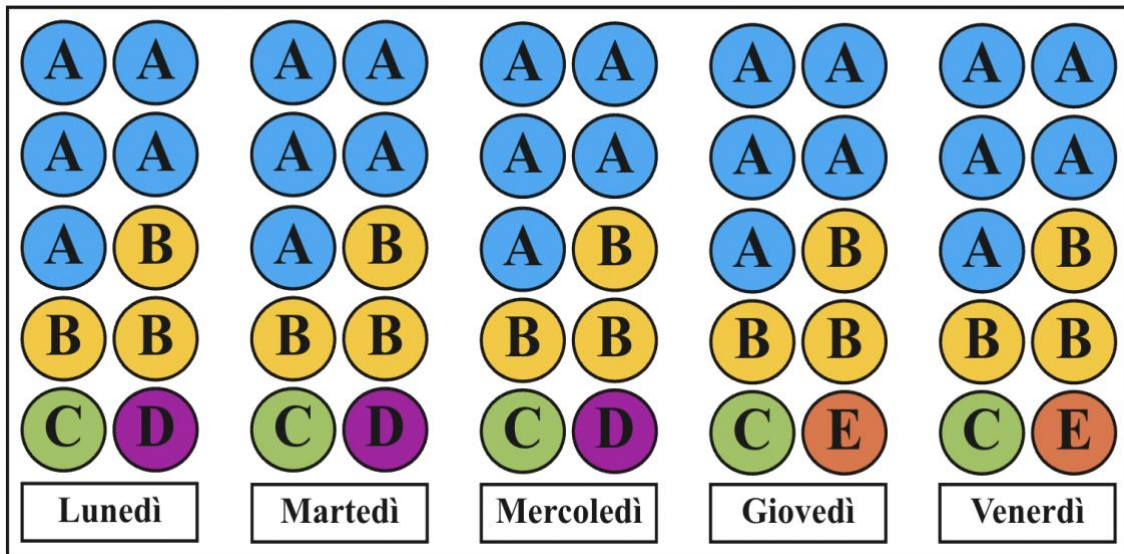


Figura 2.10 – Piano della produzione livellato

L'Heijunka potrebbe sembrare in contrasto con quanto visto fino ad ora sulla filosofia Lean, che utilizza una dimensione dei lotti limitata e consegna al cliente, sia esso interno o esterno, solo ciò di cui ha bisogno. Questo approccio però, costringe le persone a lavorare in modo irregolare. Il livellamento risolve questo problema, ed è sempre basato sugli ordini effettivi ricevuti dai clienti.

L'adozione della tecnica del livellamento porta i seguenti vantaggi (Liker e Attolico, 2021)⁴²:

- Flessibilità nel poter produrre ciò che il cliente vuole e quando lo vuole. Questo vantaggio è condiviso con la logica di tipo Pull.
- Uso equilibrato della forza lavoro e dei macchinari. Uno stabilimento che si attiene al livellamento della produzione può operare nel corso della giornata con un carico di lavoro bilanciato e gestibile.
- Uniformazione della domanda nei processi di fornitura. I fornitori dello stabilimento, siano essi interni o esterni, riceveranno un numero di ordini stabile e uniforme.

⁴² Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

2.5.7 VISUAL MANAGEMENT

La metodologia del Visual Management, intesa come gestione a vista applicata ai processi, permette di visualizzare mediante semplici strumenti gli stati di avanzamento dei processi aziendali, rendendoli visibili agli attori stessi di processo.

Obiettivo fondamentale è, dunque, quello di rendere istantaneamente fruibili tutte le informazioni legate allo stato di avanzamento del processo, mettendo in particolare in luce le possibili criticità che si generano, potendole dunque attaccare in tempo reale (Fomir, 2022)⁴³.

Gli strumenti del Visual Management possono essere suddivisi in tre principali categorie (Fomir, 2022)⁴⁴:

- Visualizzatori: grafici e schemi funzionali al migliore svolgimento del lavoro pratico. Sono strumenti che supportano il lavoratore fornendo le indicazioni su come svolgere una particolare attività
- Controlli visivi: permettono di definire quando e come svolgere una determinata attività. Possono essere rappresentati da semafori, dove il verde indica un'operazione in corso mentre il rosso indica un'interruzione. In questa categoria rientrano anche i cartellini Kanban (fig. 2.11)
- Indicatori visivi di processo: in questa categoria rientrano le segnalazioni che facilitano lo svolgimento di un'attività tramite indicazioni precise di aree e processi, segnalando il corretto flusso dei materiali e delle informazioni (fig. 2.12)



Figura 2.11 – Esempio di controllo visivo (Fomir, 2022)



Figura 2.12 – Esempio di indicatore visivo (Fomir, 2022)

⁴³ <https://fomir.it/lean-production/>

⁴⁴ <https://fomir.it/lean-production/>

2.5.8 SMED

La tecnica dello SMED (Single Minute Exchange of Die) è una tecnica che mira alla minimizzazione dei tempi di attrezzaggio tra due lotti produttivi consecutivi, andando quindi a ridurre lo spreco delle attese.

L'implementazione dello SMED si suddivide in quattro fasi (Fomir, 2022)⁴⁵ (fig. 2.13):

- Prima fase, Analisi dell'attuale processo di cambio produzione identificando le attività che si possono effettuare a macchina ferma IED (Inside Exchange of Die) e le attività OED (Outside Exchange of Die), ovvero quelle che si possono effettuare mentre la macchina lavora
- Seconda fase, separazione delle attività IED e di OED
- Terza fase, studio delle modifiche necessarie da apportare al processo per poter convertire nel modo più efficace possibile le attività interne in attività esterne
- Quarta fase, riduzione e ottimizzazione delle attività esterne determinando le postazioni ottimali per gli utensili e stabilendo checklist o procedure semplici per verificare l'operazione

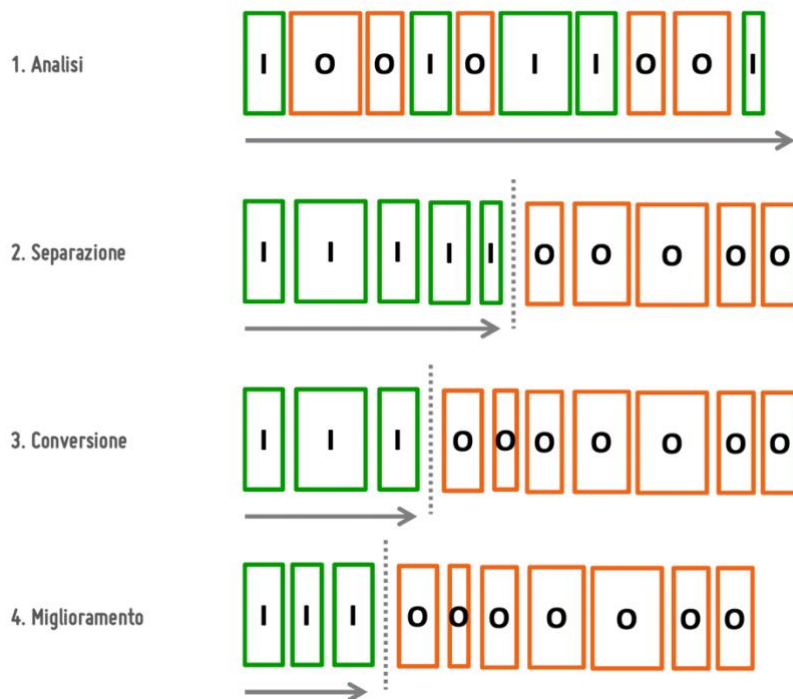


Figura 2.13 – Fasi della tecnica SMED (Fomir, 2022)

⁴⁵ <https://fomir.it/lean-production/>

2.5.9 CICLO PDCA

Il ciclo PCDA è un metodo circolare utilizzato come base per il miglioramento continuo dei prodotti e dei processi.

È costituito dalle seguenti fasi:

- **PLAN**, consiste nel comprendere il problema, nel definire l'obiettivo e nello svolgere l'analisi. Questa prima parte è la più importante perché richiede molto tempo e permette di capire le vere cause del problema
- **DO**, si tratta di un piano di implementazione. In questa fase vengono definite le contromisure per intervenire sul problema
- **CHECK**, è una fase di controllo per verificare se quanto fatto è stato efficace. Alcune attività possono non portare i benefici sperati e necessitano di una nuova implementazione.
- **ACT**, consiste nello standardizzare le attività efficaci e correggere quelle non efficaci

Questa metodologia non si ferma una volta che è stato definito uno standard di riferimento, ma punta a metterlo in discussione, tendendo verso una logica di miglioramento continuo a piccoli passi (fig. 2.14).

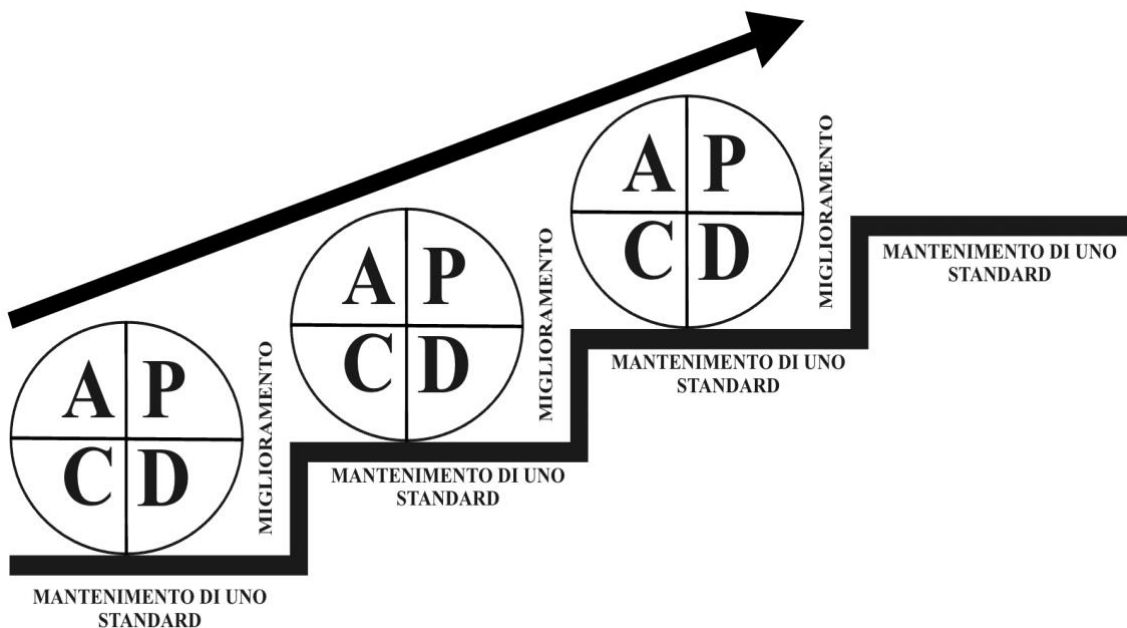


Figura 2.14 – PDCA e Miglioramento Continuo

2.5.10 LA MAPPA SIPOC

La mappa SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Customers) è uno strumento che permette di sintetizzare sotto forma di tabella, gli input e gli output di uno o più processi aziendali.

L'obiettivo è quello di effettuare una mappatura di alto livello di un processo scelto come analisi o definire la nascita di un nuovo processo, focalizzandosi sulle interazioni tra le varie entità coinvolte (Panizzolo, 2021)⁴⁶.

Come si può notare dalla seguente figura (fig. 2.15), che rappresenta un esempio di mappatura SIPOC, sono presenti cinque categorie di analisi:

- Fornitori, comprendenti sia quelli interni che quelli esterni
- Input del processo, possono essere materiali ma anche servizi e informazioni
- Processo in analisi
- Output, possono essere materiali ma anche servizi e informazioni
- Clienti, comprendenti anche essi sia quelli interni che quelli esterni

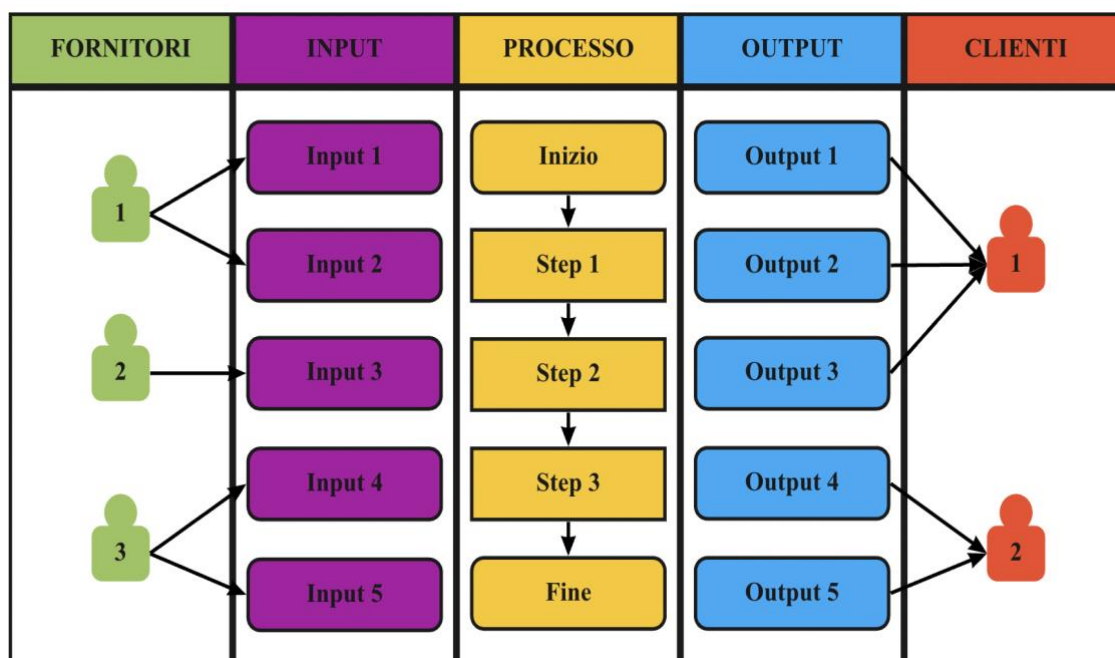


Figura 2.15 – Esempio di mappatura SIPOC

⁴⁶ Panizzolo R., 2021, *Materiale didattico del corso di Gestione Snella dei Processi*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

2.5.11 DIAGRAMMA DI ISHIKAWA

Il diagramma di causa/effetto è una forma di rappresentazione dei legami presenti tra un “effetto” e le relative cause, i “perché” (fig. 2.16).

Il punto di partenza dell’analisi consiste nel descrivere l’effetto, che rappresenta il problema da affrontare. Si procede poi con l’identificazione delle categorie in cui si ipotizza possano risiedere le cause del problema, collegandole con la struttura principale del diagramma attraverso delle linee oblique e andando ad inserire i diversi “perché” (Fomir, 2022)⁴⁷.

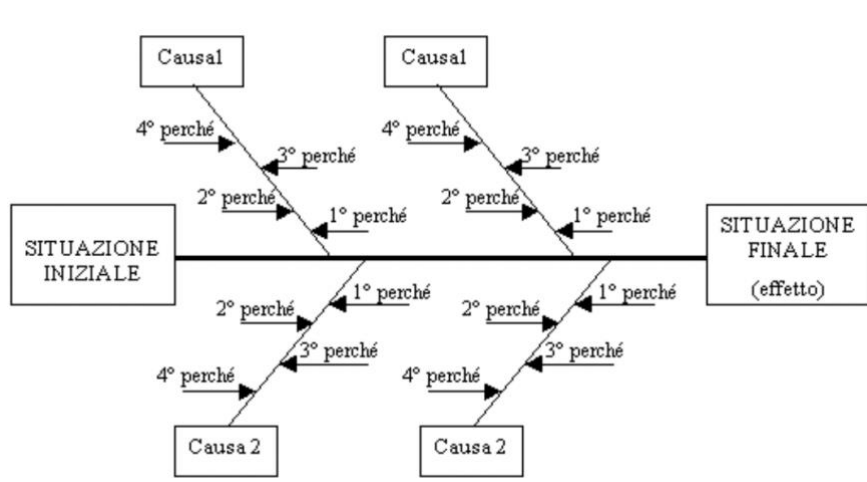


Figura 2.16 - Esempio di Diagramma di Ishikawa (Panizzolo R., 2021)

Questa metodologia permette a chi svolge l’analisi di non fermarsi al primo problema, ma di analizzare la situazione fino in fondo. Kaoru Ishikawa afferma che di fronte ad una situazione dovremmo domandarci almeno quattro volte “perché” (Panizzolo, 2021)⁴⁸.

Nella versione ideata da Toyota, il diagramma presenta quattro principali categorie:

- Macchine
- Manodopera
- Metodi
- Materiali

In una versione successiva sono state aggiunte altre due categorie: ambiente e misure.

⁴⁷ <https://fomir.it/lean-production/>

⁴⁸ Panizzolo R., 2021, *Materiale didattico del corso di Gestione Snella dei Processi*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

3. LA SITUAZIONE AS-IS

In questo capitolo verrà analizzata la situazione attuale attraverso una serie di passaggi consecutivi per comprendere al meglio il punto di partenza dello studio:

- Ripresa del target del progetto all'interno della dimensione AS-IS
- Presentazione delle modalità di approccio all'osservazione dei dati
- Presentazione dello stabilimento produttivo dove il progetto di tesi ha avuto luogo
- Problematiche e vincoli delle diverse aree del plant, che saranno i punti di partenza per la successiva fase di analisi

3.1 IL TARGET DEL PROGETTO

Come anticipato nella parte introduttiva del lavoro di tesi, il target è in realtà duplice. L'azienda, infatti, necessita di aumentare la capacità produttiva del reparto Spiralato con due nuove linee, per far fronte alla domanda crescente da parte dei clienti. Questo incremento può essere applicato rivedendo la disposizione degli spazi e dei vari reparti all'interno dello stabilimento, in quanto l'attuale assetto non presenta spazio sufficiente. Dato il re-layout necessario, si è deciso di sfruttare l'occasione e di includere nel progetto un'analisi di miglioramento ed efficientamento dei flussi dei materiali in ottica Lean Production.

3.2 MODALITÀ DI OSSERVAZIONE

In Toyota l'espressione "genchi genbutsu" significa andare sul posto per osservare la situazione e per comprendere. Il termine "genba", diventato di uso più frequente indica il luogo effettivo in cui si svolge il lavoro, e le due espressioni vengono spesso considerate sinonimi. Non si può essere sicuri di aver compreso appieno un problema dell'azienda finché non si va a controllare la situazione con i propri occhi (Liker e Attolico, 2021)⁴⁹. Questi principi spingono chi svolge l'analisi o chi svolge una attività, a non dare mai nulla per scontato; è importante sapere di cosa si parla perché lo si è visto e lo si è toccato con mano.

⁴⁹ Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

Tadashi Yamashina, uno dei presidenti del Toyota Technical Center, tra i suoi dieci principi di management, afferma quanto segue⁵⁰:

- Pensa e parla sulla base di informazioni e dati verificati e dimostrati (va' personalmente a cercare conferma dei fatti, sei responsabile delle informazioni che riferisci ad altri)
- Approfitta il più possibile della saggezza ed esperienza degli altri per inviare, raccogliere o commentare le informazioni

Durante lo svolgimento del progetto di tesi si è ritenuto quindi fondamentale l'osservazione in prima persona dello stabilimento per comprenderne a fondo i problemi, e l'esperienza delle persone che lavorano all'interno del plant, in quanto portatori della vera conoscenza sui processi produttivi.

3.3 LO STABILIMENTO PRODUTTIVO

Lo stabilimento produttivo di San Pietro in Gù è dedicato alla produzione di tubo tecnico per la divisione industrial.

È composto da quattro reparti produttivi e da un reparto di confezionamento. È presente, inoltre, un magazzino drive-in per lo stoccaggio del granulo in PVC, necessario per l'alimentazione delle linee di produzione, e altri magazzini per lo stoccaggio di materiali ausiliari.

Il plant è dotato di quattro banchine per il carico merci.

Lo stabilimento confina, condividendo un piazzale di carico/scarico per i camion, con un polo logistico, sempre di proprietà del gruppo FITT, destinato allo stoccaggio di prodotto finito e di materia prima. Nel piazzale è stata costruita, inoltre, una tensostruttura per aumentare ulteriormente lo stoccaggio di prodotto finito.

Nei prossimi paragrafi verranno descritte nel dettaglio tutte le aree del plant produttivo attraverso l'uso di una pianta in scala, rappresentante l'intero stabilimento di San Pietro in Gù (fig. 3.1).

⁵⁰ Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

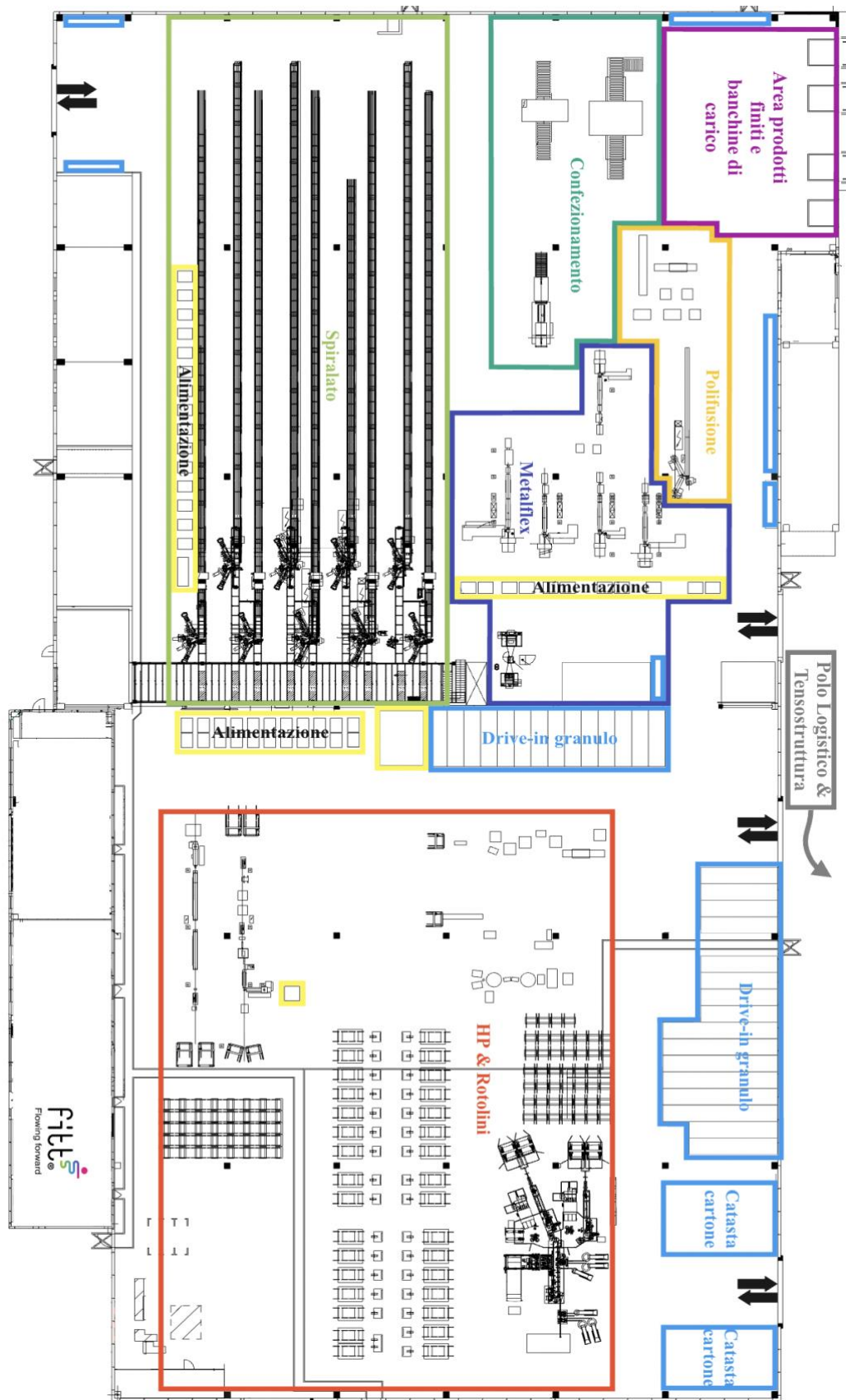


Figura 3.1 – Stabilimento produttivo di San Pietro in Gù (FITT, 2022)

3.3.1 TERMINOLOGIA RICORRENTE

Prima di descrivere le diverse aree dello stabilimento produttivo, verranno introdotte alcune terminologie che saranno riprese frequentemente durante il progetto di tesi.

SACCONI

I sacconi (fig. 3.2), comunemente noti in ambito industriale come “big bags” sono dei contenitori flessibili realizzati in tessuto di rafia di polietilene e di forma cilindrica che l’azienda FITT usa per contenere il granulo in PVC da stoccare nei magazzini drive-in. Nella parte superiore presentano delle asole che possono essere inforcate dai carrellisti per sollevare i sacconi durante le movimentazioni; nella parte inferiore è presente un foro che termina con un imbuto flessibile, utilizzato per svuotare il contenuto all’interno di altri contenitori.

Ogni saccone può ospitare 1200 Kg di granulo, e a pieno carico la base misura 90 cm x 90 cm e l’altezza 180 cm. Una volta svuotati possono essere facilmente compattati per un riutilizzo futuro.



Figura 3.2 – Sacconi stoccati all’interno di un magazzino drive-in (FITT, 2022)

ESSICATORI

Gli essiccatori (fig. 3.3) sono delle apparecchiature impiegate nell’essiccazione di materiale plastico: un procedimento volto ad eliminare l’umidità intrappolata sulla superficie dei granuli, che se presente può compromettere la qualità del processo produttivo e del prodotto finale. La base misura 115 cm x 100 cm.

Vengono posti tra i cassoni dell’alimentazione e le linee di produzione, in modo che il granulo aspirato passi per la fase di essiccazione prima di entrare negli estrusori.



Figura 3.3 – Essiccatori (FITT, 2022)

CASSONI

I cassoni (fig. 3.4) sono dei contenitori rettangolari metallici che l'azienda FITT utilizza per contenere il granulo di PVC destinato all'alimentazione delle linee di produzione; sono infatti collegati direttamente con gli impianti di aspirazione delle linee attraverso un foro presente nella parte inferiore e grazie a dei tubi, anch'essi metallici, posizionati lungo il muro. Nella parte superiore presentano quattro asole che permettono di impilare più cassoni uno sopra l'altro.

La base misura 110 cm x 150 cm, non sono compattabili, e possono contenere fino a 1200 Kg di granulo.



Figura 3.4 – Cassoni per il granulo (FITT, 2022)

AVVOLGITORI

Gli avvolgitori sono delle apparecchiature semiautomatiche che supportano l'operatore nella fase di avvolgimento del tubo, attività necessaria per dare al prodotto una forma più contenuta. FITT utilizza tre tipi di avvolgitori a seconda della metratura del prodotto finito e del diametro:

- Avvolgitori piccoli, per tubi fino a 30 m e con diametro fino ai 63 mm. La base è rettangolare e misura 110 cm x 100 cm
- Avvolgitori grandi, per tubi da 50 m e con diametro fino ai 63 mm. La base è rettangolare e misura 160 cm x 130 cm
- Avvolgitore a “giostra”, per tubi di tutte le lunghezze ma con diametro superiore ai 63 mm. La base è circolare e misura circa 1,5 m di raggio.

REGGIATRICE

La reggiatrice (fig. 3.5) è un macchinario semiautomatico che viene utilizzato per applicare delle regge al tubo una volta finita la fase di avvolgimento, per tenerlo in forma ed evitare che si srotoli. FITT applica tre regge per la maggior parte dei tubi prodotti nei suoi stabilimenti.

Consiste in un banco di lavoro di piccole dimensioni: la base misura circa 110 cm x 80 cm e viene posta immediatamente accanto all'avvolgitore, in modo che l'operatore possa scaricare il rotolo agevolmente.

Per alcuni rotoli di grandi dimensioni, solitamente i tubi da 50 m, l'applicazione delle regge viene fatta direttamente sull'avvolgitore con una reggiatrice manuale.



Figura 3.5 – Esempio di reggiatrice (SOCEPI, 2022)

3.3.2 ALCUNI DATI NUMERICI

Nella seguente tabella (tab. 3.1) sono riportati alcuni dati numerici, per un confronto tra i reparti dello stabilimento che saranno oggetto di analisi. Oltre al numero di linee di produzione, si è ritenuto importante il consumo di granulo, espresso in due differenti unità di misura ([Kg] e [sacconi]), i volumi di produzione, il numero di codici di prodotto finito e i giorni di estrusione medi di ciascuna linea. Tutti i dati si riferiscono all'anno 2021, e sono da considerarsi completi e reali, perché estrapolati dal software gestionale dell'azienda; non sono quindi frutto di simulazioni o previsioni.

Tabella 3.1 – Confronto numerico tra i reparti dello stabilimento

| Descrizione | Spiralato | Metalflex | Polifusione |
|-------------------------|------------|-----------|-------------|
| N° linee | 9 | 5 | 1 |
| Granulo consumato [Kg] | 7.500.000 | 1.600.000 | 170.000 |
| Granulo consumato [sac] | 6.250 | 1.300 | 140 |
| Produzione [m] | 14.600.000 | 2.500.000 | 1.000.000 |
| Produzione [pz] | 630.000 | 74.500 | 150.000 |
| Produzione [plt] | 47.500 | 7.000 | 2.500 |
| Produzione [Kg] | 7.200.000 | 1.500.000 | 160.000 |
| Estrusione [gg/anno] | 315 | 225 | 225 |
| N° codici prodotto | 490 | 163 | 25 |

Nelle seguenti figure, è riportato l'organico presente all'interno dello stabilimento, diviso per reparto, per mettere in risalto la distribuzione del personale nell'arco di una giornata lavorativa standard. Si è ritenuto importante suddividere i dati in due parti, per sottolineare le differenze tra i giorni feriali (fig. 3.6), dal lunedì al venerdì, e il fine settimana (fig. 3.7).

Con il termine “fondo linea” si considerano gli operatori che svolgono le fasi di avvolgimento e di reggiatura del tubo.

Il capo turno segue un intero reparto, e si divide quindi tra le diverse linee. Il reparto Polifusione non ha questa figura, ma la condivide con il reparto Metalflex data la stretta vicinanza all'interno del plant.

| REPARTO | DESCRIZIONE | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 |
|-----------------|--------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SPIRALATO | FONDO LINEA | 4 OPERATORI | | | | | | 4 OPERATORI | | | | | | 4 OPERATORI | | | | | | | | | | | |
| | | 1 CAPO TURNO | | | | | | 1 CAPO TURNO | | | | | | 1 CAPO TURNO | | | | | | | | | | | |
| | | 1 ASSISTENTE | | | | | | 1 ASSISTENTE | | | | | | 1 ASSISTENTE | | | | | | | | | | | |
| METALFLEX | FONDO LINEA | 3 OPERATORI | | | | | | 3 OPERATORI | | | | | | 3 OPERATORI | | | | | | | | | | | |
| | | 1 CAPO TURNO | | | | | | 1 CAPO TURNO | | | | | | 1 CAPO TURNO | | | | | | | | | | | |
| POLIFUSIONE | FONDO LINEA | 2 OPERATORI | | | | | | 2 OPERATORI | | | | | | 2 OPERATORI | | | | | | | | | | | |
| CONFEZIONAMENTO | MUMMIFICATRICE | 1 OPERATORE | | | | | | 1 OPERATORE | | | | | | 1 OPERATORE | | | | | | | | | | | |
| | FORNO & FILMATRICE | 2 OPERATORI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | GENERICO | 1 OPERATORE | | | | | | 1 OPERATORE | | | | | | 1 OPERATORE | | | | | | | | | | | |
| EXTRA/AIUTO | JOLLY | 1 OPERATORE | | | | | | 1 OPERATORE | | | | | | 1 OPERATORE | | | | | | | | | | | |
| CARRELLISTI | CARICO LINEE | 1 OPERATORE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | PIAZZALE | | | | | | | 1 OPERATORE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 3 OPERATORI | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 3.6 – Organico dello stabilimento dal lunedì al venerdì

| REPARTO | DESCRIZIONE | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 | 05:00 |
|-----------------|--------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SPIRALATO | FONDO LINEA | 3,5 OPERATORI | | | | | | 3,5 OPERATORI | | | | | | 3,5 OPERATORI | | | | | | | | | | | |
| | | 1 CAPO TURNO | | | | | | 1 CAPO TURNO | | | | | | 1 CAPO TURNO | | | | | | | | | | | |
| | | 1 ASSISTENTE | | | | | | 1 ASSISTENTE | | | | | | 1 ASSISTENTE | | | | | | | | | | | |
| METALFLEX | FONDO LINEA | - | | | | | | - | | | | | | - | | | | | | | | | | | |
| POLIFUSIONE | FONDO LINEA | - | | | | | | - | | | | | | - | | | | | | | | | | | |
| CONFEZIONAMENTO | MUMMIFICATRICE | 1 OPERATORE | | | | | | 1 OPERATORE | | | | | | 1 OPERATORE | | | | | | | | | | | |
| | FORNO & FILMATRICE | - | | | | | | - | | | | | | - | | | | | | | | | | | |
| | GENERICO | 0,5 OPERATORE | | | | | | 0,5 OPERATORE | | | | | | 0,5 OPERATORE | | | | | | | | | | | |
| EXTRA/AIUTO | JOLLY | - | | | | | | - | | | | | | - | | | | | | | | | | | |
| CARRELLISTI | CARICO LINEE | - | | | | | | - | | | | | | - | | | | | | | | | | | |
| | PIAZZALE | - | | | | | | - | | | | | | - | | | | | | | | | | | |

Figura 3.7 – Organico dello stabilimento nel fine settimana

3.3.3 REPARTO SPIRALATO

Il reparto Spiralato (verde chiaro in pianta) è dedicato alla produzione dei tubi spirali ed è composto da nove linee di produzione disposte in “batteria”. La caratteristica più significativa di questo reparto è la grande superficie occupata, le linee sono infatti lunghe più di 50 metri, perché è necessaria una vasca di raffreddamento e di trasporto pari alla metratura del prodotto in fase di estrusione. A fine linea sono presenti delle stazioni manuali di avvolgimento e reggiatura dei tubi, che una volta avvolti vengono posizionati su pallet e poi portati al reparto di confezionamento. Il reparto lavora quasi sempre a ciclo continuo sette giorni alla settimana, con tre turni al giorno. A seconda degli ordini dei clienti e della programmazione, vengono spente alcune linee durante il fine settimana.

