UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI **INGEGNERIA**

Dipartimento Ingegneria Industriale e Scienze matematiche

Corso di Laurea magistrale in **INGEGNERIA GESTIONALE**

Simulazione e ottimizzazione dei processi produttivi nel settore calzaturiero:

il caso Gallucci Srl

Simulation and optimization of production process in the footwear sector:

The case Gallucci Srl

Relatore: Chiar.mo/a

Prof. **ALESSIO VITA**

Tesi di Laurea di:

SELENE PELLIGRA

A.A. **2023** / **2024**

Non possiamo pretendere che le cose cambino,

se continuiamo a fare le stesse cose.

(A. Einstein)

INDICE

INTRODUZIONE **2**

CAPITOLO 1: IL SETTORE CALZATURIERO ITALIANO **3**

1.1 *IL DISTRETTO MARCHIGIANO* 7

1.1.1 *LE AZIENDE DEL DISTRETTO CALZATURIERO MARCHIGIANO* 9

1.2 *GALLUCCI SRL* 12

CAPITOLO 2: LE COMPONENTI E IL PROCESSO PRODUTTIVO DELLE CALZATURE **14**

2.1 I COMPONENTI DELLE CALZATURE 14

2.2 IL PROCESSO PRODUTTIVO DELLE CALZATURE 19

2.3 PROCESSO PRODUTTIVO GALLUCCI SRL 24

CAPITOLO 3: LA SIMULAZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI **33**

3.1 I VANTAGGI DELLA SIMULAZIONE 38

3.2 I MODELLI DI SIMULAZIONE 39

3.3 TECNOMATIX PLANT SIMULATION 41

3.4 SIMULAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO IN GALLUCCI SRL 45

3.4.1 RISULTATI DELLA SIMULAZIONE 51

CAPITOLO 4: CRITICITA' DEL PROCESSO PRODUTTIVO E PROPOSTE MIGLIORATIVE **56**

4.1 ANALISI DELLE CRITICITA' 57

4.2 PROPOSTE MIGLIORATIVE 60

4.2.1 ORGANIZZAZIONE 61

4.2.2 GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO 67

4.2.3 FLUSSO INFORMATIVO 71

4.2.4 RISORSE UMANE 74

Conclusioni **79**

BIBLIOGRAFIA **80**

INTRODUZIONE

Il settore calzaturiero italiano rappresenta uno dei pilastri del Made in Italy, noto per l'eccellenza nella qualità dei materiali, l'artigianalità e il design.

L'industria calzaturiera italiana è particolarmente concentrata nell'area meridionale delle Marche, dove vanta una lunga tradizione e ha raggiunto livelli di eccellenza grazie all'abilità artigianale e all'elevata specializzazione delle diverse fasi produttive.

Questa tesi si propone di analizzare in dettaglio il settore calzaturiero italiano, con un focus specifico sulle imprese marchigiane e sulla loro evoluzione storica, strutturale e tecnologica.

Attraverso il caso studio del calzaturificio Gallucci Srl, un piccolo calzaturificio familiare fermano, viene illustrato il processo produttivo delle calzature, enfatizzando le sfide e le opportunità che emergono per le aziende che operano in un mercato sempre più competitivo e che devono soddisfare i bisogni di clienti sempre più esigenti.

La struttura della tesi è la seguente:

Il primo capitolo ha l'obiettivo di descrivere l'attuale contesto calzaturiero italiano, facendo un focus sul distretto marchigiano e sulle aziende che lo caratterizzano.

Il secondo capitolo è dedicato all'analisi del processo produttivo delle calzature con un approfondimento sui due modelli di calzature da uomo realizzati dal calzaturificio fermano Gallucci Srl.

Nel terzo capitolo, verrà discussa la simulazione del processo produttivo realizzato in Gallucci Srl e i risultati ottenuti.

Infine, il quarto capitolo si concentra sull'identificazione delle criticità emerse dalla simulazione del processo produttivo e propone alcune soluzioni migliorative per ottimizzare l'efficienza aziendale.

CAPITOLO 1: IL SETTORE CALZATURIERO ITALIANO

Il settore calzaturiero italiano è conosciuto a livello mondiale per la qualità dei materiali utilizzati, il design innovativo e soprattutto per la sua qualità artigianale, le cui origini risalgono al Medioevo quando i calzolai italiani erano famosi per la loro abilità nella produzione di calzature di alta qualità.

La qualità e l'artigianalità rimangono forti tuttora, nonostante l'industria delle calzature in Italia è cresciuta e si è evoluta, adattandosi alle tendenze della moda contemporanea e alle esigenze dei consumatori moderni, che sentono di potersi esprimere tramite ciò che indossano e richiedono prodotti meno standardizzati, maggiormente differenziati e personalizzati.

Il successo del comparto è legato alla vivace iniziativa imprenditoriale ed alla tipica struttura del settore, che si pone in un contesto di "filiera" costituito da un sistema di sub-fornitura di materie prime, concerie, componenti, accessori, produttori di macchine, modellisti e stilisti.

È nota la presenza in Italia di veri e propri distretti industriali che esprimono un vantaggio competitivo importante grazie alla dimensione media imprenditoriale ridotta, che favorisce forti relazioni interaziendali, e quella speciale flessibilità organizzativa e produttiva che ha reso il Made in Italy un caso di successo mondiale in molti segmenti produttivi. Ne deriva una concentrazione territoriale di aziende in aree, situati prevalentemente in 7 Regioni: Marche, Toscana, Veneto, Campania, Lombardia, Puglia ed Emilia-Romagna, interessando ben 23 province.
I caratteri fondamentali di tali sistemi sono: l'elevata diffusione di piccole e medie imprese, la specializzazione nelle tradizionali produzioni del Made in Italy e la stretta relazione con la comunità locale di appartenenza.

Il settore calzaturiero italiano non è solo sinonimo di qualità e stile, ma rappresenta anche un'importante realtà di estrema rilevanza quali-quantitativa nell'economia italiana. È uno dei pilastri del Made in Italy che ha un saldo commerciale da sempre attivo (5,75 miliardi di euro nel 2023), conta circa 3.500 aziende e oltre 73.000 addetti.

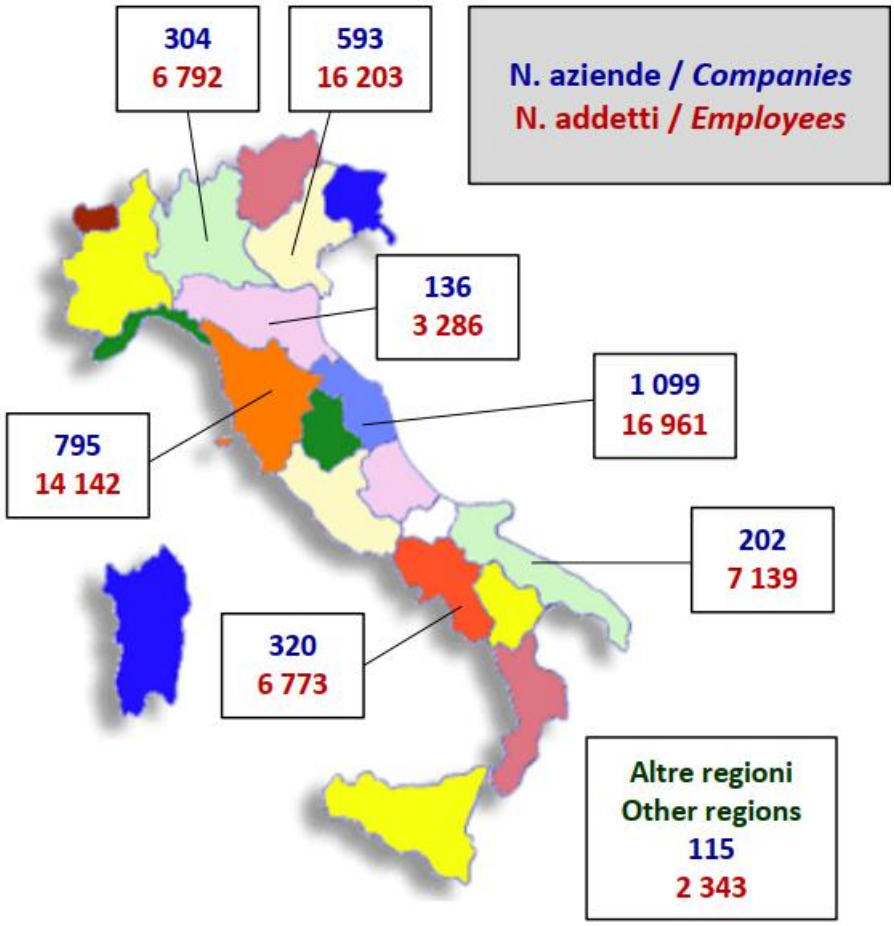


Figura 1: Le regioni calzaturiere 2023 - Fonte: stime Confindustria Moda per Assocalzaturifici

Secondo quanto riportato da Assocalzaturifici nel report "lineamenti principali 2023"[1], nell'anno 2022 l'Italia è il primo produttore di calzature dell'Unione Europea (32.6%), seguita dal Portogallo (16.9%) e dalla Spagna (16.7%), ed è in prima posizione anche per il prezzo medio dell'export mondiale (61.54) seguita dalla Francia (39.26) e da Hong Hong (38.80).

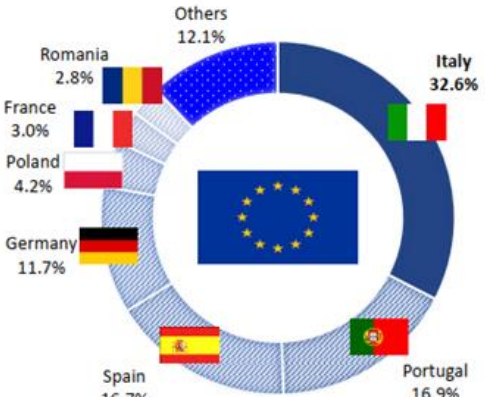


Figura 2: Produzione dell'EU27 per Paese in volume. Anno 2022

[1] Assocalzaturifici. *"L'industria calzaturiera italiana – lineamenti principali 2023*". Disponibile da: https://www.assocalzaturifici.it/servizi-categoria/lineamenti-principali-di-settore-anno-2023/

Tra i produttori mondiali di calzature, invece, l'Italia si posiziona al dodicesimo posto (162 milioni di paia), preceduta dalla Cina al primo posto (13047 milioni di paia), dall'India al secondo posto (2600 milioni di paia) e dal Vietnam al terzo posto (1500 milioni di paia).

Analizzando le esportazioni, da sempre il volano della crescita settoriale, dal momento che viene destinato oltreconfine l'85% delle calzature prodotte in Italia, tra gli esportatori mondiali di calzature in pelle per valore nel 2022, l'Italia è al terzo posto (8386 milioni US$) preceduta dalla Cina in prima posizione (11185 milioni US$) e dal Vietnam in seconda posizione (9559 milioni US$) ed è l'ottavo per volume.

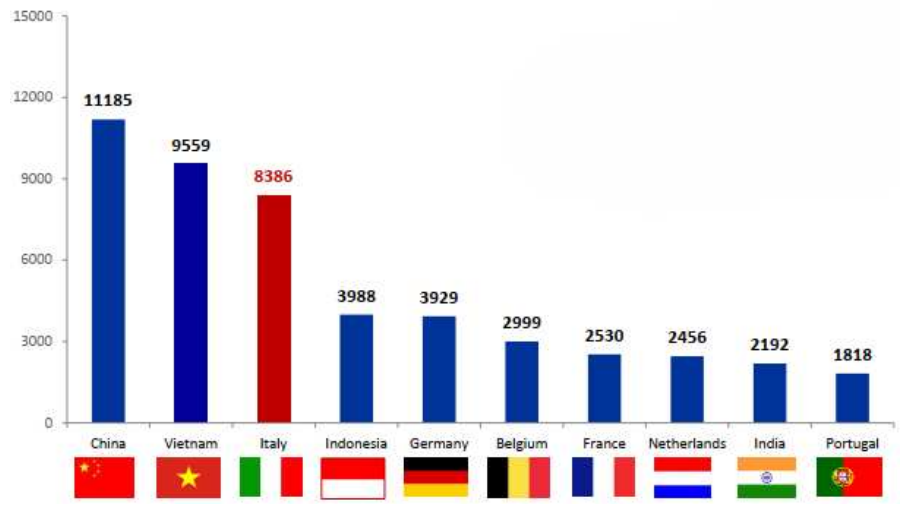


Figura 3: Primi 10 esportatori mondiali delle calzature in pelle. Anno 2022 (milioni US$)

Nel 2023 si ha una variazione positiva in valore (circa 12,7 miliardi, +0,2% rispetto al 2022), con arretramenti non trascurabili in termini di volume (-10.6% sul 2022).

L'andamento recessivo della domanda in termini di quantità, sia sul fronte interno che sui mercati internazionali, ha fortemente penalizzato la produzione nazionale, scesa a poco meno di 148 milioni di paia (-8.6% sul 2022), per un valore in crescita pari a 8,9 miliardi di euro (+4.4% sul 2022) per effetto delle dinamiche inflattive che hanno dominato buona parte dell'anno e che hanno penalizzato produttori e consumatori.

Il difficile contesto geopolitico internazionale, in cui, alla guerra tra Russia e Ucraina iniziata nel 2022 si è aggiunto il conflitto in Medio Oriente nei primi mesi del 2023 e la debolezza dell'economia in diverse importanti aree del mondo, hanno fortemente condizionato i risultati di molte aziende, sulla cui marginalità

hanno inciso i forti aumenti dei costi, soprattutto dell'energia, delle materie prime e dei flussi commerciali verso Russia e Ucraina.

Le esportazioni verso la Russia rappresentano una percentuale contenuta del totale del settore calzaturiero, ma le sanzioni potrebbero limitare la spesa dei consumatori russi, in particolare di quelli interessati soprattutto alle calzature di lusso. La Russia è il dodicesimo mercato di sbocco nel 2022 e il tredicesimo nel 2023, mentre l'Ucraina si ferma al 26esimo.

Secondo il Fashion Consumer panel di Sita Ricerca, nei consumi interni gli acquisti delle famiglie italiane hanno registrato flessioni sul 2022, in quantità (-3%) come pure in spesa (-1,5%), interrompendo il recupero a doppia cifra innescatosi alla fine dell'emergenza sanitaria col ritorno alle location fisiche per gli acquisti.

Durante l'anno è rimasta sempre forte l'attenzione al prezzo, la quota di acquisti in promozione o svendita sul totale si è mantenuta decisamente elevata e per tutte le categorie merceologiche si osservano a consuntivo arretramenti, sia in volume che in valore. Le calzature "sportive e sneakers", anche se in moderato calo sul 2022 (-0,9% in spesa), sono le sole ad aver superato i numeri pre-pandemia.

I negozi di calzature mostrano una diminuzione del -2,3% sul 2022 nelle paia vendute, con un -1,1% in spesa; -1,3% in quantità per le catene di negozi (stabili in valore); 5,9% l'ambulantato. In ulteriore ridimensionamento, dopo il boom durante i lockdown, le vendite online (nell'ordine del -3%) mantengono comunque quote sul totale acquisti (13,6% in volume e 15,8% in termini di spesa) superiori rispetto a quelle a consuntivo 2019.

Nel primo trimestre del 2024 è stata registrata una brusca frenata del comparto calzaturiero italiano con una forte riduzione degli ordinativi e dell'attività produttiva (l'indice Istat della produzione industriale segna nei primi 3 mesi un -20,5%) e una contrazione sia dell'export (-9,7% in valore e -10,3% nelle paia) che del fatturato (-10,1%).

Lo scenario emerge dall'ultimo report realizzato dal Centro Studi Confindustria Moda per Assocalzaturifici[2], che evidenzia anche una flessione degli acquisti delle famiglie italiane (-1,6% in quantità e -0,7% in spesa) e una diminuzione delle esportazioni, che hanno totalizzato 51,9 milioni di paia vendute (6 milioni in meno rispetto agli stessi mesi dello scorso anno), per un valore pari a 3,17 miliardi di euro, le quali hanno mostrato un andamento meno negativo (-4,1% in valore) verso i mercati dell'Unione Europea rispetto ai mercati extra-UE (-15% in valore complessivo).

Per quanto riguarda la demografia delle imprese, a fine marzo il numero di aziende attive è sceso a 3.490 (con un saldo negativo di -74 unità, tra industria e artigianato, a confronto con dicembre 2023), affiancato da un calo degli addetti del -0,8% e da un crescente ricorso alla cassa integrazione nella filiera.

Secondo quanto emerge da un'indagine condotta da Assocalzaturifici, il sentiment degli imprenditori non mostra fiducia: solo l'11% confida in un miglioramento dell'evoluzione congiunturale nel secondo trimestre, che secondo le previsioni degli intervistati è destinato a chiudersi con un calo del fatturato attorno al - 7,4% su aprile-giugno 2023. Oltre l'80% prevede un'inversione di rotta non prima del 2025".

1.1 IL DISTRETTO MARCHIGIANO

In Italia, l'industria calzaturiera è particolarmente concentrata nell'area meridionale delle Marche, dove vanta una lunga tradizione e ha raggiunto livelli di eccellenza grazie all'abilità artigianale e all'elevata specializzazione delle diverse fasi produttive.

Secondo gli storici (Anselmi, 1989), la nascita dell'industria calzaturiera marchigiana risale alla prima metà dell'Ottocento con le prime botteghe artigiane.

Dal 1945 si diffusero sempre più le botteghe calzaturiere a gestione familiare, che negli anni si moltiplicarono, aumentando progressivamente fatturato e occupati. Tuttavia, fu principalmente il dopoguerra a segnare lo "sviluppo intensivo" dell'industria del settore basato sull'artigianato locale, da sempre asse portante delle

[2] Assocalzaturifici. *"Italia: Import/Export Calzature Primo trimestre 2024"*. Disponibile da: https://www.assocalzaturifici.it/servizi-categoria/italia-import-export-calzature-primo-trimestre-2024/

lavorazioni calzaturiere, che ha favorito la diffusione del sapere e l'adozione di un'organizzazione del lavoro molto flessibile.

Nel periodo post-bellico, il passaggio da una produzione artigianale a un'imprenditoria diffusa portò alla formazione di un vero e proprio sistema produttivo locale, caratterizzato da strette relazioni di interdipendenza tra le imprese specializzate nelle diverse fasi della filiera calzaturiera.

Alla fine degli anni Settanta le imprese marchigiane si sono trovate così in una posizione di vantaggio, offrendo prodotti di alta qualità e stilisticamente apprezzabili a costi contenuti. E' in questo periodo che nasce l'esigenza dell'esternalizzazione del processo produttivo in ambito locale, fenomeno che si intensificò nel decennio successivo. In quel periodo, sospinte dal mutamento della struttura dei consumi, le imprese avviarono processi di ristrutturazione rivolti soprattutto a una maggiore flessibilità dei cicli produttivi per far fronte alla crescente differenziazione della domanda, che portò ad intraprendere dei rapporti occasionali tra committenti e terzisti. Ciò portò a una netta divisione del lavoro tra le imprese finali e quelle intermedie ultra-specializzate, che garantiva qualità, differenziazione, flessibilità e rapidità nelle consegne.

Dagli anni Novanta, alcune fasi produttive, in particolare l'orlatura, iniziarono ad essere delocalizzate verso l'Europa Orientale, e successivamente sempre più verso Cina e India. Questo decentramento internazionale ha comportato una riorganizzazione dell'intera filiera, proseguita fino all'ultimo decennio, durante il quale molte imprese hanno scelto di spostarsi verso fasce di mercato più elevate, abbandonando le produzioni di bassa qualità e ponendo l'accento dei rapporti tra imprese locali su qualità, affidabilità e collaborazione, con un orientamento congiunto al problem solving, spesso fonte di innovazione. Questo potrebbe contribuire a spiegare la tendenza di alcune imprese a modificare di nuovo la propria struttura organizzativa, riportando alcune lavorazioni nel distretto.

Secondo i risultati dell'Indagine Trimestrale di Confindustria Marche, nel 2023 la produzione è risultata in calo del 4,6% rispetto all'anno precedente, con un andamento meno negativo di quello registrato a livello nazionale (-10,3%). Le vendite complessive sono diminuite del 9,6% rispetto al 2022, con un calo sull'interno (-10,7%) e una flessione appena più contenuta sull'estero (-8,5%). Anche i prezzi di vendita sono in aumento

(5,0% sul mercato interno e 4% sull'estero) così come i costi di acquisto delle materie prime sull'interno (3,6%) e sull'estero (4,9%).

1.1.1 LE AZIENDE DEL DISTRETTO CALZATURIERO MARCHIGIANO

Il distretto è principalmente suddiviso in tre poli produttivi nella zona del fermano – maceratese:

- nell'area di Montegranaro vengono realizzate prevalentemente calzature da uomo;
- nella zona di Monte Urano le calzature da bambino;
- nel comprensorio Civitanova Marche, Sant'Elpidio a Mare, Porto Sant'Elpidio le scarpe da donna.

Le realtà esterne che contribuiscono al prodotto finale posso essere sostanzialmente ricondotte a tre grandi categorie, che presentano rapporti e modelli di collaborazione diversi:

1) fornitori di materiali a misura (concerie, aziende di tessuti, colle ecc.);

2) fornitori di componenti strutturali (forme, tacchi, suola e sottopiedi);

3) subfornitori che eseguono delle lavorazioni esterne (taglio, orlatura, sformatura).[3]

Il territorio si caratterizza per la presenza di imprese molto specializzate in grado di offrire l'esecuzione di tutte le fasi di lavorazione necessarie al completamento del processo produttivo: dai calzaturifici che assemblano il prodotto per conto terzi o producono tramite marchio proprio ad imprese specializzate nelle fasi di lavorazione (taglio e orlatura) o nella produzione di fondi, tacchi e accessori (stringhe, fibbie, etichette, ecc.).

Ciò implica che trovando nelle immediate vicinanze subfornitori in grado di soddisfare anche le esigenze più sofisticate, le imprese conto proprio sono propense ad esternalizzare alcune fasi a questi con una riduzione di quei costi organizzativi che normalmente sorgono quando il terzista è localizzato in aree al di fuori del distretto[4].

[3] Avi Maria, S., Salvato, G. (2017) "*Sistema informativo integrato: un modello semplificato per le PMI del settore calzaturiero*". Editore: Giappichelli.
[4] Solinas, G. (1996) *"Sistemi produttivi del Centro-Nord e del Mezzogiorno. L'industria delle calzature"*. Università degli studi di Modena.

Dalle prime fasi di evoluzione del distretto calzaturiero ad oggi ci sono stati molti cambiamenti che hanno portato le imprese verso un prodotto sempre innovativo che fa di questo territorio la sede di alcuni dei più noti brand del Made in Italy.

Nel 2023, le aziende del settore sono poco più di 1000 e danno lavoro a circa 17.000 persone.
Nonostante la crescente presenza di stabilimenti produttivi di grandi marchi nazionali, che hanno scelto l'area del fermano come luogo ideale per la produzione di calzature di alta qualità, in linea con la reputazione dei loro brand, le aziende che caratterizzano questo distretto sono per lo più piccole, medie e micro imprese. Queste aziende operano in un ambiente in continuo mutamento ed è loro obiettivo cercare di adattarsi allo scenario, affinché possano mantenere un posizionamento competitivo rispetto alle altre imprese ed assolvere quindi un ruolo di carattere strategico. Esiste, infatti, il rischio che in futuro queste aziende locali possano diventare dipendenti dalle strategie dei grandi gruppi.

Le aziende che hanno retto alle varie crisi che si sono succedute nel corso degli anni hanno affrontato importanti processi di ristrutturazione e/o di riorganizzazione sfruttando, in particolare, l'innovazione di prodotto e di processo e rafforzando la loro presenza sia sul mercato interno che internazionale. L'impressione, però, è che la crescita del settore, particolarmente concentrata sui processi innovativi sia associata ad una minore attenzione verso i modelli organizzativi e, soprattutto, verso assetti amministrativi e gestionali più efficienti e in grado di supportare i processi di crescita in atto.

Mentre in passato l'imprenditore, grazie alla sua profonda conoscenza dell'azienda e del mercato, riusciva a valutare le modalità di creazione di valore più opportune, oggi esperienza ed intuito non sono più sufficienti a garantire il successo e di conseguenza nemmeno la sopravvivenza delle imprese stesse.

Sebbene gli imprenditori riconoscano che disporre di informazioni sempre aggiornate sia decisamente utile per monitorare l'andamento dell'azienda, rendendo più facile assumere le giuste decisioni, la maggior parte di loro ancora non si è dotato di idonei strumenti di pianificazione e controllo[5].

[5] Fondazione Nazionale dei Commercialisti. (Gennaio 2024). *"Le imprese del comparto calzaturiero. Trend di mercato e spunti di riflessione per un modello di analisi della gestione aziendale ".* Disponibile da https://commercialisti.it/

Alcune questioni critiche legate a scelte di fondo della direzione dell'impresa, cioè alle conoscenze e capacità gestionali dell'imprenditore e della struttura organizzativa dell'impresa, all'interno soprattutto del comparto delle Micro e Piccole Medie Imprese (MPMI) del settore, che, in ogni caso, non possono a priori essere oggetto di generalizzazione a tutto il settore, riguardano:

- Scarsissima attenzione al tema dei livelli di produttività del processo produttivo con conseguente scarsa spinta verso la ricerca di soluzioni tecniche di processo in grado di migliorare l'output fisico per unità di lavoro (paia/operaio/giorno).

Ad esempio, lo strumento dei "Tempi e metodi" è stato adottato soltanto da imprese medio - grandi. Una maggiore attenzione al tema della produttività e dell'efficienza dei processi aziendali avrebbe consentito di mantenere in Italia parte della produzione e, soprattutto, avrebbe generato una spinta più efficace allo sviluppo tecnologico del settore con conseguente ritorno in termini di minor costo industriale per unità di prodotto, quindi di maggiore competitività della produzione italiana.

- Scarsissima attenzione al *timing* dei processi aziendali, con conseguenti diseconomie e inefficienze che spesso hanno penalizzato la qualità del prodotto e del servizio (consegne). Diventa fondamentale avere chiari i propri obiettivi, le priorità e quindi l'ordine di rilevanza delle attività per pianificare al meglio il lavoro tenendo conto anche degli impresti.

- Senza una "domanda" di innovazione, il progresso tecnologico soprattutto nella fase delle lavorazioni intermedie con maggiore intensità di lavoro, è rimasto sostanzialmente fermo. Solo qualche rarissimo robot è stato introdotto, per la fase del montaggio, da grandi maison della moda in fabbriche pilota.

- Scarsissima sensibilità nei confronti della formazione. Solo alcune grandi imprese nel settore lusso hanno dato vita a laboratori di formazione per trasferire il know how calzaturiero e formare professionalità tecniche specializzate.

In particolare, il futuro del distretto calzaturiero marchigiano deve affrontare una sfida importante legata alla mancanza di manodopera qualificata, un dato che emerge dalle analisi Excelsior Unioncamere elaborate dal Centro Studi Cna. Già a maggio 2023 molte aziende hanno rinunciato ad assumere nuovo personale per

carenza di candidati (46,4%) o a causa di preparazione inadeguata (25,6%). Mentre le aziende richiedono una maggiore esperienza nel settore, la mancanza di un'adeguata formazione da parte dei candidati è una complicazione che si va ad aggiungere al rincaro dei costi energetici, delle materie prime e all'inflazione[6].

- Vision, mission e strategia dell'impresa spesso non sono definite o formalizzate.
- La misurazione della performance limitata all'analisi dei risultati economico finanziari.
- scarsa propensione all'analisi esterna, al monitoraggio della posizione competitiva e alla considerazione degli stakeholders nelle decisioni strategiche.

Insieme, questi elementi possono contribuire ad aumentare la capacità di un'organizzazione di competere sul mercato, in quanto influenzano direttamente i livelli di produttività, di efficienza, di economicità e, conseguentemente, di competitività dell'impresa.

1.2 GALLUCCI SRL

Gallucci Srl è un piccolo calzaturificio familiare che nasce nel fermano intorno agli anni '50 dai fratelli Mario e Giuseppe Gallucci, che si specializzano inizialmente nelle calzature ortopediche per bambini. A partire dagli anni '60 la produzione viene innovata unendo a scarpe sane e confortevoli il ricercato gusto della moda parigina e le tecniche della tradizionale costruzione inglese.

Ad oggi, la Gallucci Srl è una piccola azienda in cui la tradizione continua con Gianni, figlio di Giuseppe, e oltre a produrre scarpe da bambino vengono prodotte anche scarpe da uomo e da donna.

È una realtà aziendale profondamente radicata nel territorio marchigiano ed in particolare nella provincia di Fermo, che rappresenta un importante centro noto per la storica tradizione artigianale calzaturiera.
L'utilizzo di materiali di alta qualità e le tecniche di lavorazione particolari come il Goodyear, le "Ballerine", "Ideal" e il Mocassino Tubolare garantisce scarpe sani e confortevoli che, abbinati allo stile, assicurano una

[6] Allianz Trade. *"Marche, la patria delle scarpe Made in Italy: I calzaturifici delle Marche alla conquista del mercato USA".* Disponibile da: https://www.allianz-trade.com/it_IT/news-e-approfondimenti/trade-magazine/business-trends/industry-4-0/marche-la-patria-delle-scarpe-made-in-italy.html

produzione interamente Made in Italy, che ha contribuito all'ingresso dell'azienda in mercati quali nord Europa, Russia e Stati Uniti.

Negli ultimi anni Gallucci ha adottato un'analisi completa del ciclo di vita per capire da dove derivano le emissioni di gas serra. Lo stabilimento è interamente alimentato con energia proveniente da fonti rinnovabili, è provvisto di serbatoi per il recupero delle acque piovane e ha ottenuto la certificazione ISO 14001:2015, una norma riconosciuta a livello internazionale sui sistemi di gestione ambientale, i quali fissano dei criteri per sviluppare un Sistema di Gestione Ambientale (SGA o EMS –Environmental Management System) che aiuti le organizzazioni a identificare e controllare il loro impatto ambientale e ha l'obiettivo di limitare l'inquinamento, soddisfare requisiti legali e altri applicabili, nonché migliorare in maniera continua il sistema di gestione ambientale dell'impresa adottante e di conseguenza le sue performance ambientali.

Nel 2019 è stato pubblicato un brevetto europeo dal titolo: "footwear obtained by goodyear manufacture and method for the production of said footwear" i cui inventori sono Gianni Gallucci e un collaboratore aziendale. Nello stesso anno è stata realizzata una sneaker completamente ecosostenibile realizzata all'esterno in fibra di legno o canapa, il soletto interno è in sughero e fibra di cocco, i lacci e l'etichetta in cotone organico e la suola è in gomma naturale al 99%. L'1%, è un eccipiente che a contatto con gli acidi del compost, permette alle suole di degradarsi almeno dell'80% in due anni. Tutti i materiali sono tinti solo con tinture naturali estratte dalle piante tintorie.

CAPITOLO 2: LE COMPONENTI E IL PROCESSO PRODUTTIVO DELLE CALZATURE

Con il termine “calzature” si fa riferimento a tante tipologie di scarpe diverse, ognuna delle quali si distingue dalle altre per delle caratteristiche specifiche. Anche all’interno della stessa categoria si possono avere degli elementi che distinguono ulteriormente un modello da un altro.