PRODOTTI DEL REPARTO SPIRALATO

Come si può notare dalla tabella dei dati numerici presentata precedentemente, il reparto Spiralato è quello con il più alto volume di produzione dell'intero stabilimento e presenta un numero molto elevato di tipologie di prodotto.

FITT raggruppa i prodotti del reparto in cinque grandi famiglie chiamate “gamme”, a seconda della denominazione commerciale e di alcuni vincoli tecnici:

- Evapool, insieme di prodotti destinati al mondo piscina caratterizzati da un confezionamento dedicato
- Aspirtech, insieme di prodotti per la mandata di aria o per l'aspirazione di fluidi caratterizzati da un confezionamento dedicato e un processo di raccordatura
- D grandi, insieme di prodotti aventi diametro interno superiore ai 63 mm
- Piscina, insieme di prodotti destinati al mondo piscina, con diametro interno fino ai 63 mm
- Altro, insieme di prodotti che non rientrano nelle altre gamme di prodotto, con diametro interno fino ai 63 mm

Di seguito viene presentata una tabella con i volumi di produzione e il numero di codici prodotto del reparto, divisi per gamme di prodotto (tab. 3.2).

Tabella 3.2 – Volumi di produzione Spiralato divisi per gamma

| Gamma | Metri | Pezzi | Pallet | N° codici |
|------------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
| Evapool | 71.748 | 6.614 | 254 | 5 |
| Aspirtech | 416.516 | 64.604 | 1.269 | 14 |
| D grandi | 271.465 | 9.766 | 2.933 | 131 |
| Piscina | 6.428.619 | 206.632 | 21.047 | 45 |
| Altro | 7.429.232 | 341.174 | 21.923 | 295 |
| Totale | 14.617.580 | 628.790 | 47.426 | 490 |

Viene fornita anche una vista del reparto, con la nomenclatura assegnata alle linee di produzione e la lunghezza delle vasche di raffreddamento (fig. 3.8).

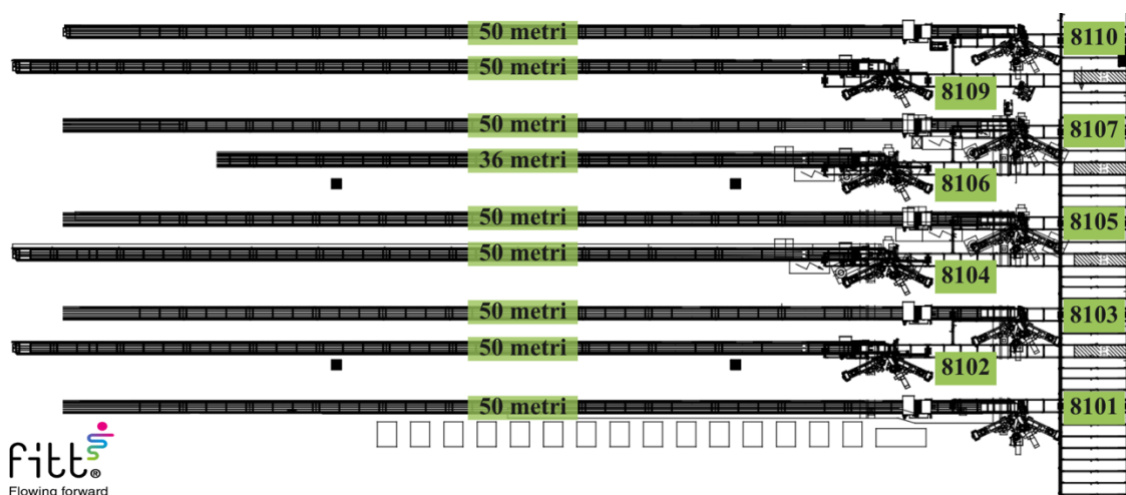


Figura 3.8 – Vista del reparto Spiralo (FITT, 2022)

3.3.4 REPARTO METALFLEX

Il reparto Metalflex (blu scuro in pianta) è specializzato nella produzione di tubi flessibili con spirale di rinforzo in acciaio zincato che permette una torsione elevata in esercizio ed è composto da cinque linee di produzione. A fine linea sono presenti delle stazioni manuali di avvolgimento e reggiatura dei tubi, che vengono poi portati verso delle stazioni di mummificazione sempre all'interno del reparto. Una volta mummificati, i rotoli vengono posizionati su pallet e portati al reparto confezionamento. Una particolarità di questo reparto è la presenza di un'area di recupero degli scarti, per recuperare il filo di acciaio, e di manipolatori di fronte alla testa di ogni linea di produzione, che servono per il carico delle bobine di acciaio. A differenza del reparto Spiralo, le linee sono più corte e compatte, in quanto non è necessaria la presenza della vasca di raffreddamento e trasporto.

Il reparto Metalflex lavora cinque giorni alla settimana con tre turni al giorno.

L'azienda acquista il filo di acciaio zincato da un fornitore esterno, che ha come vincolo tecnico quello di consegnare solo bobine grandi, chiamate "matri", non adatte per essere caricate direttamente in linea. È presente quindi una macchina definita "stracannatrice" che ha la funzione di dipanare le bobine matri e riavvolgere il filo in bobine più piccole, chiamate "figlio".

PRODOTTI DEL REPARTO METALFLEX

Dalla tabella introdotta precedentemente si può notare come il reparto Metalflex presenti un numero di codici prodotto inferiore rispetto al reparto Spiralato. Per questo motivo i prodotti non vengono raggruppati in gamme, ma sono presenti dei vincoli tecnici sulle linee di produzione: ogni linea può estrudere prodotti rientranti in uno specifico range di diametro interno.

Viene fornita una vista del reparto, con la nomenclatura assegnata alle linee di produzione e il range di diametro estrudibile (fig. 3.9).

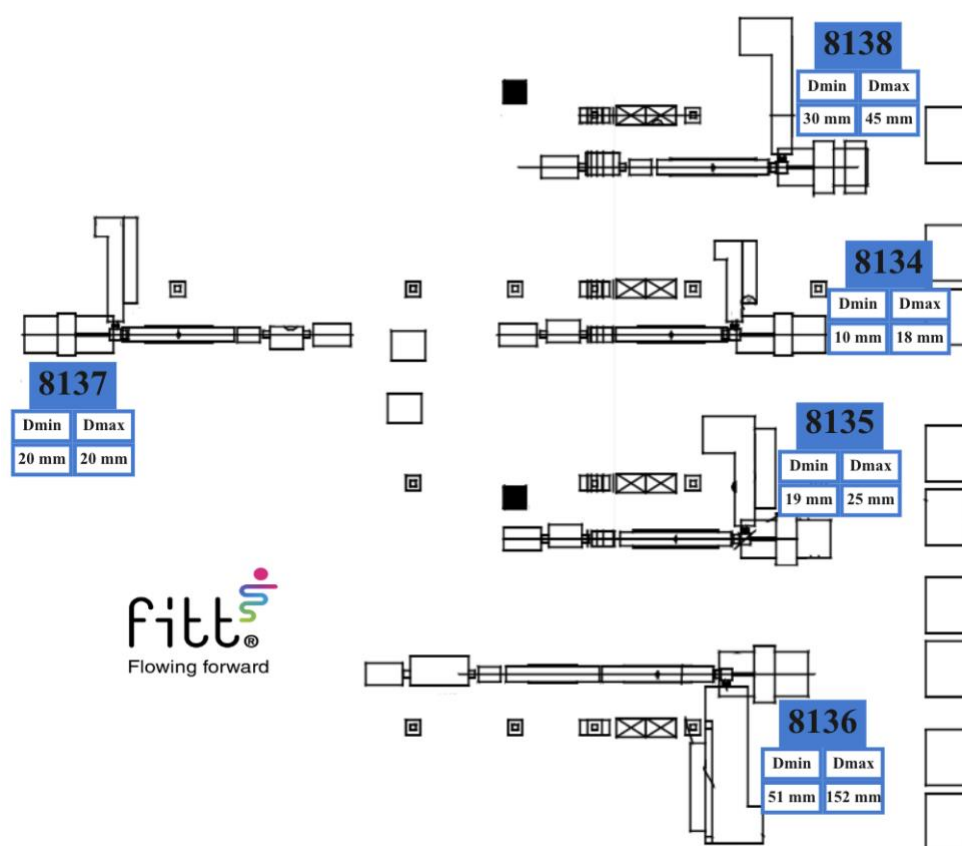


Figura 3.9 – Vista del reparto Metalflex (FITT, 2022)

3.3.5 REPARTO POLIFUSIONE

Il reparto Polifusione (giallo ocra in pianta) è costituito da una sola linea di produzione dedicata ad una particolare famiglia di prodotti. La linea ha una vasca di 15 metri in quanto i tubi di questa famiglia non superano mai quella lunghezza. A fine linea sono

presenti due stazioni manuali di avvolgimento e reggiatura, e due macchine semi-automatiche per la polifusione, che è un processo di raccordatura del tubo.

Il reparto Polifusione lavora cinque giorni alla settimana con tre turni al giorno.

A differenza degli altri reparti, qui si trova una piccola area di confezionamento con un fornello per l'applicazione di un film termoretraibile intorno ai rotoli e una inscatolatrice.

Da questo reparto escono infatti i pallet già completi e pronti per essere filmati nel reparto di confezionamento vero e proprio.

Viene fornita anche una vista del reparto, con la nomenclatura assegnata alla linea di produzione e la lunghezza della vasca di raffreddamento (fig. 3.10).



Figura 3.10 – Vista del reparto Spiralo (FITT, 2022)

3.3.6 REPARTO HP

Il reparto HP (rosso in pianta) è dedicato alla produzione di tubi per mandata di aria in alta pressione ed è composto da due linee di produzione, una per il sotto-strato e una per la copertura. Le due fasi sono disaccoppiate, in quanto prima dell'applicazione della copertura, il tubo viene avvolto in grandi bobine per poi passare ad una fase intermedia di aggiunta di una maglia di filato, necessaria per i tubi in alta pressione. Questa ultima fase è molto lenta e necessita di numerose stazioni di filatura che lavorano in parallelo, occupando una vasta superficie all'interno dello stabilimento.

Le successive fasi di taglio e di confezionamento è interamente automatizzata.

All'interno di questo reparto è presente anche un'area di confezionamento manuale dedicata ai "rotolini", piccoli tubi prodotti in altri stabilimenti ma che vengono poi raccordati e confezionati in questo stabilimento.

Essendo l'unico reparto del plant che ha subito da poco una riconfigurazione, non sarà oggetto del lavoro di tesi e non verrà considerato durante l'analisi.

3.3.7 REPARTO CONFEZIONAMENTO

È un'area comune (verde scuro in pianta) a tutti gli altri reparti, in quanto vi confluiscono i pallet con i rotoli che necessitano di essere confezionati o filmati a seconda del loro ciclo produttivo.

È composto da una macchina mummificatrice automatica di grandi dimensioni, che avvolge i rotoli con un film protettivo e da una filmatrice automatica per pallet. Entrambe le macchine necessitano di essere caricate e scaricate da operatori, attraverso l'ausilio di rulliere. È presente, inoltre, un forno grande per l'applicazione di un film termoretraibile intorno ai rotoli.

3.3.8 AREA PRODOTTI FINITI E BANCHINE DI CARICO

L'area prodotti finiti (viola in pianta) è dedicata allo stoccaggio dei pallet di prodotto finito, che una volta usciti dalla filmatrice del reparto confezionamento, sostano in attesa di essere caricati sui camion per il trasporto.

Le banchine di carico ospitano i camion per le consegne in diretta ai clienti, o delle navette per il trasporto interno. Queste navette svolgono in realtà una doppia funzione: trasporto e magazzino. Vengono infatti caricate con i pallet di prodotto finito durante il giorno, e a fine turno vengono portate dalla parte opposta del piazzale dove è presente il polo logistico, dove degli operatori con carrelli elevatori scaricano il materiale e lo stoccano in attesa della spedizione ai clienti.

3.3.9 MAGAZZINI MATERIE PRIME E MATERIALI AUSILIARI

All'interno dello stabilimento produttivo sono presenti numerosi magazzini (azzurro in pianta), che vengono serviti da operatori con carrelli elevatori.

- Il magazzino granuli in PVC, che costituiscono la materia prima principale, è un magazzino drive-in con 362 posti pallet. Il granulo viene stoccato in sacconi da 1200 kg ciascuno ed ogni saccone è posizionato su un pallet avente le dimensioni di 1200x1200 mm
- Le bobine madri di filo di acciaio zincato vengono stoccate in magazzini con scaffalature a semplice profondità

- I materiali ausiliari di cartone, come scatole, mandrini, angolari e box pallet, vengono stoccati in un'area tramite un magazzino a catasta, in quanto la maggior parte dei codici sono sovrapponibili
- Altri materiali ausiliari, come etichette, dischi per il confezionamento e raccorderia, vengono stoccati in magazzini con scaffalature a semplice profondità

3.3.10 AREE DI ALIMENTAZIONE DELLE LINEE

Le aree di alimentazione delle linee di produzione (giallo in pianta) sono costituite da cassoni in materiale metallico, che ospitano al loro interno il granulo in PVC.

Sono collegati alle linee di produzione tramite delle lance e dei tubi in acciaio che corrono lungo il soffitto o sottoterra.

Prima di entrare nel processo produttivo vero e proprio il granulo ha bisogno di passare attraverso degli essiccatori. Per il granulo rigido questi essiccatori sono posti vicino ai cassoni, mentre per il granulo morbido sono posti direttamente in linea.

I cassoni vengono caricati da operatori con carrelli elevatori, che prelevano i sacconi nel magazzino drive-in e li svuotano sui cassoni. La capacità di un cassone è di 1200 kg, quindi un intero saccone di granulo. Solitamente i cassoni sono posizionati a coppie, uno sopra all'altro, ed ogni coppia contiene lo stesso codice di granulo.

Non essendo presenti strumenti di rilevazione automatica della capienza dei cassoni, i carrellisti hanno il compito di controllare l'effettivo riempimento e di procedere con la ricarica quando necessario.

3.3.11 POLO LOGISTICO E TENSOSTRUTTURA

Lo stabilimento produttivo di San Pietro in Gù confina con un polo logistico attraverso la condivisione di un piazzale di carico/scarico merci. Questo polo è autonomo e serve numerosi altri plant del gruppo FITT. È composto da un magazzino con scaffalature a semplice profondità, con capacità di 50.000 posti pallet, ed è servito da carrelli elevatori manuali e carrelli bilaterali manuali. Funge da deposito per i prodotti finiti e per alcuni sacconi di granulo di PVC.

All'interno del piazzale antistante lo stabilimento è presente una tensostruttura con scaffalature a semplice profondità, adibita allo stoccaggio di pallet di prodotto finito di alcune famiglie di prodotto.

In alcuni periodi dell'anno, il piazzale esterno viene usato come punto di stoccaggio per i prodotti in attesa di spedizione ai clienti.

3.3.12 SUPPLY CHAIN DELLO STABILIMENTO

Nella seguente figura (fig. 3.11) viene illustrato come si muovono i materiali, sia materie prime che prodotti finiti, da e per il plant all'interno dell'intera supply chain del gruppo FITT, che comprende altri stabilimenti produttivi, fornitori esterni, logistiche esterne e clienti.

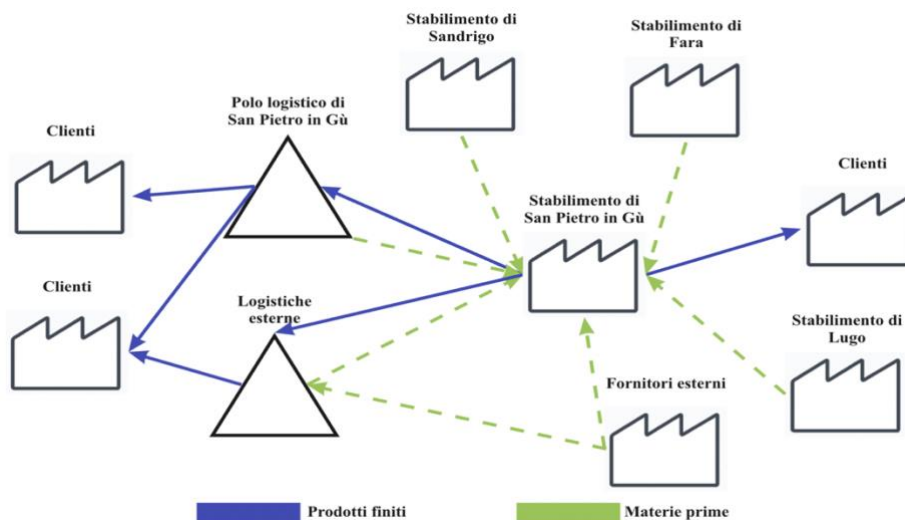


Figura 3.11 – Supply chain dello stabilimento di San Pietro in Gù

3.4 PROBLEMATICHE E VINCOLI DEL PLANT

In questo paragrafo verranno presentati i principali problemi e vincoli dello stabilimento, emersi durante una fase di osservazione e di confronto con il personale. Si è scelto di argomentarli in modo discorsivo in quanto costituiranno poi il punto di partenza per la fase di analisi AS-IS del prossimo capitolo, dove si scenderà in una dimensione numerica e dettagliata.

3.4.1 MATERIALE A TERRA

La problematica principale che si può notare entrando all'interno dello stabilimento è la grande quantità di materiale a terra. Si tratta di una situazione comune a tutti i reparti e aree del plant e riguarda sia i prodotti finiti, ma anche i semilavorati e le materie prime.

Questa problematica ha contribuito a generare a cascata una serie di altri problemi, che verranno elencati di seguito:

- Sicurezza, blocchi temporanei delle vie di fuga o di spazi adibiti alle attrezzature da utilizzare in caso di incendio
- Difficoltà nel trovare il materiale, perché spesso chi si occupa dello stoccaggio usa criteri di mappatura personali, ma con il passare del tempo è difficile ricordare dove sia stato messo, con conseguente perdita di tempo nella ricerca (fig. 3.12)
- Necessità di spostare continuamente il materiale per trovare quello che si sta cercando, con seguente aumento delle movimentazioni e delle perdite di tempo
- Occupazione di spazio all'interno di un plant produttivo che dovrebbe essere usato per la produzione ma che viene invece utilizzato come area di stoccaggio (fig. 3.13)
- Mancanza di un criterio standard per la gestione del materiale all'interno dello stabilimento; la merce viene posizionata casualmente dove c'è un posto libero e nel lungo periodo la situazione diventa confusionaria
- Difficoltà nel controllare lo stato dei materiali e rischio obsolescenza, dato che possono rimanere fermi per lunghi periodi, anche anni



Figura 3.12 – Materiale a terra (FITT, 2022)



Figura 3.13 – Occupazione di spazio produttivo (FITT, 2022)

3.4.2 PROBLEMATICHE RELATIVE AL MAGAZZINO GRANULI

Il magazzino drive-in contenente il granulo, avente altezza pari a due pallet, è adatto alla gestione di poche referenze con una giacenza medio/alta. All'interno di una corsia è

possibile stoccare una sola referenza, in quanto la sequenza di ingresso e di uscita del materiale è standard, e non è possibile immagazzinare referenze diverse sopra e sotto (Persona, 2021)⁵¹.

Attualmente il magazzino viene gestito con una mappatura casuale dove i carrellisti decidono di volta in volta dove posizionare il materiale; le corsie, quindi, non ospitano sempre lo stesso codice granulo.

Inizialmente, anche per la presenza di pochi codici granulo, si era cercato di assegnare alcune aree del magazzino a determinati materiali, ed i carrellisti stoccarono la merce muovendosi a memoria. Con il passare del tempo però, il numero di codici è cresciuto portando alla luce diversi problemi:

- Quando un carrellista non trova alcun spazio libero è obbligato a posizionare il materiale a terra, che porta alla generazione di altri problemi visti precedentemente
- Uso improprio di alcune corsie, dove vengono stoccati all'interno referenze diverse. In questo caso per poter prendere il codice necessario, un carrellista deve svuotare tutta la corsia, con conseguente perdita di tempo
- Sicurezza, perché il numero di movimentazione viene aumentato con il conseguente aumento dei diversi indici di rischio, dato che vengono sollevati sacconi da 1200 Kg
- Mancanza di un criterio di mappatura del magazzino
- Rischio obsolescenza dei materiali

3.4.3 PROBLEMATICHE RELATIVE ALL'ALIMENTAZIONE DELLE LINEE

I cassoni contenenti il granulo non presentano una logica di gestione del riempimento automatizzata, ma vengono riempiti dai carrellisti quando stanno per esaurirsi.

I carrellisti, che non sono presenti nei turni notturni e durante il fine settimana, per far fronte a possibili rotture di stock che farebbero fermare le linee, posizionano dei sacconi di granulo davanti ai cassoni, in modo che se i cassoni dovessero svuotarsi sia possibile

⁵¹ Persona A., 2021, *Materiale didattico del corso di Logistica Industriale*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

spostare la lancia di estrazione all'interno dei sacconi. Il problema che si genera è la conseguente occupazione di spazio a terra e di mancanza di sicurezza perché i sacconi impediscono la visuale ai carrellisti o ad altri operatori che transitano in quella zona (fig. 3.14).

Una seconda problematica è legata al fatto che i cassoni sono posizionati a coppie di due, uno sopra l'altro, e un carrellista è obbligato a spostarli entrambi per riempire uno dei due, aumentando di conseguenza il numero di prese e di movimentazioni nell'arco del tempo e diminuendo la sicurezza.



Figura 3.14 – Sacconi che occupano spazio a terra (FITT, 2022)

3.4.4 PROBLEMATICHE DEL REPARTO SPIRALATO

Un vincolo molto importante del reparto Spiralato sono le grandi dimensioni delle linee di produzione, e di conseguenza la vasta superficie occupata all'interno dello stabilimento. Il target del progetto è quello di arrivare a undici linee totali, partendo dalle nove attualmente disponibili. Sarà quindi importante tenere in considerazione le dimensioni totali del reparto per una efficace ottimizzazione degli spazi.

Per quanto riguarda le problematiche, se ne possono osservare tre:

- Esaminando la pianta del reparto si può notare come l'area del fondo linea sia a ridosso del muro perimetrale. In questa area avvengono le fasi di avvolgimento e reggiatura dei tubi, e nel momento in cui tutte le linee sono in funzione può capitare che gli spazi dedicati alle due fasi si sovrappongano e che ci siano

problemi nel portare via i bancali pieni e nel far arrivare quelli vuoti, con conseguenti problemi di sicurezza e di movimentazioni aggiuntive

- Degli spezzoni di alcune famiglie di prodotto che vengono estrusi in questo reparto, necessitano poi di essere confezionati altrove. Trattandosi però di tubi non ancora avvolti, non è possibile posizionarli su pallet per il trasporto. Vengono allora messi su dei lunghi carrelli metallici che occupano molto spazio a fondo linea e che aumentano il congestionamento
- Data l'elevata quantità di linee e di prodotti, ne consegue una grande varietà di velocità di estrusione, che dipendono da vincoli tecnici degli estrusori o da vincoli di prodotto. Per questo motivo gli operatori seguono le fasi di avvolgimento e reggiatura di più linee diverse, con una conseguente assenza di uno standard di riferimento e di una possibile confusione su chi debba seguire una determinata linea

3.4.5 PROBLEMATICHE DEL REPARTO METALFLEX

Un vincolo del reparto Metalflex è la presenza di manipolatori per il carico delle bobine di filo di acciaio in testa linea. Questi strumenti sono necessari in quanto il carico, effettuato dal capo turno, avviene in modo manuale, e il peso delle bobine non può essere portato da un operatore.

Per quanto riguarda le problematiche, ne sono state individuate due:

- Come anticipato nei precedenti paragrafi, la fase di dipanatura delle bobine di acciaio con la macchina stracannatrice è disaccoppiata dal carico linee. Capita spesso che gli operatori preparino in anticipo diverse bobine per coprire la produzione dei giorni successivi, depositandole poi a terra. Questo comporta un aumento dello spazio occupato e la presenza di bancali di bobine a bordo linea (fig. 3.15)
- Le linee del reparto Metalflex hanno velocità di estrusione molto lente, di conseguenza gli operatori seguono le fasi di avvolgimento e reggiatura di più linee diverse, con una conseguente assenza di uno standard di riferimento e presenza di una possibile confusione su chi debba seguire una determinata fase (questo problema è in comune con il reparto Spiralato)



Figura 3.15 – Bobine “figlio” a terra all’interno del reparto (FITT, 2022)

3.4.6 PROBLEMATICHE REPARTO POLIFUSIONE

Il reparto Polifusione presenta due problematiche:

- Essendo composto da una sola linea di produzione, non possiede la figura del capoturno, è data la sua vicinanza condivide l’organizzazione con il reparto Metalflex. Questo può portare a delle difficoltà di gestione delle mansioni
- La linea di produzione è piuttosto datata e presenta numerosi vincoli tecnici durante la fase di estrusione, per questo viene dedicata ad una specifica famiglia di prodotto

3.4.7 PROBLEMATICHE REPARTO CONFEZIONAMENTO

Il reparto confezionamento risulta di fondamentale importanza per tutti gli altri reparti, in quanto riceve i pallet di prodotti che devono essere mummificati o i pallet di prodotto finito da filmare. Il numero di pallet in arrivo è particolarmente soggetto a fluttuazioni, perché dipende dalle fasi di produzione a monte e dal giorno (nel fine settimana, infatti, non tutti i reparti sono attivi).

Per la maggior parte dell’anno, non solo durante i periodi di picco, i macchinari non riescono a seguire il ritmo di produzione creando accumuli di materiale a terra.

In particolare, la macchina mummificatrice e il forno per l’applicazione del film termoretraibile intorno ai rotoli, lavorano a grandi lotti, aumentando ulteriormente il numero di pallet a terra in ingresso e in uscita dal reparto.

4. L'ANALISI AS-IS

In questo capitolo verrà analizzata dettagliatamente la situazione AS-IS, con l'obiettivo di ricercare la causa origine dei problemi dello stabilimento produttivo. Per svolgere questa analisi ci si concentrerà sul problema di partenza per poi interrogarsi riguardo i "perché" che lo generano. Analizzando a ritroso i vari "perché" si arriverà a trovare la causa origine, che rappresenta il gap da colmare attraverso un miglioramento futuro.

4.1 PUNTO DI PARTENZA

Come introdotto nel capitolo precedente, il problema principale che si nota una volta entrati all'interno del plant è la mancanza di spazio per la presenza di grandi quantità di materiale a terra. Si tratta di materiale in fase di lavorazione, ma anche di materie prime e prodotti finiti.

Oltre ad occupare spazio produttivo, il materiale a terra impedisce il normale svolgimento delle attività, fino ad arrivare allo stop forzato di alcune linee di produzione durante i giorni di picco, per la mancanza di aree libere dove posizionare i nuovi prodotti.

La mancanza di spazio inoltre risulta essere un fattore critico per la realizzazione del progetto di re-layout, in quanto l'aggiunta di due nuove linee di produzione richiede la ricerca di aree libere dove effettuare il posizionamento.

Di seguito vengono proposte delle immagini per comprendere meglio il problema di partenza (fig. 4.1 e fig. 4.2).



Figura 4.1 e figura 4.2 – Materiale a terra all'interno dello stabilimento (FITT, 2022)

4.2 PERCHÈ NON C'È SPAZIO?

Per analizzare il motivo della mancanza di spazio si è pensato di capire come vengono utilizzate le aree all'interno dello stabilimento produttivo, attraverso una visuale il più ampia possibile. Si è ipotizzato di posizionarsi in un punto di osservazione sopraelevato, ed ispezionare il plant avendo una vista a 360 gradi su tutta la superficie.

La tecnica utilizzata per l'analisi riprende la definizione di attività che danno valore aggiunto e attività che non danno valore aggiunto, vista nei capitoli precedenti.

Consiste nel prendere la pianta in scala dello stabilimento, disegnata attraverso un software CAD, e nel suddividere tutte le aree assegnandole a due categorie principali: lo spazio a valore, che in questo progetto di tesi verrà chiamato "VA", e lo spazio non a valore, che verrà chiamato "NVA". Si possono utilizzare dei colori per dare allo strumento un grado di comprensione più elevato.

Gli spazi vengono suddivisi a seconda delle seguenti caratteristiche:

- VA, colore verde, vi fanno parte tutte le superfici ospitanti quelle attività che creano un valore aggiunto, per esempio i macchinari produttivi che trasformano le materie prime in prodotto finito
- NVA, colore rosso, vi fanno parte tutte le superfici ospitanti quelle attività che non creano valore aggiunto, per esempio i magazzini di materie prime o semilavorati, i corridoi, le aree vuote

Una volta assegnate le aree interessate dall'analisi alle diverse categorie, con l'ausilio della scala di misura con cui è stata creata la pianta, è possibile calcolare la superficie di ciascuna categoria (in [m²]) ed ottenere delle percentuali in rapporto allo spazio totale.

L'obiettivo all'interno di uno stabilimento produttivo è quello di avere la maggior parte di superficie utilizzata per attività che aggiungono valore, perché solitamente ogni area del plant ha un costo per una azienda pari a 80 €/m² all'anno (Persona, 2021)⁵²; di conseguenza, se viene occupata per scopi produttivi crea un valore e un guadagno, altrimenti genera solo dei costi.

⁵² Persona A., 2021, *Materiale didattico del corso di Logistica Industriale*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

4.2.1 SUDDIVISIONE DEGLI SPAZI ALL'INTERNO DEL PLANT

Nello svolgere l'analisi, per il particolare tipo di produzione svolta dall'azienda, oltre alle due categorie introdotte precedentemente, è stata aggiunta una terza categoria chiamata sempre "NVA", ma di colore giallo, comprendente quelli spazi che l'azienda non considera a valore ma che sono di supporto per il processo produttivo.

Di seguito verranno elencate le diverse aree appartenenti alle tre categorie:

- VA con colore verde, comprende le linee di produzione dei vari reparti, la zona di recupero scarti, gli essiccatori, le macchine per il confezionamento, lo spazio necessario alla caduta dei tubi dalla linea e la stracannatrice
- NVA con colore giallo, comprende i magazzini delle materie prime, i magazzini dei materiali ausiliari, l'area dedicata ai prodotti finiti, le banchine di carico e i cassoni dove viene caricato il granulo per poi essere aspirato dalle linee
- NVA con colore rosso, comprende i corridoi e le aree vuote

4.2.2 LA PIANTA DEL VALORE DEL PLANT

Di seguito viene presentata la pianta in scala dello stabilimento produttivo con la suddivisione degli spazi attraverso l'utilizzo dei colori descritti in precedenza (fig. 4.3).

Gli spazi che non sono oggetto di questo progetto di tesi sono stati contrassegnati con il colore grigio e non fanno parte dell'analisi.

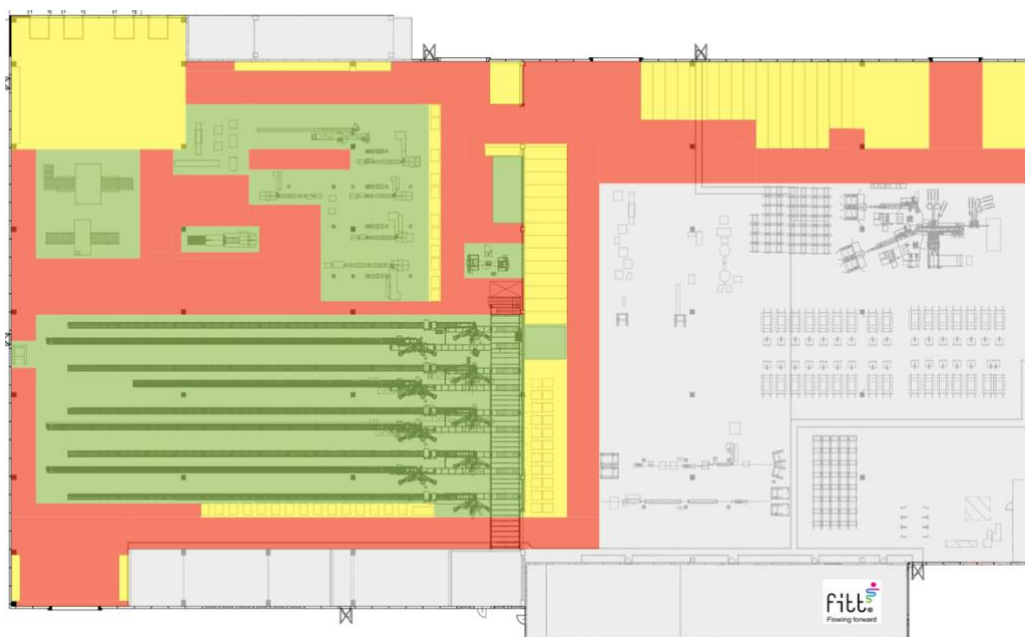


Figura 4.3 – La pianta del valore dello stabilimento produttivo (FITT, 2022)

Di seguito viene riportata anche una tabella con i risultati numerici, ottenuti calcolando le superfici appartenenti a ciascuna categoria (tab. 4.1).