Secondo la Classificazione europea delle merci[7] le calzature sono classificate in base a:

- il materiale della "tomaia" (pelle, tessuti, materiali sintetici) e della "suola esterna" (cuoio, gomma, EVA, poliuterano).
- tipo e finalità d’uso. Si distinguono calzature sportive, outdoor, calzature casual e classiche.
- altre caratteristiche, ad esempio se la calzatura ricopre la caviglia, le dimensioni, l'altezza dello scalzo e se si tratta di scarpe da bambino, da uomo, da donna o unisex.

  Alcune calzature maschili sono: derby, oxford, balmoral, pantofola, mocassino, mocassino derby, polacco allacciato, polacco abbassato, stivaletto derby, stivaletto con elastico, stivaletto alpino;

  Tra le calzature femminili vi sono: décolleté, ballerine, sandalo, charleston, Richelieu, tronchetto, stivale alto, mocassino.

2.1 I COMPONENTI DELLE CALZATURE

Pur avendo diversi modelli e varianti, tutte le calzature si compongono di due parti principali: la tomaia, parte superiore della calzatura, e la suola, parte della calzatura che posa in terra, anche detta pianta, a sua volta formata da tre parti: tacco, soletta e fondo.

[7]Commissione europea. *“Classificazione delle calzature”.* Disponibile da: https://trade.ec.europa.eu/access-to-markets/it/content/classificazione-delle-calzature



Figura 4: Componenti principali delle calzature

La tomaia viene fissata al sottopiede e alla suola e caratterizza i diversi modelli e lo stile della calzatura. Di solito è realizzata in pelle, cuoio, tessuto o materiali sintetici e può essere composta da diversi elementi, quali: la mascherina e la puntina, che insieme formano la parte anteriore; i quartieri, che formano i lati e la parte posteriore; i riporti, quei pezzi staccati che servono per completare i quartieri. Nei modelli allacciati alla mascherina sono collegati dei gambetti, in cui si trovano gli occhielli per i lacci, e la linguetta, il cui compito è quello di proteggere il collo del piede dall'intreccio dei lacci e dagli agenti esterni.

La fodera riveste la parte interna della scarpa. Essa deve essere morbida, di consistenza compatta e colorata con sostanze resistenti allo scolorimento, in modo da non subire gli effetti corrosivi del sudore del piede. In genere, si utilizza pelle di vitello, pelle di agnello, di montone, di capra o tessuti.



Figura 5: Le parti della tomaia

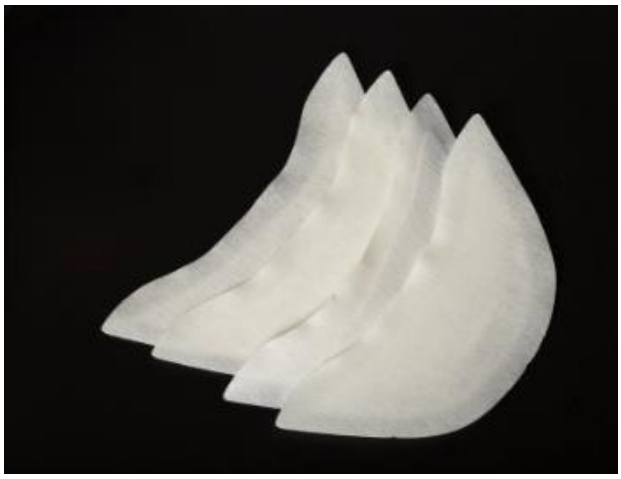
La soletta di montaggio o il sottopiede è la parte interna della scarpa sulla quale viene incollata la tomaia e la suola. Questa parte in genere non è visibile, ma per alcune calzature, come ad esempio i sandali, può essere rivestita in pelle sui lati esterni ed essere visibile. La soletta viene applicata alla parte inferiore della forma per permettere il montaggio della tomaia e si compone di tre parti:

- la soletta vera e propria che può essere realizzata con diversi materiali;
- la tallonetta, solitamente realizzata in cartone fibrato, che parte dal punto estremo del profilo del calcagno e assottigliandosi arriva all'imboccatura della superficie di appoggio della pianta;
- la lamina, ovvero un piccolo componente in acciaio o in legno inserito nel sottopiede, che serve da sostegno all'arco del piede.

I rinforzi sono delle applicazioni inserite tra pelle e fodera in parti specifiche della tomaia per aumentare la resistenza agli sforzi prodotti dall'uso della calzatura o per dare maggiore consistenza alla pelle. Il rinforzo è un componente che trova applicazione nella costruzione di calzature chiuse, mentre non sono presenti in calzature aperte. Può anche accadere che questi rinforzi non siano presenti in produzioni di calzature a basso costo al fine di contenere i costi di produzione e in calzature poco strutturate.

I rinforzi a cui si fa riferimento sono principalmente due:

- il puntale che viene applicato all'estremità anteriore della tomaia e svolge la funzione di irrobustire la punta della tomaia. Può essere realizzato in diversi materiali, come cuoio o tessuto, e sono caratterizzati da materiali termoplastici che si riattivano con il calore.



- il contrafforte viene inserito nella parte posteriore tra tomaia e fodera e serve da sostegno alla caviglia e al tallone, favorendo una buona calzabilità ed impedendo al piede oscillazioni e spostamenti. Questo componente è più morbido nelle calzature a tacco basso, mentre è più rigido per le calzature a tacco alto, dove il piede deve essere in posizione stabile rispetto al tacco. Come il puntale, anche il contrafforte può essere caratterizzato da un materiale termoplastico che favorisce l'adesione tra tomaia e fodera dopo aver ricevuto calore.

  Un buon contrafforte non solo mantiene la forma della scarpa ma distribuisce anche uniformemente la pressione esercitata dal piede, prevenendo potenziali punti di stress che possono portare a discomfort o, nel peggiore dei casi, a problemi di postura[8].

[8] Solettificio Fontaneto. *"Contrafforte scarpa: innovazione e tradizione nella fabbricazione di calzature".* Disponibile da: https://flsolettificio.it/contrafforte-scarpa/



Il fondo è l'ultimo componente applicato alla calzatura nel ciclo produttivo, se non è prevista l'aggiunta del tacco. È l'elemento indispensabile della calzatura in quanto protegge il piede dal contatto con il suolo e protegge la calzatura dall'umidità e dagli sbalzi termici.

Solitamente, è realizzata in cuoio per scarpe classiche, in materiale espanso come gomma o EVA per calzature sportive e in gomma compatta per calzature tecniche o antinfortunistiche.

Il fondo può variare anche in base alle condizioni climatiche stagionali e agli aspetti estetici del modello a cui viene applicata. Questo può essere assemblato con la tomaia usando diverse tecniche di cucitura ed incollaggio in base alla calzatura da realizzare.

Il tacco è la parte posta sotto il calcagno che costituisce il rialzo della scarpa e spesso ne caratterizza il design e le linee, oltre all'equilibrio della camminata e il comfort. Può essere di diverse forme, altezze e materiali in base al tipo di calzatura realizzata. Esso viene incollato o inchiodato alla suola e, in genere, nelle calzature maschili è alto circa 2/3 cm.

Un elemento importante durante la creazione della calzatura è la forma, che può essere vista come una riproduzione del piede.



La principale funzione della forma è quella di offrire una superficie di lavoro sostitutiva del piede sulla quale è possibile dare una forma tridimensionale alle parti di cuoio bidimensionali. La forma riveste anche un compito importante dal punto di vista dello stile, rispondendo alle varie tendenze della moda, e ne determina la calzata, la tipologia di punta e di tacco della calzatura. In base alla forma scelta verranno anche usate delle solette di montaggio, dei puntali, dei contrafforti e il fondo più idonei.

2.2 IL PROCESSO PRODUTTIVO DELLE CALZATURE

Il ciclo produttivo di un calzaturificio viene generalmente realizzato sulla base dei due calendari stagionali, autunno/inverno e primavera/estate. Comprende diverse fasi di lavorazione delle calzature ed ogni singola attività o fase del processo è l'input per lo svolgimento delle fasi successive.

Il processo di produzione di una calzatura inizia con la fase di progettazione, che vede coinvolti i vari responsabili di funzione. In questa fase sono definiti i requisiti di base che deve avere la collezione, partendo da un'accurata raccolta e analisi di informazioni sulla stagione precedente (obiettivi raggiunti di vendita e i dati sulle vendite per canale distributivo), sulle nuove tendenze della moda e dei relativi gusti dei consumatori del segmento di mercato di riferimento. Lo scopo è identificare le nuove esigenze del cliente, le tipologie di modelli della trascorsa stagione da confermare e quelli invece di cui cessare la produzione, i materiali e i componenti da utilizzare. Maggiore è l'accuratezza della fase di raccolta delle informazioni, minore sarà la necessità di dover apportare modifiche ai modelli lungo la fase di progettazione (Donna, Gambino, 2001).

Dopo la raccolta delle informazioni, segue la fase di pianificazione della progettazione in termini di attività da svolgere, i relativi tempi e le scadenze. Infine, si verificano e si approvano i diversi prototipi dei modelli e si conclude con la selezione e la definizione dei modelli e delle varianti che faranno parte del campionario. L'obiettivo della progettazione è quindi quello di ideare delle calzature che rispettino sostanzialmente tre requisiti (AA.VV., 2009, Politecnico calzaturiero):

a) commerciali: prodotto in linea con le aspettative dei consumatori a cui è rivolto, del segmento di mercato del quale essi sono parte, delle occasioni, delle funzioni d'uso alle quali è destinata la calzatura e delle motivazioni d'acquisto;

b) stilistici: si rifanno alla storia dell'azienda e al modo in cui essa viene percepita dal mercato;

c) tecnici: rappresentati dalle esigenze tecniche che vengono originate dalle funzioni d'uso e dalle caratteristiche ergonomiche del piede e della gamba che condizionano le dimensioni, le forme, le altezze, fino alle prove ed ai controlli da effettuare.

La necessità espressa dal mercato di uscire con campionari ben mirati alla tipologia di consumatori prescelta, in tempi estremamente rapidi e con costi contenuti, impone che la fase di progettazione sia realizzata mediante un processo ben formalizzato, riducendo al minimo l'improvvisazione. Spesso, però, nelle piccole e medie imprese manca una metodologia in questa fase, provocando una perdita nell'affidabilità dei risultati e causando maggiori imprevisti.

Il modellista, sulla base delle informazioni fornite dallo stilista e stabilite in fase di progettazione, fa realizzare le nuove forme e, scelti gli schizzi e i disegni, sviluppa la "camicia" (riproduzione in piano della superficie laterale della forma) sulla quale sono eseguite le opportune elaborazioni per i modelli da ricavare. Inoltre, prepara anche i prototipi, le prove pelli e i materiali da sottoporre al comitato di progettazione, eseguendo le varie modifiche che gli vengono richieste fino all'approvazione definitiva del prototipo.

I vari prototipi dovrebbero essere accompagnati da documenti quali: la scheda tecnica con il dettaglio dei tempi di lavorazione e la scheda costo con la valorizzazione dei materiali.

Dopo l'approvazione definitiva si dà l'avvio alla realizzazione del "campionario" e la realizzazione del CAD, necessario per sviluppare la calzatura in tutte le sue misure, per calcolare i consumi e gli impieghi di materiale. I sistemi CAD sono sempre più spesso affiancati da sistemi CAM, che consentono di usare l'informazione elaborata nella fase di progettazione con il CAD per gestire sistemi automatici di produzione.

Parallelamente alla progettazione, si svolge il processo di industrializzazione, ovvero la fase in cui sono definite le metodologie di lavoro e altri elementi utili per ottimizzare il processo produttivo. L'industrializzazione è il principale anello di congiunzione tra l'area di progettazione e l'area di produzione ed è definita dal politecnico calzaturiero (AA.VV., 2009) come: «l'insieme delle attività e responsabilità svolte in modo idoneo ad assicurare l'efficiente riproducibilità in serie dei prodotti oggetto del progetto. Il suo scopo è quello di rendere un progetto realizzabile in modo efficiente ed efficace, cioè fabbricabile in modo conveniente nel rispetto dei requisiti e vincoli produttivi, come: il costo dei materiali, le capacità quantitative e qualitative della produzione e le tecnologie disponibili interne ed esterne".

Tra le attività delegate alla fase di industrializzazione vi è l'analisi del ciclo di lavorazione, la definizione delle istruzioni e dei metodi di lavoro sia per i reparti interni che per i laboratori esterni e la verifica della correttezza della distinta base e dei consumi. Dopo l'approvazione dell'ultimo prototipo, l'industrializzatore deve elaborare il costo del modello base.

La fase successiva del processo calzaturiero è quella della programmazione e controllo della produzione, che comprende le attività quali: allocazione della capacità produttiva; pianificazione dei fabbisogni dei materiali, dei componenti e lancio del primo acquisto (previsionale); programmazione della produzione; lancio in produzione; controllo avanzamento della produzione (Donna, Gambino, 2001 - La gestione dell'impresa calzaturiera).

L'iniziale percorso e studio della modelleria è seguito da tutte le fasi di lavorazione che permettono di trasformare le materie prime in prodotto finito.

La prima fase è quella del taglio, in cui la pelle o il tessuto precedentemente selezionato viene tagliato, a mano o con macchine da taglio, per realizzare tutte le parti che andranno a formare la calzatura. È una delle

fasi più delicate nella realizzazione della calzatura, in quanto comporta un'elevata conoscenza del materiale utilizzato, che incide sia sull'aspetto finale del prodotto ma anche sul suo costo. Il tagliatore, infatti, deve riuscire ad utilizzare al meglio il materiale, cercando di ottenere dal pellame che ha a disposizione la massima resa ed il minimo scarto possibile, nel rispetto però delle sue caratteristiche specifiche e della qualità del prodotto finito. Inoltre, se, ad esempio, il taglio della pelle fosse eseguito da un tagliatore non esperto o comunque senza le necessarie competenze tecniche, potrebbe succedere che i componenti tagliati risultino non conformi per l'utilizzo. Questo perché la pelle ha proprie caratteristiche, differenti a seconda della qualità, della parte e del verso del pezzo che si deve tagliare.

La seconda fase è la scarnitura, in cui i componenti tagliati vengono scarniti, ovvero si riduce lo spessore del materiale ai bordi in modo tale che la successiva aggiuntatura dei diversi pezzi non fa aumentare lo spessore.

La terza fase è l'orlatura in cui, attraverso delle macchine cucitrici ad hoc, vengono cuciti tra loro tutti i componenti ottenendo come output la tomaia. Il contorno della tomaia in corrispondenza del collo della scarpa (bordo superiore) viene ripiegato, incollato e successivamente cucito con una ripiegatrice; sul contorno ripiegato viene in alcuni casi applicata una striscia di pelle o altro materiale (bordino) mediante incollatura e cucitura a mano e/o con macchina bordatrice.
Contrariamente a quanto accaduto in modelleria e nel reparto taglio, in questa zona della fabbrica non si è assistito, negli anni passati, ad alcuna vera e propria "rivoluzione" tecnologica.

La quarta fase è rappresentata dal montaggio, un macro-processo che consiste nell'assemblaggio dei componenti della calzatura e comprende al suo interno diverse lavorazioni svolte sulla manovia, un sistema di trasporto costituito da carrelli che scorrono lungo delle guide.
Inizialmente alla tomaia vengono aggiunti i puntali tra fodera e pelle per rendere più resistente la parte anteriore, i contrafforti nella parte posteriore per dare una prima forma alla calzatura usando delle macchine garbasperoni e vengono incollati tra loro fodera e pelle. Successivamente si passa al carico della manovia in cui un operatore assembla tramite dei chiodi o delle graffette la soletta di montaggio alla forma, scelta in base

allo stile ed al numero della calzatura, e ricopre le estremità della tomaia e della soletta con della colla per favorire l'adesione tra le parti.