Tabella 4.1 – Risultati numerici delle superfici del plant

| Superfici | [m²] | % sul totale |
|------------------|------------------------|---------------------|
| VA | 2.560 | 38,4% |
| NVA | 1.345 | 20,2% |
| NVA | 2.755 | 41,4% |
| Totale | 6.660 | 100% |

4.2.3 CAUSA DELLA MANCANZA DI SPAZIO

Come si può notare dall'analisi prima visiva e poi numerica, la maggior parte del plant presenta aree a non valore; sommando le superfici rosse e quelle gialle si arriva infatti al 61,6% del totale.

Questo risultato potrebbe sembrare contraddittorio, perché il problema principale riguarda la mancanza di spazio ma l'area non a valore, contraddistinta dal colore rosso, è molto ampia.

In realtà la parte rossa è occupata quasi interamente da materiale a terra, fatta eccezione per alcuni corridoi, e per questo lo spazio utilizzabile è inesistente.

La causa è la presenza costante di pallet di materia prima, semilavorati e prodotti finiti, che possono essere riassunti in un solo concetto: Work In Process (WIP).

Il passo successivo dell'analisi sarà cercare il motivo che determina l'accumulo di materiale in fase di processazione.

4.3 PERCHÈ LA QUANTITÀ DI WIP È ELEVATA?

Per analizzare il motivo della grande quantità di Work In Process si è cercato di capire come e dove vengono svolte le diverse fasi del processo produttivo.

Lo strumento che meglio si adatta a questa ricerca è la mappatura del flusso del valore attraverso lo strumento della Value Stream Mapping, che è stato introdotto nei capitoli precedenti.

Il punto di partenza di una buona mappatura è l'individuazione della famiglia di prodotto più rappresentativa.

4.3.1 FAMIGLIA DI PRODOTTO RAPPRESENTATIVA

Per individuare la famiglia di prodotto più rappresentativa, si è scelto come punto di partenza il reparto con il più alto volume di produzione all'interno dello stabilimento.

Nella seguente tabella (tab. 4.2), sono riportati i volumi di produzione reali dell'anno 2021 e il numero di codici prodotto finito per ciascun reparto, estrapolati dal software gestionale dell'azienda.

Tabella 4.2 – Volumi di produzione dell'anno 2021

| Reparti | Metri | Pezzi | Pallet | N° Codici |
|--------------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
| Spiralato | 14.600.000 | 630.000 | 47.500 | 490 |
| Metalflex | 2.500.000 | 74.500 | 7.000 | 163 |
| Polifusione | 1.000.000 | 150.000 | 2.400 | 25 |
| Totale | 18.100.000 | 854.500 | 56.900 | 678 |

Come si può notare dai risultati numerici, il reparto che presenta i volumi più elevati è lo Spiralato.

Come riportato nel capitolo precedente, all'interno del reparto Spiralato ci sono diverse gamme di prodotto, che storicamente all'interno dell'azienda hanno origine da un mix tra una ragione prettamente commerciale e una ragione tecnica, collegata ad alcuni vincoli presenti sulle linee di produzione e ad alcune limitazioni sulla lavorabilità dei prodotti.

È bene considerare che nella mappatura del flusso di valore non è importante trovare la famiglia più rappresentativa in senso commerciale ma in base al tipo di processi che il prodotto subisce durante la sua lavorazione.

Per questo si è deciso di utilizzare lo strumento chiamato PR analysis, descritto nei capitoli precedenti, dove, grazie ad una matrice prodotto/processo, è possibile raggruppare i prodotti in famiglie in base a quali processi produttivi subiscono.

Le gamme di prodotto preesistenti sono state utili per svolgere una prima clusterizzazione dei prodotti.

Una volta completata la compilazione della matrice si sceglierà la famiglia di prodotti con il più alto volume di produzione.

I processi inseriti all'interno della matrice sono i seguenti:

- Estrusione, fase del processo produttivo comune a tutti i tipi di tubo che viene svolta dalle linee di produzione
- Avvolgimento, quando il tubo estruso cade a terra viene raccolto da un operatore che lo avvolge con l'ausilio di avvolgitori semiautomatici
- Reggiatura, fase che prevede l'applicazione di regge da parte dell'operatore, con lo scopo di mantenere il tubo sotto forma di rotolo
- Nessun confezionamento, i rotoli non devono essere confezionati ma una volta posizionati su pallet vengono portati direttamente alla fase di filmatura del pallet
- Forno grande, fase di confezionamento che prevede l'applicazione di un film termoretraibile intorno al rotolo attraverso il passaggio all'interno di un macchinario che funge da forno
- Mummificatrice orizzontale, fase di confezionamento che prevede l'applicazione di un film intorno al rotolo attraverso un macchinario che lo avvolge partendo da una posizione orizzontale (all'interno possono passare rotoli con un diametro massimo)
- Mummificatrice verticale, fase di confezionamento uguale a quella sopra ma che lavora rotoli con diametro maggiore partendo da una posizione verticale
- Confezionamento Evapool, fase per confezionare una particolare gamma di prodotto che solitamente viene svolta in un'area del plant diversa dalle linee di estrusione
- Confezionamento Aspirtech, fase per confezionare una particolare gamma di prodotto che solitamente viene svolta in un'area del plant diversa dalle linee di estrusione
- Fimatrice automatica, fase di filmatura dei pallet che viene svolta da un macchinario in modo automatico
- Fimatrice manuale, fase di filmatura dei pallet che viene svolta dall'operatore a causa della dimensione elevata del pallet stesso

- Magazzino prodotti finiti, una volta che i pallet sono stati filmati vengono posizionati in un'area dedicata, dove verranno poi prelevati per essere portati al polo logistico o alle banchine di carico per le consegne in diretta

Di seguito viene rappresentata la matrice prodotto/processo (fig. 4.4)

| MATRICE PRODOTTO-PROCESSO | | | | | ESTRUSIONE | AVVOLGIMENTO | REGGIATURA | MESSIN CONFEZIONAMENTO | FORNO GRANDE | MUMIFICATRICE ORIZZONTALE | MUMIFICATRICE VERTICALE | CONFEZIONAMENTO EVAPOOL | CONFEZIONAMENTO ASPIRTECH | FILMATRICE AUTOMATICA | FILMATRICE MANUALE | MAGAZZINO PRODOTTI FINITI |
|---------------------------|-----------|---------|--------|--------------------|------------|--------------|------------|---------------------------|--------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|
| GAMMA | METRI | PEZZI | PALLET | CODICI PRODOTTO | | | | | | | | | | | | |
| EVAPOL | 71.748 | 6.614 | 254 | 5 | X | X | X | | | | | X | | X | | X |
| ASPIRTECH 1 | 308.070 | 45.738 | 958 | 8 | X | X | X | | | | | | X | X | | X |
| ASPIRTECH 2 | 108.446 | 18.866 | 311 | 6 | X | X | X | | X | | | | X | X | | X |
| D GRANDI 1 | 2.915 | 628 | 30 | 7 | X | X | X | X | | | | | | | X | X |
| D GRANDI 2 | 268.550 | 9.138 | 2.903 | 124 | X | X | X | | | | X | | | X | | X |
| PISCINA 1 | 41.109 | 2.649 | 185 | 4 | X | X | X | | X | | | | | X | | X |
| PISCINA 2 | 10.400 | 208 | 52 | 2 | X | X | X | | | | X | | | X | | X |
| PISCINA 3 | 281.315 | 10.595 | 1.171 | 9 | X | X | X | X | | | | | | X | | X |
| PISCINA 4 | 6.095.795 | 193.180 | 19.639 | 30 | X | X | X | | | X | | | | X | | X |
| ALTRO 1 | 2.978.422 | 113.970 | 7.419 | 132 | X | X | X | | X | | | | | X | | X |
| ALTRO 2 | 256.085 | 5.492 | 1.550 | 38 | X | X | X | | | | X | | | X | | X |
| ALTRO 3 | 304.300 | 7.082 | 1.214 | 43 | X | X | X | | | X | | | | X | | X |
| ALTRO 4 | 3.890.425 | 214.630 | 11.740 | 82 | X | X | X | X | | | | | | X | | X |

Figura 4.4 – Matrice prodotto/processo

Come si può notare analizzando la matrice prodotto/processo ci sono due gamme di prodotto che potrebbero diventare la famiglia più rappresentativa: si tratta della “piscina 4” e della “altro 4”, che sono state riassunte nella tabella sottostante (tab. 4.3).

Tabella 4.3 – Gamme di prodotto più rappresentative

| Gamma | Metri | Pezzi | Pallet | N° Codici |
|------------------|-----------|---------|--------|-----------|
| Piscina 4 | 6.095.795 | 193.180 | 19.639 | 30 |
| Altro 4 | 3.890.425 | 214.630 | 11.740 | 82 |

Il dato più importante da considerare è il numero di pallet prodotti in un anno, perché costituisce l'unità di movimentazione all'interno dello stabilimento.

Considerato lo scopo di questa analisi, dove ci si interroga riguardo la presenza elevata di WIP, risulta fondamentale esaminare l'unità di movimentazione utilizzata per portare il materiale tra le diverse fasi di lavorazione.

La famiglia più rappresentativa è costituita allora dalla gamma "piscina 4".

Per essere il più precisi possibile, sarebbe corretto effettuare una divisione all'interno della gamma appena identificata; infatti, vi sono 30 codici prodotto al suo interno.

Tutti questi codici prodotto che hanno in comune le fasi di lavorazione viste precedentemente con la matrice prodotto/processo, presentano in realtà una differenza importante: si tratta della metratura finale del tubo.

La metratura incide sui tempi di estrusione e su quelli di avvolgimento, perché un tubo più lungo, per esempio, occupa una linea per più tempo rispetto ad un tubo più corto e richiede più secondi per essere avvolto. Inoltre, la lunghezza incide anche sulle dimensioni del rotolo avvolto e sul numero di rotoli che possono stare su un singolo pallet, rendendo la mappatura del flusso di valore differente a seconda della metratura.

Per effettuare la scelta della famiglia finale si è pensato quindi di scomporre ulteriormente la gamma "piscina 4" nelle varie metrature relative a ciascun codice prodotto (tab. 4.4).

Tabella 4.4 – Scomposizione della gamma "piscina 4"

| m/pz | Metri | Pezzi | Pallet | N° codici |
|---------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
| 12 | 25.920 | 2.160 | 135 | 1 |
| 25 | 3.481.125 | 139.245 | 13.064 | 21 |
| 50 | 2.588.750 | 51.775 | 6.440 | 8 |
| Totale | 6.095.795 | 193.180 | 19.639 | 30 |

Come si può vedere dalla scomposizione appena effettuata, verrà scelta la lunghezza da 25 metri della gamma "piscina 4" come famiglia più rappresentativa per la mappatura del flusso di valore.

Per confermarne la rappresentatività, vengono presentati di seguito due grafici che mettono a confronto il numero di pallet prodotti per la famiglia in analisi, con il numero di pallet prodotti dall'intero plant (fig. 4.5).

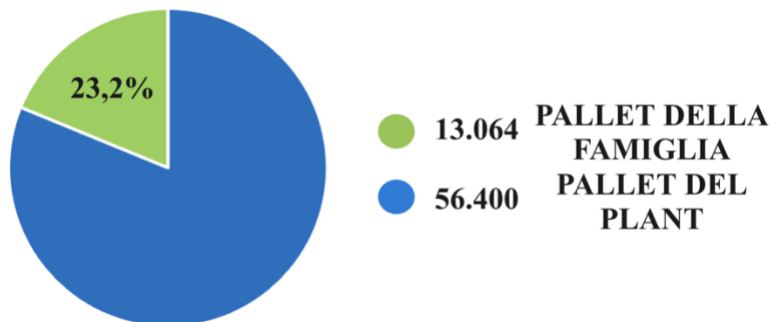


Figura 4.5 – Confronto tra la famiglia più rappresentativa e il plant

4.3.2 LA VALUE STREAM MAP

La Value Stream Mapping viene solitamente usata per mappare l'intero flusso del valore di una famiglia di prodotto rappresentativa, partendo quindi dagli ordini dei clienti, che generano richieste di materiale ai fornitori, fino ad arrivare alla spedizione dei prodotti finiti. In questo progetto di tesi è stato utilizzato per la mappatura un flusso ridotto, che comprende solo le fasi svolte dentro il perimetro dello stabilimento produttivo in analisi. Come punto di partenza della mappatura sono stati considerati gli ordini di produzione che vengono inviati al reparto e come punto di arrivo le consegne al magazzino prodotti finiti.

L'oggetto della mappatura è un pallet della famiglia rappresentativa scelta precedentemente, che contiene 12 rotoli di prodotto finito, e costituisce l'unità di movimentazione utilizzata all'interno del plant.

Nei paragrafi seguenti verranno introdotte le diverse fasi del processo produttivo (fig. 4.6) che andranno a comporre la VSM, attraverso la spiegazione delle caratteristiche fondamentali e delle modalità di raccolta dei dati utilizzati per l'analisi.



Figura 4.6 – Fasi produttive della famiglia più rappresentativa

Nell'analisi seguente, le fasi di estrusione e avvolgimento verranno considerate come consecutive, come se il tubo appena caduto dalla linea venisse subito raccolto da un operatore per iniziare l'avvolgimento. Questa è in realtà una semplificazione, perché un operatore segue più linee di produzione e può capitare che i tubi estrusi, una volta caduti a terra, attendano di essere avvolti in quello che è a tutti gli effetti un buffer intermedio contenente work in process. L'attesa dei tubi è difficilmente stimabile, perché non sono presenti dati storici a riguardo e si tratta di una situazione con forte variabilità, dipendente dal numero di linee seguite dall'operatore, che non è sempre uguale nell'arco dei giorni. Questa semplificazione porta ad una sottostima dei tempi totali, che nella realtà sono più elevati.

ESTRUSIONE

L'estrusione è la fase in cui il granulo di PVC viene lavorato e modellato per arrivare alla forma classica del tubo finale, che dopo essere stato trasportato lungo una vasca di raffreddamento, cade a terra a bordo linea.

Questa fase si svolge ad una determinata velocità, calcolata in [m/min], che dipende dalle caratteristiche tecniche del prodotto finale e dai vincoli tecnici della linea di produzione. Nel caso della famiglia di prodotto rappresentativa in analisi, la velocità nominale di estrusione è di 5 [m/min].

Sapendo che la lunghezza del tubo è di 25 metri, è possibile calcolare il tempo ciclo della linea, ovvero ogni quanto esce un prodotto finito, attraverso la seguente formula:

$$T_c \text{ linea} = 25 \text{ [m/pz]} / 5 \text{ [m/min]} = 5 \text{ [min/pz]}$$

Di seguito viene riportata una tabella con il riassunto dei dati necessari per la mappatura della fase di estrusione (tab. 4.5)

Tabella 4.5 – Dati fase di estrusione

| Risorse | Tc per un pezzo | Tc per un pallet |
|---------------------|------------------------|-------------------------|
| Linea di estrusione | 5 [min/pz] | 60 [min/plt] |

AVVOLGIMENTO E REGGIATURA

L'avvolgimento è la fase in cui un operatore avvolge il tubo con l'ausilio di un macchinario chiamato avvolgitore, che si trova a fine linea. Una volta avvolto, il rotolo deve essere reggiato mediante l'applicazione di tre regge, che impediscono al prodotto di tornare allo stato lineare.

All'interno di queste due macro-fasi (avvolgimento e reggiatura) sono presenti altre sottofasi ausiliarie come la raccolta tubo, la prova del diametro per verificarne le dimensioni, l'applicazione di un film protettivo intorno al rotolo, l'applicazione di una protezione sulla parte terminale del tubo e tutte le movimentazioni per spostare il prodotto dall'avvolgitore alla reggiatrice e infine sul pallet.

I tempi totali sono stati calcolati mediante tre riprese video, previo rispetto delle norme legate alla privacy, effettuate in momenti diversi nell'arco di una settimana lavorativa. I filmati sono stati poi analizzati per ricavare il periodo di ciascuna sottofase, ottenuto come media dei tempi di ognuno dei tre video.

Questa tecnica ha permesso inoltre di avere un archivio sempre disponibile in caso di necessità, per un ulteriore controllo dei dati o per una maggiore comprensione delle attività svolte.

Di seguito viene riportata una tabella (tab. 4.6) con il riassunto dei dati necessari per la mappatura della fase di avvolgimento e reggiatura.

Per i dati numerici completi dell'analisi video si rimanda all'appendice A (tab. A.1).

Tabella 4.6 – Dati fase di avvolgimento e reggiatura

| Risorse | Tc per un pezzo | Tc per un pallet |
|----------------|------------------------|-------------------------|
| Operatore 1 | 1,4 [min/pz] | 16,8 [min/plt] |

BUFFER INTERMEDIO 1

Una volta completato il pallet con tutti i rotoli necessari, l'operatore che ha svolto le fasi di avvolgimento e reggiatura carica l'avvenuto completamento nel sistema gestionale attraverso una lettura tramite codice a barre e lo porta in un'area dedicata al deposito del materiale in attesa di essere confezionato con la mummificatrice orizzontale.

Il pallet viene poi prelevato da un secondo operatore, che dopo aver registrato il prelievo sempre tramite lettura del codice a barre, si occuperà della fase di confezionamento.

Trattandosi a tutti gli effetti di un magazzino con materiale in attesa di lavorazione, si è andato a calcolare il tempo di stazionamento all'interno del buffer guardando la differenza tra i due movimenti caricati dagli operatori tramite codice a barre e facendo poi la media tra tutti i tempi di tutti i pallet nell'arco dell'anno 2021. Il risultato finale tiene conto anche del tempo necessario per lo spostamento del pallet.

Di seguito viene riportata una tabella (tab. 4.7) con il riassunto dei dati necessari per la mappatura del buffer intermedio 1.

Tabella 4.7 – Dati buffer intermedio 1

| Risorse | Tc per un pallet |
|---------------------------|------------------|
| Operatore 1 + Operatore 2 | 90 [min/plt] |

MUMMIFICATURA

La mummificazione è la fase di confezionamento in cui il singolo rotolo viene avvolto con una pellicola, per potenziare la tenuta della forma e per proteggerlo da contatti con oggetti esterni. L'operatore che ha prelevato il pallet, carica ogni rotolo su un rullo trasportatore che lo porta verso la mummificatrice orizzontale, una macchina automatica dedicata al confezionamento e all'applicazione di una prima etichetta. Il rotolo viene poi trasportato verso l'uscita sempre attraverso un rullo, dove lo stesso operatore applica manualmente una seconda etichetta e lo posiziona nuovamente sul pallet.

I tempi totali sono stati calcolati con la tecnica delle riprese video descritta in precedenza.

Di seguito viene riportata una tabella (tab. 4.8) con il riassunto dei dati necessari per la mappatura della fase di mummificazione.

Per i dati numerici completi dell'analisi video si rimanda all'appendice A (tab. A.2).

Tabella 4.8 – Dati fase di mummificazione

| Risorse | Tc per un pezzo | Tc per un pallet |
|------------------------------|-----------------|------------------|
| Operatore 2 + Mummificatrice | 2,93 [min/pz] | 35,2 [min/plt] |

BUFFER INTERMEDIO 2

Una volta completato il pallet con tutti i rotoli necessari, l'operatore che ha svolto la fase di mummificazione carica l'avvenuto completamento nel sistema gestionale attraverso una lettura tramite codice a barre e lo porta in un'area dedicata al deposito dei pallet in attesa di essere filmati. Il pallet viene poi prelevato da un secondo operatore, munito di carrello elevatore, che dopo aver registrato il prelievo sempre tramite lettura del codice a barre, si occuperà della fase di filmatura.

Il tempo medio di stazionamento è stato calcolato mediante la stessa tecnica utilizzata per il buffer precedente. Il risultato finale tiene conto anche del tempo necessario per lo spostamento del pallet.

Di seguito viene riportata una tabella (tab. 4.9) con il riassunto dei dati necessari per la mappatura del buffer intermedio 2.

Tabella 4.9 – Dati buffer intermedio 2

| Risorse | Tc per un pallet |
|---------------------------|-------------------------|
| Operatore 2 + Operatore 3 | 60 [min/plt] |

FILMATURA

La filmatura è la fase di confezionamento in cui il pallet viene avvolto con un film protettivo, per riparare i prodotti durante il trasporto.

L'operatore che ha prelevato il pallet lo carica attraverso un rullo trasportatore su una filmatrice, una macchina automatica dedicata al confezionamento e all'applicazione di una prima etichetta. Il pallet viene poi trasportato verso l'uscita sempre attraverso un rullo, dove lo stesso operatore applica manualmente una seconda etichetta e lo scarica dalla rulliera.

I tempi totali sono stati calcolati con la tecnica delle riprese video descritta in precedenza.

Di seguito viene riportata una tabella (tab. 4.10) con il riassunto dei dati necessari per la mappatura della fase di filmatura.

Per i dati numerici completi dell'analisi video si rimanda all'appendice A (tab. A.3).

Tabella 4.10 – Dati fase di filmatura

| Risorse | Tc per un pallet |
|--------------------------|------------------|
| Operatore 3 + Filmatrice | 2 [min/plt] |

AREA PRODOTTI FINITI

L'area dedicata allo stazionamento dei prodotti finiti, situata internamente allo stabilimento di fronte alle banchine di carico, rappresenta il punto finale della mappatura.

Una volta scaricato il pallet dalla filmatrice, lo stesso operatore carica l'avvenuto completamento nel sistema gestionale attraverso una lettura tramite codice a barre e lo porta in un'area dedicata al deposito dei pallet di prodotto finito.

I pallet vengono poi prelevati dai carrellisti e caricati sui camion se devono essere spediti direttamente, o portati al magazzino prodotti finiti dall'altro lato del piazzale del plant. Nella mappatura non sono stati considerati questi ultimi tempi, perché presentano una forte variabilità in base al tipo di consegna e in base alla disponibilità dei carrellisti, presenti per due turni su tre durante la settimana e assenti nel fine settimana.

Viene considerato solo il tempo di movimentazione e il tempo medio di stazionamento all'interno dell'area, ottenuti da un database contenente dati a storico dell'azienda (tab. 4.11)

Tabella 4.11 – Dati area prodotti finiti

| Risorse | Tc per un pallet |
|-------------|------------------|
| Operatore 3 | 241,5 [min/plt] |

Di seguito viene presentata una tabella riassuntiva con tutti i dati che andranno a costituire la mappatura finale, riportati in una unità di misura comune per agevolare i calcoli successivi (tab. 4.12).

Tabella 4.12 – Riassunto dati per la mappatura finale

| Fase | Risorse | Tc per un pallet |
|---------------------------|------------------------------|------------------|
| Estrusione | Linea di estrusione | 60 [min] |
| Avvolgimento + Reggiatura | Operatore 1 | 16,8 [min] |
| Buffer intermedio 1 | Operatore 1 + Operatore 2 | 90 [min] |
| Mummificazione | Operatore 2 + Mummificatrice | 35,2 [min] |
| Buffer intermedio 2 | Operatore 2 + Operatore 3 | 60 [min] |
| Filmatura | Operatore 3 + Filmatrice | 2 [min] |
| Area prodotti finiti | Operatore 3 | 241,5 [min] |

Infine, viene presentata la Value Stream Map finale, ottenuta inserendo i dati risultanti dall'analisi (fig. 4.7).

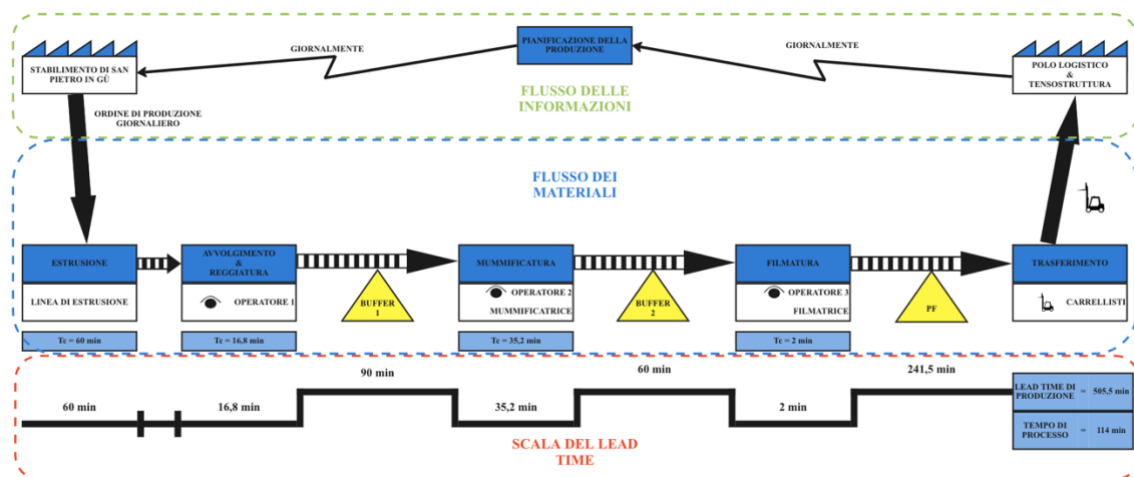


Figura 4.7 – VSM della famiglia di prodotto caratteristica AS-IS

Per calcolare l'indice di flusso, IF, si esegue il rapporto tra il tempo di processo (tempo in cui il prodotto subisce una effettiva trasformazione) e il lead time di produzione (tempo totale di attraversamento, comprendente anche i magazzini intermedi).

Il risultato è il seguente:

$$IF = 114 \text{ [min]} / 505,5 \text{ [min]} = 22,6\%$$

L'indice di flusso sarebbe in realtà più basso a causa delle semplificazioni introdotte precedentemente, che portano ad una sottostima del lead time di produzione.

4.3.3 CAUSA DELLA QUANTITÀ DI WIP ELEVATA

Come si può notare osservando la VSM, l'indice di flusso è molto basso a causa della presenza di tanti magazzini intermedi che interrompono le attività che creano un valore aggiunto al prodotto. Inoltre, se si considerassero le semplificazioni introdotte nei paragrafi precedenti, l'indice di flusso risulterebbe ancora più basso.

La causa della quantità di WIP elevata risiede nel non eseguire a flusso le diverse fasi di lavorazione del prodotto; inoltre, le fasi vengono eseguite in aree distanti tra loro.

Per rafforzare questa motivazione, si è deciso di applicare due ulteriori strumenti utili all'individuazione della causa: il "Process Block Mapping" e lo "Spaghetti Chart".

PROCESS BLOCK MAPPING

Come introdotto nel secondo capitolo, il Process Block Mapping è una tecnica che permette di identificare le sottofasi di un processo produttivo per comprendere quali portano valore aggiunto e quali sono considerate spreco.

Nel caso in analisi, sono stati utilizzati i dati presenti nella VSM dei paragrafi precedenti e quelli nelle tabelle dell'appendice A (tab. A.1, tab. A.2 e tab. A.3), con lo scopo di rafforzare la causa della quantità di WIP elevata.

A differenza della VSM, contenente le macrofasi con i tempi totali, vengono riportate tutte le sottofasi con i tempi specifici espressi in minuti per la lavorazione di un pallet della famiglia di prodotto rappresentativa.

Le sottofasi vengono suddivise in cinque categorie:

- Controllo, include le attività svolte per le verifiche dimensionali o prestazionali
- Trasporto, comprende tutte le azioni di movimentazione dei rotoli o del pallet
- Operazione, comprende tutte le lavorazioni necessarie alla produzione e al confezionamento dei prodotti
- Attesa, comprende i momenti in cui il pallet risulta fermo all'interno di un buffer
- Gestione, tutte le attività ausiliarie alla produzione, come la lettura dei codici a barre o la sistemazione dei macchinari

Di seguito vengono riportati i risultati (fig. 4.8).

| SOTTOFASI | DURATA [min] | CONTROLLO | TRASPORTO | OPERAZIONE | ATTESA | GESTIONE |
|---|--------------|-----------|-----------|------------|--------|----------|
| ESTRUSIONE | 60 | | | ● | | |
| RACCOLTA TUBO DA TERRA | 0,66 | | ● | | | |
| PROVA DIAMETRO | 2 | ● | | | | |
| AVVOLGIMENTO | 3,86 | | | ● | | |
| APPLICAZIONE PELLICOLA PROTETTIVA | 1,6 | | | ● | | |
| APERTURA AVVOLGITORE | 0,86 | | | | | ● |
| SCARICO ROTOLO SU REGGIATRICE | 1,94 | | ● | | | |
| REGGIATURA | 3,74 | | | ● | | |
| APPLICAZIONE PROTEZIONE TUBO | 0,6 | | | ● | | |
| CHIUSURA AVVOLGITORE | 0,8 | | | | | ● |
| CARICO ROTOLO SU PALLET | 0,74 | | ● | | | |
| CARICAMENTO DEPOSITO TRAMITE BARCODE | 0,5 | | | | | ● |
| TRASPORTO PALLET VERSO BUFFER 1 | 1,5 | | ● | | | |
| PALLET FERMO NEL BUFFER 1 | 87 | | | | ● | |
| TRASPORTO PALLET VERSO MUMMIFICATRICE | 0,5 | | ● | | | |
| CARICAMENTO PRELIEVO TRAMITE BARCODE | 0,5 | | | | | ● |
| CARICAMENTO ROTOLO SU RULLIERA | 2 | | ● | | | |
| MUMMIFICATURA | 30,4 | | | ● | | |
| ETICHETTATURA AUTOMATICA | 0,4 | | | ● | | |
| ETICHETTATURA MANUALE | 0,8 | | | ● | | |
| SCARICO ROTOLO SU PALLET | 1,6 | | ● | | | |
| CARICAMENTO DEPOSITO TRAMITE BAR CODE | 0,5 | | | | | ● |
| TRASPORTO PALLET VERSO BUFFER 2 | 1 | | ● | | | |
| PALLET FERMO NEL BUFFER 2 | 57,5 | | | | ● | |
| TRASPORTO PALLET VERSO FILMATRICE | 0,5 | | ● | | | |
| CARICAMENTO PRELIEVO TRAMITE BARCODE | 0,5 | | | | | ● |
| CARICAMENTO PALLET SU RULLIERA | 0,5 | | ● | | | |
| FILMATURA | 0,75 | | | ● | | |
| ETICHETTATURA AUTOMATICA | 0,05 | | | ● | | |
| ETICHETTATURA MANUALE | 0,2 | | | ● | | |
| SCARICO PALLET DA RULLIERA | 0,5 | | ● | | | |
| CARICAMENTO DEPOSITO TRAMITE BAR CODE | 0,5 | | | | | ● |
| TRASPORTO PALLET VERSO AREA PRODOTTI FINITI | 1 | | ● | | | |
| PALLET FERMO NELL'AREA PRODOTTI FINITI | 240 | | | | ● | |
| N° SOTTOFASI | 34 | 1 | 12 | 11 | 3 | 7 |
| TOTALE LEAD TIME | 505,5 | 2 | 12,44 | 102,4 | 384,5 | 4,16 |
| INCIDENZA PERCENTUALE | 100% | 0,4% | 2,4% | 20,3% | 76,1% | 0,8% |

Figura 4.8 – Process Block Mapping di un pallet della famiglia caratteristica

Come si può notare dal diagramma, il 76,1% del lead time di produzione è costituito da tempi di attesa e vi sono ben dodici sottofasi rientranti nella categoria “trasporto”. Questi risultati confermano la mancanza di un flusso uniforme, che costituisce la causa principale della presenza di volumi elevati di Work in Process.

SPAGHETTI CHART

Come introdotto nei capitoli precedenti, lo Spaghetti Chart è una tecnica di mappatura del flusso fisico dei materiali o delle persone all’interno di uno stabilimento produttivo, utile per comprendere i metri percorsi a livello quantitativo, ma anche a livello visivo.

Nel caso in analisi, è stata utilizzata per verificare la distanza tra le fasi che compongono il processo produttivo dei prodotti appartenenti alla famiglia rappresentativa.

Si è andato a disegnare il percorso che compie un pallet di prodotto finito in una pianta in scala del plant, per poi confrontarlo con due diversi percorsi ideali: uno in linea d'aria, come se ci fosse un flusso che parte dalle linee di produzione fino ad arrivare alle banchine di carico, e uno che collega le diverse fasi di lavorazione senza i buffer intermedi. Ognuno dei percorsi è stato disegnato considerando i punti medi di ogni area, e sono stati utilizzati colori diversi per poterli distinguere (fig. 4.9)

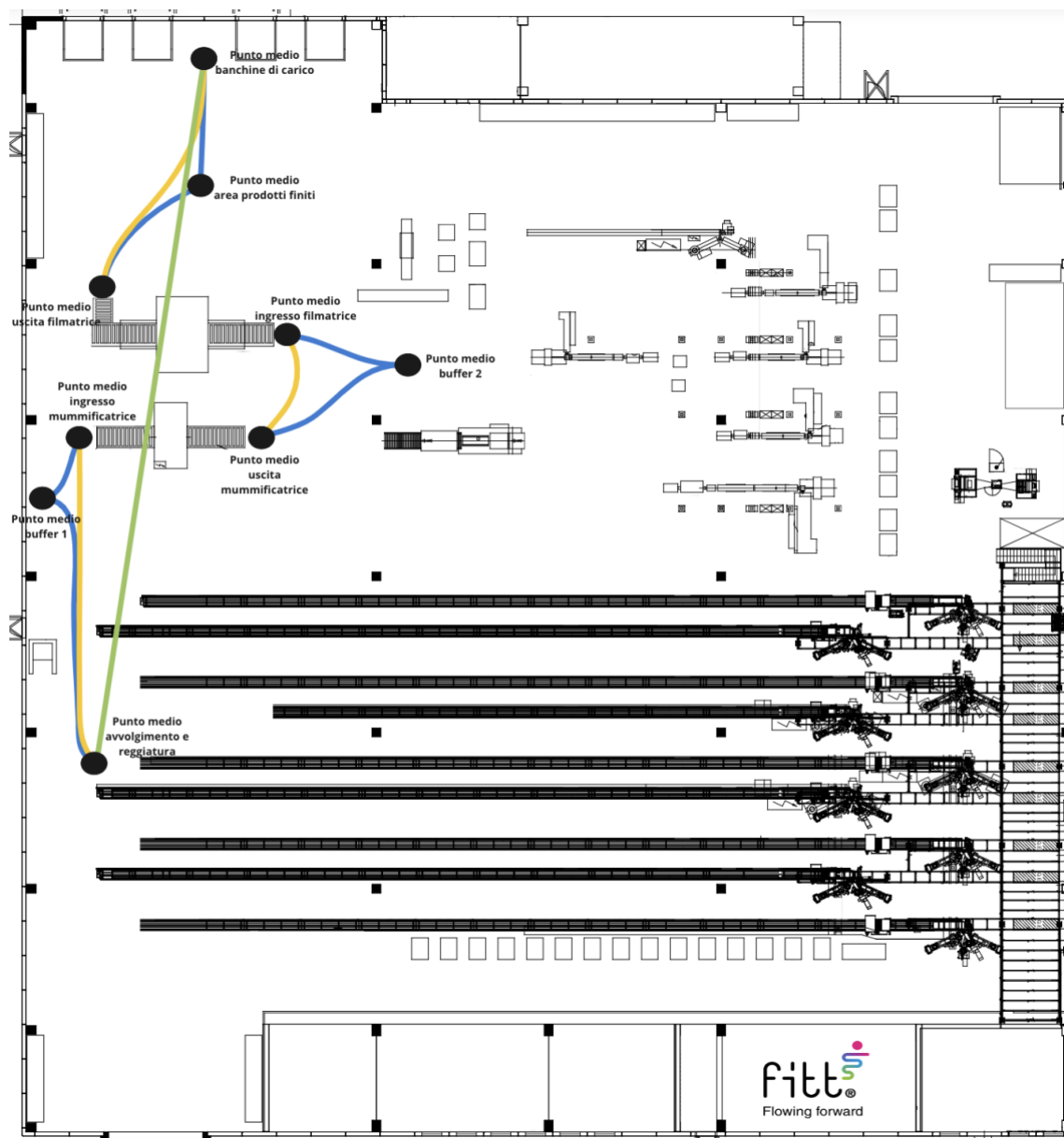


Figura 4.9 – Spaghetti Chart di un pallet della famiglia rappresentativa (FITT, 2022)

Di seguito viene raffigurata una tabella di sintesi con all'interno i metri dei tre diversi percorsi compiuti da un pallet (tab. 4.13).