A questo punto, nella stazione successiva, con dei macchinari specifici, avviene la fase di premonta in cui viene montata la tomaia sulla forma chiudendo la parte anteriore e i fianchi della tomaia. Durante questa lavorazione vengono utilizzati anche degli umidificatori, necessari per aumentare l'umidità della tomaia ed evitare che la pelle o il tessuto si rompa o cambi colore nelle fasi successive.

Infine, si passa all'assemblaggio della tomaia con la suola e l'applicazione del tacco. L'unione del fondo alla tomaia può essere ottenuta sia mediante cucitura, sia mediante inchiodatura o incollaggio. Vengono, inoltre, effettuate operazioni di fresatura, smerigliatura e garbatura delle parti fino ad arrivare alla sformatura, che consiste nella colorazione e lucidatura della suola e del tacco, utile sia per una funzione estetica della scarpa, ma anche per eliminare eventuali impurità. Le ultime due operazioni del montaggio consistono nella rimozione della forma dalla calzatura, utilizzando una macchina levaforme, e nell'inchiodatura del tacco se prevista. Durante la fase di montaggio possono anche essere presenti ulteriori lavorazioni in base alla tipologia di scarpa che si sta realizzando e alla tecnica di lavorazione applicata. Anche i tipi di macchine, il loro numero e la loro disposizione dovranno essere scelti in base alle specifiche esigenze produttive.

Il processo industriale delle calzature termina con il finissaggio dove le scarpe vengono ripulite da eventuali difetti superficiali o residui di colle e vengono lucidate con creme appretti e lucidanti, scrupolosamente controllate da esperti e inscatolate. Il reparto di finissaggio è quello nel quale si riscontra la più alta concentrazione di manualità.

La specializzazione in determinate fasi permette di acquisire specifiche capacità di carattere "artigianale" che, soprattutto nelle produzioni di calzature di alta gamma, rappresenta un requisito fondamentale.

L'efficienza dell'intero processo è intesa come fluidità e armonia dello svolgersi delle varie fasi produttive.

Per quel che riguarda la qualità, innanzitutto dovrebbe essere un processo che "avvolge" tutte le varie fasi della produzione; ogni operatore dovrebbe essere responsabilizzato a verificare che la fase che esegue sia fatta a regola d'arte ma, prima ancora, che il pezzo che gli arriva dalla postazione precedente non presenti

“non-conformità”. Ciò consente di limitare il costo della non conformità rilevata in fase finale del processo, solitamente dopo il finissaggio; occorre infatti considerare che più la scarpa avanza nel suo processo produttivo, maggiori saranno i relativi costi accumulati sia in termini di materiali utilizzati che in termini di manodopera.

In altre parole, assicurare la qualità significa rispondere a tutti i requisiti definiti dalla progettazione: ciò è possibile solo quando, prima dell’arrivo in azienda di tutti gli ordini, sono state effettuate tutte le opportune verifiche e si sono definiti i documenti tecnici per tutti i modelli e varianti, e se, durante la produzione del campionario, sono realmente eseguite le “verifiche di industrializzazione”. In caso contrario, nel corso della produzione in serie si ha la necessità di modificare i modelli progettati con ricadute sulle esigenze dei clienti e i relativi impegni assunti.
L’efficienza, pertanto, si verifica quando queste inefficienze di tempo, di lavorazioni, di consumo dei materiali e di costi totali produttivi sono ridotte al minimo o, in maniera auspicabile, non si verificano affatto.

Data la particolare complessità di questa organizzazione produttiva, che richiede un accurato controllo anche delle fasi esternalizzate, spesso è sottovalutato il trade-off tra il costo di un’attività di controllo e le possibili conseguenze provocate dalla mancanza di questa. Ad esempio, un controllo inefficace delle attività esternalizzate o delle componenti di prodotto fornite esternamente, può generare costi non solo in termini di pezzi non conformi, ma anche di rallentamenti della produzione che hanno delle conseguenze di costo e commerciali.

2.3 PROCESSO PRODUTTIVO GALLUCCI SRL

In questo paragrafo, il processo produttivo descritto in termini generali nel paragrafo 2.2 verrà approfondito nel caso di Gallucci Srl. Tale approfondimento è frutto dell’esperienza di tirocinio formativo, dell’osservazione diretta dei processi produttivi interni e delle interviste fatte ai principali attori coinvolti in tale processo, mettendo in atto il Gemba walk, un metodo della lean manufacturing che consiste nel visitare regolarmente i vari reparti aziendali e osservare gli operatori mentre eseguono le loro mansioni, con lo scopo di identificare criticità e problematiche.

Nello specifico, sono stati seguiti due modelli di calzatura classica da uomo in quattro varianti. Ciò che differenzia i due modelli riportati in figura 6, oltre alla forma utilizzata e all'estetica, sono i pellami usati; un modello è realizzato solo con pelle di vitello che risulta liscia al tatto e presenta una mascherina con un'apertura centrale, mentre l'altro modello è realizzato sia in vitello che in crosta scamosciata, più morbida e meno liscia, ed è caratterizzato da delle nappine. Tutte le lavorazioni per produrre queste calzature sono svolte internamente ad eccezione dell'orlatura e della sformatura.



Figura 6: Calzature Gallucci Srl

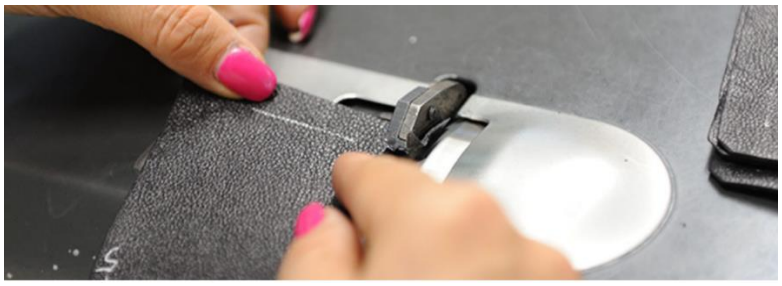
Entrando nel dettaglio del processo produttivo, dopo la realizzazione del modello e del relativo progetto CAD 2D, la prima operazione che viene realizzata è il taglio delle materie prime.

Il reparto taglio è composto da due macchine uguali e due operatori rispettivamente dedicati al taglio della pelle e della fodera.

Le macchine da taglio utilizzate sono delle macchine a controllo numerico (CNC), che vengono programmate attraverso un software CAD/CAM, caratterizzate da un nastro trasportatore e da due teste di taglio a lama oscillante, che permette il taglio di diversi materiali come: pelle, tessuti, cuoio, salpa, materiali sintetici, cartoni e così via. Il materiale da tagliare viene posizionato sul piano di lavoro della macchina, l'operatore carica il relativo file CAM del prodotto da realizzare e il file proveniente dal sistema gestionale con le quantità e le taglie da produrre, imposta i parametri di taglio, come velocità, profondità di taglio in base al materiale e procede al piazzamento laser delle parti da tagliare. Dopo aver avviato il taglio, le due teste di taglio con lama oscillante e una penna per marcature operano con percorsi indipendenti su un'area di larghezza limitata pari a 1500 mm e di lunghezza virtualmente illimitata, ottimizzando al massimo il consumo di materiale. Il piano

di taglio è dotato di un sistema di fissaggio ad aspirazione che permette di tenere fermo il materiale durante la lavorazione. Dopo aver effettuato il taglio, l'operatore raccoglie le parti realizzate che passano alla fase successiva, la scarnitura.

La scarnitura è il processo caratterizzato dall'assottigliamento delle parti della tomaia per avere tutti i materiali e le pelli con lo stesso spessore e regolarità. Questa lavorazione avviene usando uno specifico macchinario detto scarnitrice, composta da una lama posta su una puleggia affiancata ad un rullo di trasporto che permette lo scorrimento del materiale ed è munita di un motore che aziona il gruppo di lavoro tramite una cinghia di trasmissione. Il motore trasmette il moto alla lama che si pone in rotazione ed esegue l'operazione di scarnitura; tramite una seconda trasmissione viene messo in funzione il rullo di trasporto per realizzare lo scorrimento del materiale in lavorazione. La sicurezza di questo macchinario è garantita da una protezione fissa che riveste l'organo lavoratore sottostante il piano di lavoro, in modo da ottenere il passaggio del pellame proteggendo contestualmente le mani dell'addetto.



Nello stesso reparto vengono anche eseguite altre operazioni come la telatura e la timbratura.

Lo scopo della telatura, una lavorazione che consiste nell'applicazione a caldo di un foglio in tela, è quello di rendere la tomaia più resistente e idonea in relazione al tipo di calzatura in fabbricazione.

Per effettuare tale operazione viene utilizzata una macchina accoppiatrice, sostanzialmente una pressa e un piano di lavoro a conformazione circolare che viene fatto ruotare manualmente dall'operatore.

La timbratura, invece, ha lo scopo di riportare alcune indicazioni sulla fodera della calzatura come il numero, il logo o altre indicazioni che possono essere più o meno numerose. Questa lavorazione avviene mediante la timbratrice, un macchinario mosso da motore elettrico e azionato a pedale, che movimenta un blocco pressante a scorrimento verticale.

La lavorazione successiva è l'orlatura, che consiste nell'assemblate tutte le parti della tomaia precedentemente tagliate e scarnite. Questa operazione non è stata osservata direttamente, in quanto, per queste calzature, è esternalizzata. Internamente vengono, però, prodotte le nappine per un solo modello.

Parallelamente all'orlatura viene creato il fondo in cuoio. Le fasi principali di questa lavorazione sono la tranciatura, una lavorazione del tutto simile al taglio della tomaia, in cui però le macchine utilizzate sono delle vere e proprie presse tranciatrici che richiedono l'utilizzo di fustelle, e dalla successiva fresatura del fondo in cuoio. Inoltre, sul fondo è possibile incidere alcune informazioni come, ad esempio, il numero della calzatura e il logo "made in italy".

Successivamente si passa al macro-processo del montaggio, in cui alcune lavorazioni e accorgimenti variano in base alla tipologia e al modello della calzatura.

La prima lavorazione del montaggio prevede l'inserimento all'interno della tomaia del puntale e del contrafforte. Il puntale viene applicato sulla parte anteriore della tomaia tra la fodera e la pelle per dare forma e rinforzo alla scarpa, mentre il contrafforte viene applicato sulla parte posteriore della tomaia e ha la funzione di sostenere e stabilizzare la caviglia. Per il puntale viene utilizzato un macchinario chiamato applicapuntali, mentre per il contrafforte viene utilizzata la garbatura, un macchinario caratterizzato da uno stampo in alluminio sagomato e riscaldato, sul quale viene caricata la tomaia dall'operatore, e da delle pinze di tiraggio che permettono di mettere in tensione la tomaia. Un cuscinetto pressa la parte posteriore della tomaia sulla formella e il calore permette di riattivare il contrafforte facendolo aderire tra la fodera e la pelle. Successivamente si passa all'incollaggio della parte anteriore della calzatura, in cui un operatore passa prima uno strato di collante tra la pelle e la fodera e poi posiziona la tomaia all'interno di un macchinario. Nel caso della tomaia in crosta scamosciata il collante usato è il mastice e viene passato manualmente dall'operatore, mentre per il vitello si utilizza un collante a base acquosa che viene spruzzato da una macchina incollatrice provvista di una pistola automatica a spruzzo con comando a pedale.

A questo punto la tomaia è pronta per essere montata sulla forma. Un operatore addetto al carico della manovia seleziona la soletta di montaggio, che in un caso presenta una lamina di acciaio e in un altro ha una

lamina in legno, la forma specifica e, attraverso una graffettatrice pneumatica, fissa la soletta alla forma con delle graffette. Successivamente viene passato uno strato di colla sia sui bordi della tomaia che sui bordi della soletta ed infine vengono caricate sulla manovia.

L'operazione successiva consiste nel montare la tomaia sulla forma utilizzando un macchinario chiamato premontatrice, che permette il tiraggio e l'incollaggio della parte anteriore della tomaia sulla forma. Il macchinario utilizzato nel reparto produttivo in questione è interamente programmabile tramite un display ed è provvisto di 9 pinze indipendenti, un proiettore ottico, delle leve per la regolazione dell'apertura pinze, un iniettore che applica il collante termoplastico ed è adatta a qualsiasi tipologia di scarpa.
Prima di utilizzare la premontatrice, la tomaia viene inserita all'interno di un umidificatore e viene inizialmente fissata alla forma inserendo un chiodino nella parte superiore del tallone.
L'umidificatore permette di riattivare il collante del puntale, facilitando l'adesione della tomaia alla forma. La temperatura e il tempo necessario variano in base al materiale con cui è realizzata la tomaia.

Nella stazione successiva, vengono chiusi i fianchi e la boetta, parte posteriore della calzatura compresa tra le due cave interna ed esterna e la base del sottopiede, utilizzando la calzera montafianchi, un macchinario utilizzato per il montaggio dei fianchi della tomaia sul sottopiede mediante iniezioni di termoplastico. Anche in questo caso, prima di effettuare la lavorazione con la calzera montafianchi la tomaia viene inserita all'interno di un umidificatore.

A questo punto, in base al materiale della tomaia, si possono effettuare lavorazioni diverse. La calzatura in vitello subirà una lavorazione aggiuntiva rispetto al modello in crosta scamosciata, che prevede la stiratura del pellame usando il soffione, una termostiratrice industriale a colonna con regolazione della temperatura dell'aria calda e del vapore, che ha lo scopo di eliminare i difetti della calzatura dopo il montaggio su forma, migliorando l'aspetto e la qualità del prodotto. Questo macchinario non viene utilizzato per la calzatura in crosta scamosciata in quanto è un materiale più delicato e più sensibile al calore e all'umidità e, inoltre, l'aria calda può rovinare il materiale, causando abrasioni o cambiamenti della finitura del pellame.

Il processo produttivo prosegue in base alla lavorazione specifica desiderata. Nel caso delle calzature da uomo attenzionate, queste richiedono una lavorazione goodyear, un metodo di produzione artigianale considerato



Figura 7: Lavorazione Goodyear – Prima cucitura

uno dei più pregiati e duraturi nel mondo delle calzature. È la tecnica più robusta e laboriosa, che prende il nome dal suo inventore Charles Goodyear Junior che nel 1832 l'ha brevettata e consiste nell'unione di una striscia di cuoio, il guardolo, che corre lungo tutto il perimetro della calzatura e viene inserito come rinforzo tra la suola e la tomaia. Inizialmente viene eseguita una cucitura anteriore con un macchinario cuciguardolo e dopo si passa all'applicazione del guardolo sul girotacco della scarpa per mezzo di punti [9]metallici, usando un'altra macchina ad hoc.

Prima dell'applicazione del guardolo è necessario preparare la calzatura rifinendo il bordo della tomaia per eliminare l'eccesso di materiale e consentire la corretta applicazione del guardolo. Per eseguire questa operazione si utilizza una macchina rifilatrice.

Dopo l'applicazione del guardolo, si passa alla preparazione della parte inferiore della calzatura. Dopo aver eliminato le graffette precedentemente inserite, carteggiato la soletta e aver passato prima uno strato di primer e poi uno strato di collante, viene aggiunto del sughero misto a resina naturale spalmandolo manualmente nell'intercapedine tra il sottopiede e la suola, che permette alla scarpa di avere una buona traspirazione. A questo punto, si passa all'applicazione del fondo, anch'essa preparata per l'applicazione con

[9] Crockett & Jones. "Goodyear Welted Construction". Disponibile da: https://eu.crockettandjones.com/blogs/the-article/goodyear-welted-construction?sb=yes

primer e collante per poi essere assemblata con la tomaia in forma usando una pressa a settori. La calzatura quasi del tutto completa subisce una fresatura utilizzando una fresatrice sbrossatrice.