Tabella 4.13 – Dati Spaghetti Chart

| Percorso | Metri | Metri risparmiati idealmente |
|-------------------------------|-------|------------------------------|
| Reale As-Is | 99 | - |
| Ideale senza buffer | 80 | 19 |
| Ideale in linea d'aria | 50 | 49 |

Come si può notare dalla lunghezza del percorso AS-IS, le diverse fasi vengono svolte in aree lontane tra loro e la presenza dei buffer intermedi porta un aumento ulteriore dei metri totali percorsi.

Il passo successivo dell'analisi sarà cercare il motivo che determina il non eseguire le fasi di lavorazione a flusso ma in aree distanti tra loro.

4.4 PERCHÈ LE FASI NON SONO A FLUSSO, MA IN AREE LONTANE?

Per cercare la causa del non eseguire le fasi a flusso e in aree distanti tra loro, si è deciso di effettuare un'analisi quantitativa degli spazi del fondo linea dove vengono svolte le attività di avvolgimento e di reggiatura.

L'area scelta è sempre quella occupata dal reparto Spiralato, che è responsabile della maggior parte dei volumi di produzione dell'intero stabilimento.

4.4.1 ANALISI DELLE SUPERIFICI

Prima di procedere con l'analisi delle superfici, viene fornito un elenco di tutto il materiale e dei macchinari presenti nel fondo linea, con le relative dimensioni:

- Avvolgitore piccolo, 110 x 100 [cm x cm]
- Avvolgitore grande, 160 x 130 [cm x cm]
- Avvolgitore a “giostra”, 200 cm di diametro
- Reggiatrice, 110 x 60 [cm x cm]

Per quanto riguarda l'area occupata dai pallet dei prodotti in fase di lavorazione, si è deciso di considerare la superficie della tipologia di pallet più utilizzata all'interno del reparto in analisi, in quanto la presenza di una certa combinazione di pallet dipende dal mix di produzione, che varia di giorno in giorno ma anche all'interno di una stessa giornata; sarebbe quindi difficile stimare una media che rispecchi la realtà.

Nella tabella seguente (tab. 4.14) sono riportate tutte le tipologie di pallet con i relativi volumi di produzione nell'arco dell'anno 2021 e le percentuali rispetto al volume di produzione totale del reparto Spiralato.

Tabella 4.14 – Tipologie di pallet del reparto Spiralato

| Tipologia [mm x mm] | Volumi 2021 | % sul volume tot |
|----------------------------|--------------------|-------------------------|
| 1200 x 1000 | 5.095 | 10,7% |
| 1200 x 1200 | 5.325 | 11,2% |
| 2000 x 2000 | 222 | 0,54% |
| 800 x 1200 | 18.861 | 39,8% |
| 800 x 1600 | 17.894 | 37,7% |
| 800 x 3000 | 8 | 0,02% |
| 800 x 5000 | 21 | 0,04% |
| Totale | 47.426 | 100% |

Come si può notare, ci sono due tipologie di pallet che insieme coprono il 77,5% dei volumi totali e saranno quelle considerate per l'analisi degli spazi: il pallet 800 x 1200 e il pallet 800 x 1600.

Come anticipato nei capitoli precedenti, la presenza di un avvolgitore grande o di un avvolgitore piccolo dipende dalla lunghezza del tubo da avvolgere. Anche in questo caso la combinazione media reale dipende dal mix di produzione, e risulta difficile da stimare; si è quindi deciso di ipotizzare una presenza composta per metà da avvolgitori piccoli e per l'altra metà da quelli grandi.

L'avvolgitore a "giostra" è sempre presente vicino alla linea 8107, che solitamente è dedicata alla produzione dei tubi con diametro interno grande.

Le reggiatrici sono sempre presenti, una per ogni linea di estrusione (eccetto la linea 8107), anche se in presenza di avvolgitori grandi il tubo viene reggiato manualmente.

Di seguito viene presentata la pianta in scala del reparto Spiralato, con la disposizione delle attrezzature precedentemente introdotte (fig. 4.10).

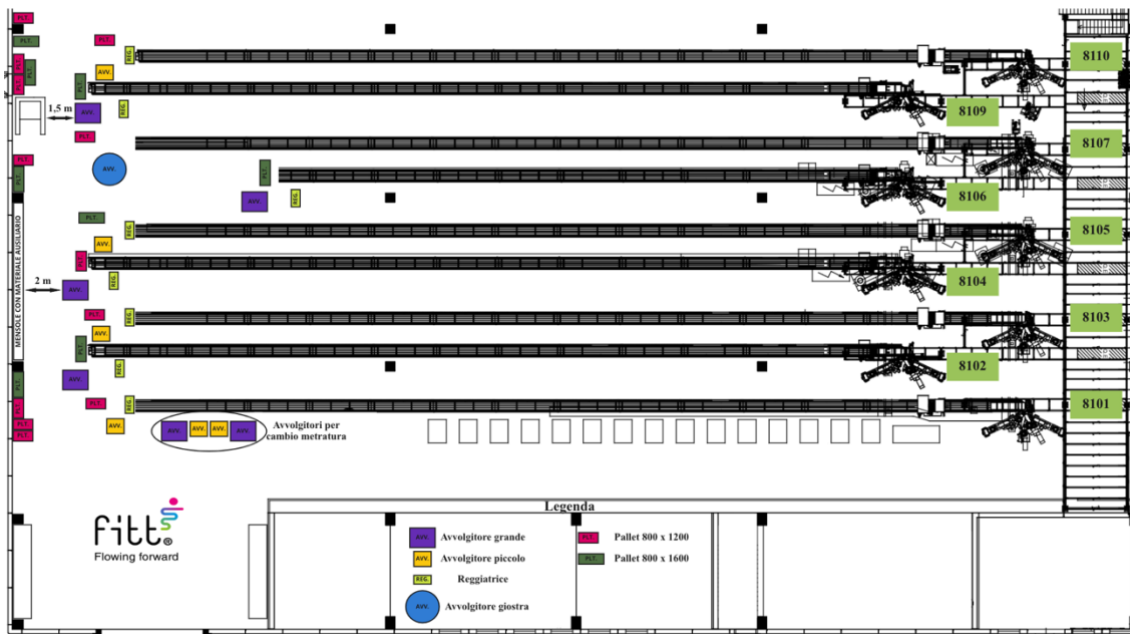


Figura 4.10 – Analisi spazi reparto Spiralato (FITT, 2022)

Come si può verificare dalla pianta, la cosa visivamente più impattante è la vicinanza delle diverse attrezzature, che obbliga le persone a muoversi in un ambiente stretto e con spazi ridotti.

Questa disposizione lascia libero un corridoio di circa 2 metri nella parte inferiore e di 1,5 metri nella parte superiore, utilizzato per la movimentazione dei pallet di prodotto finito verso il reparto confezionamento, per il rifornimento di pallet vuoti per le nuove produzioni e per il cambio degli avvolgitori in base alla metratura del tubo estruso; tutte queste attività vengono effettuate con l'ausilio di transpallet manuali e sfruttano il corridoio in entrambi i sensi di marcia creando ingorghi e confusione.

Inoltre, sono presenti accumuli di pallet vuoti e di Work In Process lungo i muri e a ridosso delle aree di confezionamento.

4.4.2 CAUSA DEL NON ESEGUIRE LE FASI A FLUSSO MA IN AREE DISTANTI

Lo spazio fisico disponibile a fondo linea nel reparto è appena sufficiente per svolgere le fasi di avvolgimento e di reggiatura, e renderebbe impossibile effettuare le attività successive.

Per questo motivo, con il layout attuale, le fasi devono essere in aree lontane tra loro e non a flusso.

4.5 PERCHÈ LO SPAZIO A FONDO LINEA NON È SUFFICIENTE?

Per trovare la causa del perché lo spazio a fondo linea non sia sufficiente per svolgere tutte le fasi di trasformazione del prodotto, è possibile effettuare un'analisi visiva del reparto Spiralato, in quanto responsabile della maggior parte dei volumi del plant, e dell'area adibita al confezionamento dei rotoli.

4.5.1 ANALISI VISIVA DEGLI SPAZI

Di seguito viene presentata una porzione della pianta in scala dello stabilimento, con alcuni dati numerici alle distanze (fig. 4.11)

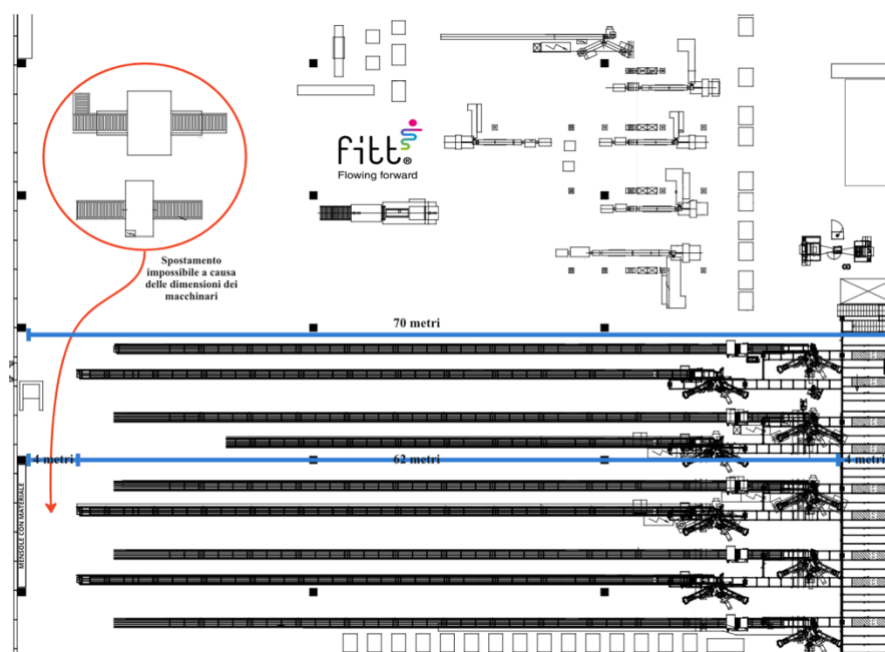


Figura 4.11 – Analisi visiva (FITT, 2022)

Come si può facilmente verificare dalla figura precedente, se anche si volessero svolgere tutte le fasi nelle vicinanze del fondo linea non sarebbe possibile: lo spostamento del reparto confezionamento verrebbe impedito dalle sue superfici troppo estese, e dallo spazio residuo tra le linee e il muro dello stabilimento, di soli 4 metri.

4.5.2 CAUSA DELLO SPAZIO A FONDO LINEA NON SUFFICIENTE

La motivazione dello spazio a fondo linea non sufficiente per eseguire tutte le fasi di trasformazione del prodotto risiede in due concetti:

- Reparto confezionamento, a causa della superficie occupata dai macchinari non può essere spostato vicino al fondo linea. Sia la mummificatrice che la filmatrice sono macchinari di grandi dimensioni, con rulliere in ingresso e in uscita, aventi la necessità di ampi spazi di lavoro.
- Disposizione delle linee di estrusione del reparto Spiralato, che lasciano uno spazio di soli 4 metri tra il fondo linea e il muro dello stabilimento. La collocazione delle linee in “batteria sfalsata” (una di fianco all’altra ma con gli estrusori sfalsati ottenendo un incastro) ha il vantaggio di comprimere gli spazi tra le vasche, togliendo però superficie utile al fondo linea.

4.6 CAUSA ORIGINE

Le due cause trovate nel paragrafo precedente (disposizione delle linee e tipologie dei macchinari) si collocano in una categoria di motivazioni tecniche, correlate alla sistemazione dei macchinari all’interno dello stabilimento produttivo e alle loro caratteristiche funzionali; sono quindi degli ottimi punti di partenza per gestire l’aggiunta di due nuove linee di produzione in un’ottica di miglioramento del layout esistente, che rappresenta il duplice obiettivo del progetto di tesi.

Si è quindi deciso di considerare le due cause come l’origine dei problemi del plant e come il vero gap da colmare attraverso un processo di miglioramento.

Di seguito viene fornito un flusso logico di informazioni per riassumere il processo di ricerca iniziato dal problema principale fino ad arrivare all’individuazione delle cause origine (fig. 4.12).

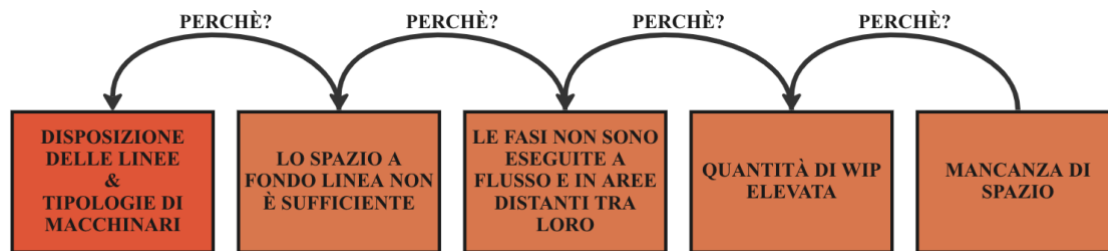


Figura 4.12 – Riepilogo flusso logico

4.7 FLUSSI DEI MATERIALI ALL'INTERNO DEL PLANT

L'analisi per trovare le cause origine si è molto focalizzata sul reparto Spiralato e in particolare su una famiglia rappresentativa di prodotti, in quanto responsabile della maggior parte dei volumi di produzione del plant.

I ragionamenti fatti possono essere estesi anche al resto dello stabilimento, in quanto grandi quantità di pallet in attesa della fase di mummificazione o della fase di filmatura vengono portati fuori dal reparto Spiralato, andando ad ostruire il regolare svolgimento delle attività degli altri reparti e generando a cascata i problemi visti nei paragrafi precedenti.

Per completezza si è quindi deciso di estendere l'analisi AS-IS a tutto lo stabilimento per comprendere come si muove il materiale in ogni reparto, andando a calcolare e a rappresentare in pianta i flussi dei prodotti finiti, utilizzando i dati inerenti all'anno 2021.

4.7.1 FLUSSI DEL REPARTO SPIRALATO

Per analizzare i flussi del reparto Spiralato è necessario comprendere come vengono movimentati i rotoli dopo le fasi di avvolgimento e di reggiatura.

L'unità di movimentazione utilizzata nell'analisi sarà sempre il pallet, che contiene un determinato numero di rotoli a seconda del codice prodotto.

Una volta usciti dal fondo linea i pallet possono essere portati verso le seguenti aree, a seconda delle caratteristiche tecniche e commerciali del prodotto:

- Mummificatrice verticale interna al reparto, per mummificare i rotoli con diametro di avvolgimento esterno superiore agli 800 [mm]. Da qui il pallet viene prima portato verso la filmatrice e poi verso l'area prodotti finiti.

- Mummificatrice orizzontale nel reparto confezionamento, per mummificare i rotoli con diametro di avvolgimento esterno fino agli 800 [mm]. Da qui il pallet viene prima portato verso la filmatrice e poi verso l'area prodotti finiti
- Filmatrice, alcuni prodotti non hanno bisogno di essere mummificati e vengono quindi portati direttamente alla fase di filmatura del pallet e poi verso l'area prodotti finiti
- Forno, per l'applicazione di una pellicola termoretraibile sui rotoli. Da qui il pallet viene prima portato verso la filmatrice e poi verso l'area prodotti finiti
- Area prodotti finiti, alcuni pallet contenenti rotoli aventi diametro interno molto grande non vengono filmati ma vengono invece portati direttamente vicino alle banchine di carico. Si tratta delle tipologie di pallet aventi le dimensioni 800 x 3000 [mm x mm] e 800 x 5000 [mm x mm]

Di seguito viene presentata una tabella con i volumi di produzione annuali uscenti da ciascuna linea di estrusione, espressi in pallet, e suddivisi per le aree di destinazione descritte precedentemente (tab. 4.15).

I dati sono stati estrapolati dal software gestionale dell'azienda.

Tabella 4.15 – Volumi di produzione per linea del reparto Spiralato

| Linea | Mumm. Vert. Spir. | Mumm. Orizz. Conf. | Direttam. Filmatrice | Forno | Direttam. Area PF | Totale |
|---------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------|---------------|
| 8101 | 242 | 310 | 2.608 | 1.922 | - | 5.082 |
| 8102 | 146 | 4.899 | 738 | 139 | - | 5.922 |
| 8103 | 704 | 728 | 1.985 | 2.735 | - | 6.152 |
| 8104 | 36 | 318 | 2.782 | 1.242 | - | 4.378 |
| 8105 | 52 | 4.692 | - | - | - | 4.744 |
| 8106 | - | 169 | 5.592 | 1.839 | - | 7.600 |
| 8107 | 2.926 | 75 | - | 44 | 29 | 3.074 |
| 8109 | 400 | 4.174 | - | - | - | 4.574 |
| 8110 | - | 5.487 | 413 | - | - | 5.900 |
| Totale | 4.506 | 20.852 | 14.118 | 7.921 | 29 | 47.426 |

4.7.2 FLUSSI DEL REPARTO METALFLEX

Come per il reparto Spiralato, anche per analizzare i flussi del reparto Metalflex è necessario comprendere come vengono movimentati i pallet dopo le fasi a fondo linea.

Una volta usciti dal fondo linea i pallet possono essere portati verso le seguenti aree, a seconda delle caratteristiche tecniche e commerciali del prodotto:

- Mummificatrice orizzontale interna al reparto, per mummificare i rotoli con diametro di avvolgimento esterno fino agli 800 [mm]. Da qui il pallet viene prima portato verso la filmatrice e poi verso l'area prodotti finiti
- Mummificatrice verticale interna al reparto, per mummificare i rotoli con diametro di avvolgimento esterno compreso tra gli 800 [mm] e i 1200 [mm]. Da qui il pallet viene prima portato verso la filmatrice e poi verso l'area prodotti finiti.
- Mummificatrice verticale del reparto Spiralato, per mummificare i rotoli con diametro di avvolgimento esterno superiore ai 1200 [mm]. Da qui il pallet viene prima portato verso la filmatrice e poi verso l'area prodotti finiti
- Forno, per l'applicazione di una pellicola termoretraibile sui rotoli. Da qui il pallet viene prima portato verso la filmatrice e poi verso l'area prodotti finiti

Di seguito viene presentata una tabella con i volumi di produzione annuali uscenti da ciascuna linea di estrusione, espressi in pallet, e suddivisi per le aree di destinazione descritte precedentemente (tab. 4.16). I dati sono stati estrapolati dal software gestionale.

Tabella 4.16 – Volumi di produzione per linea del reparto Metalflex

| Linea | Forno | Mummificatrice Orizzontale Metal | Mummificatrice Verticale Metal | Mummificatrice Verticale Spir. | Totale |
|---------------|--------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| 8134 | 150 | 204 | 41 | - | 395 |
| 8135 | - | 1.209 | 247 | - | 1.456 |
| 8136 | - | - | 1.271 | 476 | 1.747 |
| 8137 | - | 585 | 234 | - | 819 |
| 8138 | - | 1.256 | 1.315 | - | 2.571 |
| Totale | 150 | 3.254 | 3.108 | 476 | 6.988 |

4.7.3 FLUSSI DEL REPARTO POLIFUSIONE

Come per gli altri reparti, anche per analizzare i flussi del reparto Polifusione è necessario comprendere come vengono movimentati i pallet dopo le fasi a fondo linea.

In questo caso l'analisi risulta semplificata, perché il reparto è composto da una sola linea e contiene al suo interno un confezionamento dedicato (a causa della particolarità del prodotto) che permette di far uscire i pallet già pronti per essere movimentati prima verso la filmatrice e poi verso l'area prodotti finiti.

Di seguito viene presentata una tabella con i volumi di produzione annuali uscenti dalla linea di estrusione, espressi in pallet (tab. 4.17). I dati sono stati estrapolati dal software gestionale dell'azienda.

Tabella 4.17 – Volumi di produzione per linea del reparto Polifusione

| Linea | Direttamente filmatrice | Totale |
|-------|-------------------------|--------|
| 8108 | 2.500 | 2.500 |

4.7.4 ANALISI VISIVA DEI FLUSSI

Dopo aver analizzato i flussi a livello numerico, si è ritenuto importante svolgere un'analisi visiva attraverso la tecnica "Spaghetti Chart", riportando in una pianta in scala dello stabilimento produttivo i dati trovati precedentemente.

Questa modalità di rappresentazione dei flussi permette di avere una vista complessiva a 360 gradi, come se si guardasse il plant da una posizione sopraelevata, mettendo in risalto le problematiche esistenti.

L'utilizzo dei colori risulta fondamentale per distinguere i flussi uscenti da ciascuna linea di estrusione; di seguito viene fornita una legenda per comprendere l'analisi (fig. 4.13).

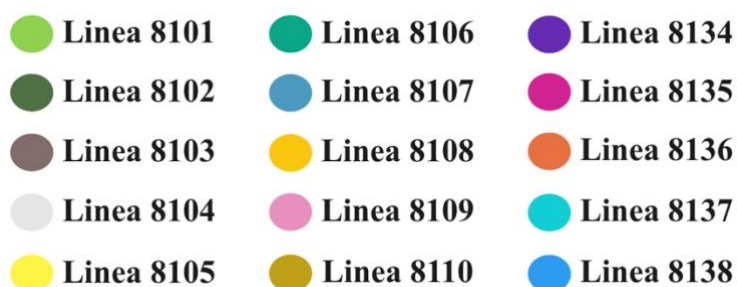


Figura 4.13 – Legenda dei colori

Nella figura seguente (fig. 4.14) viene riportata l'analisi visiva dei flussi dell'intero stabilimento.

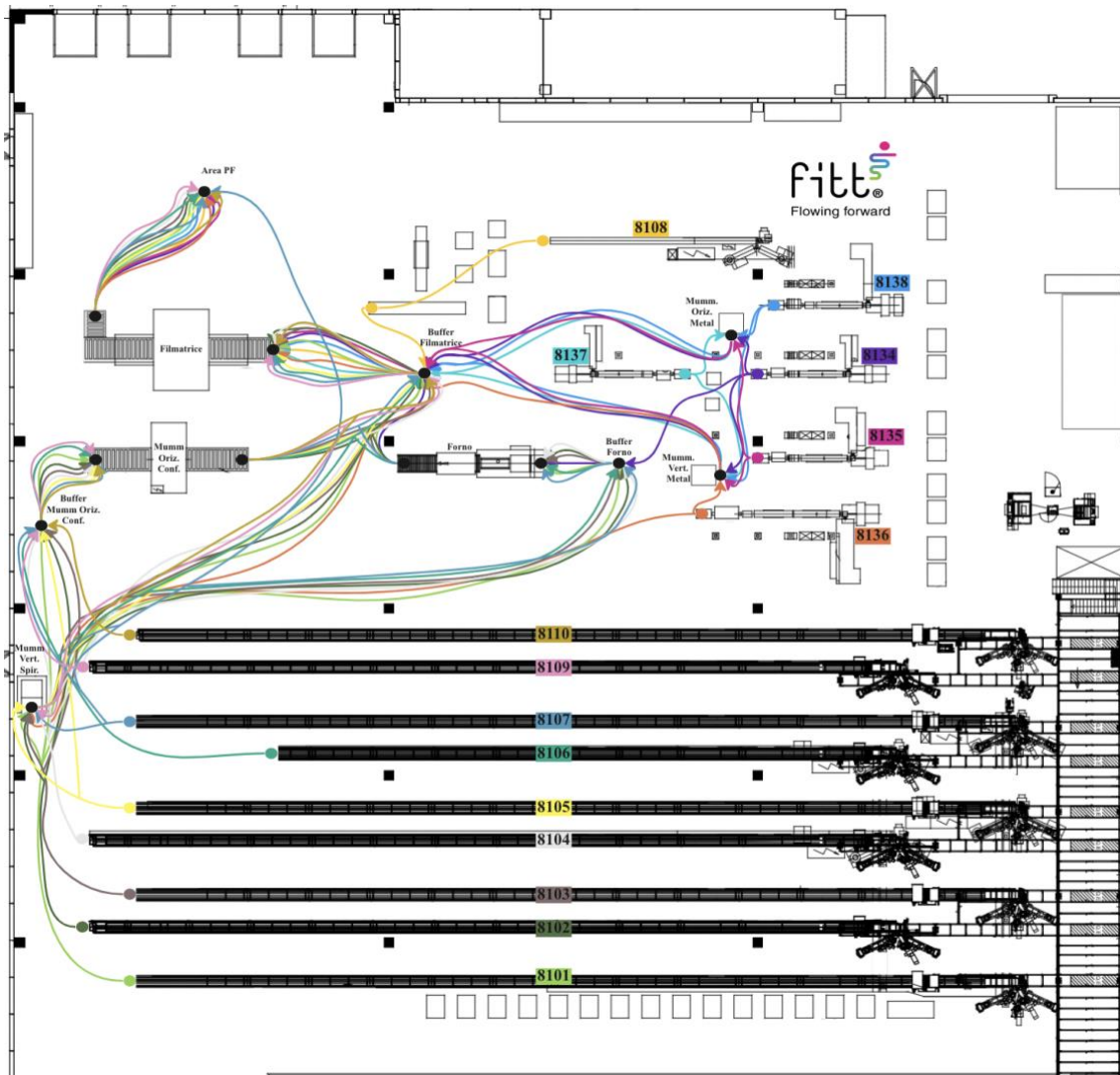


Figura 4.14 – Analisi visiva dei flussi dello stabilimento produttivo (FITT, 2022)

Come si può notare osservando la figura precedente, i flussi sono sovrapposti e sono presenti alcune aree particolarmente critiche:

- L'area vicino alla mummificatrice verticale del reparto Spiralato, qui si incrociano i flussi in uscita di tutte le linee del reparto con quelli in ingresso provenienti dal reparto Metalflex (pallet con prodotti che devono essere mummificati); sono presenti anche le stazioni di avvolgimento e di reggiatura di alcune linee.

L'insieme di queste attività rende l'area un collo di bottiglia per la movimentazione dei pallet

- Il buffer della filmatrice, qui convergono tutti i flussi dello stabilimento produttivo e i pallet vengono stoccati senza un criterio, anche al di fuori dell'area stessa, andando ad ostacolare lo svolgimento delle altre attività circostanti

Oltre alle criticità citate precedentemente, si aggiunge un problema relativo alla sicurezza: la concentrazione di tutti i flussi in alcune aree significa anche l'incrocio tra persone con transpallet, carrellisti e operatori del fondo linea, con conseguente aumento della probabilità di incidenti.

Inoltre, non esistono dei percorsi preferenziali per il materiale in fase di movimentazione, che comporta un aumento del rischio di errori e una totale assenza di standardizzazione (ogni operatore può trasportare i pallet tramite il percorso che ritiene più opportuno e non esistono i sensi di marcia).

4.7.5 ANALISI DELLE DISTANZE

Per concludere l'analisi dei flussi si è pensato di calcolare le distanze percorse dal totale dei pallet prodotti nel plant, dal momento di uscita dal fondo linea fino al deposito nell'area dedicata ai prodotti finiti. Non sono stati considerati i metri percorsi durante le lavorazioni, ma soltanto i metri dovuti agli spostamenti tra una fase e quella successiva, che sono da considerarsi interamente come attività a non valore e quindi spreco eliminabile.

All'interno dello stabilimento produttivo, la movimentazione dei pallet viene effettuata da operatori diversi, a seconda della fase di lavorazione di riferimento; un singolo pallet, nell'arco del suo processo produttivo, viene quindi trasportato da più persone. Questo non incide negativamente sul calcolo delle distanze perché il fine ultimo è quello di trovare i metri totali percorsi, indipendentemente da chi svolge l'azione.

Per l'analisi è stata utilizzata una pianta in scala dello stabilimento produttivo, andando a posizionare i nodi di ogni percorso (fondo linea, macchinari e buffer) e calcolando successivamente il tragitto medio seguito dai pallet.

I risultati sono stati ottenuti moltiplicando il numero di pallet prodotti nel 2021 da ciascuna linea di estrusione di ogni reparto per i metri percorsi, differenziando le movimentazioni a seconda del tipo di processo produttivo seguito, come visto precedentemente per l'analisi visiva dei flussi.

Nella tabella seguente (tab. 4.18) sono riportati i pallet prodotti e le distanze totali percorse per movimentarli, suddivise per linea.

Tabella 4.18 – Distanze percorse per la movimentazione dei pallet

| Linea di estrusione | Pallet prodotti nel 2021 | Distanze totali [m] |
|----------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 8101 | 5.082 | 513.398 |
| 8102 | 5.922 | 479.664 |
| 8103 | 6.152 | 592.386 |
| 8104 | 4.378 | 379.542 |
| 8105 | 4.744 | 346.936 |
| 8106 | 7.600 | 707.906 |
| 8107 | 3.074 | 248.257 |
| 8108 | 2.500 | 90.000 |
| 8109 | 4.574 | 287.014 |
| 8110 | 5.900 | 364.030 |
| 8134 | 395 | 22.230 |
| 8135 | 1.456 | 86.125 |
| 8136 | 1.747 | 132.580 |
| 8137 | 819 | 47.268 |
| 8138 | 2.571 | 168.843 |
| Totale plant | 56.914 | 4.466.179 |

Come si può notare, in un anno sono stati percorsi quasi 4500 [Km] soltanto per le movimentazioni interne dei pallet di prodotto finito, che per il Lean Thinking rappresentano uno dei principali sprechi eliminabili in quanto facenti parte delle attività che non portano valore.

Dalla tabella precedente, ne viene elaborata una seconda contenente gli stessi dati ma suddivisi per reparto produttivo, andando a calcolare la distanza media percorsa per ogni pallet prodotto (tab. 4.19).

Tabella 4.19 – Distanze percorse per ogni pallet prodotto

| Reparto | Pallet prodotti 2021 | Distanze totali [m] | [m/plt] |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|
| Spiralato | 47.426 | 3.919.133 | 82,6 |
| Metalflex | 6.988 | 457.046 | 65,4 |
| Polifusione | 2.500 | 90.000 | 36 |
| Totale plant | 56.914 | 4.466.179 | 78,5 |

Il reparto Spiralato è quello con la media dei metri percorsi per ogni singolo pallet più elevata; questo conferma l'analisi per la ricerca della causa origine dei problemi dello stabilimento svolta precedentemente, dove la disposizione delle linee e la dimensione dei macchinari obbligano a svolgere le fasi di lavorazione in posti lontani tra loro, utilizzando numerosi buffer intermedi e incrementando notevolmente le distanze percorse.

5. LAYOUT TO-BE

In questo capitolo verrà selezionato il layout ottimale TO-BE attraverso un processo di confronto tra diverse alternative, andando a soddisfare il duplice obiettivo del progetto di tesi, ovvero l'aumento delle capacità produttiva e la risoluzione delle cause origine dei problemi del plant individuate nel capitolo precedente.

In particolare, verranno trattati i seguenti punti:

- Caratteristiche tecniche delle due nuove linee del reparto Spiralato, con una panoramica sui volumi di produzione TO-BE
- Driver di selezione e indici di performance, definiti KPI, utilizzati per valutare le diverse proposte di re-layout
- Presentazione e confronto tra le alternative di re-layout con i relativi KPI, con scelta del layout ottimale
- Confronto finale tra il layout ottimale TO-BE e il layout AS-IS per comprendere l'entità del miglioramento

5.1 NUOVE LINEE DEL REPARTO SPIRALATO

Come anticipato nei capitoli precedenti, un obiettivo del progetto è il posizionamento di due nuove linee di estrusione all'interno del reparto Spiralato, per rispondere ad un forte aumento della domanda da parte del mercato e come conseguenza anche ad un aumento dei volumi di produzione.

L'azienda FITT ritiene che la domanda degli altri due reparti, Metalflex e Polifusione dovrebbe rimanere costante, senza forti oscillazioni tali da giustificare un aumento o una diminuzione della capacità produttiva.