Infine, per completare la lavorazione goodyear si effettua una cucitura rapid con una macchina cucitrice, che permette di unire fodera, tomaia e guardolo con il fondo, e viene aggiunto il tacco, dopo aver carteggiato la zona di applicazione e aver passato il primer e la colla su entrambe le parti.

Le ultime lavorazioni del montaggio sono rappresentate dalla sformatura, ovvero la coloratura e lucidatura del fondo e del tacco, che per questi modelli viene realizzata esternamente, e la rimozione della forma che avviene manualmente dopo che la forma è stata inserita su un supporto levaforme.
Infine, si ha l'inchiodatura del tacco usando una macchina inchioda tacchi, che dispone di un dispositivo caricatore nel quale sono inseriti otto chiodi per ogni scarpa. L'operatore con un sistema di leve a doppio comando aziona la pressa che spara i chiodi all'interno della scarpa posizionata con il tacco rivolto verso l'alto, fissando così il tacco in modo stabile alla calzatura.

L'ultima fase del processo produttivo è il finissaggio che include la pulizia e il confezionamento della calzatura. Le prime operazioni, analoghe per entrambi i modelli, consistono nell'usare un macchinario detto siberiana, che consente di eliminare eventuali imperfezioni formatesi sulla tomaia o sul contrafforte durante l'esecuzione delle operazioni di montaggio grazie ad una coppia di formelle in alluminio calde, la cui temperatura può variare da +10 a +150 °C, e di ottenere l'ideale sagomatura della boetta, mantenendola stabile nel tempo attraverso una coppia di formelle fredde a circa -18 °C di cui la macchina è dotata. Viene inserita una tallonetta espansa e la soletta all'interno della calzatura, sulla quale è stato precedentemente passato uno strato di colla ad acqua con una macchina incollatrice, e viene utilizzata una pistola termica ad aria per far meglio aderire la soletta. Questo attrezzo viene anche utilizzato per eliminare ulteriormente in modo ottimale le rughe della tomaia in vitello, mentre non viene utilizzato nel caso della tomaia in crosta scamosciata per le stesse criticità esposte per il soffione. Le lavorazioni successive varieranno in base alla tipologia del pellame; mentre le calzature in crosta scamosciata vengono spazzolate manualmente e viene

lucidato il solo fondo utilizzando una macchina spazzolatrice, i modelli in vitello vengono prima lucidate manualmente e successivamente verranno interamente lucidate con la macchina spazzolatrice.

L'ultima fase del processo produttivo è l'inscatolamento delle calzature, che prevede un ultimo controllo qualità prima di essere inscatolate e spedite al cliente.

Per comprendere al meglio il processo produttivo di queste calzature è stato creato un diagramma a blocchi riportato in figura 8, dove il rettangolo rappresenta il processo, indicando un'attività o una fase di lavorazione, mentre la freccia mostra la direzione in cui scorre il flusso del materiale, nonché le relazioni tra i diversi processi. Dal momento che i modelli sono realizzati con materiali diversi, questi non subiranno esattamente le stesse lavorazioni. Nello specifico, il modello realizzato in pelle "liscia" subisce tutte le lavorazioni raffigurate, mentre il modello realizzato in crosta scamosciato non subisce la lavorazione con il soffione. Inoltre, questo diagramma mette in luce la complessità del macro-reparto del montaggio rispetto agli altri reparti.

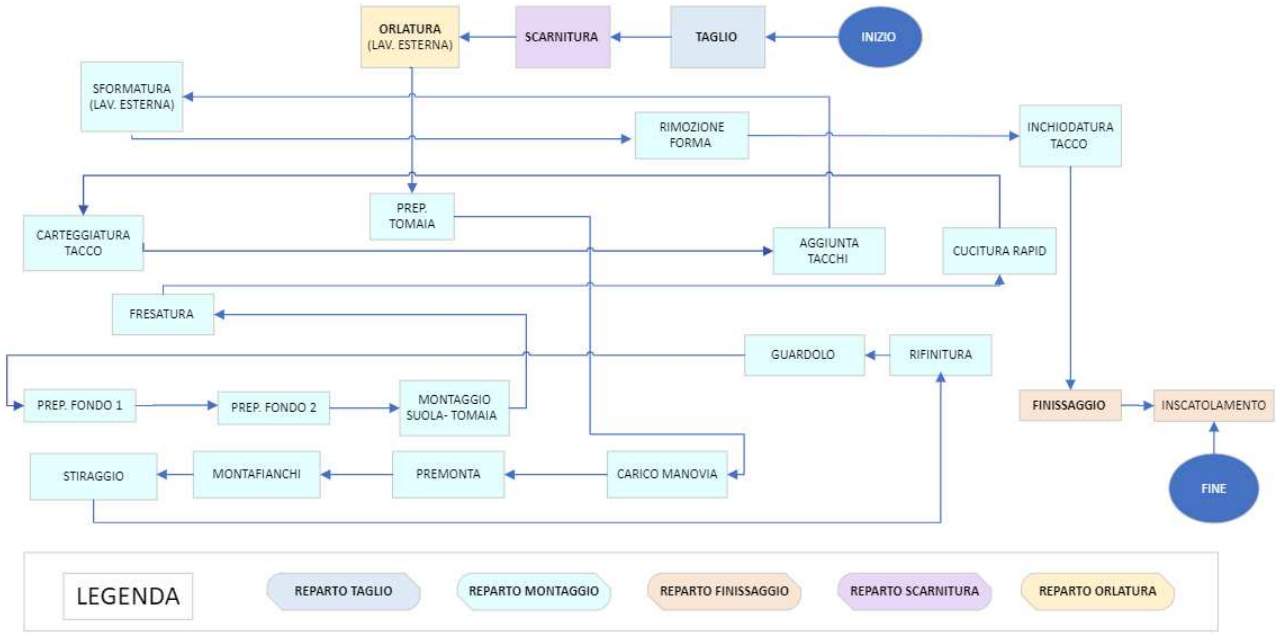


Figura 8: Diagramma a blocchi - Processo produttivo Gallucci Srl

Lavorazione goodyear

La lavorazione goodyear è uno standard di alto livello in tutto il mondo e grazie a questa lavorazione la scarpa può essere risuolata senza avere impatti negativi sulla struttura della calzatura stessa, allungando significativamente il ciclo vita del prodotto. Consente di realizzare scarpe estremamente comode, che si accompagnano in modo armonioso alla forma del piede, dando una sensazione di leggerezza anche dopo diverse ore di utilizzo.

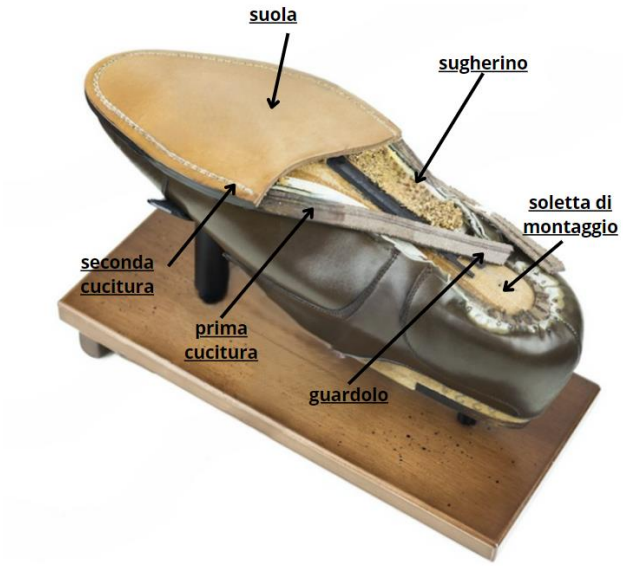


Figura 9: Costruzione Goodyear

Uno dei punti di forza della scarpa realizzata con questo tipo di lavorazione è la solidità: la perfetta unione dei vari componenti della calzatura (la tomaia, il guardolo, la suola e il sottopiede) garantistico una struttura resistente ed impermeabile, che dura nel tempo anche a prescindere dall'usura della suola[10] .

Negli anni, questa tecnica tradizionale è stata implementata grazie all'utilizzo di macchinari e materiali innovativi, abbinati sempre all'esperienza e alla manualità di artigiani specializzati.

Nonostante i vantaggi che si ottengono con questa lavorazione, è tra i metodi di costruzione più dispendiosi sia in termini di tempo che in termini di materiali e manodopera aggiuntivi richiesti. Inoltre, gli strati extra che forniscono più struttura vanno a discapito della flessibilità.

[10] Camarri. *"Lavorazione Goodyear".* Disponibile da: https://scarpedimaremma.com/lavorazione-goodyear/

La necessità di voler risolvere quest'ultima criticità è stato il punto di partenza per l'invenzione di un brevetto nel 2019, il quale propone di praticare una pluralità di incisioni tra la soletta di montaggio e la suola in corrispondenza della zona di calzata dell'avampiede. Questo metodo consente di ottenere una calzatura con caratteristiche di flessibilità migliorate, pur mantenendo le caratteristiche di robustezza e affidabilità tipiche della tradizionale manifattura Goodyear[11].

CAPITOLO 3: LA SIMULAZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI

La simulazione è una delle tecnologie abilitanti dell'industria 4.0 e permette di esaminare il comportamento di un sistema sotto diverse condizioni, senza dover intervenire direttamente sul sistema reale. La simulazione viene, infatti, definita come: "L'emulazione di un sistema, compresi i suoi processi dinamici, in un modello con cui si può fare esperimenti. Il suo obiettivo è ottenere risultati che possano essere trasferiti alla realtà" (VDI 3633, Blatt 1, 1993).

L'uso della simulazione come strumento per l'analisi e l'ottimizzazione dei sistemi reali rappresenta un mezzo per esaminare e migliorare le operazioni senza il rischio e i costi associati alle modifiche dirette del sistema reale. Può essere effettuata per un prodotto manifatturiero, per una singola lavorazione o per un intero processo produttivo, al fine di predire eventuali problematiche, ottenere prodotti di maggior qualità e riprogettare il prodotto o il processo prima che venga realizzato concretamente.

La simulazione dei processi è largamente diffusa e sta diventando una realtà nel settore industriale, non solo nelle grandi aziende, ma anche nelle piccole e medie imprese più innovative[12]. Nell'era dell'industria 4.0 le aziende devono accelerare la produzione, ridurre i tempi di consegna, migliorare velocità e flessibilità delle modifiche di progettazione e garantire la qualità del prodotto, monitorando l'intero flusso di lavoro fino alla produzione.

[11] Bastianelli, U., Gallucci, G. (2019). "footwear obtained by goodyear manufacture and method for the production of said footwear". (Brevetto europeo n. WO2019/219610 A1). World Intellectual Property Organization (WIPO).

[12] Magnaghi, G. (2021). "IoT e simulazione dei processi industriali". Disponibile da: https://www.officeautomation.soiel.it/iot-e-simulazione-dei-processi-industriali/

Sia che si desideri sviluppare un nuovo impianto o migliorare un processo produttivo esistente, la simulazione di processo consente alle aziende manifatturiere di esplorare possibili scenari produttivi, analizzare l'impatto di eventuali modifiche ai processi, identificare possibili aree di miglioramento e le cause di eventuali inefficienze, non solo nel breve periodo, ma ancor più nel lungo termine. La simulazione permette, quindi, di mantenere un vantaggio competitivo sostenibile e ottenere maggiore produttività, controllo e competitività.

Uno dei grandi vantaggi è quello di poter controllare e studiare le proprie attività o risorse, vederne l'andamento nel tempo, fare previsioni sulla lavorazione di un nuovo prodotto, rendersi conto dei rischi, ma anche delle possibili opportunità e di cosa possa accadere nel momento in cui si mettano in atto delle modifiche[13].

Per svolgere correttamente la simulazione risulta necessario seguire degli step:

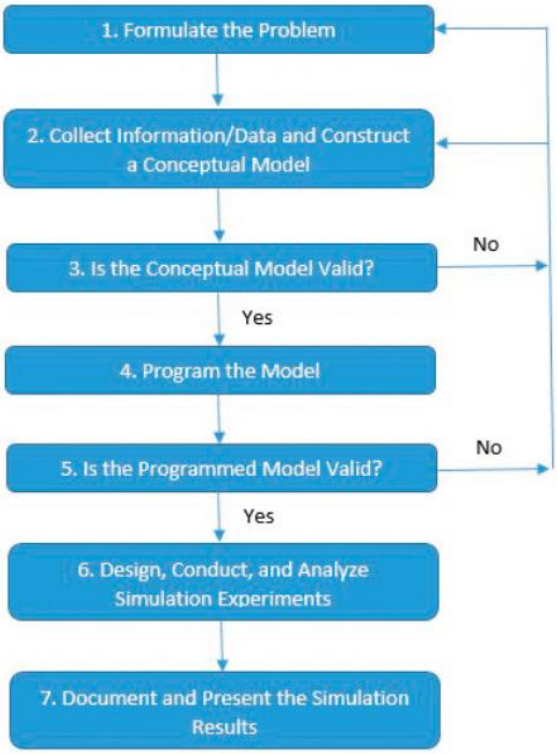


Figura 10: Approccio in sette fasi per condurre uno studio di simulazione con successo (Law - 2008)

[13] Keplerotech. (2021). "La simulazione nel settore industriale: cos'è e perché usarla". Disponibile da: https://www.keplerotech.com/manutenzione-predittiva/simulazione-iot/

1- FORMULARE IL PROBLEMA

In questa prima fase è fondamentale formulare il problema di interesse in modo preciso, anche se, quando si avvia per la prima volta uno studio di simulazione, il problema da risolvere non è a volte indicato con precisione o addirittura compreso completamente e non può essere espresso in termini precisi o quantitativi.

La formulazione del problema richiede un processo iterativo in cui project manager, analisti di simulazione e altri esperti in materia discutono sui punti da includere nella formulazione del problema, ovvero:

- una dichiarazione generale del problema da risolvere, indicando gli obiettivi generali e lo scopo dello studio;
- Campo di applicazione del modello;
- un elenco delle domande specifiche a cui il modello deve rispondere;
- Il tempo necessario per lo studio e le risorse necessarie;
- le misure di prestazioni che saranno utilizzate per valutare l'efficacia di particolari configurazioni del sistema.

Questi punti devono essere chiaramente indicati, poiché determinano il livello di dettaglio del modello, che dipende da quanto segue:

- Obiettivi del progetto
- Misure di rendimento interessanti
- Disponibilità dei dati
- Vincoli informatici
- Opinioni degli esperti
- Vincoli di tempo e di denaro

2- RACCOGLIERE INFORMAZIONI E DATI E COSTRUIRE UN MODELLO CONCETTUALE

In questo step vengono raccolte le informazioni sulla struttura del sistema, sulle procedure operative e i dati necessari (se possibile) per specificare i parametri del modello e le eventuali distribuzioni di probabilità in ingresso (ad esempio, per il tempo di guasto e il tempo di riparazione di una macchina).

Inoltre, dovrebbero essere raccolti i dati sulle prestazioni del sistema esistente (se esiste) che verranno utilizzati nel passaggio 5.

In questo caso è fondamentale la coerenza e l'attendibilità delle informazioni raccolte. In genere, non c'è una sola persona che possiede tutte le informazioni necessarie per costruire un modello di simulazione. Pertanto, sarà necessario rivolgersi a diverse parti per acquisire una comprensione completa delle informazioni del sistema da modellare. Ad esempio, può risultare utile fare riferimento a dati storici, fare interviste al personale e l'osservazione diretta.