5.1.1 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE NUOVE LINEE

Le due nuove linee di produzione che verranno introdotte sono identiche a quelle già presenti a livello di caratteristiche tecniche: presentano infatti un "corpo macchina" con gli estrusori, l'essiccatore, e la vasca per il raffreddamento e il trasporto del tubo. Lungo la linea è presente anche una taglierina che entra in funzione a seconda della lunghezza del prodotto finito.

A livello di superficie occupata all'interno dello stabilimento, le due linee presentano però una differenza sostanziale: le vasche hanno una lunghezza di 25 metri.

Questa scelta è dovuta al fatto che l'aumento dei volumi previsto riguarda principalmente tubi con lunghezza finale pari a 25 metri.

Se da un lato una vasca ridotta permette un notevole risparmio di spazio, dall'altro crea una rigidità nella pianificazione della produzione, perché il range di prodotti estrudibili si riduce. FITT ha però deciso di perseguire questa strada e di dare maggiore peso all'occupazione della superficie, avendo numerose linee di lunghezza superiore e non andando quindi ad intaccare la flessibilità totale del reparto.

In futuro e in caso di necessità, sarà comunque possibile allungare la metratura delle vasche, essendo composte da diversi moduli accoppiati tra loro.

Di seguito viene fornita un'immagine contenente le due nuove linee di produzione con i loro nomi codificati (fig. 5.1).

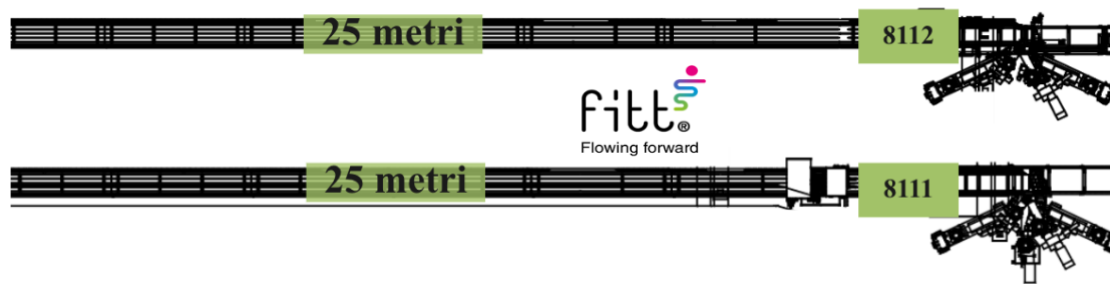


Figura 5.1 – Nuove linee di produzione del reparto Spiralato (FITT, 2022)

5.1.2 VOLUMI DI PRODUZIONE TO-BE

Di seguito viene riportata una tabella (tab. 5.1) contenente i volumi di produzione TO-BE con diverse unità di misura ritenute importanti, suddivisi per reparto e per linea di estrusione.

Come anticipato precedentemente, per il reparto Spiralato si prevede un aumento che verrà assorbito dalle due nuove linee, mentre per gli altri due reparti non ci saranno variazioni sostanziali.

Tabella 5.1 – Volumi di produzione TO-BE

| Linea di estrusione | Metri | Pezzi | Pallet | kg |
|----------------------------|--------------|--------------|---------------|------------|
| 8101 | 1.952.286 | 67.265 | 5.082 | 595.810 |
| 8102 | 1.627.784 | 65.394 | 5.922 | 1.107.364 |
| 8103 | 1.717.075 | 55.074 | 6.152 | 672.763 |
| 8104 | 2.260.347 | 109.850 | 4.378 | 398.311 |
| 8105 | 1.420.475 | 48.855 | 4.744 | 1.080.770 |
| 8106 | 1.824.672 | 152.226 | 7.600 | 587.798 |
| 8107 | 397.094 | 13.485 | 3.074 | 491.258 |
| 8108 | 1.000.000 | 150.000 | 2.500 | 160.000 |
| 8109 | 1.323.750 | 50.077 | 4.574 | 960.588 |
| 8110 | 2.093.580 | 66.564 | 5.900 | 1.290.813 |
| 8111 | 785.000 | 50.015 | 5.000 | 805.000 |
| 8112 | 775.000 | 49.325 | 4.985 | 795.000 |
| 8134 | 467.850 | 12.749 | 395 | 101.397 |
| 8135 | 646.020 | 17.738 | 1.456 | 324.902 |
| 8136 | 222.640 | 7.634 | 1.747 | 379.518 |
| 8137 | 720.570 | 20.179 | 819 | 242.210 |
| 8138 | 515.320 | 16.316 | 2.571 | 409.073 |
| Totale plant | 19.660.000 | 953.840 | 66.899 | 10.460.000 |

5.1.3 FORNO PER FILM TERMORETRAIBILE

Come descritto nei capitoli precedenti, all'interno dello stabilimento produttivo è presente un macchinario chiamato "forno grande" che viene utilizzato per l'applicazione di un film termoretraibile intorno ad alcuni rotoli di prodotto finito, se la tipologia di tubo lo richiede.

L'azienda FITT ha ritenuto di sostituire questo macchinario ormai obsoleto con uno più moderno, che permette di ottenere i seguenti vantaggi:

- Posizione dell'operatore da un solo lato, infatti il punto di ingresso del materiale coincide con il punto di uscita grazie ad un nastro trasportatore interno

- Maggiore velocità di lavorazione
- Dimensioni più compatte, circa 5 metri x 3 metri

L'investimento per questo nuovo macchinario è stato fatto precedentemente all'inizio del lavoro di tesi e per un motivo slegato dal progetto di re-layout, e il forno deve ancora essere implementato all'interno del plant. Per questo motivo verrà considerato nelle diverse proposte del layout TO BE ma senza il costo sostenuto per l'acquisto.

Di seguito viene fornita una figura che mette a confronto il forno vecchio con quello nuovo (fig. 5.2).

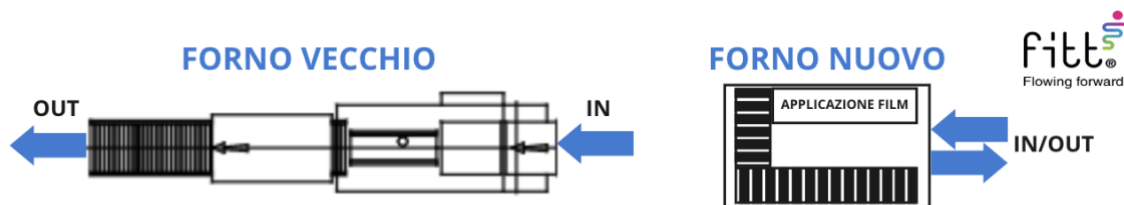


Figura 5.2 – Confronto forno vecchio e forno nuovo (FITT, 2022)

5.2 DRIVER DI SELEZIONE E KPI

Per confrontare le diverse proposte di layout e per prendere una decisione oggettiva su quale possa essere quello ottimale, si è deciso di comparare un insieme di driver di selezione ritenuti importanti ai fini della scelta, che a loro volta contengono al loro interno diversi indici di performance.

Quest'ultimi vengono definiti KPI, e rappresentano degli indicatori quantificabili che l'azienda FITT ritiene significativi per misurare le proprie prestazioni nel tempo.

Nei prossimi paragrafi verranno descritti dettagliatamente tutti gli indici di performance utilizzati per il confronto tra le ipotesi di re-layout, raggruppati come anticipato in quattro macrocategorie di driver di selezione:

- Business
- Investimenti
- Flusso & Plant
- Organico

5.2.1 BUSINESS

All'interno di questa macrocategoria sono presenti gli indici di performance che riguardano gli investimenti sostenuti per le nuove linee di estrusione confrontati con il ritorno economico ottenuto dall'aumento dei volumi di produzione.

L'installazione di ulteriore capacità produttiva comporta infatti l'aumento dei volumi di produzione, che a loro volta portano ad un incremento del fatturato aziendale.

Conoscendo il margine di contribuzione è possibile ricavare un delta margine rispetto alla situazione AS-IS, che rappresenta il guadagno annuale dato dalle nuove linee, e andare a comprendere di conseguenza in quanti anni si potrà avere un ritorno economico dell'investimento.

In particolare, verranno valutati i seguenti KPI:

- **Investimento per le linee di produzione**, comprende il costo sostenuto per l'acquisto, il lavoro svolto per il posizionamento e l'installazione
- **Margine di contribuzione**, che rappresenta il guadagno ottenuto dalla vendita dei volumi di produzione, al netto dei costi delle materie prime e dei costi di trasformazione
- **Delta margine**, ottenuto sottraendo il margine di contribuzione AS-IS al margine di contribuzione TO-BE, rappresenta il guadagno annuale ulteriore ottenuto dalla vendita dei volumi di produzione delle nuove linee
- **Payback di business**, ottenuto dividendo l'investimento per il delta margine, rappresenta il tempo impiegato per avere un ritorno economico dell'investimento. Viene considerato come indice più importante all'interno di questa macrocategoria

5.2.2 FLUSSO & PLANT

All'interno di questa macrocategoria sono presenti gli indici di performance prettamente operativi, derivanti dalla disposizione delle risorse all'interno del layout e dal processo di miglioramento ottenuto.

In particolare, verranno valutati i seguenti KPI:

- **km PF/m² plant**, rappresenta il rapporto tra i km totali di prodotto finito e i m² totali dello stabilimento; è un indice che mette a confronto i volumi di produzione con lo spazio disponibile, permettendo di comprendere quanti km di tubo vengono prodotti per ogni m²
- **% di m² a valore**, rappresenta la superficie dello stabilimento occupata per svolgere attività che portano valore aggiunto. Si è scelto di esprimere l'indice attraverso una percentuale per poterlo confrontare facilmente
- **m/pallet**, è dato dal rapporto tra la distanza percorsa dal totale dei pallet prodotti nel plant e il numero di pallet totali prodotti nello stesso periodo, in questo caso un anno. Rappresenta i metri percorsi per ogni singola unità di movimentazione prodotta
- **Indice di flusso**, dato dal rapporto tra il tempo di processo (tempo in cui il prodotto subisce una effettiva trasformazione) e il lead time di produzione (tempo totale di attraversamento, comprendente anche i magazzini intermedi). Questo indice viene valutato per la famiglia di prodotto caratteristica all'interno dello stabilimento, così come calcolato nel capitolo riguardante l'analisi AS-IS
- **Tempo totale di attraversamento**, dato dal denominatore dell'indice di flusso, rappresenta il tempo totale che un pallet della famiglia di prodotto caratteristica impiega per raggiungere l'area prodotti finiti. Viene calcolato dal momento in cui il pallet esce dal fondo linea

5.2.3 ORGANICO

All'interno di questa macrocategoria sono presenti gli indici di performance collegati alle persone che svolgono una attività all'interno del plant.

Si tratta di organico di tipo diretto, avente cioè una mansione ben definita all'interno di un particolare reparto produttivo, come gli operatori addetti al fondo linea o gli operatori addetti al confezionamento.

In particolare, verranno valutati i seguenti KPI:

- **N° di persone totali**, rappresenta il totale dell'organico diretto presente all'interno dello stabilimento produttivo

- **€/m PF**, ottenuto mediante il rapporto tra il costo totale annuo dell'organico diretto (che oltre al numero di persone effettive varia anche in base alla turnistica) e i metri di prodotto finito estrusi nello stesso anno. Rappresenta il costo sostenuto a livello di organico per ogni metro di prodotto finito estruso
- **Saving**, calcolato mediante la moltiplicazione tra i metri di prodotto finito estrusi in un anno e il delta €/m PF (ottenuto attraverso la differenza tra l'€/m PF TO-BE e l'€/m PF AS-IS). Rappresenta il risparmio annuale ottenibile dal minor costo di produzione, dovuto a sua volta da un aumento dei volumi o da una riduzione del costo dell'organico diretto, nel caso in cui ci sia un effettivo miglioramento sotto questi due aspetti

5.2.4 INVESTIMENTI RE-LAYOUT

Questa macrocategoria comprende tutti gli investimenti sostenuti per il processo di re-layout, come lo smantellamento di un impianto, lo spostamento di una risorsa o l'acquisto di un nuovo macchinario.

In particolare, verranno valutati i seguenti KPI:

- **€/layout**, ottenuto dalla somma dei costi sostenuti per implementare un particolare tipo di layout. All'interno di questo indice sono stati considerati gli spostamenti delle linee di produzione o dei macchinari per il confezionamento, in quanto un loro fermo impianto comporta un costo aggiuntivo; mentre gli spostamenti dei cassoni di granulo o della stracannatrice sono stati considerati senza costi aggiuntivi, non incidendo sulle attività produttive e non richiedendo personale qualificato
- **Payback di re-layout**, calcolato mediante il rapporto tra gli €/layout e il Saving annuale ottenuto attraverso la proposta di miglioramento del layout. Rappresenta il numero di anni necessario per avere un ritorno economico dell'investimento. Questo indicatore di performance è diverso dal payback presentato nella macrocategoria del business, in quanto si focalizza in modo specifico sui costi sostenuti per ottenere un nuovo layout. Si è deciso di separarli per avere una maggiore chiarezza sull'entità del miglioramento portata da ciascuna proposta che verrà analizzata

5.2.5 TABELLA CON INDICI DI PERFORMANCE

Per facilitare il confronto tra le diverse soluzioni che verranno presentate nei paragrafi seguenti, si è deciso di costruire una tabella di riassunto con all'interno i diversi indici di performance, che verrà poi compilata per ogni ipotesi di re-layout trattata.

Di seguito viene fornito il modello della tabella (tab. 5.2).

Tabella 5.2 – Modello di riferimento per la sintesi dei KPI

| IPOTESI DI RE-LAYOUT | | | | | |
|----------------------|--------------------------|--|------------------------|--------------------------|--|
| BUSINESS | INVESTIMENTO NUOVE LINEE | | FLUSSO & PLANT | km PF/m2 PLANT | |
| | MARGINE DI CONTRIBUZIONE | | | % DI m2 A VALORE | |
| | DELTA MARGINE | | | m/PALLET | |
| | PAYBACK DI BUSINESS | | | INDICE DI FLUSSO | |
| ORGANICO | | | INVESTIMENTI RE-LAYOUT | TEMPO DI ATTRAVERSAMENTO | |
| | N° PERSONE TOTALI | | | €/LAYOUT | |
| | €/m PF | | | PAYBACK DI RE-LAYOUT | |
| | SAVING | | | | |

5.3 PRIMA IPOTESI DI RE-LAYOUT

La prima ipotesi si fonda sul concetto di ricavare spazio allargando di 4 metri uno dei muri perimetrali dello stabilimento produttivo.

Questo ampliamento permette al fondo linea del reparto Spiralato di lavorare in sicurezza con aree più ampie, evitando il congestionamento presente nella situazione AS-IS, e ricavando allo stesso tempo lo spazio necessario per il posizionamento delle due nuove linee di produzione e per lo spostamento del reparto Confezionamento.

Di seguito viene fornita la pianta in scala del plant, dove sono stati evidenziati con dei numeri i cambiamenti che hanno permesso la costruzione di questa ipotesi (fig. 5.3).

Nei prossimi paragrafi verranno trattati dettagliatamente gli spostamenti che permettono la realizzazione di questo re-layout.

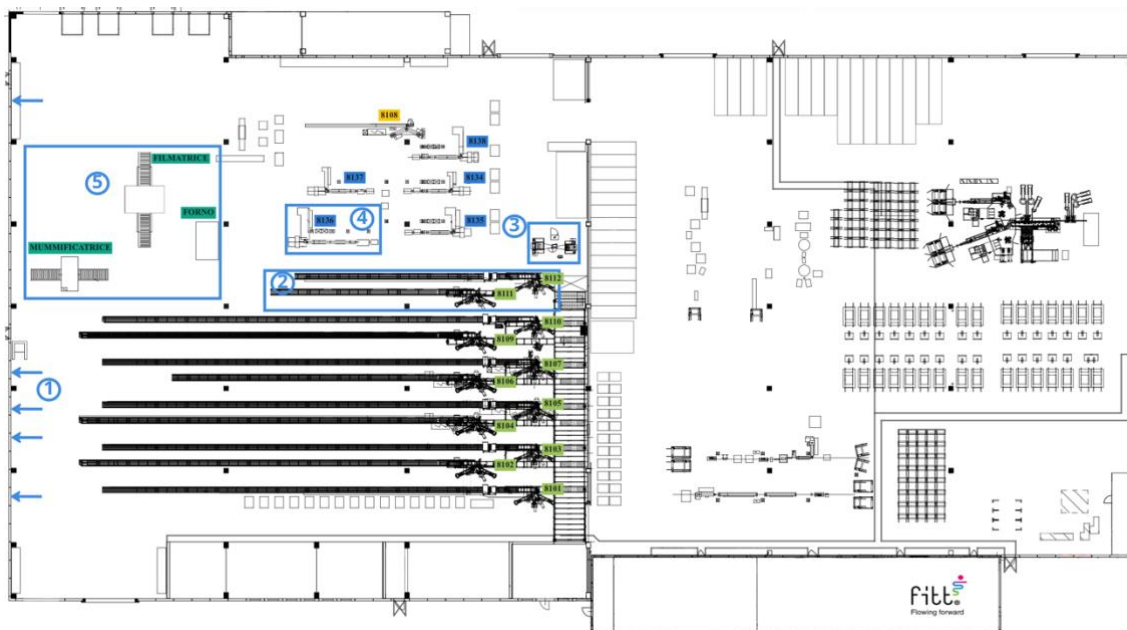


Figura 5.3 – Pianta in scala della prima ipotesi di re-layout (FITT, 2022)

5.3.1 ALLARGAMENTO DEL MURO PERIMETRALE

Il primo passo per la costruzione di questo layout consiste nello spostare il muro perimetrale indicato dalle frecce, ottenendo una nuova area utilizzabile pari a 312 m².

Questo permette di svolgere le diverse attività nel fondo linea del reparto Spiralato senza vincoli e di ottenere ulteriore spazio per ottimizzare i flussi verso il reparto Confezionamento.

5.3.2 POSIZIONAMENTO LINEE NUOVE

Le due nuove linee del reparto Spiralato sono posizionate in batteria sfalsata come quelle attualmente esistenti, rispettando le distanze necessarie per la caduta a terra del tubo e per il passaggio della taglierina nel caso di metrature diverse, e la distanza tra gli estrusori necessaria per le attività di set up e di manutenzione.

La lunghezza delle vasche pari a 25 metri permette di guadagnare ulteriore spazio a fine linea, occupabile con altre fasi di lavorazione o macchinari.

5.3.3 SPOSTAMENTO STRACANNATRICE

Per fare posto agli estrusori delle due nuove linee di produzione vi è la necessità di traslare verso l'alto la stracannatrice; si tratta di un semplice spostamento che non influisce sull'orientamento del macchinario o sul processo di lavorazione delle bobine.

5.3.4 SPOSTAMENTO LINEA 8136

Per fare posto alle vasche delle due nuove linee di produzione, è necessario spostare la linea 8136 del reparto Metalflex, ruotandola inoltre di 180 gradi.

Questo cambiamento non influisce sulla struttura dell'intero reparto, ma contribuisce a donare una maggiore compattezza, andandone a definire in modo netto l'area di competenza all'interno del plant.

5.3.5 REPARTO CONFEZIONAMENTO

L'allargamento del muro perimetrale e la ridotta lunghezza delle vasche delle due nuove linee permettono di avere molto spazio disponibile. Si è quindi deciso di posizionare i macchinari per il confezionamento in modo da migliorare i flussi entranti verso il buffer della filmatrice, riducendo in questo modo i percorsi per la movimentazione del materiale.

5.3.6 TABELLA RIASSUNTIVA

Di seguito viene presentata la tabella riassuntiva contenente tutti gli indicatori di performance di questa prima ipotesi di re-layout (tab 5.3).

Per i calcoli completi si rimanda all'appendice C.

Tabella 5.3 – Sintesi KPI della prima ipotesi di re-layout

| PRIMA IPOTESI DI RE-LAYOUT | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|
| BUSINESS | INVESTIMENTO NUOVE LINEE | 1.000.000 [€] | FLUSSO & PLANT | km PF/m2 PLANT | 2,8 [km/m2] |
| | MARGINE DI CONTRIBUZIONE | 4.494.276 [€/ANNO] | | % DI m2 A VALORE | 41,1 % |
| | DELTA MARGINE | 843.144 [€/ANNO] | | m/PALLET | 49,6 [m/PALLET] |
| | PAYBACK DI BUSINESS | 1,2 [ANNI] | | INDICE DI FLUSSO | 22,6 % |
| ORGANICO | N° PERSONE TOTALI | 49 | INVESTIMENTI RE-LAYOUT | TEMPO DI ATTRAVERSAMENTO | 504 [min] |
| | €/m PF | 0,108 [€/m] | | €/LAYOUT | 209.000 [€] |
| | SAVING | - | | PAYBACK DI RE-LAYOUT | - |

5.3.7 VANTAGGI & SVANTAGGI

Osservando gli indici di performance e la pianta in scala dello stabilimento produttivo, è possibile ricavare i principali vantaggi e svantaggi della prima ipotesi di re-layout.

VANTAGGI

- L'allargamento del muro perimetrale permette di ottenere molto spazio aggiuntivo, che può essere utilizzato per disporre i macchinari del reparto Confezionamento in un'ottica di riduzione delle movimentazioni interne
- La realizzazione di questo layout non necessita di grandi spostamenti per quanto riguarda le linee di produzione, con conseguente continuità a livello produttivo
- Aumento della sicurezza nel fondo linea del reparto Spiralato, dovuta alla maggiore disponibilità di spazio
- Riduzione delle movimentazioni interne dei pallet, dovuta alla disposizione del reparto Confezionamento

SVANTAGGI

- Se da un lato l'allargamento del muro perimetrale permette di ottenere spazio aggiuntivo, dall'altro crea molte aree non sfruttate che rimangono vuote
- Questo tipo di layout permette di raggiungere un solo obiettivo del progetto, riuscendo a posizionare le due nuove linee di produzione; non consente però di risolvere le cause origine dei problemi dello stabilimento
- Rispetto a quanto scritto nel punto precedente, il non risolvere le cause origine dei problemi del plant comporta una rigidità strutturale dovuta al tipo di risorse e alla disposizione delle linee, con la presenza di magazzini intermedi e grandi accumuli di materiale intorno ai macchinari
- Le diverse fasi di lavorazione intervallate da buffer non permettono di migliorare l'indice di flusso e il tempo di attraversamento della famiglia caratteristica di prodotto, nonostante vi sia un buon miglioramento delle distanze percorse dai pallet all'interno del plant
- Questo tipo di layout non comporta un risparmio dal punto di vista dei costi, in quanto il posizionamento delle nuove di linee di produzione richiede un aumento dell'organico diretto. Vi sono una serie di vantaggi difficilmente quantificabili dal

punto di vista economico, come la maggiore sicurezza, la migliore disposizione del reparto Confezionamento e la riduzione delle distanze percorse per la movimentazione dei pallet

5.4 SECONDA IPOTESI DI RE-LAYOUT

Come descritto nei paragrafi precedenti, l'allargamento del muro perimetrale dello stabilimento all'interno della prima ipotesi di re-layout permette di ottenere nuovo spazio, senza però andare ad ottimizzare quello già esistente. Nonostante un aumento della superficie a valore, vi è un aumento di pari entità della superficie non a valore, che rischierebbe di lasciare numerose aree vuote.

A causa di queste motivazioni, il principio guida per la creazione della seconda ipotesi di re-layout è quello di ottimizzare gli spazi esistenti, evitando di investire risorse per l'ampliamento dello stabilimento produttivo, e cercando di focalizzare l'attenzione sullo spostamento delle linee e dei macchinari presenti per raggiungere il duplice obiettivo del progetto.

Di seguito viene fornita la pianta in scala del plant, dove sono stati evidenziati con dei numeri i cambiamenti che hanno permesso la costruzione di questa ipotesi (fig. 5.4).

Nei prossimi paragrafi verranno trattati dettagliatamente gli spostamenti che permettono la realizzazione di questo re-layout.

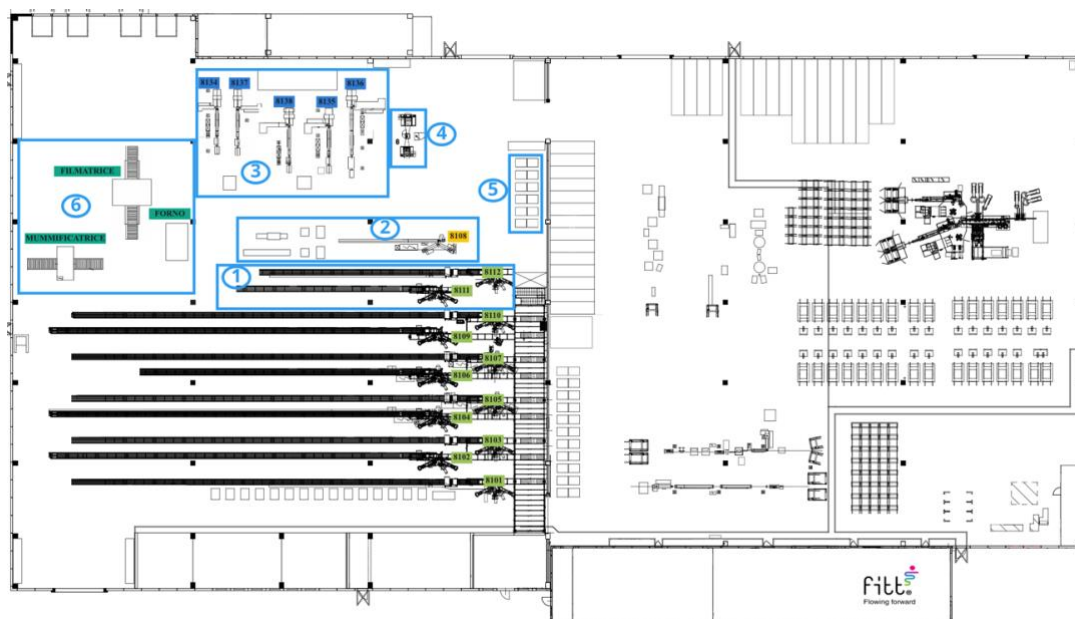


Figura 5.4 – Pianta in scala della seconda ipotesi di re-layout (FITT, 2022)

5.4.1 POSIZIONAMENTO LINEE NUOVE

Le due nuove linee del reparto Spiralato sono posizionate in batteria sfalsata come quelle attualmente esistenti, rispettando le distanze necessarie per la caduta a terra del tubo e per il passaggio della taglierina nel caso di metrature diverse, e la distanza tra gli estrusori necessaria per le attività di set up e di manutenzione.

La lunghezza delle vasche pari a 25 metri permette di guadagnare ulteriore spazio a fine linea, occupabile con altre fasi di lavorazione o macchinari.

La posizione delle nuove linee è la stessa della prima ipotesi di re-layout.

5.4.2 SPOSTAMENTO REPARTO POLIFUSIONE

Storicamente il reparto Polifusione è sempre stato separato dal reparto Spiralato a causa della particolarità dei prodotti estrusi al suo interno.

In questa seconda ipotesi di re-layout si è pensato di avvicinare i due reparti, pur mantenendone una distinzione formale, posizionando la linea 8108 in batteria sfalsata rispetto alle linee nuove precedentemente inserite.

Questa ubicazione, oltre ad avvicinare il reparto Polifusione al reparto Confezionamento, permette di avere un layout più ordinato e avvantaggia i processi di set-up, avendo gli estrusori nella stessa posizione rispetto alle altre linee.

5.4.3 SPOSTAMENTO REPARTO METALFLEX

In questa seconda ipotesi di re-layout si è pensato di circoscrivere maggiormente l'area dedicata al reparto Metalflex, in modo che ogni reparto abbia il suo spazio di riferimento.

Per occupare meno superficie le linee sono posizionate in batteria sfalsata come nel caso del reparto Spiralato.

Questa tipologia di disposizione migliora inoltre le distanze percorse dagli operatori:

- Il capo turno, che si occupa del carico bobine e dell'ispezione delle linee, può muoversi senza vincoli nel fondo o nella testa linea, ed ha una visione generale dell'andamento di tutto il reparto
- Gli operatori addetti all'avvolgimento e alla mummificazione dei rotoli si spostano meno nello svolgere le loro attività

5.4.4 SPOSTAMENTO STRACANNATRICE

Visto lo spostamento dell'intero reparto Metalflex, si è deciso di cambiare il posizionamento della stracannatrice, in modo da avvicinarla.

Questo avvicinamento permette al capo turno di percorrere meno metri per portare le bobine figlio di filo di acciaio verso le linee di produzione e facilita il lavoro dei carrellisti essendo in un'area prossima al portone di uscita dello stabilimento, riducendo la distanza per portare le bobine madre in testa macchina.

5.4.5 ALIMENTAZIONE REPARTO METAFLEX E SPIRALATO

Dato lo spostamento del reparto Metalflex e del reparto Spiralato, è necessario cambiare la posizione dei cassoni di alimentazione delle linee di questi due reparti, essendo attualmente posizionati in un'area non più disponibile.

È stata individuata la superficie indicata nella pianta in scala del plant, che permette un posizionamento facilitato dovuto alla pregressa presenza dell'impianto di aspirazione collegato direttamente con le linee di produzione.

5.4.6 REPARTO CONFEZIONAMENTO

Si è deciso di posizionare i macchinari per il confezionamento in modo da migliorare i flussi entranti verso il buffer della filmatrice, riducendo in questo modo i percorsi per la movimentazione del materiale.

L'orientamento della filmatrice, della mummificatrice e del forno grande è il medesimo della prima ipotesi di re-layout ma differisce mediamente di circa 1,5 metri rispetto alla distanza dalle linee di produzione, ottenendo un vantaggio da questo punto di vista.

5.4.7 TABELLA RIASSUNTIVA

Di seguito viene presentata la tabella riassuntiva contenente tutti gli indicatori di performance di questa prima ipotesi di re-layout (tab 5.4).

Per i calcoli completi si rimanda all'appendice D.

Tabella 5.4 – Sintesi KPI della seconda ipotesi di re-layout

| SECONDA IPOTESI DI RE-LAYOUT | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------|
| BUSINESS | INVESTIMENTO NUOVE LINEE | 1.000.000 [€] | FLUSSO & PLANT | km PF/m2 PLANT | 3 [km/m2] |
| | MARGINE DI CONTRIBUZIONE | 4.494.276 [€/ANNO] | | % DI m2 A VALORE | 45,5 % |
| | DELTA MARGINE | 843.144 [€/ANNO] | | m/PALLET | 46,3 [m/PALLET] |
| | PAYBACK DI BUSINESS | 1,2 [ANNI] | | INDICE DI FLUSSO | 22,6 % |
| ORGANICO | N° PERSONE TOTALI | 49 | INVESTIMENTI RE-LAYOUT | TEMPO DI ATTRAVERSAMENTO | 503,8 [min] |
| | €/m PF | 0,108 [€/m] | | €/LAYOUT | 34.000 [€] |
| | SAVING | - | | PAYBACK DI RE-LAYOUT | - |

5.4.8 VANTAGGI & SVANTAGGI

Osservando gli indici di performance e la pianta in scala dello stabilimento produttivo, è possibile ricavare i principali vantaggi e svantaggi della seconda ipotesi di re-layout.

VANTAGGI

- Riduzione delle movimentazioni interne dei pallet, dovuta alla disposizione del reparto Confezionamento
- Questo tipo di layout permette un maggior utilizzo degli spazi esistenti, senza dover sostenere costi aggiuntivi per un ampliamento e migliorando la percentuale di superficie a valore
- La disposizione delle linee del reparto Metalflex permette di dedicare al reparto stesso un'area ben definita all'interno dello stabilimento, portando i vantaggi già esistenti attualmente per il reparto Spiralato

SVANTAGGI

- Questo tipo di layout permette di raggiungere un solo obiettivo del progetto, riuscendo a posizionare le due nuove linee di produzione; non consente però di risolvere le cause origine dei problemi dello stabilimento
- Rispetto a quanto scritto nel punto precedente, il non risolvere le cause origine dei problemi del plant comporta una rigidità strutturale dovuta al tipo di risorse e alla

disposizione delle linee, con la presenza di magazzini intermedi e grandi accumuli di materiale intorno ai macchinari

- Le diverse fasi di lavorazione intervallate da buffer non permettono di migliorare l'indice di flusso e il tempo di attraversamento della famiglia caratteristica di prodotto, nonostante vi sia un buon miglioramento delle distanze percorse dai pallet all'interno del plant
- Questo tipo di layout non comporta un risparmio dal punto di vista dei costi (nonostante l'investimento per il re-layout sia molto inferiore rispetto a quello della prima ipotesi), in quanto il posizionamento delle nuove di linee di produzione richiede un aumento dell'organico diretto. Vi sono una serie di vantaggi difficilmente quantificabili dal punto di vista economico, come la migliore disposizione del reparto Confezionamento e la riduzione delle distanze percorse per la movimentazione dei pallet

5.5 TERZA IPOTESI DI RE-LAYOUT

Attraverso lo studio della seconda ipotesi di re-layout, si è compresa la possibilità di inserire le due nuove linee di produzione all'interno del reparto Spiralato sfruttando lo spazio attualmente disponibile e migliorando allo stesso tempo alcuni KPI, come la percentuale di spazio a valore e le distanze percorse per la movimentazione interna dei pallet.

Rimangono però alcune problematiche relative all'indice di flusso e al tempo di attraversamento, causate dalla presenza di magazzini intermedi tra le diverse fasi di lavorazione, che non permettono di raggiungere il duplice obiettivo del progetto.

Nella terza ipotesi di re-layout si è voluto fare un ulteriore passo in avanti, andando a risolvere le cause origine dei problemi dello stabilimento produttivo, unendo i vantaggi delle prime due ipotesi e cercando di ridurre al minimo gli svantaggi.