Alla fine di questa fase verrà redatto un documento di riepilogo dei dati e delle ipotesi raccolte, che dovrà essere chiaro e comprensibile per tutte le parti coinvolte. Di seguito sono riportati alcuni elementi che dovrebbero essere inclusi nel documento:

- una sezione di sintesi che discute gli obiettivi generali del progetto;
- le questioni specifiche da affrontare con il modello e le misure di performance pertinenti;
- un diagramma di flusso o uno schema del layout;
- descrizioni dettagliate di ciascun sottosistema e del modo in cui interagiscono;
- quali ipotesi semplificatrici sono state fatte e perché;
- i limiti del modello.

Questo documento può anche contenere delle informazioni aggiuntive al fine di soddisfare le esigenze di specifiche situazioni.

3- VALIDAZIONDE DELLE IPOTESI

In questa fase vengono revisionate le ipotesi precedentemente fatte al fine di rilevare errori o omissioni. Nel caso in cui questi siano presenti, il documento formalizzato al punto 2 deve essere aggiornato prima di procedere al passo 4. Un modello è valido per una particolare applicazione solo se la sua logica è corretta e se utilizza dati appropriati.

4- PROGRAMMAZIONE DEL MODELLO

Prima di procedere con la creazione della simulazione, è importante definire come condurla. Sulla base degli output delle fasi precedenti, in questo step viene definito con quali strumenti sarà condotta la simulazione. È possibile usare dei software di simulazione o un linguaggio di programmazione (ad esempio C++ o Java). In molti casi, vengono prediletti i simulatori, in quanto permettono di creare un programma di simulazione senza la necessità di saper programmare. Essi, inoltre, ove carenti, possono essere integrati con un linguaggio general purpose.

5- CREAZIONE E VALIDAZIONE DEL MODELLO

Questo step ha lo scopo di creare il modello e verificarne la validità. Se esiste un sistema reale, è possibile confrontare i dati di uscita del modello di simulazione con i dati raccolti dal sistema reale. In ogni caso, i partecipanti al processo di simulazione dovrebbero esaminare i risultati della simulazione per verificarne la ragionevolezza. Se i risultati sono coerenti con il modo in cui essi percepiscono che il sistema dovrebbe funzionare, allora si dice che il modello di simulazione ha validità. È possibile anche eseguire delle analisi di sensibilità per vedere quali fattori hanno il maggior impatto sulle misure di performance e, quindi, devono essere modellati accuratamente.

6- PROGETTAZIONE, CONDUZIONE E ANALISI DEGLI ESPERIMENTI DI SIMULAZIONE

Il penultimo step consiste nell'analizzare i risultati della simulazione, decidere se sono necessari ulteriori esperimenti ed eventualmente progettarli.

7- DOCUMENTARE E PRESENTARE I RISULTATI

La documentazione per il modello e lo studio di simulazione associato dovrebbe includere il documento con le ipotesi (fondamentale per il riutilizzo futuro del modello), una descrizione dettagliata del programma informatico utilizzato, la simulazione effettuata e una discussione del processo di costruzione/convalida del modello per promuovere la credibilità del modello. Infine, è possibile fornire delle raccomandazioni e degli spunti per il problema e gli obiettivi.

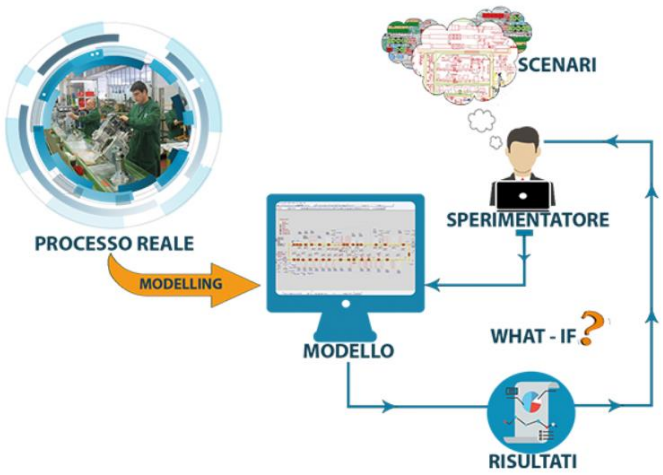


Figura 11: Processo di simulazione[14]

3.1 I VANTAGGI DELLA SIMULAZIONE

La simulazione offre una maggiore competitività per le aziende e un insieme di vantaggi per produttori e fornitori:

- **Miglioramento continuo dei processi**: I processi sono visualizzati in un ambiente virtuale per poi essere applicati nel mondo fisico. La versione digitale dei progetti viene continuamente studiata e corretta e di conseguenza si considerano nuove opportunità. Tutta questa esperienza arricchisce la versione fisica.

[14] Studiozeta. *"Ottimizzazione processi industriali".* Disponibile da: https://www.studiozeta.net/simulazione-della-produzione-industriale/

- **Risparmio sui costi**: I progettisti e gli ingegneri possono creare e perfezionare un prodotto o un processo in un ambiente virtuale invece di costruire dei prototipi fisici che comportano un costo maggiore.

- **Prevenzione degli errori**: È possibile individuare i problemi prima che si verifichino ed evitare interruzioni del servizio e tempi di inattività al momento di riparare le macchine o modificare i processi.

  In base a uno studio del Forum economico mondiale insieme alla multinazionale di consulenza Accenture, i costi di manutenzione possono essere ridotti di un 30% con la manutenzione preventiva.

- **Incremento della produttività**: Secondo Siemens, la simulazione consentirà alle aziende di diminuire del 50% il tempo di lancio di un prodotto sul mercato (noto come *time to market*) e di aumentare la produttività del 20%.

- **Pianificazione del futuro:** L'analisi dei dati e la simulazione consentono di creare un comportamento predittivo e di dare impulso all'innovazione in tutti i processi per mettere l'azienda in una posizione di vantaggio rispetto alla concorrenza.

- **Monitoraggio delle decisioni**: Tutti i processi sono interconnessi e pertanto collegati tra loro in tempo reale, per cui si possono prendere decisioni basate su dati affidabili e aggiornati[15].

3.2 I MODELLI DI SIMULAZIONE

Per simulare il comportamento di un sistema è necessario costruire un modello di simulazione, che dovrà essere sufficientemente complesso da rispondere alle esigenze del caso, ma deve comunque rimanere il più semplice possibile. Se da una parte un modello troppo dettagliato richiede molto tempo per essere costruito e può risultare di difficile interpretazione, dall'altro lato un modello troppo astratto può portare a risultati inutilizzabili.

[15] MECALUX (2018) *"La simulazione: controllo e monitoraggio di tutti i processi".* Disponibile da: https://www.mecalux.it/articoli-sulla-logistica/simulazione

Un sistema è definito come una collezione di entità, ad esempio persone o macchine, che agiscono e interagiscono insieme verso il raggiungimento di qualche fine logico. [Schmidt e Taylor (1970)]. Un sistema è descritto in ogni istante di tempo da un insieme di variabili che prendono nome di variabili di stato.

Si definisce "evento" un qualsiasi accadimento istantaneo che fa cambiare il valore di almeno una delle variabili di stato.

Con il termine "entità" si fa riferimento ai singoli elementi che fanno parte del sistema, come macchine o persone, che dovranno essere esplicitamente definiti nel modello. Le entità possono essere caratterizzate da attributi e possono essere raggruppate in classi, ovvero insiemi di entità che hanno gli stessi attributi.

I modelli di simulazione si possono classificare in base a diversi criteri:

• **Modelli continui** in cui le variabili variano con continuità rispetto al tempo;

• **Modelli discreti** in cui il valore delle variabili cambia in istanti di tempo ben precisi, che appartengono ad un insieme numerabile;

• **Modelli statici** che rappresentano un sistema in un particolare istante di tempo;

• **Modelli dinamici** che rappresentano un sistema in evoluzione nel tempo;

• **Modelli deterministici** che non contengono componenti probabilistici;

• **Modelli stocastici** che presentano elementi soggetti ad aleatorietà, probabilistici.

La tecnica maggiormente utilizzata per comprendere e analizzare i sistemi produttivi, in genere, è la simulazione ad eventi discreti, i quali possono essere realizzati utilizzando diversi software, tra cui:

- Tecnomatix Plant Simulation di Siemens
- Enterprise Dynamics sviluppata da InControl Enterprise Dynamics
- ARENA di Rockwell Automation
- ProModel di BigBear.ai

3.3 TECNOMATIX PLANT SIMULATION

Tecnomatix Plant Simulation è una soluzione software proposta da Siemens che consente la simulazione in ambiente 2D, 3D o 2D e 3D, l'ottimizzazione dei sistemi e dei processi di produzione e favorisce la creazione di modelli digitali dei sistemi logistici allo scopo di analizzarne le caratteristiche e ottimizzarne le prestazioni. Esso è utilizzato per modelli di simulazione dinamici ad eventi discreti, siano essi stocastici o deterministici.

Il linguaggio di programmazione al suo interno è Object-Oriented, ovvero permette di definire oggetti che sono in grado di interagire gli uni con gli altri attraverso lo scambio di informazioni, grazie all'implementazione di logiche specifiche. Ogni oggetto, utilizzato per la costruzione del modello, appartiene ad una determinata classe e prende il nome di istanza.

Tali oggetti sono caratterizzati da:

- una **struttura gerarchica** che permette di modificare le caratteristiche di una singola istanza lasciando invariate quelle della classe di appartenenza;
- L'**ereditarietà** che consente ad ogni oggetto di mantenere le caratteristiche della classe di appartenenza. In altri termini, gli oggetti "figli" ereditano le proprietà dell'oggetto "padre";
- il **polimorfismo** si riferisce al fatto che una proprietà di un oggetto, definito all'interno di una classe, può assumere valori o restituire risultati diversi a seconda dell'istanza in cui viene richiamato. Grazie a questa caratteristica tutti gli oggetti appartenenti alla stessa classe avranno la stessa interfaccia, che può essere implementata in modo diverso in base alle necessità.

Plant Simulation offre una vasta libreria di classi che contengono oggetti preimpostati. Alcuni tra i più importanti sono:

- le stazioni che rappresentano le macchine o i reparti dell'impianto. Ognuna riceve degli input in ingresso e fornisce degli output in uscita.



- le parti o MUs rappresentano tutti i tipi di pezzi lavorati che vengono prodotti o trasportati.  Queste si distinguono le une dalle altre per i loro attributi, cioè delle precise informazioni memorizzate al loro interno.

- i connettori permettono di collegare due elementi tra loro e indicano la direzione del flusso di materiale.

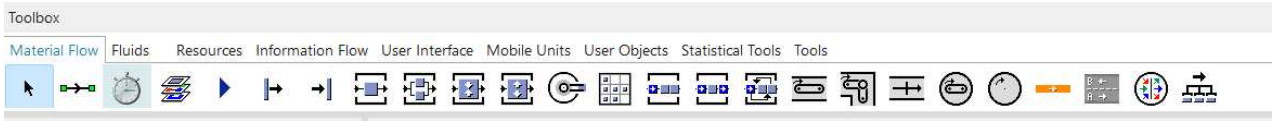
- i buffer rappresentano un'area destinata allo stoccaggio temporaneo dei materiali in  lavorazione. Essi possono essere inseriti tra due stazioni e collegati a queste tramite i connettori.

- la source è una sorgente che genera le parti secondo un mix produttivo o seguendo una  determinata sequenza ciclica. Una volta inserita la parte, questa si muoverà direttamente nell'oggetto al quale la sorgente è collegata.

- il drain permette di rimuovere le parti quando esse finiscono di essere lavorate e devono  uscire dal sistema. Può essere visto come l'elemento opposto alla sorgente.

Ogni modello di simulazione creato in Plant Simulation deve contenere almeno una source e almeno un drain. Per tutti gli oggetti contenuti nelle librerie di Plant Simulation, gli utenti hanno la possibilità di sviluppare nuovi oggetti, unendo o modificando le proprietà di quelli già esistenti. Un nuovo oggetto creato può diventare a sua volta una classe, da cui è possibile, poi, sviluppare le istanze necessarie alla costruzione del modello.

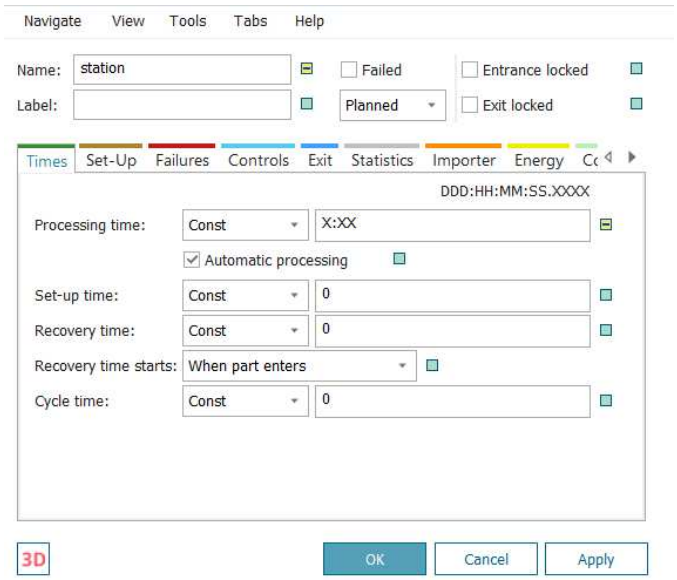
Nell'utilizzo di Plant Simulation i diversi oggetti standard sono contenuti all'interno del toolbox, da cui possono essere selezionati e trascinati all'interno dell'area di lavoro, detta frame.



All'interno del toolbox ogni oggetto è collocato all'interno della relativa barra degli strumenti, alcune delle quali sono:

- La sezione “Material Flow” dove si trovano gli oggetti, come stazioni, drain, buffer, necessari per simulare il flusso di materiali;
- la sezione “User Interface” contiene tutti gli oggetti di visualizzazione ed interfaccia utente, tra cui display e diagrammi.
- “Tools” fornisce alcuni strumenti tra cui: la Bottleneck Analyzer, per analizzare e visualizzare il flusso dei componenti in un impianto; WorkerChart per mostrare i valori statistici di tutti i lavoratori; strumenti statistici e così via. Alcuni di questi strumenti permettono di visualizzare statistiche e grafici dinamici durante l’esecuzione della simulazione, facilitando l’analisi del modello e dei relativi dati di output.
- In “Resources” è possibile trovare tutti gli elementi per modellare la presenza degli operatori all’interno dell’impianto.

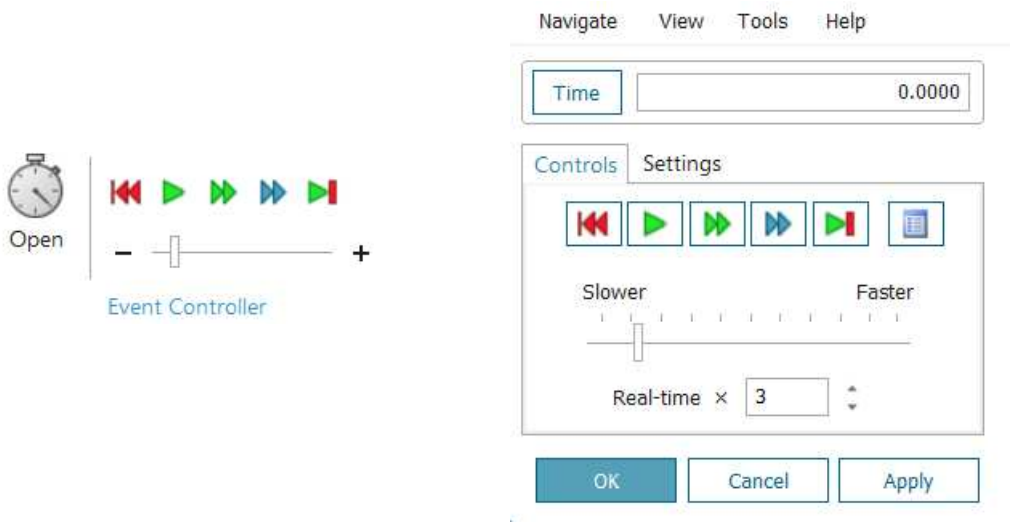
Dopo aver inserito un qualsiasi oggetto del toolbox all’interno di un frame, con un doppio click sull’elemento si apre una finestra di dialogo che consente di inserire tutte le informazioni e le specifiche di quell’oggetto.



Cliccando su ogni oggetto con il tasto destro e selezionando edit properties – captions è possibile rendere visibile il nome di ogni elemento.

A causa della natura dinamica del modello di simulazione, è importante tener traccia del tempo simulato.

In Plant Simulation ciò avviene grazie ad un oggetto chiamato Event Controller, un orologio di simulazione, che viene inizializzato ogni volta che si avvia la simulazione e che ne coordina gli eventi che si susseguono.



Facendo doppio click sul simbolo dell'orologio si aprirà una nuova finestra in cui sarà possibile settare i parametri della simulazione. Cliccando sul pulsante "Time" si può decidere se far partire la simulazione in una data specifica oppure semplicemente a tempo zero. Le date specifiche di inizio e fine della simulazione possono essere impostate nella scheda "settings". Inoltre, è possibile settare la velocità di simulazione in modalità real time o impostare un fattore di scala.

Gli altri elementi presenti nell'event controller permettono di: resettare la simulazione, farla partire o stopparla; simulare il processo alla massima velocità, ignorando l'eventuale fattore di scala; elaborare un singolo evento.

All'avanzare del tempo di simulazione, si realizzano i diversi eventi e al termine della simulazione viene generato un report che mostra una stima delle misure di prestazione del sistema. Le informazioni ottenute dai risultati della simulazione saranno influenzate dalla precisione dei dati di input e da come è stato creato il modello. Resettando la simulazione a tempo zero, oltre all'inizializzazione dello stato del sistema, si azzerano tutte le statistiche.

3.4 SIMULAZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO IN GALLUCCI SRL

La simulazione della produzione è stata applicata al processo produttivo esistente all'interno di Gallucci e ha avuto l'obiettivo di simulare l'effettivo flusso dei materiali per identificare le inefficienze, analizzando come queste possono essere ridotte o eliminate, al fine di raggiungere il livello di produttività desiderato pari a 1000 paia a settimana.

Grazie al software di simulazione "Tecnomatix Plant Simulation" è stato possibile analizzare l'effettiva velocità produttiva, eseguire un'analisi dei colli di bottiglia e rappresentare l'attuale layout della linea produttiva per i prodotti seguiti.

Il collo di bottiglia è un'espressione metaforica per indicare la restrizione, reale o virtuale, di un qualcosa che genera un rallentamento[16]. Nell'ambito produttivo, la letteratura propone numerose definizioni di collo di bottiglia, alcune delle quali sono:

1. **Goldratt e Cox (1984)[17]**: Un collo di bottiglia è una risorsa la cui capacità è uguale o inferiore alla domanda posta su di essa. Questo porta a un rallentamento dell'intero sistema produttivo, limitandone il rendimento complessivo.

2. **Lawrence e Buss (1995)[18]**: Definiscono un collo di bottiglia come una qualsiasi risorsa che limita il throughput del sistema produttivo. Questo può includere macchinari, personale, o qualsiasi altro elemento che influisce sulla capacità produttiva.

3. **Blackstone (2007)[19]**: Un collo di bottiglia è un punto nel processo di produzione dove il flusso di materiale o di informazioni è rallentato o interrotto. Questo termine può essere applicato a vari ambiti, inclusi i processi di gestione delle catene di fornitura e delle operazioni aziendali.

[16] Wikidizionario. "Collo di bottiglia". Disponibile da: https://it.wiktionary.org/wiki/collo_di_bottiglia
[17] Goldratt, E. M., Cox, J. (2016). "*The Goal: a process of ongoing improvement" (3° Edizione)*. Editore: Routledge.
[18] Lawrence S. R., A. H. Buss. (1995) "*Economic analysis of production bottlenecks. Mathematical Problems in Engineering"* (Volume 1).
[19] K. J. Watson, J. H. Blackstone, S. C. Gardiner, (2006) "The Evolution of a Management Philosophy: The Theory of Constraints". Journal of Operations Management.

4. **Hopp e Spearman (2008)**[20]: Nel loro testo "Factory Physics," i colli di bottiglia sono descritti come le risorse che determinano il massimo throughput di un sistema produttivo. Questi autori enfatizzano l'importanza di identificare e gestire i colli di bottiglia per ottimizzare la produzione.

5. **Slack, Chambers e Johnston (2009)**[21]: Definiscono un collo di bottiglia come una fase del processo produttivo che ha una capacità inferiore rispetto alle altre, causando un accumulo di lavoro in attesa di essere processato.

Tutte queste definizioni concordano nel riconoscere che i colli di bottiglia sono punti critici che limitano la capacità di un sistema produttivo, influenzandone negativamente l'efficienza e il flusso dei materiali. La gestione efficace dei colli di bottiglia è fondamentale per migliorare la produttività complessiva, però, prima di intraprendere azioni volte a migliorare il funzionamento delle postazioni di lavoro definite come colli di bottiglia, diventa cruciale individuarne la precisa localizzazione.

Per simulare il processo produttivo descritto nel paragrafo 2.3 con Tecnomatix Plant Simulation sono state fatte le seguenti assunzioni:

- Non è stato incluso il processo di lavorazione del fondo;
- Il macro-processo del montaggio è stato scomposto nei suoi sottoprocessi;
- È stata eseguita una simulazione di una settimana (5 giorni lavorativi) per ogni prodotto, in quanto, durante il periodo considerato, i diversi modelli di calzatura non vengono realizzati contemporaneamente;
- La quantità della prima sorgente “magazzino_pelli” è stata impostata a 1000 e coincide con la quantità che si desidera produrre, mentre la quantità della seconda sorgente “source_forme” è stata ipotizzata pari a infinito.
- Il progetto non utilizza dati energetici e di costo, né tiene conto della presenza degli operatori.

[20] W. J. Hopp, Mark L. Spearman (2011) *“Factory Physics”.* Editore: Waveland Pr Inc.
[21] N. Slack, S. Chambers, R. Johnston. (2010). *“Operations management*”. (Sixth edition). Editore: Financial Times Prentice Hall

Gli oggetti usati per modellare il processo sono i seguenti:

- Una source per rappresentare il magazzino delle materie prime, da cui viene prelevata la pelle per realizzare la tomaia, e un'altra source per rappresentare il magazzino delle forme adiacente al carico della manovia.

- Il drain rappresenta il magazzino dei prodotti finiti.

- Le stazioni di lavoro rappresentano le fasi di lavorazione della calzatura. Ogni stazione riceve una parte dal suo predecessore, la elabora e la sposta su uno dei suoi successori dopo che il tempo di processamento è terminato. Mentre una parte si trova su una stazione, quest'ultima non riceve parti aggiuntive e sposta la parte solo dopo che il successore diventa di nuovo disponibile.
  Per tutte le stazioni è stato ipotizzato un tempo di processamento costante e il setup automatico.

- Le "Assembly station" e "Dismantle station" sono state utilizzate per rappresentare rispettivamente il carico manovia, in quanto in questa fase la tomaia viene assemblata con la forma, e la rimozione della forma, in cui la tomaia viene disassemblata dalla forma.

Per tutte le stazioni che rappresentano le lavorazioni svolte internamente è stato inserito come tempo di processamento il tempo effettivo totale (tempo macchina + tempo operatore) impiegato per eseguire una lavorazione. I tempi relativi al processo di scarnitura, montaggio e finissaggio derivano da misurazioni dirette ottenute dal cronometraggio in linea, mentre i tempi relativi al taglio sono stati ricavati da dati secondari forniti dall'azienda. Per le lavorazioni esterne (sformatura e orlatura) è stato ipotizzato che queste forniscono le parti quando necessario. Nell'esecuzione del rilievo dei tempi effettivi tramite cronometraggio sono state seguite principalmente le seguenti regole:

- Casualità nel tempo: i rilievi sono stati eseguiti in orari casuali e in diversi momenti delle giornate lavorative;

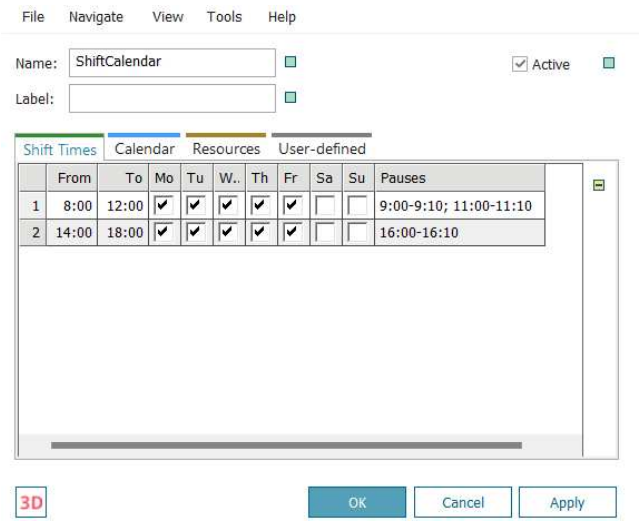
- Casualità nello spazio: i rilievi sono stati svolti seguendo percorsi diversi precedentemente definiti.

- Le parti rappresentano i diversi elementi che fluiscono lungo la linea produttiva. Nello specifico, sono state utilizzate quattro parti: una parte rappresenta la tomaia, una rappresenta la forma, un'altra rappresenta la tomaia dopo l'assemblaggio con la forma ed infine l'ultima parte rappresenta la calzatura dopo la rimozione della forma. Per differenziarle a livello grafico sono stati utilizzati quattro diversi colori: il bianco per la tomaia, il blu per la forma, il verde per l'assemblato forma – tomaia e il rosso per la calzatura finale.

- I buffer rappresentano le aree in cui vengono temporaneamente depositate le parti in lavorazione.
  Per ogni buffer è stata ipotizzata una capacità di 2000 parti.

- Per ogni stazione sono stati aggiunti due display selezionabili dalla barra strumenti "User Interface": un display permette di visualizzare la percentuale di lavoro svolto, mentre un altro permette di visualizzare il numero di pezzi prodotti. Quest'ultimo è stato inserito anche per il drain.

- A tutti gli oggetti è stato collegato lo "shift calendar", trascinabile sul frame dalla barra denominata "resouces", in cui sono stati impostati i turni lavorativi e le pause intermedie.
  Nel caso specifico, si ha un unico turno lavorativo di 8 ore con 2 ore di pausa pranzo, a cui sono state aggiunte delle pause intermedie ognuna di 10 minuti.



- il Sankey diagram presente sotto la voce “User Inferface” è un diagramma che permette di visualizzare il flusso dei materiali e di eventuali operatori. Facendo doppio click sull’icona  presente nel frame in “objects” è possibile inserire le parti che si vogliono visualizzare. A fine simulazione, cliccando su “show” è possibile visualizzare il flusso dei materiali, in cui la larghezza delle frecce è proporzionata alla quantità di materiali.

  La figura 12 riporta la vista dall’alto del flusso dei materiali del processo simulato.

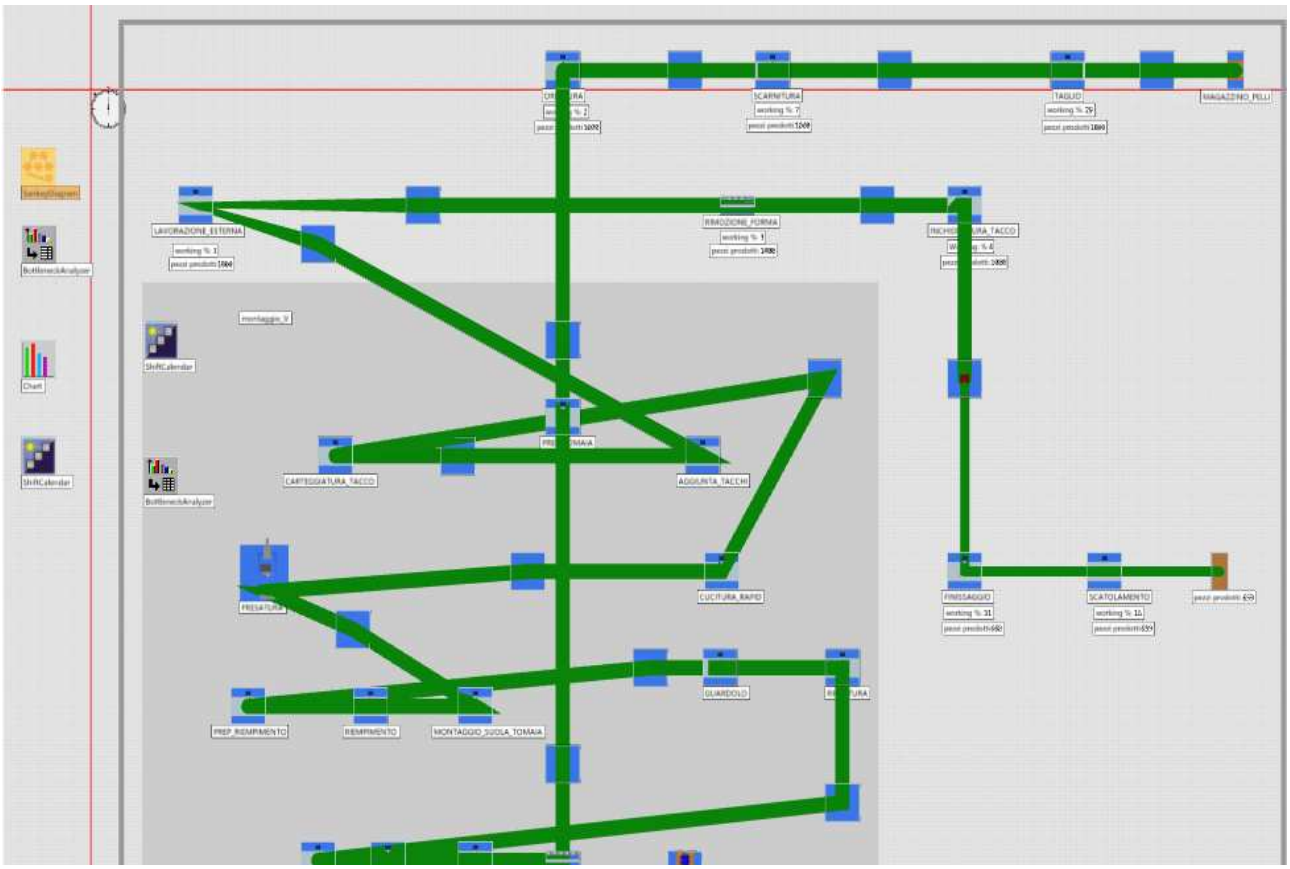


Figura 12: Sankey Diagram del processo simulato

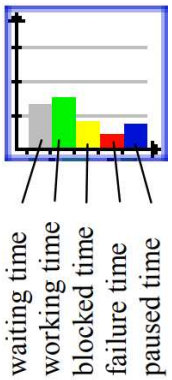
Per analizzare e identificare i colli di bottiglia, Plant Simulation permette di utilizzare il tool “Bottleneck analyzer” e il grafico “Chart”.

Il bottleneck analyzer visualizza le statistiche standard degli oggetti di flusso di materiale che si trovano  nello stesso frame dello strumento o in sub-frame di quel frame e ordina i dati in una tabella. Questo avviene solo quando le statistiche sono attivate e per il tipo di risorsa selezionata.

È uno strumento che funziona staticamente, ovvero non raccoglie dati durante l'esecuzione della simulazione, e pertanto è possibile inserirlo anche dopo che l'esecuzione della simulazione è terminata.