I principi guida di questa soluzione sono:

- Cambiamento della disposizione delle linee del reparto Spiralato
- Cambiamento di una fase del reparto Confezionamento

- Aumento dell'indice di flusso e riduzione del tempo di attraversamento della famiglia caratteristica
- Ritorno economico dell'investimento
- Aumento della superficie del plant dedicata alle attività a valore
- Migliorare la movimentazione interna del prodotto finito

Di seguito viene fornita la pianta in scala del plant, dove sono stati evidenziati con dei numeri i cambiamenti che hanno permesso la costruzione di questa ipotesi (fig. 5.5).

Nei prossimi paragrafi verranno trattati dettagliatamente gli spostamenti che permettono la realizzazione di questo re-layout.

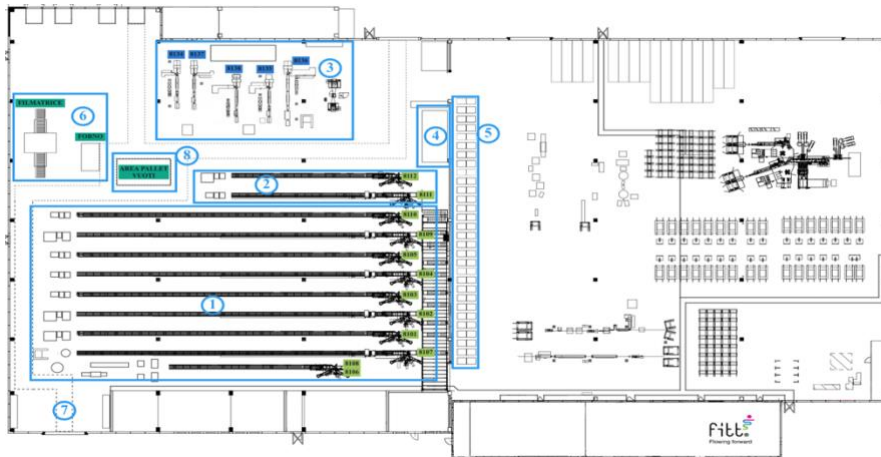


Figura 5.5 – Pianta in scala della terza ipotesi di re-layout (FITT, 2022)

5.5.1 ORGANIZZAZIONE DEL REPARTO SPIRALATO

In questa terza ipotesi di re-layout si è deciso di intervenire sull'organizzazione e sulla disposizione del reparto Spiralato, andando a modificarne interamente la struttura.

Le linee di produzione sono posizionate sempre in “batteria sfalsata”, ma la distanza tra linee adiacenti è stata aumentata in modo da guadagnare un'area per poter arretrare e portare il fondo linea tutto sullo stesso livello. Attraverso questa operazione è possibile ottenere uno spazio aggiuntivo pari a 3 metri alla fine di ogni linea, che può essere utilizzato per le lavorazioni successive.

MUMMIFICATURA A FINE LINEA

La disponibilità nel fondo linea di una superficie maggiore ha permesso di intervenire sul processo di confezionamento: prima i rotoli destinati alla mummificatrice orizzontale

venivano portati all'interno di un buffer in attesa di essere prelevati e mummificati; in questa ipotesi i rotoli vengono mummificati direttamente nel fondo linea, ottenendo un pallet di prodotto finito pronto per essere portato verso la filmatrice.

Questa modifica, resa possibile dall'acquisto di mummificatrici semiautomatiche più piccole posizionate immediatamente dopo la fase di avvolgimento e reggiatura, permette di eliminare un buffer intermedio e di annullare la distanza che prima veniva percorsa per trasportare i rotoli verso di esso.

Di seguito viene fornita un'immagine per comprendere meglio come cambiano le fasi di lavorazione in seguito alla modifica (fig. 5.6).



Figura 5.6 – Mummificazione a fine linea (FITT, 2022)

Ogni linea di produzione possiede la propria cella di lavoro, dove l'operatore ha lo spazio necessario per muoversi in sicurezza e per spostarsi eventualmente tra una linea e l'altra:

- Il tubo, una volta estruso, si raffredda all'interno della vasca e poi cade a terra in maniera automatica
- L'operatore raccoglie il tubo, e poi svolge la fase di avvolgimento e reggiatura
- Successivamente l'operatore sposta il rotolo all'interno della mummificatrice e avvia la fase di mummificazione. Il vantaggio di avere delle macchine semiautomatiche che lavorano in tempo mascherato permette alla persona di svolgere altre attività nello stesso arco temporale
- Una volta che il rotolo è stato mummificato, l'operatore lo sposta su pallet, che una volta completo verrà movimentato verso la filmatrice

Osservando l'immagine si può verificare la presenza di due tipi di macchinari: una mummificatrice piccola e una grande. La differenza riguarda il diametro di avvolgimento

esterno massimo che la macchina può lavorare; a seconda del tipo di prodotto sarà necessario avere la mummificatrice corretta a fondo linea.

Questo vincolo non costituisce un problema, in quanto essendo macchinari complessivamente di piccola taglia, sono poggiati su ruote e si possono quindi spostare con facilità da una linea di produzione ad un'altra in caso di necessità.

Si può notare inoltre come i diversi macchinari siano affiancati l'uno all'altro, senza spazi vuoti nel mezzo, in modo da creare un unico piano di lavoro; questo è possibile per la presenza di piedini regolabili sotto ogni attrezzatura.

LINEA 8107

Come si può notare osservando la pianta in scala del plant, la linea 8107 è ubicata al confine più esterno del reparto Spiralato.

Questa linea è dedicata alla produzione dei tubi appartenenti alla famiglia dei diametri grandi, caratterizzati da un diametro esterno di avvolgimento elevato, che ne rende difficile la movimentazione.

Per questo motivo si è deciso di assegnarle una posizione esterna e di dedicarle una mummificatrice verticale; la cella di lavoro contiene inoltre una filmatrice manuale, da utilizzare nel caso in cui i pallet siano troppo ingombranti per essere movimentati verso il reparto Confezionamento.

REPARTO POLIFUSIONE

In questa terza ipotesi di re-layout, il reparto Polifusione è contenuto all'interno di quello Spiralato, diventando quindi un unico reparto. In particolare, si è deciso di smantellare la linea 8108, arrivata a fine vita e ormai obsoleta, portando i prodotti ad essere estrusi all'interno della linea 8106.

L'accorpamento è reso possibile da due caratteristiche fondamentali:

- Il prodotto estruso nella linea 8108, chiamato Aspirflex, è molto simile a livello tecnico al prodotto estruso sulla linea 8106, chiamato Aspirtech; si tratta di tubi aventi metrature corte che si differenziano soltanto per la fase di confezionamento

- La linea 8106 ha capacità produttiva disponibile ed è già attrezzata per estrarre questo particolare tipo di prodotto, avendo il vantaggio di far cadere i tubi frontalmente alla linea e non lateralmente

Data la particolarità della fase di confezionamento, si è deciso di posizionare la linea al confine esterno del reparto, andando ad occupare un corridoio che prima veniva usato dai carrelli elevatori per caricare il granulo all'interno dei cassoni di alimentazione.

5.5.2 POSIZIONAMENTO LINEE NUOVE

Le due nuove linee del reparto Spiralato sono posizionate in batteria sfalsata come descritto nel paragrafo precedente, rispettando le distanze necessarie per la caduta a terra del tubo e per il passaggio della taglierina nel caso di metrature diverse, e la distanza tra gli estrusori necessaria per le attività di set up e di manutenzione.

La lunghezza delle vasche pari a 25 metri permette di guadagnare ulteriore spazio a fine linea, occupabile con la mummificazione dei rotoli, riproducendo la stazione di lavoro tipica di questa ipotesi di re-layout vista precedentemente.

5.5.3 SPOSTAMENTO REPARTO METALFLEX

La disposizione del reparto Metalflex è la medesima della seconda ipotesi di re-layout vista precedentemente, con l'unica differenza riguardante l'aggiunta di una mummificatrice verticale dedicata alla linea 8136.

Come anticipato nei capitoli precedenti, questa linea estrude rotoli aventi diametro interno superiore ai 51 mm, con conseguente diametro esterno di avvolgimento elevato. Dedicare una mummificatrice permette di non movimentare ulteriormente il prodotto finito ingombrante, arrivando ad ottenere i pallet pronti per essere portati alla filmatrice, seguendo lo stesso principio utilizzato per la mummificazione a fine linea visto nel reparto Spiralato.

Per quanto riguarda le altre linee di produzione del reparto, si è deciso di non dedicare una mummificatrice ad ogni linea, ma di tenere le due già esistenti, in quanto le basse velocità di estrusione non giustificano attrezzature dedicate.

5.5.4 SPOSTAMENTO ESSICCATORI

A causa dello spostamento del reparto Metalflex, vi è uno spazio libero che prima veniva occupato dall'area recupero scarti e si è pensato di dedicare questa superficie agli essiccatori del reparto Spiralato, posizionati precedentemente nell'altra area dello stabilimento.

La nuova posizione permette al capo turno di accedervi con facilità in caso di guasto o di allarme, senza dover percorrere decine di metri.

5.5.5 ALIMENTAZIONE DELLE LINEE

Il riposizionamento delle linee di produzione e lo spostamento di alcuni macchinari, riduce lo spazio che prima veniva dedicato ai cassoni per l'alimentazione.

Si è quindi pensato di sfruttare questo spostamento per portare tutti i cassoni lungo il muro nell'altra area dello stabilimento, creando così una superficie interamente dedicata all'alimentazione delle linee.

In questo modo si aumenta la sicurezza generale, perché i carrellisti non devono più movimentare i cassoni all'interno dei reparti produttivi, e si riducono i tragitti per il rifornimento di materia prima.

5.5.6 REPARTO CONFEZIONAMENTO

Avendo sostituito la mummificatrice orizzontale con dei macchinari più piccoli dedicati ad ogni linea di produzione, il reparto Confezionamento è ora composto soltanto dalla filmatrice e dal forno grande.

Si è deciso di posizionare i macchinari rimanenti cercando di migliorare i flussi di materiale entranti verso il reparto e riducendo allo stesso tempo le distanze percorse per la movimentazione dei pallet.

5.5.7 MOVIMENTAZIONE AUTOMATICA

Attualmente la movimentazione dei pallet di semilavorato e di prodotto finito viene fatta manualmente dagli stessi operatori che si occupano delle fasi di avvolgimento e confezionamento.

Questo comporta una serie di problematiche, descritte nei capitoli precedenti, come la non standardizzazione dei percorsi (ogni operatore può muoversi come preferisce all'interno del plant senza un senso di marcia preferenziale), la diminuzione della sicurezza e la presenza di buffer intermedi con grandi quantità di materiale a terra.

Con l'introduzione della mummificazione a fondo linea presentata precedentemente, si è già mosso un primo passo verso l'eliminazione di un buffer intermedio, con conseguente diminuzione delle distanze percorse e del tempo di attraversamento.

Si è voluto poi compiere un ulteriore passo verso la risoluzione della causa origine dei problemi del plant, implementando un sistema di movimentazione interna completamente automatizzato tramite l'utilizzo di LGV (Laser Guided Vehicle).

L'installazione di questi veicoli senza conducente non è impattante a livello di pavimentazione, perché utilizzando una triangolazione di specchi per individuare la propria posizione non richiede scavi o altri lavori di adeguamento. Sono però chiaramente richieste delle corsie preferenziali, dove è necessario ridurre al minimo gli attraversamenti da parte di persone o altri veicoli (Persona, 2021)⁵³.

Come si può notare osservando la pianta in scala del plant, sono state predisposte delle corsie per la movimentazione automatica, e delle corsie separate per permettere agli operatori di spostarsi tra le linee di produzione.

L'introduzione degli LGV permette di eliminare il buffer precedente alla filmatrice, perché i veicoli a guida automatica possono prelevare i pallet direttamente alla fine delle linee di produzione, movimentarli e poi caricarli sulla filmatrice. Una volta filmati, i pallet possono essere scaricati e posizionati nell'area prodotti finiti sempre dai veicoli a guida laser.

Dall'area prodotti finiti, verranno poi movimentati dai carrellisti verso i camion per le consegne in diretta o verso il magazzino, così come avveniva nella situazione AS-IS.

⁵³ Persona A., 2021, *Materiale didattico del corso di Logistica Industriale*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

L'aver sostituito la movimentazione manuale con una automatica viene considerato un punto di forza perché essendo una attività che non dà valore al prodotto finito, si è preferito non farla svolgere agli operatori, che sono persone qualificate per le attività a valore aggiunto.

Nei prossimi paragrafi, in particolare durante il calcolo degli indici di performance, verrà presentata l'analisi svolta per la progettazione dei percorsi degli LGV.

5.5.8 AREA PALLET VUOTI

Sempre in un'ottica di riduzione delle movimentazioni e di organizzazione interna dello stabilimento produttivo, si è deciso di pianificare una gestione integrata dei pallet vuoti, affidandola agli LGV.

Gli operatori del fondo linea, una volta completato un pallet di prodotto finito, necessitano di un pallet vuoto per iniziare la produzione dei tubi successivi, che viene portato direttamente sulla cella di lavoro dai veicoli a guida automatica. In questo modo gli operatori possono concentrarsi sulle attività a valore aggiunto senza avere la preoccupazione di dover procurare il materiale.

5.5.9 TABELLA RIASSUNTIVA

Di seguito viene presentata la tabella riassuntiva contenente tutti gli indicatori di performance di questa prima ipotesi di re-layout (tab D.5).

Per i calcoli completi si rimanda all'appendice E.

Tabella 5.5 – Sintesi KPI della terza ipotesi di re-layout

| TERZA IPOTESI DI RE-LAYOUT | | | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|
| BUSINESS | INVESTIMENTO NUOVE LINEE | 1.000.000 [€] | FLUSSO & PLANT | km PF/m2 PLANT | 3 [km/m2] |
| | MARGINE DI CONTRIBUZIONE | 4.494.276 [€/ANNO] | | % DI m2 A VALORE | 51,4 % |
| | DELTA MARGINE | 843.144 [€/ANNO] | | m/PALLET | 44,7 [m/PALLET] |
| | PAYBACK DI BUSINESS | 1,2 [ANNI] | | INDICE DI FLUSSO | 42,7 % |
| ORGANICO | N° PERSONE TOTALI | 42 | INVESTIMENTI RE-LAYOUT | TEMPO DI ATTRAVERSAMENTO | 211,4 [min] |
| | €/m PF | 0,093 [€/m] | | €/LAYOUT | 469.000 [€] |
| | SAVING | 294.900 [€/ANNO] | | PAYBACK DI RE-LAYOUT | 1,6 [ANNI] |

5.5.10 VANTAGGI & SVANTAGGI

Osservando gli indici di performance e la pianta in scala dello stabilimento produttivo, è possibile ricavare i principali vantaggi e svantaggi della terza ipotesi di re-layout.

VANTAGGI

- Questo tipo di layout permette di raggiungere il duplice obiettivo del progetto, inserendo le due nuove linee di produzione nel reparto Spiralato e andando a risolvere le cause origine dei problemi dello stabilimento (disposizione delle linee e tipologia dei macchinari)
- Garantisce un'organizzazione interna allo stabilimento produttivo, infatti ogni reparto ha la propria area di riferimento e ci sono delle corsie dedicate solo alla movimentazione del materiale
- È un layout flessibile che permette l'aggiunta di nuove linee in futuro se ce ne sarà bisogno, senza stravolgere la disposizione dei reparti
- Permette un notevole miglioramento dell'indice di flusso e del tempo di attraversamento della famiglia di prodotto caratteristica
- Comporta un ritorno economico dell'investimento, nonostante abbia un costo più elevato rispetto alle altre ipotesi permette di avere allo stesso tempo un risparmio significativo
- Migliora la sicurezza all'interno dello stabilimento produttivo
- Riduzione dell'indice di rischio derivante dalla movimentazione manuale dei singoli rotoli da parte degli operatori
- Aumenta ulteriormente la percentuale di superficie utilizzata per attività che portano valore aggiunto
- A differenza delle altre ipotesi di re-layout, questa soluzione permette di ottenere un miglioramento complessivo in ogni area del plant
- Comporta un cambiamento nel modo di svolgere le attività, focalizzandosi sulla riduzione degli sprechi e ponendo le basi per il miglioramento continuo

SVANTAGGI

- Per l'implementazione di questo layout è necessaria una pianificazione dettagliata, in quanto lo spostamento delle linee di produzione comporta dei fermi

impianto che possono influire sul normale svolgimento delle regolari attività di business

- Nonostante vi sia un ritorno economico, richiede un investimento importante
- Questa ipotesi di re-layout non elimina l'ultimo buffer rimasto, che corrisponde con l'area prodotti finiti; qui i pallet devono ancora necessariamente sostare in attesa di essere caricati sui camion per le consegne in diretta o di essere portati al magazzino vero e proprio

5.6 SCELTA DELL'IPOTESI TO-BE OTTIMALE

Nei paragrafi precedenti sono state presentate le diverse ipotesi di re-layout attraverso una progressiva massimizzazione dei vantaggi e minimizzazione degli svantaggi, come se fossero l'evoluzione l'una dell'altra.

Nella realtà lo studio delle varie soluzioni ha seguito proprio questa logica: partendo da un'ipotesi generale si è cercato di scendere sempre più nei dettagli in un'ottica di miglioramento continuo, arrivando ad ottenere una soluzione ottimale.

A conferma di questa scelta, si riporta una tabella contenente il confronto tra i KPI di ogni singola ipotesi di re-layout (tab. 5.6).

Tabella 5.6 – Confronto KPI delle diverse ipotesi di re-layout

| KPI | AS-IS | Prima HP | Seconda HP | Terza HP |
|-------------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Investimento nuove linee [€] | - | 1.000.000 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| Margine di contrib. [€/anno] | 3.651.132 | 4.494.276 | 4.494.276 | 4.494.276 |
| Delta margine [€/anno] | - | 843.144 | 843.144 | 843.144 |
| Payback di business [anni] | - | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| km PF/m² plant | 2,7 | 2,8 | 3 | 3 |
| % di m² a valore | 38,4 % | 41,1 % | 45,5 % | 51,4 % |
| m/pallet | 78,5 | 49,6 | 46,3 | 44,7 |
| Indice di flusso | 22,6 % | 22,6 % | 22,6 % | 42,7% |
| Tempo di attravers. [min] | 505,5 | 504 | 503,8 | 211,4 |
| N° persone totali | 45 | 49 | 49 | 42 |

| | | | | |
|---------------------------------|-------|---------|--------|---------|
| €/m PF | 0,108 | 0,108 | 0,108 | 0,093 |
| Saving [€/anno] | - | - | - | 294.900 |
| €/layout | - | 209.000 | 34.000 | 469.000 |
| Payback re-layout [anni] | - | - | - | 1,6 |

Come si può notare osservando la tabella, tutte le ipotesi presentate permettono di avere lo stesso ritorno economico dell'investimento per le nuove linee di produzione (payback di business), perché l'aumento dei volumi porta una marginalità più alta rispetto alla situazione AS-IS.

Una situazione opposta si ha invece per il payback di re-layout; infatti, soltanto la terza ipotesi permette di avere un ritorno economico dell'investimento in questo senso.

Come anticipato nei paragrafi precedenti, si è voluto mantenere una separazione tra i due possibili payback, per comprendere al meglio i contributi ottenibili dal miglioramento di re-layout.

La terza soluzione, pur necessitando di un investimento maggiore in termini di spostamenti e di acquisto di nuovi macchinari, comporta una riduzione dei costi dell'organico diretto con conseguente diminuzione dei costi di trasformazione, ottenendo un potenziale saving.

Per quanto riguarda le restanti macrocategorie, dalla tabella precedente si può notare come la terza ipotesi di re-layout permetta un notevole miglioramento di tutti gli indici di performance.

Nel prossimo paragrafo verranno confrontati in modo più diretto la situazione AS-IS e la proposta ottimale TO-BE, per comprendere meglio l'entità del miglioramento.

5.7 CONFRONTO TRA AS-IS E TO-BE

Per facilitare il confronto tra la situazione AS-IS e la scelta ottimale TO-BE, si è deciso di analizzare le macrocategorie dei driver di selezione prendendo singolarmente i KPI e andando a quantificare il miglioramento ottenibile implementando la terza proposta di re-layout.

5.7.1 FLUSSO & PLANT

km PF/m² PLANT

Di seguito viene riportata una tabella contenente il confronto rispetto all'indice di performance **km PF/m² plant** (tab. 5.7)

Tabella 5.7 – Confronto dell'indice km PF/m² plant tra AS-IS e TO-BE

| AS-IS | TO-BE | % di miglioramento |
|--------------------------|------------------------|--------------------|
| 2,7 [km/m ²] | 3 [km/m ²] | +11,1 % |

La crescita dell'11,1 % di questo indicatore è imputabile all'aumento dei volumi di produzione dovuto all'inserimento delle due nuove linee di estrusione: a parità di denominatore, formato dalla superficie totale dello stabilimento, il numeratore aumenta provocando un incremento del rapporto.

% di m² A VALORE

Per quanto riguarda la suddivisione dello stabilimento produttivo rispetto al tipo di attività svolte al suo interno, si riporta la seguente tabella contenente la riduzione o l'aumento percentuale delle diverse tipologie di superficie (tab. 5.8)

Tabella 5.8 - Confronto delle tipologie di superficie tra AS-IS e TO-BE

| Tipologia di superficie | AS-IS | TO-BE | Aumento o riduzione % |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| VA | 2.560 [m ²] | 3.425 [m ²] | +33,8 % |
| NVA | 1.345 [m ²] | 1.215 [m ²] | -9,7 % |
| NVA | 2.755 [m ²] | 2.020 [m ²] | -26,7 % |

Come si può notare dalla tabella, l'aumento percentuale della superficie a valore comporta una diminuzione di entrambe le tipologie di superficie non a valore a causa del miglior utilizzo degli spazi all'interno del plant.

In particolare, la disposizione più ordinata delle linee di produzione e dei macchinari per il confezionamento, unita ad una assegnazione dedicata delle corsie di movimentazione, ha permesso di convertire intere aree che prima non venivano utilizzate.

I dati sono immediatamente confrontabili perché la superficie totale è la stessa.

m/PALLET

Per comprendere il miglioramento di questo indice di performance, si è deciso di svolgere un confronto sia quantitativo che qualitativo.

Di seguito si riporta una tabella contenente la % di riduzione dei metri percorsi per la movimentazione dei pallet di prodotto finito, suddivisa per reparto (non è presente il reparto Polifusione perché nel layout TO-BE viene inglobato all'interno del reparto Spiralato) (tab. 5.9).

Tabella 5.9 – Confronto quantitativo dell'indice m/pallet tra AS-IS e TO-BE

| Reparto o plant | AS-IS | TO-BE | % di riduzione |
|-----------------|------------------------|------------------------|----------------|
| Spiralato | 82,6 [m/pallet] | 43,3 [m/pallet] | -47,6 % |
| Metalflex | 65,4 [m/pallet] | 59,7 [m/pallet] | -8,7 % |
| Plant | 78,5 [m/pallet] | 44,7 [m/pallet] | -43,1 % |

Come facilmente intuibile, la riduzione più significativa riguarda il reparto Spiralato, dato il cambiamento importante introdotto con la mummificazione a fine linea descritta in precedenza, che ha permesso l'eliminazione completa di un buffer e della conseguente movimentazione dei pallet verso il magazzino intermedio stesso.

Come anticipato precedentemente, si è ritenuto importante svolgere il confronto anche attraverso un'analisi qualitativa, utilizzando la tecnica "Spaghetti Chart", e riportando in una pianta in scala dello stabilimento produttivo i percorsi svolti per la movimentazione del totale dei pallet della situazione AS-IS e della proposta ottimale TO-BE.

I dati e la figura utilizzata per l'AS-IS sono gli stessi del quarto capitolo.

Di seguito si riportano la legenda con i colori utilizzati per l'analisi (fig. 5.7) e le piante in scala dello stabilimento produttivo per il confronto (fig. 5.8).

Figura 5.7 – Legenda dei colori per lo Spaghetti Chart



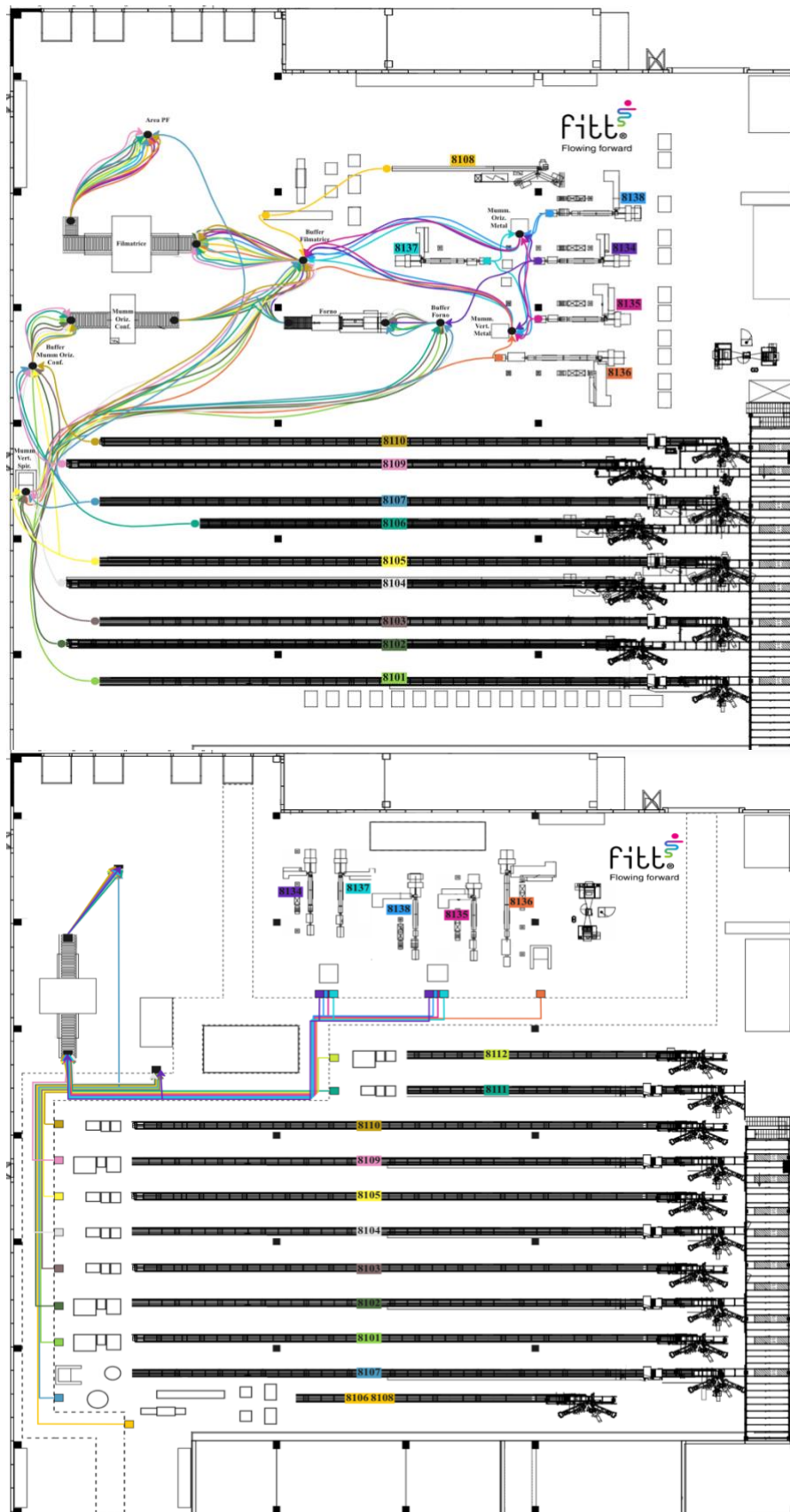


Figura 5.8 - Confronto qualitativo dell'indice m/pallet tra AS-IS e TO-BE

Come si può notare, i flussi del layout TO-BE sono più ordinati e seguono un percorso dedicato che non interferisce con le altre attività: la movimentazione dei pallet di prodotto finito e le attività produttive hanno due aree interamente dedicate.

Questo risultato, reso possibile dalla rimozione dei buffer intermedi e dall'implementazione della movimentazione automatica, comporta i seguenti vantaggi:

- Maggiore sicurezza
- Sensi di marcia ben definiti e privi di ambiguità
- Riduzione delle distanze percorse
- Completa assenza di materiale a terra
- Standardizzazione dei percorsi

INDICE DI FLUSSO E TEMPO DI ATTRAVERSAMENTO

Anche per questi due indici, che riguardano la famiglia di prodotto caratteristica, si è deciso di fare un confronto quantitativo e qualitativo.

Di seguito viene presentata una tabella contenente il miglioramento derivante dall'applicazione del layout ottimale TO-BE (tab 5.10).

Tabella 5.10 - Confronto quantitativo della famiglia caratteristica tra AS-IS e TO-BE

| Indice | AS-IS | TO-BE | Miglioramento |
|---------------------------------|--------------|--------------|----------------------|
| Indice di flusso | 22,6 % | 42,7 % | fattore +1,9 |
| Tempo di attraversamento | 505,5 [min] | 211,4 [min] | -58,2 % |

L'elevata riduzione percentuale del tempo di attraversamento, pari al 58,2 %, è possibile attraverso l'eliminazione dei buffer intermedi e l'introduzione della movimentazione automatica.

L'indice di flusso, nonostante subisca quasi un raddoppio rispetto alla situazione AS-IS, risente ancora dell'ultimo buffer rimasto, corrispondente all'area prodotti finiti.

I pallet dopo essere stati filmati vengono portati qui dagli LGV e posizionati in un ordine ben preciso, rimanendo in attesa di essere caricati sui camion per le spedizioni in diretta o di essere portati al magazzino vero e proprio. Rispetto all'AS-IS il tempo di sosta è più

ridotto, perché i carrellisti impiegano meno minuti per la ricerca dei pallet da prelevare, ma rimane comunque impattante.

I ragionamenti appena descritti vengono confermati osservando il confronto tra le due VSM (la mappatura AS-IS è ripresa dal quarto capitolo mentre quella TO-BE dall'appendice E) (fig. 5.9).

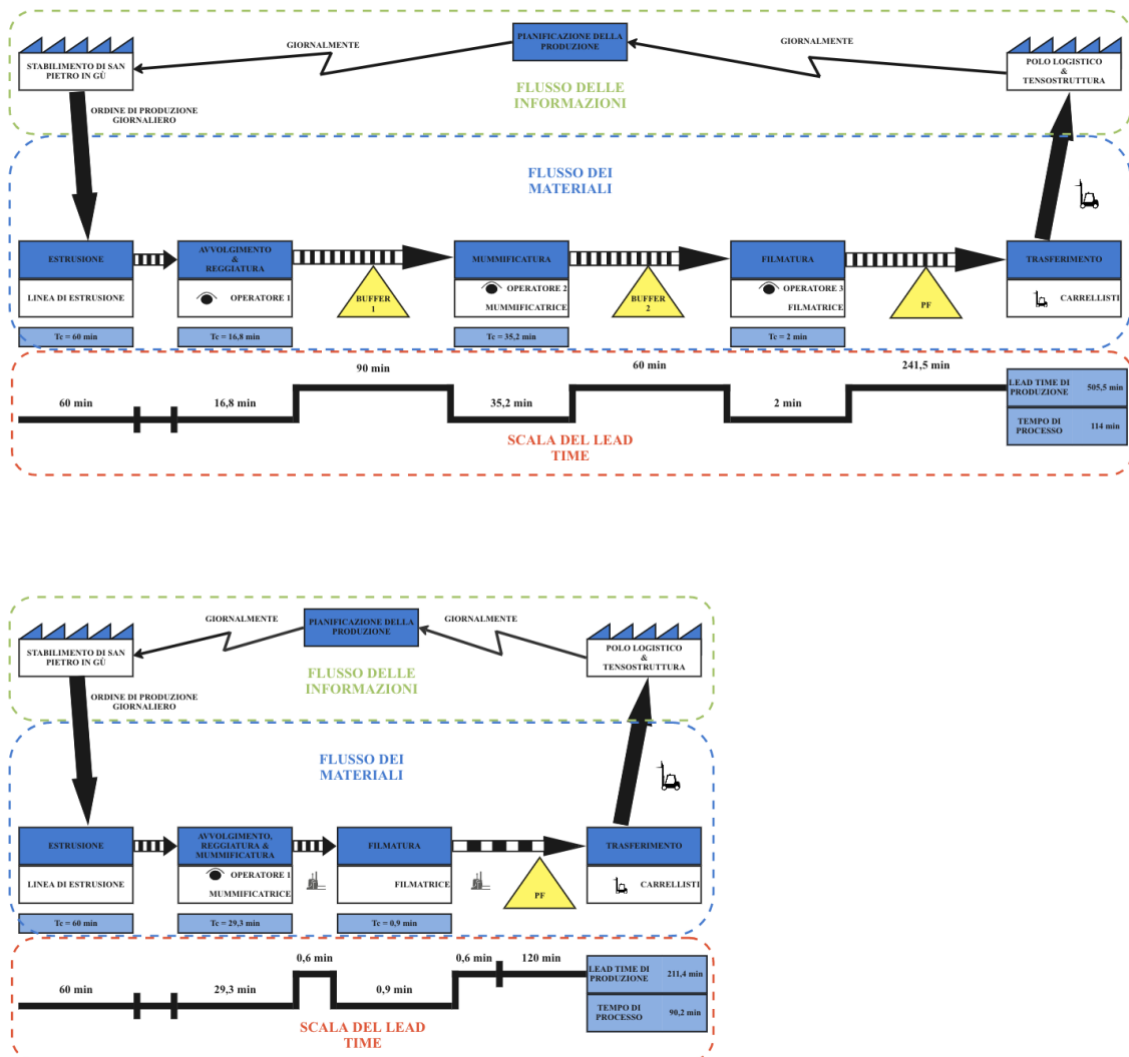


Figura 5.9 - Confronto qualitativo della famiglia caratteristica tra AS-IS e TO-BE

Per completezza viene fornito un ulteriore confronto, focalizzato sulla tecnica del Process Block Mapping (costruita attraverso i passaggi introdotti nei capitoli precedenti), che permette di identificare le sottofasi del processo di lavorazione della famiglia di prodotto

caratteristica per comprendere quali portano valore aggiunto e quali sono considerate spreco, così come svolto nei capitoli precedenti.

Di seguito viene presentato il confronto tra il processo AS-IS (ripreso dal quarto capitolo) e quello TO-BE (fig. 5.10).

| SOTTOFASI | DURATA [min] | CONTROLLO | TRASPORTO | OPERAZIONE | ATTESA | GESTIONE |
|---|--------------|-----------|-----------|------------|--------|----------|
| ESTRUSIONE | 60 | | | | | |
| RACCOLTA TUBO DA TERRA | 0,66 | | | | | |
| PROVA DIAMETRO | 2 | | | | | |
| AVVOLGIMENTO | 3,86 | | | | | |
| APPLICAZIONE PELLICOLA PROTETTIVA | 1,6 | | | | | |
| APERTURA AVVOLGITORE | 0,86 | | | | | |
| SCARICO ROTOLO SU REGGIATRICE | 1,94 | | | | | |
| REGGIATURA | 3,74 | | | | | |
| APPLICAZIONE PROTEZIONE TUBO | 0,6 | | | | | |
| CHIUSURA AVVOLGITORE | 0,8 | | | | | |
| CARICO ROTOLO SU PALLET | 0,74 | | | | | |
| CARICAMENTO DEPOSITO TRAMITE BARCODE | 0,5 | | | | | |
| TRASPORTO PALLET VERSO BUFFER 1 | 1,5 | | | | | |
| PALLET FERMO NEL BUFFER 1 | 97 | | | | | |
| TRASPORTO PALLET VERSO MUMMIFICATRICE | 0,5 | | | | | |
| CARICAMENTO PRELIEVO TRAMITE BARCODE | 0,5 | | | | | |
| CARICAMENTO ROTOLO SU RULLIERA | 2 | | | | | |
| MUMMIFICATURA | 30,4 | | | | | |
| ETICHETTATURA AUTOMATICA | 0,4 | | | | | |
| ETICHETTATURA MANUALE | 0,8 | | | | | |
| SCARICO ROTOLO SU PALLET | 1,6 | | | | | |
| CARICAMENTO DEPOSITO TRAMITE BAR CODE | 0,5 | | | | | |
| TRASPORTO PALLET VERSO BUFFER 2 | 1 | | | | | |
| PALLET FERMO NEL BUFFER 2 | 57,5 | | | | | |
| TRASPORTO PALLET VERSO FILMATRICE | 0,5 | | | | | |
| CARICAMENTO PRELIEVO TRAMITE BARCODE | 0,5 | | | | | |
| CARICAMENTO PALLET SU RULLIERA | 0,5 | | | | | |
| FILMATURA | 0,75 | | | | | |
| ETICHETTATURA AUTOMATICA | 0,05 | | | | | |
| ETICHETTATURA MANUALE | 0,2 | | | | | |
| SCARICO PALLET DA RULLIERA | 0,5 | | | | | |
| CARICAMENTO DEPOSITO TRAMITE BAR CODE | 0,5 | | | | | |
| TRASPORTO PALLET VERSO AREA PRODOTTI FINITI | 1 | | | | | |
| PALLET FERMO NELL'AREA PRODOTTI FINITI | 240 | | | | | |
| N° SOTTOFASI | 34 | 1 | 12 | 11 | 3 | 7 |
| TOTALE LEAD TIME | 505,5 | 2 | 12,44 | 102,4 | 384,5 | 4,16 |
| INCIDENZA PERCENTUALE | 100% | 0,4% | 2,4% | 20,3% | 76,1% | 0,8% |

| SOTTOFASI | DURATA [min] | CONTROLLO | TRASPORTO | OPERAZIONE | ATTESA | GESTIONE |
|---|--------------|-----------|-----------|------------|--------|----------|
| ESTRUSIONE | 60 | | | | | |
| RACCOLTA TUBO DA TERRA | 0,66 | | | | | |
| PROVA DIAMETRO | 2 | | | | | |
| AVVOLGIMENTO | 3,86 | | | | | |
| APPLICAZIONE PELLICOLA PROTETTIVA | 1,6 | | | | | |
| APERTURA AVVOLGITORE | 0,86 | | | | | |
| SPOSTAMENTO ROTOLO SU REGGIATRICE | 1 | | | | | |
| REGGIATURA | 3,74 | | | | | |
| APPLICAZIONE PROTEZIONE TUBO | 0,6 | | | | | |
| CHIUSURA AVVOLGITORE | 0,8 | | | | | |
| SPOSTAMENTO ROTOLO SU MUMMIFICATRICE | 1 | | | | | |
| AVVIO MUMMIFICATURA | 0,4 | | | | | |
| MUMMIFICATURA | 9 | | | | | |
| ETICHETTATURA MANUALE X2 | 1,6 | | | | | |
| SPOSTAMENTO ROTOLO SU PALLET | 1,6 | | | | | |
| CARICAMENTO A SISTEMA PALLET PRONTO | 0,5 | | | | | |
| PRELIEVO PALLET TRAMITE LGV | 0,17 | | | | | |
| TRASPORTO PALLET VERSO FILMATRICE | 0,3 | | | | | |
| CARICAMENTO PALLET SU FILMATRICE | 0,17 | | | | | |
| FILMATURA | 0,75 | | | | | |
| ETICHETTATURA AUTOMATICA X2 | 0,1 | | | | | |
| PRELIEVO PALLET TRAMITE LGV | 0,17 | | | | | |
| TRASPORTO PALLET VERSO AREA PRODOTTI FINITI | 0,3 | | | | | |
| POSA PALLET A TERRA | 0,17 | | | | | |
| PALLET FERMO NELL'AREA PRODOTTI FINITI | 120 | | | | | |
| N° SOTTOFASI | 25 | 1 | 10 | 9 | 1 | 4 |
| TOTALE LEAD TIME | 211,4 | 2 | 5,54 | 81,25 | 120 | 2,56 |
| INCIDENZA PERCENTUALE | 100% | 0,9% | 2,6% | 38,4% | 56,8% | 1,2% |

Figura 5.10 – Confronto Process Block Mapping tra AS-IS e TO-BE

Infine, si riporta una tabella di confronto numerico tra le percentuali appartenenti alle categorie in cui è stato scomposto il processo (tab. 5.11).

Tabella 5.11 – Confronto numerico delle categorie tra AS-IS e TO-BE

| Categoria | AS-IS | TO-BE | Miglioramento |
|-------------------|--------------|--------------|----------------------|
| Controllo | 0,4 % | 0,9 % | fattore +2,3 |
| Trasporto | 2,4 % | 2,6 % | - |
| Operazione | 20,3 % | 38,4 % | fattore +1,9 |
| Attesa | 76,1 % | 56,8 % | fattore -0,7 |
| Gestione | 0,8 % | 1,2 % | fattore +1,5 |

Osservando la tabella si possono trarre le seguenti conclusioni:

- Le attività Controllo e Gestione subiscono un aumento dovuto alla diminuzione del lead time totale, di conseguenza ricoprono un peso percentuale diverso. Si tratta di attività non operative ma che sono necessarie per il regolare svolgimento della produzione
- Le attività Operative subiscono un aumento percentuale dovuto all'eliminazione dei buffer intermedi, che rappresenta la più significativa fonte di spreco
- Le Attese subiscono una diminuzione percentuale ma ricoprono ancora un ruolo rilevante all'interno del processo, dovuto alla presenza dell'ultimo buffer rimasto corrispondente all'area prodotti finiti. Una sua eliminazione comporterebbe idealmente l'azzeramento dei tempi di attesa

5.7.2 ORGANICO

L'implementazione del layout ottimale TO-BE comporta un cambiamento a livello di organico diretto all'interno dello stabilimento produttivo: l'introduzione di due nuove linee di estrusione, l'eliminazione della mummificatrice orizzontale del reparto Confezionamento, e la fusione tra il reparto Spiralato e il reparto Polifusione, richiedono una redistribuzione degli operatori in ogni fase del processo.

Di seguito si riporta una tabella contenente il confronto tra l'organico diretto AS-IS e quello TO-BE, suddiviso per reparto (i dati sono ripresi dalle appendici B e E) (tab. 5.12).

Tabella 5.12 - Confronto quantitativo dell'organico tra AS-IS e TO-BE

| ORGANICO AS-IS | | ORGANICO LAYOUT OTTIMALE | |
|----------------------------|-----------|---------------------------|-----------|
| Spiralato (9 linee) | 16 | Spiralato (11 linee) | 24 |
| Metalflex (5 linee) | 9 | Metalflex (5 linee) | 9 |
| Forno & Filmatrice | 2 | Forno & attrezzaggi | 3 |
| Mummificatrice Orizzontale | 4 | Spiralato (turni lun-ven) | 6 |
| Confezionamento | 3 | Totale | 42 |
| Jolly | 3 | | |
| Polifusione (1 linea) | 6 | | |
| Confezionamento Aspirtech | 2 | | |
| Totale | 45 | | |

L'azienda FITT, producendo tubi soggetti ad alta stagionalità, spesso ricorre all'assunzione di organico interinale per far fronte ai picchi di produzione.

La riduzione del numero di persone totale tra AS-IS e TO-BE, al netto degli spostamenti descritti precedentemente, è da intendersi come un risparmio derivante dalla non somministrazione di questo tipo di lavoro.

Di seguito si riporta una tabella contenente il miglioramento ottenuto per quanto riguarda l'indice di performance €/m (tab. 5.13).

Tabella 5.13 - Confronto dell'indice €/m tra AS-IS e TO-BE

| AS-IS | TO-BE | Miglioramento |
|-------------|-------------|---------------|
| 0,108 [€/m] | 0,093 [€/m] | -13,9 % |

Il risparmio del 13,9 %, che corrisponde al delta €/m tra le due situazioni, è dovuto ad un mix tra due fattori:

- La riduzione del costo totale dell'organico diretto dello stabilimento, rappresentato dall'abbassamento del numero delle persone visto nella tabella precedente
- L'aumento dei volumi di produzione, perché da un lato si ha una riduzione dell'organico ma dall'altro la capacità produttiva è maggiore. Si hanno più metri di prodotto finito con meno costi rispetto all'AS-IS

Questo delta €/m comporta un notevole risparmio dal punto di vista dei costi di trasformazione interni allo stabilimento, e permette di ottenere un:

$$\text{Saving} = 294.900 \text{ €/anno}$$

5.7.3 INVESTIMENTI DI RE-LAYOUT

Rispetto alla situazione AS-IS, il layout ottimale TO-BE comporta degli investimenti necessari alla sua implementazione.

Di seguito si riporta una tabella contenente gli investimenti pesati sul loro totale, per comprendere quali sono le maggiori voci di costo (i dati sono ripresi dall'appendice E) (tab. 5.14).

Tabella 5.14 – Suddivisione percentuale degli investimenti per il layout ottimale

| Tipologia di investimento | Costo sostenuto [€] | % sul costo totale |
|--|---------------------|--------------------|
| Acquisto mummificatrici | 163.000 | 34,8 % |
| Acquisto e implementazione LGV | 230.000 | 49,0 % |
| Dismissione linea 8108 | 4.000 | 0,9 % |
| Spostamento linee reparto Spiralato | 45.000 | 9,6 % |
| Spostamento linee reparto Metalflex | 25.000 | 5,3 % |
| Spostamento filmatrice | 2.000 | 0,4 % |
| Totale | 469.000 | 100 % |

Come si può notare osservando i risultati, l'83,8 % degli investimenti sostenuti per il layout TO-BE riguardano l'acquisto di nuovi macchinari.

Questa parte sostanziosa è imputabile ad uno dei due obiettivi del progetto di re-layout, che riguarda la risoluzione delle cause origine dei problemi dello stabilimento produttivo, in particolare la tipologia dei macchinari utilizzati nella situazione AS-IS.

Con questi acquisti l'azienda FITT ha voluto dare un segnale importante: l'investimento sostenuto non comporta solo un miglioramento degli indici di performance del plant, ma fa parte di un processo più ampio di cambiamento nel modo di svolgere le attività produttive, abbandonando le grandi quantità di lotti e di materiale a bordo macchina a

vantaggio di una produzione più flessibile orientata all'eliminazione degli sprechi, supportata da un incremento del livello tecnologico.

Nonostante gli investimenti importanti, il risparmio visto precedentemente ha permesso di bilanciare i costi sostenuti per svolgere il re-layout, ottenendo un ritorno economico in tempi considerati molto buoni:

Payback di re-layout = 1,6 anni

CONCLUSIONI

Il progetto di tesi ha permesso il raggiungimento di entrambi gli obiettivi prefissati: l'aumento della capacità produttiva tramite l'installazione di due nuove linee di estrusione e la risoluzione delle cause origine dei problemi dello stabilimento.

In particolare, la ricerca dei problemi è stata di fondamentale importanza perché ha contribuito a sviluppare una profonda conoscenza della situazione di partenza attraverso lo studio dei processi produttivi e dei flussi dei materiali interni al plant, senza fermarsi al primo risultato utile ma continuando a chiedersi il “perché” per poter trovare le cause origine.

Il miglioramento portato da questo progetto di re-layout non riguarda solo un mero raggiungimento degli obiettivi o un incremento degli indici di performance; per l'azienda FITT S.p.A. si tratta di un primo passo verso un cambiamento nel modo di svolgere le attività produttive, orientando i propri sforzi ad una eliminazione progressiva degli sprechi e arrivando ad avere uno stabilimento capace di rispondere in modo flessibile alle esigenze del mercato.

Il layout ottimale TO-BE permette di ottenere dei miglioramenti rispetto alla situazione di partenza AS-IS e contemporaneamente porta ad avere un ritorno economico dell'investimento sostenuto per la sua implementazione, dovuto ad una riduzione dei costi di trasformazione.

Lo studio svolto ha quindi confermato la fattibilità tecnica ed economica del progetto, ponendo le fondamenta per una successiva fase di pianificazione che non è stata trattata nel corso dell'elaborato: uno spostamento delle linee di estrusione e dei macchinari ad esse complementari richiede infatti un'accurata pianificazione, incidendo sul normale svolgimento delle attività produttive.

In un'ottica di miglioramento continuo, questo progetto di re-layout consente di porre le basi per un ulteriore sviluppo futuro dello stabilimento produttivo, riguardante da un lato la possibilità di una connessione diretta con il polo logistico di proprietà dell'azienda ad esso confinante, andando ad eliminare l'ultimo buffer rimasto corrispondente all'area

prodotti finiti dopo la filmatrice; in questo modo i pallet verrebbero portati fuori dal plant senza dover sostare al suo interno.

Dall'altro lato la possibilità di sviluppare un'alimentazione delle linee di produzione centralizzata e automatizzata, data la concentrazione di tutti i cassoni in un'unica area lungo il muro.

APPENDICE A

Nella tabella seguente (tab. A.1) sono riportati i tempi di ciascuna operazione svolta all'interno delle macrofasi di avvolgimento e reggiatura, espressi in [min/pz].

Tabella A.1 – Tempi fasi di avvolgimento e reggiatura

| Operazione | I video | II video | III video | Media |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Raccolta tubo da terra | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,06 |
| Prova diametro | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,17 |
| Avvolgimento | 0,28 | 0,37 | 0,31 | 0,32 |
| Applicazione pellicola | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 |
| Apertura avvolgitore | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,07 |
| Scarico rotolo su reggiatrice | 0,14 | 0,14 | 0,20 | 0,16 |
| Reggiatura | 0,28 | 0,35 | 0,30 | 0,31 |
| Applicazione protezione | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Chiusura avvolgitore | 0,09 | 0,06 | 0,06 | 0,07 |
| Carico rotolo su pallet | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Totale | 1,35 | 1,45 | 1,40 | 1,40 |

Nella tabella seguente (tab. A.2) sono riportati i tempi di ciascuna operazione svolta all'interno della macrofase di mummificazione, espressi in [min/pz].

Tabella A.2 – Tempi fase di mummificazione

| Operazione | I video | II video | III video | Media |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Carico rotolo su rulliera | 0,16 | 0,16 | 0,19 | 0,17 |
| Mummificazione | 2,53 | 2,53 | 2,53 | 2,53 |
| Etichettatura automatica | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Etichettatura manuale | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,07 |
| Scarico rotolo su pallet | 0,14 | 0,14 | 0,11 | 0,13 |
| Totale | 2,92 | 2,94 | 2,93 | 2,93 |

Nella tabella seguente (tab. A.3) sono riportati i tempi di ciascuna operazione svolta all'interno della macrofase di filmatura, espressi in [min/plt].

Tabella A.3 – Tempi fase di filmatura

| Operazione | I video | II video | III video | Media |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|------------------|--------------|
| Carico pallet su rulliera | 0,60 | 0,40 | 0,50 | 0,50 |
| Filmatura | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| Etichettatura automatica | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Etichettatura manuale | 0,18 | 0,21 | 0,21 | 0,20 |
| Scarico pallet da rulliera | 0,40 | 0,40 | 0,70 | 0,50 |
| Totale | 1,98 | 1,81 | 2,21 | 2,00 |

APPENDICE B

Di seguito viene riportata una tabella di sintesi contenente i KPI della situazione AS-I, utilizzati per il confronto con le diverse ipotesi di re-layout (tab. B.1).

Tabella B.1 - Sintesi KPI della situazione AS-IS

| SITUAZIONE DI PARTENZA AS-IS | | | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|
| BUSINESS | INVESTIMENTO NUOVE LINEE | - | FLUSSO & PLANT | km PF/m2 PLANT | 2,7 [km/m2] |
| | MARGINE DI CONTRIBUZIONE | 3.651.132 [€/ANNO] | | % DI m2 A VALORE | 38,4 % |
| | DELTA MARGINE | - | | m/PALLET | 78,5 [m/PALLET] |
| | PAYBACK DI BUSINESS | - | | INDICE DI FLUSSO | 22,6 % |
| ORGANICO | N° PERSONE TOTALI | 45 | INVESTIMENTI RE-LAYOUT | TEMPO DI ATTRAVERSAMENTO | 505,5 [min] |
| | €/m PF | 0,108 [€/m] | | €/LAYOUT | - |
| | SAVING | - | | PAYBACK DI RE-LAYOUT | - |

I dati contenuti nella macrocategoria Flusso & Plant sono stati ripresi dal quarto capitolo.

Il **margin** di **contribuzione** si ricava dalla seguente relazione:

$$\text{fatturato} \times \text{margin di contribuzione (\%)} = 22.263.000 \times 0,164 = 3.651.132 \text{ [€/anno]}$$

ORGANICO

Di seguito viene riportata una tabella (tab. B.2) che rappresenta l'organico diretto presente in ciascun turno all'interno dello stabilimento.

Tabella B.2 – Organico diretto della situazione AS-IS

| ORGANICO AS IS | Lunedì | | | Martedì | | | Mercoledì | | | Giovedì | | | Venerdì | | | Sabato | | | Domenica | | |
|----------------------------|--------|---|---|---------|---|---|-----------|---|---|---------|---|---|---------|---|---|--------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N |
| Spiralato (9 linee) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Metalflex (5 linee) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Forno & Filmatrice | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mummificatrice Orizzontale | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Confezionamento | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Jolly | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Polifusione (1 linea) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Confezionamento Aspirtech | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

La tabella precedente è utile per verificare il numero di persone presenti in un determinato momento della giornata, ma per comprendere l'organico totale è necessario svolgere un ragionamento più approfondito: il vincolo principale riguarda la turnistica.

Per esempio, se una attività viene svolta a ciclo continuo, con tre turni giornalieri e sette giorni alla settimana, verranno formate quattro squadre di operatori così suddivise:

- Una squadra per il turno della mattina
- Una squadra per il turno del pomeriggio
- Una squadra per il turno di notte
- Una squadra a riposo

Ciclicamente ogni squadra dovrà riposare dopo aver svolto un determinato numero di turni, come predisposto dalle norme sulla salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.

Di conseguenza il numero totale di persone sarà più alto perché nella tabella precedente non viene considerata la quarta squadra.

Viene quindi fornita un'ulteriore tabella contenente l'organico totale dello stabilimento, con i relativi costi associati suddivisi a seconda della tipologia di turnistica, comprendenti anche tutti gli oneri sostenuti dall'azienda (tab.B.3).

Tabella B.3 – Organico totale con relativi costi della situazione AS-IS

| Tipo di turnistica | N° operatori | €/anno |
|---------------------------------------|---------------------|---------------|
| Base (no turni) | 4 | 169.200 |
| Turnista lun-ven | 21 | 913.680 |
| Turnista lun-ven (senza notte) | - | - |
| Turnista ciclo continuo | 20 | 862.920 |
| Totale | 49 | 1.945.800 |

Dalla tabella è possibile ricavare direttamente il primo indice di performance:

$$\mathbf{N^{\circ} \text{ di persone totali} = 45}$$

L'indice €/m PF si ricava dalla seguente relazione, data dal rapporto tra il costo annuale sostenuto per l'intero organico e i metri di prodotto estrusi sempre nello stesso periodo:

$$\text{costo sostenuto in un anno/ m prodotti} = 1.945.800/18.100.000 = 0,108 \text{ [€/m]}$$

APPENDICE C

BUSINESS

L'investimento sostenuto dall'azienda per le nuove linee di produzione del reparto Spiralato è pari a:

$$\text{costo singola linea} \times \text{N}^\circ \text{ di linee} = 500.000 \times 2 = 1.000.000 \text{ [€]}$$

Il **margin** di contribuzione si ricava dalla seguente relazione:

fatturato x margine di contribuzione (%) = $24.968.200 \times 0,18 = 4.494.276$ [€/anno]
(l'aumento del margine di contribuzione percentuale rispetto all'AS-IS è dovuto alla marginalità più alta dei nuovi volumi di produzione).

Il **delta margine** si ricava sottraendo il margine di contribuzione AS-IS a quello TO-BE:

$$\text{margine TO BE} - \text{margine AS IS} = 4.494.276 - 3.651.132 = 843.144 \text{ [€/anno]}$$

In fine il **Payback di business** è dato dalla seguente relazione:

$$\text{investimento/delta margine} = 1.000.000/843.144 = 1,2 \text{ [anni]}$$

FLUSSO & PLANT

Di seguito viene fornita una figura rappresentante la pianta in scala del plant, con le superfici suddivise per colori in base al tipo di attività contenute.

I colori utilizzati sono gli stessi dell'analisi AS-IS svolta nei capitoli precedenti (fig. C.1).

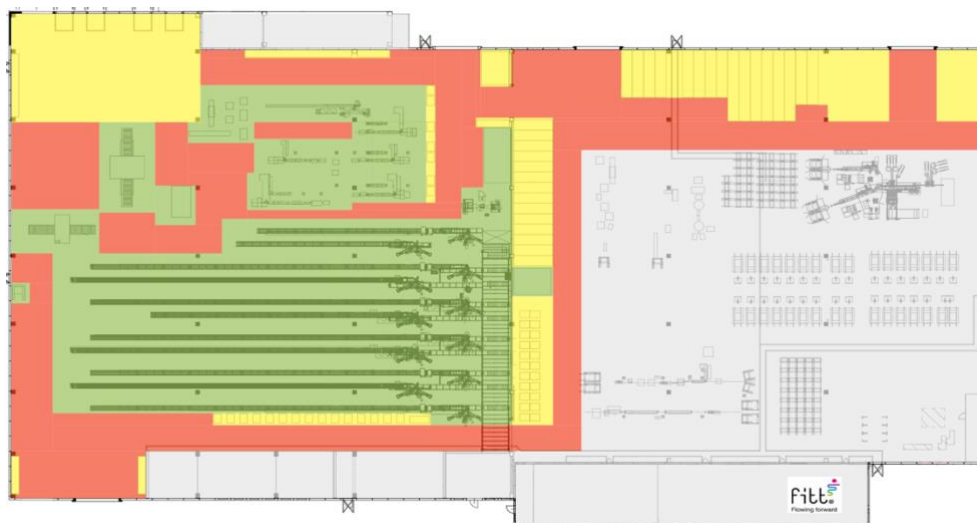


Figura C.1 – Pianta in scala del valore della prima ipotesi di re-layout (FITT, 2022)

Si riporta inoltre una tabella contenente i valori numerici e percentuali (tab. C.1).

Tabella C.1 – Risultati numerici delle superfici della prima ipotesi di re-layout

| Superfici | [m²] | % sul totale |
|------------------|------------------------|---------------------|
| VA | 2.865 | 41,1% |
| NVA | 1.347 | 19,3% |
| NVA | 2.760 | 39,6% |
| Totale | 6.972 | 100% |

L'indice **m² a valore** si può ricavare direttamente dalla tabella ed è pari a:

$$\text{m}^2 \text{ a valore} = 41,1\%$$

Per quanto riguarda l'indice **km PF/m² plant**, si ricava dalla seguente relazione:

$$\text{km prodotto finito TO BE/m}^2 \text{ plant} = 19.660/6972 = 2,8 \text{ [km/m}^2\text{]}$$

Per il calcolo dell'indice **m/pallet**, è necessario trovare le distanze totali percorse da ogni pallet prodotto all'interno del plant.

Di seguito viene riportata una tabella con i risultati suddivisi per linea di produzione, ottenuta calcolando le distanze percorse attraverso l'utilizzo di una pianta in scala dello stabilimento produttivo (tab. C.2).

Tabella C.2 – Distanze percorse nella prima ipotesi di re-layout

| Linea di estrusione | Pallet prodotti TO-BE | Distanze totali [m] |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 8101 | 5.082 | 351.243 |
| 8102 | 5.922 | 333.876 |
| 8103 | 6.152 | 353.422 |
| 8104 | 4.378 | 252.438 |
| 8105 | 4.744 | 201.019 |
| 8106 | 7.600 | 404.995 |
| 8107 | 3.074 | 150.398 |
| 8108 | 2.500 | 124.237 |

| | | |
|---------------------|--------|-----------|
| 8109 | 4.574 | 183.678 |
| 8110 | 5.900 | 212.305 |
| 8111 | 5.000 | 150.908 |
| 8112 | 4.985 | 149.550 |
| 8134 | 395 | 23.115 |
| 8135 | 1.456 | 91.728 |
| 8136 | 1.747 | 121.475 |
| 8137 | 819 | 46.683 |
| 8138 | 2.571 | 165.326 |
| Totale plant | 66.899 | 3.316.396 |

L'indice di performance si ricava dalla seguente relazione:

$$\text{distanze totali/pallet prodotti TO BE} = 3.316.396/66.899 = 49,6 \text{ [m/pallet]}$$

Per ricavare l'indice di flusso e il tempo di attraversamento della famiglia caratteristica di prodotto, è necessario mappare il processo attraverso lo strumento della VSM, come nell'analisi AS-IS vista nei capitoli precedenti.

Di seguito viene riportata una tabella (tab. C.3) contenente il riassunto delle macrofasi con i relativi tempi ciclo e una figura che rappresenta la VSM di un pallet della famiglia caratteristica di prodotto di questa prima ipotesi di re-layout (fig. C.2).

Tabella C.3 – Riassunto dati per la mappatura della prima ipotesi di re-layout

| Fase | Risorse | Tc per un pallet |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Estrusione | Linea di estrusione | 60 [min] |
| Avvolgimento + Reggiatura | Operatore 1 | 16,8 [min] |
| Buffer intermedio 1 | Operatore 1 + Operatore 2 | 89,5 [min] |
| Mummificazione | Operatore 2 + Mummificatrice | 35,2 [min] |
| Buffer intermedio 2 | Operatore 2 + Operatore 3 | 59,5 [min] |
| Filmatura | Operatore 3 + Filmatrice | 2 [min] |
| Area prodotti finiti | Operatore 3 | 241 [min] |

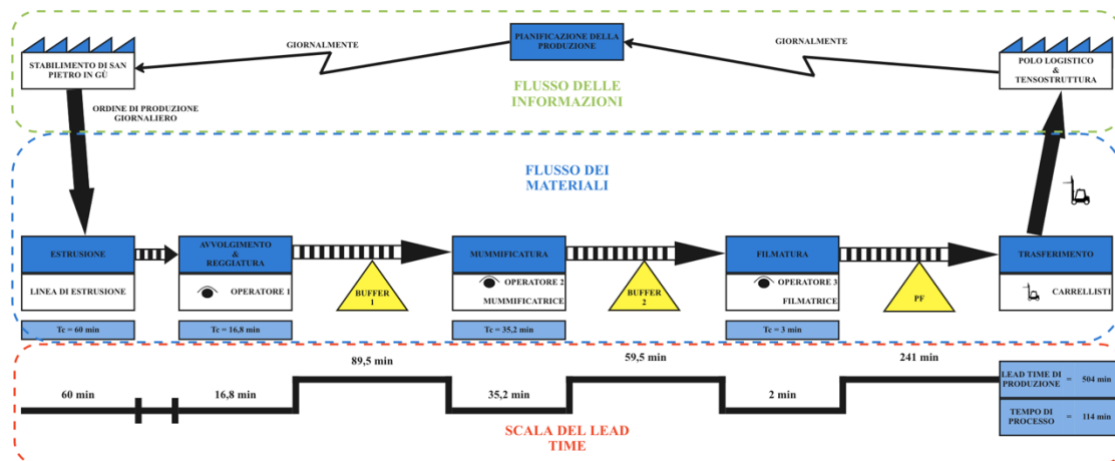


Figura C.2 – VSM della famiglia caratteristica prima ipotesi di re-layout

L'indice di flusso viene ricavato dal rapporto tra il tempo di processo e il lead time di produzione:

$$\text{tempo di processo/lead time di produzione} = 114/504 = 22,6\%$$

Il tempo di attraversamento invece coincide con il lead time di produzione all'interno della VSM:

$$\text{tempo di attraversamento} = 504 \text{ [min]}$$

ORGANICO

Di seguito viene riportata una tabella (tab. C.4) che rappresenta l'organico diretto presente in ciascun turno all'interno dello stabilimento.

Tabella C.4 – Organico diretto della prima ipotesi di re-layout suddiviso per turni

| ORGANICO PRIMA IPOTESI | Lunedì | | | Martedì | | | Mercoledì | | | Giovedì | | | Venerdì | | | Sabato | | | Domenica | | |
|----------------------------|--------|---|---|---------|---|---|-----------|---|---|---------|---|---|---------|---|---|--------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N |
| Spiralato (9 linee) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Metalflex (5 linee) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Forno & Filmatrice | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mummificatrice Orizzontale | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Confezionamento Jolly | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Polifusione (1 linea) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Confezionamento Aspirtech | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Viene fornita inoltre un'ulteriore tabella contenente l'organico totale dello stabilimento, con i relativi costi associati suddivisi a seconda della tipologia di turnistica, comprendenti anche tutti gli oneri sostenuti dall'azienda (tab. C.5).

Tabella C.5 – Organico totale con relativi costi della prima ipotesi di re-layout

| Tipo di turnistica | N° operatori | €/anno |
|---------------------------------------|---------------------|---------------|
| Base (no turni) | 4 | 169.200 |
| Turnista lun-ven | 21 | 913.680 |
| Turnista lun-ven (senza notte) | - | - |
| Turnista ciclo continuo | 24 | 1.040.580 |
| Totale | 49 | 2.123.460 |

Dalla tabella è possibile ricavare direttamente il primo indice di performance:

$$\mathbf{N^{\circ} \text{ di persone totali} = 49}$$

L'indice **€/m PF** si ricava dalla seguente relazione, data dal rapporto tra il costo annuale sostenuto per l'intero organico e i metri di prodotto estrusi sempre nello stesso periodo:

$$\text{costo sostenuto in un anno/ m prodotti} = 2.123.460/19.660.000 = 0,108 \text{ [€/m]}$$

Per quanto riguarda l'indice **Saving**, è necessario prima calcolare il delta €/m PF con la situazione AS-IS:

$$\text{€/m PF TO BE} - \text{€/m PF AS IS} = 0,108 - 0,108 = 0 \text{ €/m}$$

$$\text{Saving} = \text{m prodotti} * \text{delta €/m PF} = 19.660.000 * 0 = 0 \text{ €}$$

La prima ipotesi di re-layout non permette di ottenere un risparmio, perché nonostante l'aumento dei volumi produttivi vi è allo stesso tempo un aumento dell'organico diretto dedicato alle linee di estrusione, con conseguente aumento dei costi sostenuti.

INVESTIMENTI RE-LAYOUT

Di seguito viene riportata una tabella con tutti gli investimenti da sostenere nel caso fosse implementata questa prima ipotesi di re-layout (tab. C.6).

Tabella C.6 – Investimenti per la prima ipotesi di re-layout

| Tipo di intervento | [€] |
|--|----------------|
| Allargamento muro perimetrale | 200.000 |
| Spostamento linea 8136 | 5.000 |
| Spostamento Mummificatrice Orizzontale Confezionamento | 2.000 |
| Spostamento Filmatrice | 2.000 |
| Totale | 209.000 |

Dalla tabella è possibile ricavare direttamente l'indice di performance **€/layout**, dato dalla somma di tutti gli interventi svolti per ottenere la disposizione finale:

$$\text{€/layout} = 209.000 \text{ [€]}$$

Per quanto riguarda l'indice **Payback di re-layout**, non è possibile calcolarlo, in quanto questa prima ipotesi non prevede risparmi dal punto di vista economico ma soltanto costi aggiuntivi.

APPENDICE D

BUSINESS

Per quanto riguarda i KPI della macrocategoria business, i calcoli svolti e i risultati sono gli stessi della prima ipotesi di re-layout (si veda l'appendice C), in quanto l'inserimento delle due nuove linee di produzione nel reparto Spiralato comporta gli stessi costi di investimento e lo stesso aumento di volumi.

FLUSSO & PLANT

Di seguito viene fornita una figura rappresentante la pianta in scala del plant, con le superfici suddivise per colori in base al tipo di attività contenute.

I colori utilizzati sono gli stessi delle analisi svolte nei capitoli precedenti (fig. D.1).

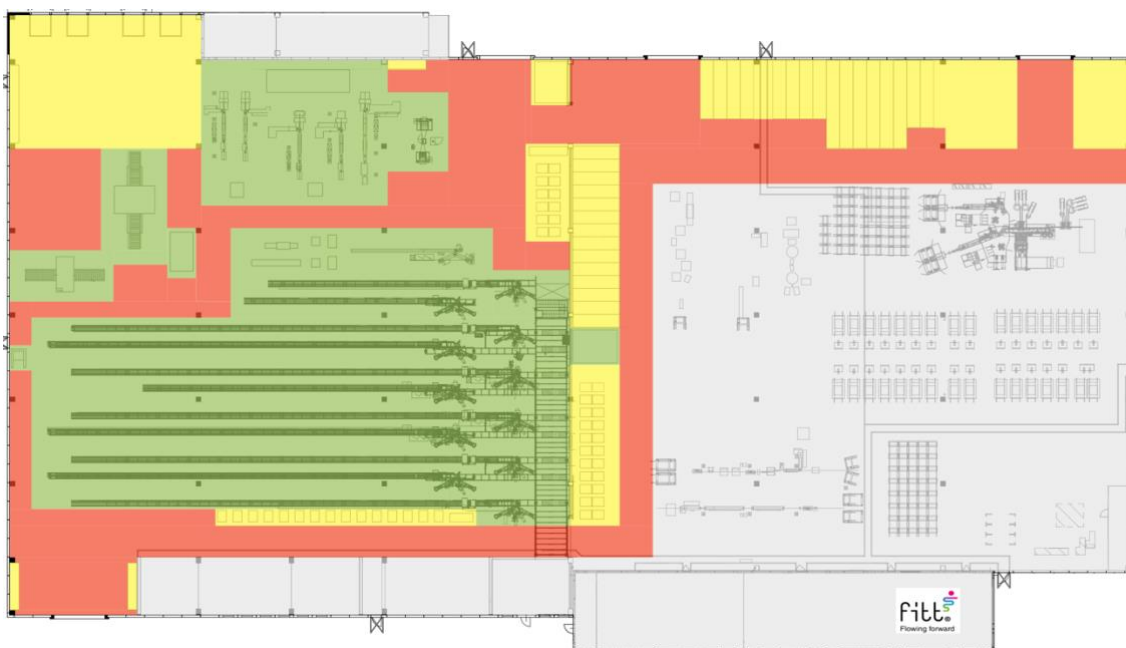


Figura D.1 – Pianta in scala del valore della seconda ipotesi di re-layout (FITT, 2022)

Si riporta inoltre una tabella contenente i valori numerici e percentuali (tab. D.1).

Tabella D.1 – Risultati numerici delle superfici della seconda ipotesi di re-layout

| Superfici | [m²] | % sul totale |
|------------------|------------------------|---------------------|
| VA | 3.030 | 45,5% |
| NVA | 1.295 | 19,4% |
| NVA | 2.335 | 35,1% |
| Totale | 6.660 | 100% |

L'indice **m² a valore** si può ricavare direttamente dalla tabella ed è pari a:

$$m^2 \text{ a valore} = 45,5\%$$

Per quanto riguarda l'indice **km PF/m² plant**, si ricava dalla seguente relazione:

$$\text{km prodotto finito TO BE/m}^2 \text{ plant} = 19.660/6.660 = 3 \text{ [km/m}^2\text{]}$$

Per il calcolo dell'indice **m/pallet**, è necessario trovare le distanze totali percorse da ogni pallet prodotto all'interno del plant.

Di seguito viene riportata una tabella con i risultati suddivisi per linea di produzione, ottenuta calcolando le distanze percorse attraverso l'utilizzo di una pianta in scala dello stabilimento produttivo (tab. D.2).

Tabella D.2 – Distanze percorse nella seconda ipotesi di re-layout

| Linea di estrusione | Pallet prodotti TO-BE | Distanze totali [m] |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 8101 | 5.082 | 335.675 |
| 8102 | 5.922 | 318.308 |
| 8103 | 6.152 | 337.854 |
| 8104 | 4.378 | 236.870 |
| 8105 | 4.744 | 185.451 |
| 8106 | 7.600 | 389.427 |
| 8107 | 3.074 | 134.830 |
| 8108 | 2.500 | 108.669 |
| 8109 | 4.574 | 168.110 |
| 8110 | 5.900 | 196.737 |

| | | |
|---------------------|---------------|------------------|
| 8111 | 5.000 | 135.340 |
| 8112 | 4.985 | 133.982 |
| 8134 | 395 | 22.932 |
| 8135 | 1.456 | 84.448 |
| 8136 | 1.747 | 117.049 |
| 8137 | 819 | 48.672 |
| 8138 | 2.571 | 143.858 |
| Totale plant | 66.899 | 3.098.212 |

L'indice di performance si ricava dalla seguente relazione:

$$\text{distanze totali/pallet prodotti TO BE} = 3.098.212/66.899 = 46,3 \text{ [m/pallet]}$$

Per ricavare l'indice di flusso e il tempo di attraversamento della famiglia caratteristica di prodotto, è necessario mappare il processo attraverso lo strumento della VSM, come nell'analisi AS-IS vista nei capitoli precedenti.

Di seguito viene riportata una tabella (tab. D.3) contenente il riassunto delle macrofasi con i relativi tempi ciclo e una figura che rappresenta la VSM di un pallet della famiglia caratteristica di prodotto di questa prima ipotesi di re-layout (fig. D.2).

Tabella D.3 – Riassunto dati per la mappatura della seconda ipotesi di re-layout

| Fase | Risorse | Tc per un pallet |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Estrusione | Linea di estrusione | 60 [min] |
| Avvolgimento + Reggiatura | Operatore 1 | 16,8 [min] |
| Buffer intermedio 1 | Operatore 1 + Operatore 2 | 89,5 [min] |
| Mummificazione | Operatore 2 + Mummificatrice | 35,2 [min] |
| Buffer intermedio 2 | Operatore 2 + Operatore 3 | 59,3 [min] |
| Filmatura | Operatore 3 + Filmatrice | 2 [min] |
| Area prodotti finiti | Operatore 3 | 241 [min] |

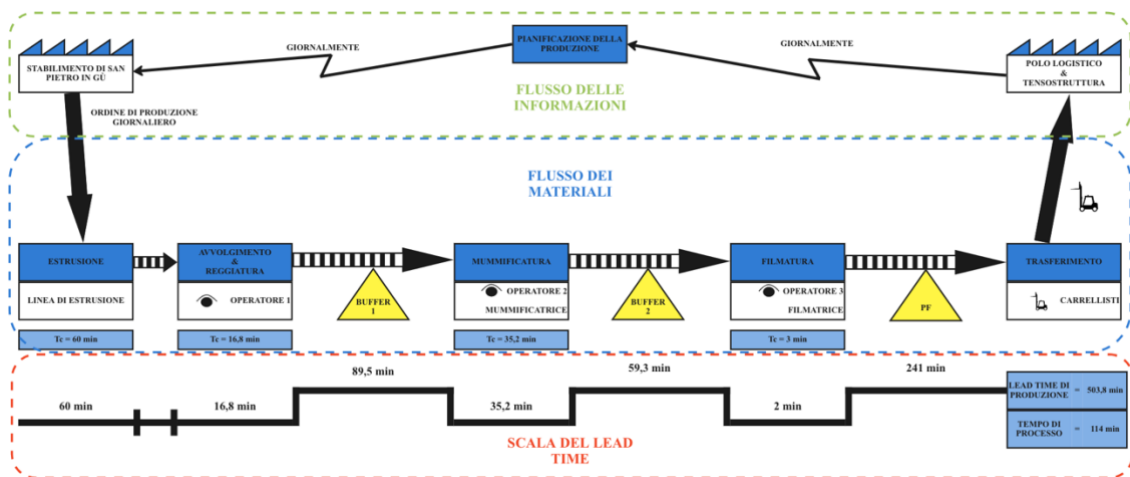


Figura D.2 – VSM della famiglia caratteristica seconda ipotesi di re-layout

L'indice di flusso viene ricavato dal rapporto tra il tempo di processo e il lead time di produzione:

$$\text{tempo di processo/lead time di produzione} = 114/503,8 = 22,6\%$$

Il tempo di attraversamento invece coincide con il lead time di produzione all'interno della VSM:

$$\text{tempo di attraversamento} = 503,8 \text{ [min]}$$

ORGANICO

Per quanto riguarda i KPI della macrocategoria organico, i calcoli svolti e i risultati sono gli stessi della prima ipotesi di re-layout (si veda l'appendice C), in quanto l'inserimento delle due nuove linee di produzione nel reparto Spiralato comporta lo stesso aumento di volumi e lo stesso numero di persone necessario per lo svolgimento di ciascuna attività.

INVESTIMENTI RE-LAYOUT

Di seguito viene riportata una tabella con tutti gli investimenti da sostenere nel caso fosse implementata questa prima ipotesi di re-layout (tab. D.4).

Tabella D.4 – Investimenti per la prima ipotesi di re-layout

| Tipo di intervento | [€] |
|--|---------------|
| Spostamento reparto Metalflex (5 linee) | 25.000 |
| Spostamento reparto Polifusione (linea 8108) | 5.000 |
| Spostamento Mummificatrice Orizzontale Confezionamento | 2.000 |
| Spostamento Filmatrice | 2.000 |
| Totale | 34.000 |

Dalla tabella è possibile ricavare direttamente l'indice di performance **€/layout**, dato dalla somma di tutti gli interventi svolti per ottenere la disposizione finale:

$$\text{€/layout} = 34.000 \text{ [€]}$$

Per quanto riguarda l'indice **Payback di re-layout**, non è possibile calcolarlo, in quanto questa seconda ipotesi non prevede risparmi dal punto di vista economico ma soltanto costi aggiuntivi, così come avvenuto per l'ipotesi precedente.

APPENDICE E

BUSINESS

Per quanto riguarda i KPI della macrocategoria business, i calcoli svolti e i risultati sono gli stessi della prima e della seconda ipotesi di re-layout (si veda l'appendice C), in quanto l'inserimento delle due nuove linee di produzione nel reparto Spiralato comporta gli stessi costi di investimento e lo stesso aumento di volumi.

FLUSSO & PLANT

Di seguito viene fornita una figura rappresentante la pianta in scala del plant, con le superfici suddivise per colori in base al tipo di attività contenute.

I colori utilizzati sono gli stessi delle analisi svolte nei capitoli precedenti (fig. E.1).

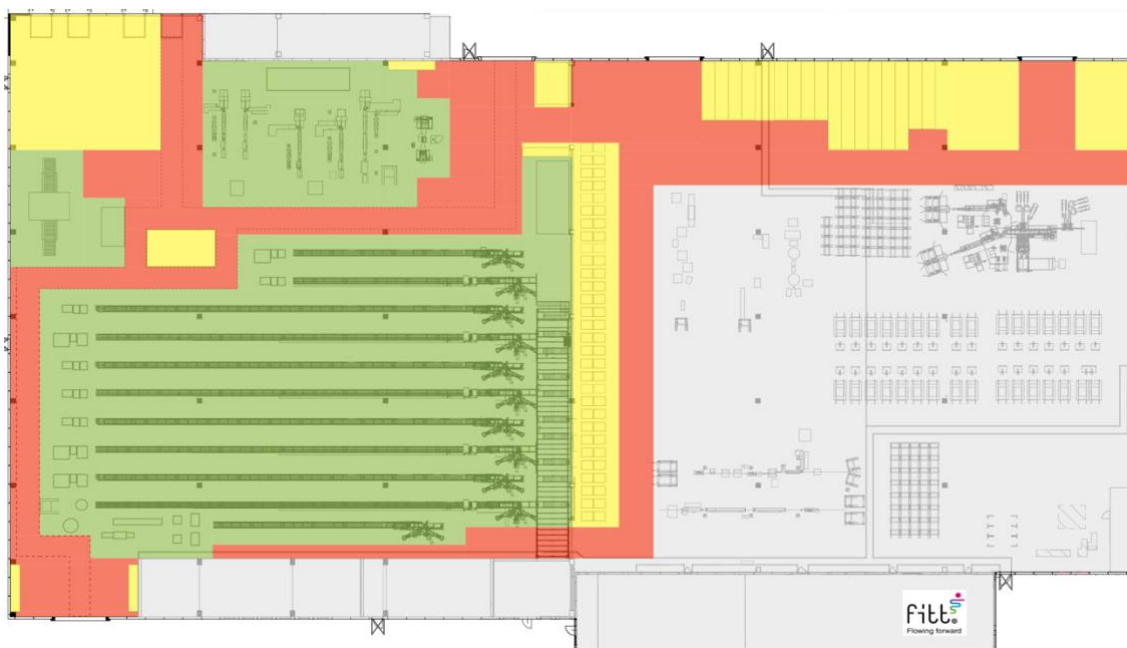


Figura E.1 – Pianta in scala del valore della terza ipotesi di re-layout (FITT, 2022)

Si riporta inoltre una tabella contenente i valori numerici e percentuali (tab. E.1).

Tabella E.1 – Risultati numerici delle superfici della terza ipotesi di re-layout

| Superfici | [m²] | % sul totale |
|------------------|------------------------|---------------------|
| VA | 3.425 | 51,4% |
| NVA | 1.215 | 18,3% |
| NVA | 2.020 | 30,3% |
| Totale | 6.660 | 100% |

L'indice **m² a valore** si può ricavare direttamente dalla tabella ed è pari a:

$$m^2 \text{ a valore} = 51,4\%$$

Per quanto riguarda l'indice **km PF/m² plant**, si ricava dalla seguente relazione:

$$\text{km prodotto finito TO BE/m}^2 \text{ plant} = 19.660/6.660 = 3 \text{ [km/m}^2\text{]}$$

Per il calcolo dell'indice **m/pallet**, è necessario trovare le distanze totali percorse da ogni pallet prodotto all'interno del plant.

Di seguito viene riportata una tabella con i risultati suddivisi per linea di produzione, ottenuta calcolando le distanze percorse attraverso l'utilizzo di una pianta in scala dello stabilimento produttivo (tab. E.2).

Tabella E.2 – Distanze percorse nella terza ipotesi di re-layout

| Linea di estrusione | Pallet prodotti TO-BE | Distanze totali [m] |
|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 8101 | 5.082 | 251.330 |
| 8102 | 5.922 | 175.213 |
| 8103 | 6.152 | 293.264 |
| 8104 | 4.378 | 223.682 |
| 8105 | 4.744 | 156.552 |
| 8106+8108 | 10.100 | 656.558 |
| 8107 | 3.074 | 158.090 |
| 8109 | 4.574 | 118.924 |
| 8110 | 5.900 | 129.800 |
| 8111 | 5.000 | 195.000 |

| | | |
|---------------------|---------------|------------------|
| 8112 | 4.985 | 214.335 |
| 8134 | 395 | 22.932 |
| 8135 | 1.456 | 84.448 |
| 8136 | 1.747 | 117.049 |
| 8137 | 819 | 48.672 |
| 8138 | 2.571 | 143.858 |
| Totale plant | 66.899 | 2.989.727 |

L'indice di performance si ricava dalla seguente relazione:

$$\text{distanze totali/pallet prodotti TO BE} = 2.989.727/66.899 = 44,7 \text{ [m/pallet]}$$

Per ricavare l'indice di flusso e il tempo di attraversamento della famiglia caratteristica di prodotto, è necessario mappare il processo attraverso lo strumento della VSM, come nell'analisi AS-IS vista nei capitoli precedenti.

Di seguito viene riportata una tabella (tab. E.3) contenente il riassunto delle macrofasi con i relativi tempi ciclo e una figura che rappresenta la VSM di un pallet della famiglia caratteristica di prodotto di questa prima ipotesi di re-layout (fig. E.2).

Tabella E.3 – Riassunto dati per la mappatura della terza ipotesi di re-layout

| Fase | Risorse | Tc per un pallet |
|---|-----------------------------|-------------------------|
| Estrusione | Linea di estrusione | 60 [min] |
| Avvolgimento + Reggiatura + Mummificazione | Operatore1 + Mummificatrice | 29,3 [min] |
| Trasporto + caricamento su filmatrice | LGV | 0,6 [min] |
| Filmatura | Filmatrice | 0,9 [min] |
| Scarico da filmatrice + trasporto | LGV | 0,6 [min] |
| Area prodotti finiti | - | 120 [min] |

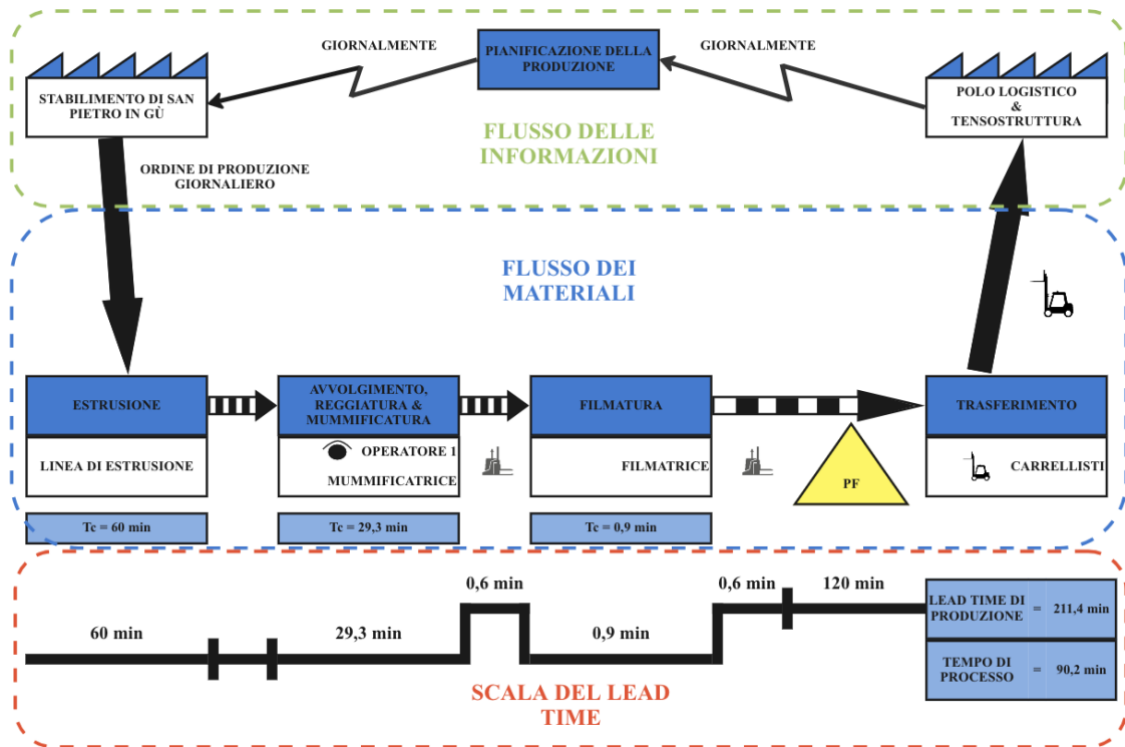


Figura E.2 – VSM della famiglia caratteristica terza ipotesi di re-layout

L'indice di flusso viene ricavato dal rapporto tra il tempo di processo e il lead time di produzione:

$$\text{tempo di processo/lead time di produzione} = 90,2/211,4 = 42,7\%$$

Il tempo di attraversamento invece coincide con il lead time di produzione all'interno della VSM:

$$\text{tempo di attraversamento} = 211,4 \text{ [min]}$$

ORGANICO

Di seguito viene riportata una tabella (tab. E.4) che rappresenta l'organico diretto presente in ciascun turno all'interno dello stabilimento.

Tabella E.4 – Organico diretto della prima ipotesi di re-layout suddiviso per turni

| ORGANICO TERZA IPOTESI | Lunedì | | | Martedì | | | Mercoledì | | | Giovedì | | | Venerdì | | | Sabato | | | Domenica | | |
|---------------------------|--------|---|---|---------|---|---|-----------|---|---|---------|---|---|---------|---|---|--------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N | M | P | N |
| Spiralato (11 linee) | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Metalflex (5 linee) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Forno & attrezzaggi | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Spiralato (turni lun-ven) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

Viene fornita inoltre un'ulteriore tabella contenente l'organico totale dello stabilimento, con i relativi costi associati suddivisi a seconda della tipologia di turnistica, comprendenti anche tutti gli oneri sostenuti dall'azienda (tab. E.5).

Tabella E.5 – Organico totale con relativi costi della prima ipotesi di re-layout

| Tipo di turnistica | N° operatori | €/anno |
|---------------------------------------|---------------------|---------------|
| Base (no turni) | - | - |
| Turnista lun-ven | 18 | 812.160 |
| Turnista lun-ven (senza notte) | - | - |
| Turnista ciclo continuo | 24 | 1.015.200 |
| Totale | 42 | 1.827.360 |

Dalla tabella è possibile ricavare direttamente il primo indice di performance:

$$\mathbf{N^{\circ} \text{ di persone totali} = 42}$$

L'indice €/m PF si ricava dalla seguente relazione, data dal rapporto tra il costo annuale sostenuto per l'intero organico e i metri di prodotto estrusi sempre nello stesso periodo:

$$\text{costo sostenuto in un anno/ m prodotti} = 1.827.360/19.660.000 = 0,093 \text{ [€/m]}$$

Per quanto riguarda l'indice **Saving**, è necessario prima calcolare il delta €/m PF con la situazione AS-IS:

$$\text{€/m PF TO BE} - \text{€/m PF AS IS} = 0,108 - 0,093 = 0,015 \text{ €/m}$$

$$\text{Saving} = \text{m prodotti} * \text{delta €/m PF} = 19.660.000 * 0,015 = 294.900 \text{ €/anno}$$

La terza ipotesi di re-layout permette di ottenere un risparmio attraverso l'aumento dei volumi di produzione e la riduzione dell'organico diretto (l'introduzione di due nuove linee richiede l'aggiunta di operatori, ma l'eliminazione della mummificatrice orizzontale comporta una diminuzione delle persone).

INVESTIMENTI RE-LAYOUT

Di seguito viene riportata una tabella con tutti gli investimenti da sostenere nel caso fosse implementata questa prima ipotesi di re-layout (tab. E.6).

Tabella E.6 – Investimenti per la terza ipotesi di re-layout

| Tipo di intervento | [€] |
|-------------------------------------|----------------|
| Acquisto mummificatrici | 163.000 |
| Acquisto e implementazione LGV | 230.000 |
| Dismissione linea 8108 | 4.000 |
| Spostamento linee reparto Spiralato | 45.000 |
| Spostamento linee reparto Metalflex | 25.000 |
| Spostamento filmatrice | 2.000 |
| Totale | 469.000 |

Dalla tabella è possibile ricavare direttamente l'indice di performance **€/layout**, dato dalla somma di tutti gli interventi svolti per ottenere la disposizione finale:

$$\text{€/layout} = 469.000 \text{ [€]}$$

L'indice **Payback di re-layout** si ricava dalla seguente relazione:

$$\text{investimenti/saving} = 469.000/294.900 = 1,6 \text{ [anni]}$$

Per quanto riguarda gli spostamenti delle linee di produzione e degli impianti, le cifre precise degli investimenti sono state ricavate da un database storico aziendale. Per l'acquisto delle nuove mummificatrici invece si è fatto affidamento su una documentazione fornita dal fornitore dei macchinari.

L'investimento necessario per l'acquisto degli LGV richiede uno studio approfondito per la progettazione di una flotta di carrelli a guida automatica, che verrà svolto qui di seguito (Persona, 2021)⁵⁴.

Lo studio necessita di due componenti fondamentali:

- Una pianta in scala dello stabilimento produttivo, dove si andranno ad evidenziare i nodi, ovvero i punti sulla mappa dove i carrelli andranno a prelevare o depositare un'unità di carico, in questo caso un pallet

⁵⁴ Persona A., 2021, *Materiale didattico del corso di Logistica Industriale*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

- Una “from-to chart”, chiamata anche “carta origine-destinazione”, che rappresenta il numero di viaggi da eseguire tra i nodi. Normalmente è possibile scegliere se svolgere il dimensionamento usando una carta origine-destinazione di uno specifico scenario oppure rappresentare uno scenario medio. In questo caso si è scelto di dimensionare i carrelli automatici all’interno di uno scenario infrasettimanale, che rappresenta il momento di maggiore carico di lavoro con tutte le linee di produzione attive, in modo da avere una buona reattività della rete

Di seguito si riporta la from-to chart espressa in [pallet/h], che coincide con il numero di viaggi compiuti dai carrelli in quell’arco di tempo (tab. E.7).

I dati sono stati estrapolati dal software gestionale dell’azienda.

Tabella E.7 – From-to chart della terza ipotesi di re-layout

| FROM-TO CHART | 8101 | 8102 | 8103 | 8104 | 8105 | 8106 | 8107 | 8109 | 8110 | 8111 | 8112 | Mumm. Verticale Metallflex | Mumm. Orizzontale Metallflex | Mumm. Grande Metallflex | Ingresso Filmatrice | Uscita Filmatrice | Area prodotti finiti | Ingresso Forno | Uscita Forno | Area bancali vuoti |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|----------------------|----------------|--------------|--------------------|
| 8101 | X | | | | | | | | | | | | | | 0,5 | | | 0,3 | | |
| 8102 | | X | | | | | | | | | | | | | 0,9 | | | | | |
| 8103 | | | X | | | | | | | | | | | | 0,5 | | | 0,4 | | |
| 8104 | | | | X | | | | | | | | | | | 0,5 | | | 0,2 | | |
| 8105 | | | | | X | | | | | | | | | | 0,7 | | | | | |
| 8106 | | | | | | X | | | | | | | | | 1 | | | 0,3 | | |
| 8107 | | | | | | | X | | | | | | | | 0,7 | | | | | |
| 8109 | | | | | | | | X | | | | | | | 0,8 | | | | | |
| 8110 | | | | | | | | | X | | | | | | 0,8 | | | | | |
| 8111 | | | | | | | | | | X | | | | | 0,7 | | | | | |
| 8112 | | | | | | | | | | | X | | | | 0,7 | | | | | |
| Mumm. Verticale Metallflex | | | | | | | | | | | | X | | | | | | 0,1 | | |
| Mumm. Orizzontale Metallflex | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | |
| Mumm. Grande Metallflex | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| Ingresso Filmatrice | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| Uscita Filmatrice | | | | | | | | | | | | | | | | X | 10,6 | | | |
| Area prodotti finiti | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| Ingresso Forno | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| Uscita Forno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| Area bancali vuoti | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 1,3 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | | | | | | X |

Il passo successivo è quello di calcolare il numero di carrelli automatici teorico, dato dalla seguente formula:

$$N^{\circ} \text{ carrelli teorico} = T_{\text{tot}} / (3600 * A * U)$$

Dove:

- A rappresenta il coefficiente di disponibilità, che tiene conto del tempo in cui i carrelli possono essere in manutenzione o in ricarica, e vale 0,96
- U rappresenta il coefficiente di utilizzo atteso, che tiene conto del tempo in cui i carrelli sono fermi per congestionamento o per mancanza di unità di carico da movimentare, e vale 0,85
- 3600 [s/h] rappresenta un coefficiente di conversione

- T_{tot} rappresenta il tempo totale richiesto alla flotta per eseguire le attività a pieno carico e a vuoto

Per proseguire è necessario quindi calcolare $T_{tot} = T_{pc} + T_v$.

T_{pc} , rappresentante il tempo per eseguire le attività a pieno carico e si ricava dalla seguente relazione:

$$T_{pc} = \sum_{i=1}^{N_i} \sum_{j=1}^{N_j} n_{ij} * t_{ij}''$$

Dove:

- n_{ij} rappresenta i viaggi che i carrelli eseguono dal nodo "i" al nodo "j"
- t_{ij}'' rappresenta il tempo che i carrelli impiegano per trasportare l'unità di carico dal nodo "i" al nodo "j"

A sua volta t_{ij}'' si ricava dalla relazione:

$$t_{ij}'' = t_{ci} + d_{ij}/v + t_{scj}$$

Dove:

- t_{ci} rappresenta il tempo di carico nel nodo "i" ed è pari a 10 [s]
- d_{ij} rappresenta la distanza in [m] tra il nodo "i" e il nodo "j", calcolabile dalla pianta in scala del plant seguendo il percorso svolto dai carrelli automatici
- v rappresenta la velocità media del carrello automatico, ed è stata considerata pari a 0,7 [m/s]
- t_{scj} rappresenta il tempo di scarico al nodo "j" ed è pari a 10 [s]

Inserendo i dati si trova il valore numerico dei viaggi a pieno carico:

$$T_{pc} = 1.869,7 \text{ [s]}$$

T_v rappresenta il tempo per eseguire i viaggi a vuoto e si ricava dalla seguente relazione:

$$T_v = \sum_{i=1}^{N_i} \sum_{j=1}^{N_j} x_{ij} * t_{ij}$$

Dove:

- x_{ij} rappresenta il numero di viaggi a vuoto da eseguire dal nodo "i" al nodo "j"

- $t_{ij} = d_{ij}/v$ rappresenta il tempo per eseguire i viaggi a vuoto dal nodo “i” al nodo “j”

Per poter calcolare gli x_{ij} è necessario costruire una tabella contenente i flussi netti dei nodi, dove con il termine “from” si intendono i carrelli che partono da un determinato nodo e con il termine “to” quelli che entrano in un dato nodo.

Di seguito viene riportata la tabella dei flussi netti, espressi sempre in [viaggi/h] (tab. E.8).

Tabella E.8 – Flussi netti ai nodi della terza ipotesi di re-layout

| FLUSSI NETTI AI NODI | 8101 | 8102 | 8103 | 8104 | 8105 | 8106 | 8107 | 8109 | 8110 | 8111 | 8112 | Mumm. Verticale Metalflex | Mumm. Orizzontale Metalflex | Mumm. Grande Metalflex | Ingresso Filmatrice | Uscita Filmatrice | Area prodotti finiti | Ingresso Forno | Uscita Forno | Area bancali vuoti |
|-------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|
| | FROM (-) | - 0,8 | - 0,9 | - 0,9 | - 0,7 | - 0,7 | - 1,3 | - 0,7 | - 0,8 | - 0,8 | - 0,7 | - 0,7 | - 0,4 | - 0,6 | - 0,5 | - | - 10,5 | - | - | - 1,3 |
| TO (+) | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 1,3 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 10,5 | - | 10,5 | 1,3 | - | - |
| NF | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10,5 | - 10,5 | 10,5 | 1,3 | - 1,3 | - 10,5 |

Osservando la tabella si può notare come in uscita dalla filmatrice, in uscita dal forno e nell’area bancali vuoti debbano arrivare carrelli vuoti. Mentre in ingresso alla filmatrice, in ingresso al forno e nell’area prodotti finiti si creino carrelli vuoti.

Si definiscono così i percorsi a vuoto dei carrelli, programmandoli in questo modo:

- 1,3 carrelli andranno dall’ingresso del forno verso l’uscita del forno
- 10,5 carrelli andranno dall’area prodotti finiti verso l’uscita della filmatrice
- 10,5 carrelli andranno dall’ingresso della filmatrice verso l’area bancali vuoti

Inserendo i dati si trova il valore numerico dei viaggi a vuoto:

$$T_v = 511,7 \text{ [s]}$$

Avendo il tempo dei viaggi a pieno carico e il tempo dei viaggi a vuoto, è ora possibile ricavare il tempo dei viaggi totale:

$$T_{tot} = T_{pc} + T_v = 1.869,7 + 511,7 = 2381,4 \text{ [s]}$$

Successivamente è possibile ricavare il numero di carrelli teorico dalla formula vista precedentemente:

$$\text{N° carrelli teorico} = 2381,4 / (3600 * 0,96 * 0,85) = 0,81$$

Il numero di carrelli reale corrisponde all'intero superiore del numero di carrelli teorico, ed è pari a uno.

L'azienda FITT S.p.A. ha però deciso di implementare una rete composta da due carrelli automatici, per poter ottenere una maggiore reattività e per ridurre al minimo la presenza di pallet fermi a terra all'interno dello stabilimento produttivo, anche in vista di un ulteriore aumento dei volumi.

Il costo sostenuto per l'implementazione della movimentazione automatica si ricava dalla seguente relazione:

(Installazione rete client-server + primo carrello) + costo singolo carrello * n carrelli

Quindi:

$$\text{Costo totale} = 150.000 + 80.000 = 230.000 \text{ [€]}$$

BIBLIOGRAFIA

FITT S.p.A., 2022, *Appunti presi durante il progetto di tesi in azienda*, Sandrigo.

Ghirardello L., Persona A., Ponza M., 2017, *Saving in logistiche esterne attraverso il re-layout e l'ottimizzazione del magazzino materie prime: il caso FITT S.p.A.*, Università degli Studi di Padova.

Liker J.K., Attolico L., 2021, *Toyota Way, I 14 principi per la rinascita del Sistema industriale italiano*, Hoepli, Trento.

Panizzolo R., 2021, *Materiale didattico del corso di Gestione Snella dei Processi*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

Persona A., 2021, *Materiale didattico del corso di Logistica Industriale*, Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Padova.

Rother M., Shook J., 1999, *Learning to See*, Lean Enterprise Institute, USA.

Womack J.P., Jones D.T., 2018, *Lean Thinking*, edizione in lingua italiana, GueriniNext, Milano.

SITOGRAFIA

<https://fomir.it/lean-production/>

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

<https://www.fitt.com/it/il-gruppo/>

<https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/agriculture/>

<https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/building/>

https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/food_and_beverage/

<https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/gardening/>

<https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/industrial/>

<https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/infrastructure/>

<https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/marine/>

https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/pool_and_spa/

<https://www.fitt.com/it/prodotti/solution/ventilation/>

<https://www.kanban.it/it/>

<https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/spaghetti-chart>

<https://leanpull.com/>