Cliccando con il tasto destro sull’icona del tool presente nel frame e selezionando “show analysis”, sopra ogni elemento saranno rappresentate delle barre di diversi colori in base allo stato dell’elemento sopra cui è comparsa la barra. In particolare:

- La barra verde indica il working time
- La barra grigia indica il waiting time
- La barra gialla indica il blocked time
- La barra rossa indica il failure time
- La barra blu indica il paused time



Le macchine che causano il collo di bottiglia avranno una porzione di lavoro elevata e saranno contraddistinte da una barra verde più alta. Quando queste macchine lavorano più velocemente, la produttività dell'intero sistema aumenterà.

Facendo doppio click sull’icona del tool presente nel frame e selezionando “ranking table” – open è possibile visualizzare una tabella contenente i risultati della simulazione.

Un altro strumento che può essere utilizzato a supporto dell’analisi dei colli di bottiglia è “Chart” presente nella sezione “User Interface”, il quale permette di mostrare i set di dati che Plant Simulation ha registrato durante un'esecuzione di simulazione.

Dopo averlo trascinato all'interno del frame, selezionando il comando "Statistics Wizard" è possibile contrassegnare le classi di oggetti per i quali si desidera visualizzare i valori delle statistiche attive. Esistono tre tipi di statistiche che possono essere visualizzati nel grafico: statistiche sulle risorse, statistiche energetiche e sull' occupazione. Nel caso studio esaminato sono state applicate le statistiche sulle risorse, nello specifico sulle stazioni.

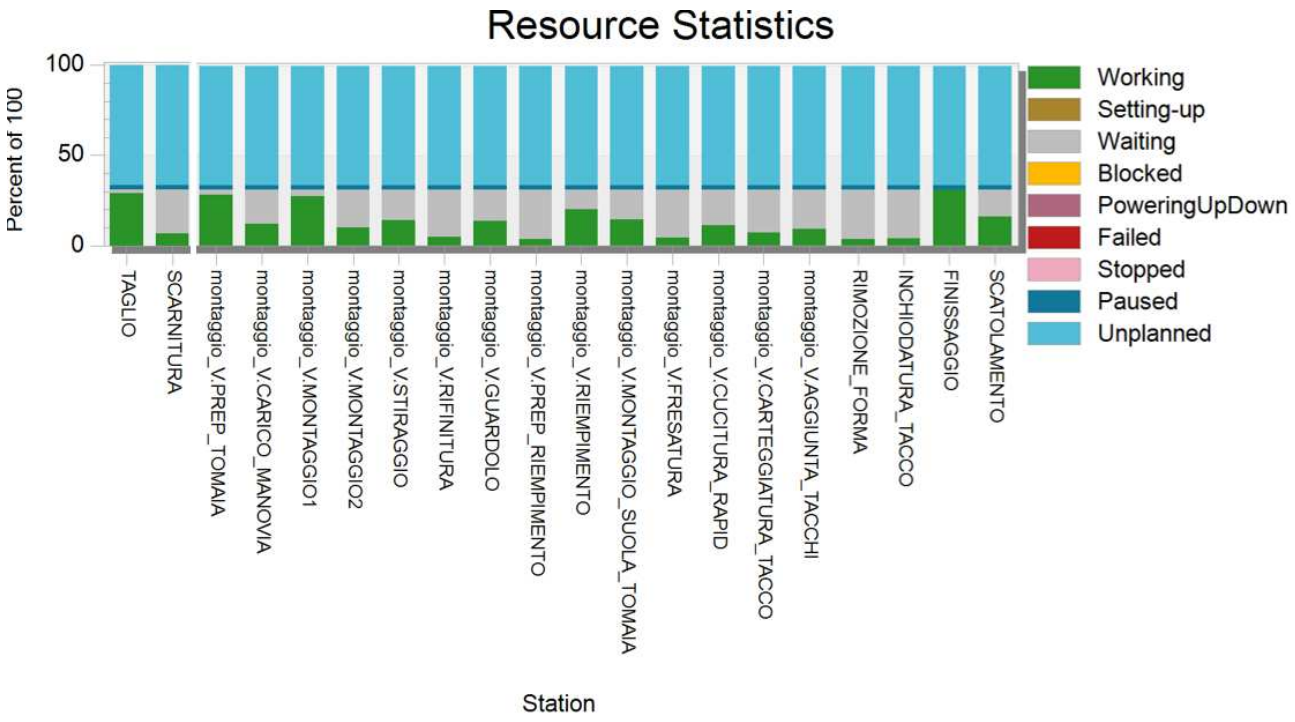
Gli elementi da analizzare possono essere trascinati all'interno dell'icona presente nel frame oppure possono essere inseriti in "input channels".

I grafici vengono aggiornati durante il runtime, quindi, durante l'esecuzione della simulazione, è possibile vedere come cambiano i valori registrati nel corso della simulazione. Il grafico mostra il nome dell'oggetto e lo stato in cui si trova: in lavorazione, in fase di setup, in attesa , bloccato, in pausa o non pianificato.

3.4.1 *RISULTATI DELLA SIMULAZIONE*

A fine simulazione è possibile visualizzare un report delle statistiche del processo. Selezionando su un oggetto presente nel frame e cliccato su "statistics report" è possibile visualizzare le relative statistiche.

In riferimento alle lavorazioni svolte internamente per produrre la calzatura in vitello, un'analisi iniziale del grafico porta alla conclusione che la stazione del finissaggio rappresenta il collo di bottiglia del processo produttivo analizzato.



Un'analisi più dettagliata dei dati conferma che il collo di bottiglia del processo produttivo studiato è la stazione del finissaggio utilizzata con un'intensità del 31.02%. In particolare, questa stazione causa un aumento delle scorte di semilavorati nel buffer a monte, che ha in entrata 1000 parti ma in uscita 661 parti, e fa aumentare il tempo di attesa della stazione a valle.

Station	Processing time [mm:s.]	Working	Set-up	Waiting	Blocked	Powering up/dow	Failed	Stopped	Paused	Unplanned
TAGLIO	02:05	28.94%	0.00%	2.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
SCARNITURA	00:29.4	6.81%	0.00%	24.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
PREP_TOMAIA	02:02	28.24%	0.00%	3.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
CARICO_MANOVIA	00:52.2	12.08%	0.00%	19.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
MONTAGGIO1	01:59	27.55%	0.00%	3.70%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
MONTAGGIO2	00:42.5	9.84%	0.00%	21.41%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
STIRAGGIO	01:00	13.89%	0.00%	17.36%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
RIFINITURA	00:21	4.86%	0.00%	26.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
GUARDOLO	00:58.0	13.47%	0.00%	17.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
PREP_RIEMPIMENTO	00:15.6	3.61%	0.00%	27.64%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
RIEMPIMENTO	01:27	20.14%	0.00%	11.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
MONTAGGIO_SUOLA_TOMAIA	01:03	14.58%	0.00%	16.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
FRESATURA	00:19.0	4.28%	0.00%	26.97%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
CUCITURA_RAPID	00:48	11.11%	0.00%	20.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
CARTEGGIATURA_TACCO	00:31	7.18%	0.00%	24.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
AGGIUNTA_TACCHI	00:40	9.26%	0.00%	21.99%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
RIMOZIONE_FORMA	00:15	3.47%	0.00%	27.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
INCHIODATURA_TACCO	00:16	3.70%	0.00%	27.55%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
FINISSAGGIO	**03:23**	**31.02%**	**0.00%**	**0.23%**	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**	**0.00%**	**2.08%**	**66.67%**
INSCATOLAMENTO	01:46	16.18%	0.00%	15.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%

Paragonando il numero di parti in uscita da ogni stazione con le quantità da produrre per raggiungere l'obiettivo desiderato (1000 parti a settimana), come evidenziato dalla seguente tabella, è possibile affermare che tutte le stazioni permettono di raggiungere questo obiettivo ad eccezione della stazione di finissaggio e, di conseguenza, dell'inscatolamento, che hanno in output una quantità pari a 659 parti.

Reparto	Q.tà in entrata	Q.tà in uscita
TAGLIO	1000	1000
SCARNITURA	1000	1000
MONTAGGIO	1000	1000
FINISSAGGIO	**661**	**660**
INSCATOLAMENTO	**660**	**659**

Pertanto, a fine simulazione si ottiene una produttività pari a 659 paia a settimana, che coincide con la quantità effettivamente spedita nel periodo esaminato.

Va sottolineato che, il tempo di processamento della stazione di finissaggio, che coincide con il tempo effettivo, tiene conto non solo delle inefficienze della stazione stessa, ma anche quelle delle stazioni precedenti. Infatti, solo in questa stazione e parzialmente in quella successiva viene fatto un controllo qualità del prodotto, sia estetico che strutturale. Di conseguenza, nel caso di prodotti non conformi, la stazione di finissaggio si occuperà di:

- correggere, ove possibile, alcuni difetti estetici;
- scartare il prodotto qualora non sia possibile renderlo conforme;
- valutare se inviare il prodotto ad una stazione precedente per effettuare una rilavorazione necessaria a correggere un difetto strutturale.

Le inefficienze a cui si fa riferimento verranno discusse nel paragrafo successivo.

Sulla base dei risultati ottenuti, sono stati presentati due scenari per ridurre il collo di bottiglia. Il primo scenario prevede l'aggiunta di una stazione parallela per finissaggio, mentre nel secondo scenario è stata lasciata una sola stazione del finissaggio, ma è stato ipotizzando un tempo di processamento ideale al fine di raggiungere l'obiettivo desiderato. In entrambi i casi è possibile raggiungere l'obiettivo desiderato di 1000 parti a settimana.

Nel primo caso, entrambe le stazioni avranno una percentuale di working pari a 23.50% e un'attesa di 7.75%.

Station	Working	Set-up	Waiting	Paused	Unplanned
FINISSAGGIO1	23.50%	0.00%	7.75%	2.08%	66.67%
FINISSAGGIO	23.50%	0.00%	7.75%	2.08%	66.67%
INSCATOLAMENTO	24.54%	0.00%	6.71%	2.08%	66.67%

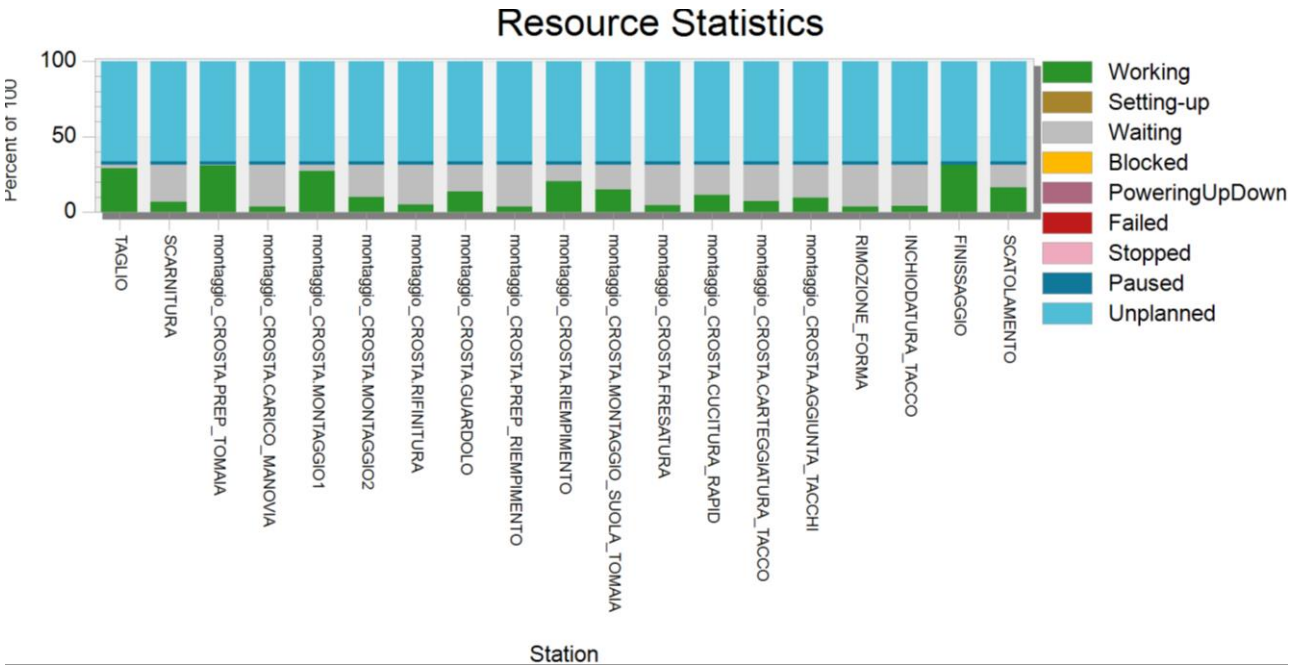
Nel secondo scenario è possibile raggiungere l'obiettivo prefissato ipotizzando un tempo di processamento della stazione di finissaggio pari a 2.05 minuti. In quest'ultimo caso la percentuale di working del finissaggio è scesa a 28.94% ed è aumentata la percentuale di waiting a 2.31%.

Station	Working	Set-up	Waiting	Paused	Unplanned
FINISSAGGIO	27.78%	0.00%	3.47%	2.08%	66.67%
INSCATOLAMENTO	24.54%	0.00%	6.71%	2.08%	66.67%

In entrambi gli scenari, la percentuale di working dell'inscatolamento è aumentata a 24.54% ed è diminuita la relativa percentuale di attesa a 6.71%.

Per la calzatura in crosta scamosciata è stata svolta una simulazione analoga a quella della calzatura in vitello. Anche in questo caso, la stazione del finissaggio risulta essere il collo di bottiglia, utilizzata questa volta con un'intensità del 31.04%, e le parti in uscita sono 650.

I risultati della simulazione sono riportati di seguito.



Station	Processing time [mm:s.]	Working	Set-up	Waiting	Blocked	Powering up/down	Failed	Stopped	Paused	Unplanned
TAGLIO	02:05	28.94%	0.00%	2.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
SCARNITURA	00:29.4	6.81%	0.00%	24.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
PREP_TOMAIA	02:12	30.56%	0.00%	0.69%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
CARICO_MANOVIA	00:15	3.47%	0.00%	27.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
MONTAGGIO1	01:57	27.08%	0.00%	4.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
MONTAGGIO2	00:42.0	9.84%	0.00%	21.41%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
RIFINITURA	00:21	4.86%	0.00%	26.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
GUARDOLO	00:58.0	13.47%	0.00%	17.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
PREP_RIEMPIMENTO	00:15.6	3.61%	0.00%	27.64%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
RIEMPIMENTO	01:27	20.14%	0.00%	11.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
MONTAGGIO_SUOLA_TOMAIA	01:03	14.58%	0.00%	16.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
FRESATURA	00:19.0	4.28%	0.00%	26.97%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
CUCITURA_RAPID	00:48	11.11%	0.00%	20.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
CARTEGGIATURA_TACCO	00:31	7.18%	0.00%	24.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
AGGIUNTA_TACCHI	00:40	9.26%	0.00%	21.99%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
RIMOZIONE_FORMA	00:15	3.47%	0.00%	27.78%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
INCHIODATURA_TACCO	00:16	3.70%	0.00%	27.55%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%
FINISSAGGIO	**03:26**	**31.04%**	**0.00%**	**0.21%**	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	**2.08%**	**66.67%**
INSCATOLAMENTO	01:46	15.95%	0.00%	15.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.08%	66.67%

Reparto	Q.tà in entrata	Q.tà in uscita
TAGLIO	1000	1000
SCARNITURA	1000	1000
MONTAGGIO	1000	1000
FINISSAGGIO	**651**	**650**
ININSCATOLAMENTO	**650**	**650**

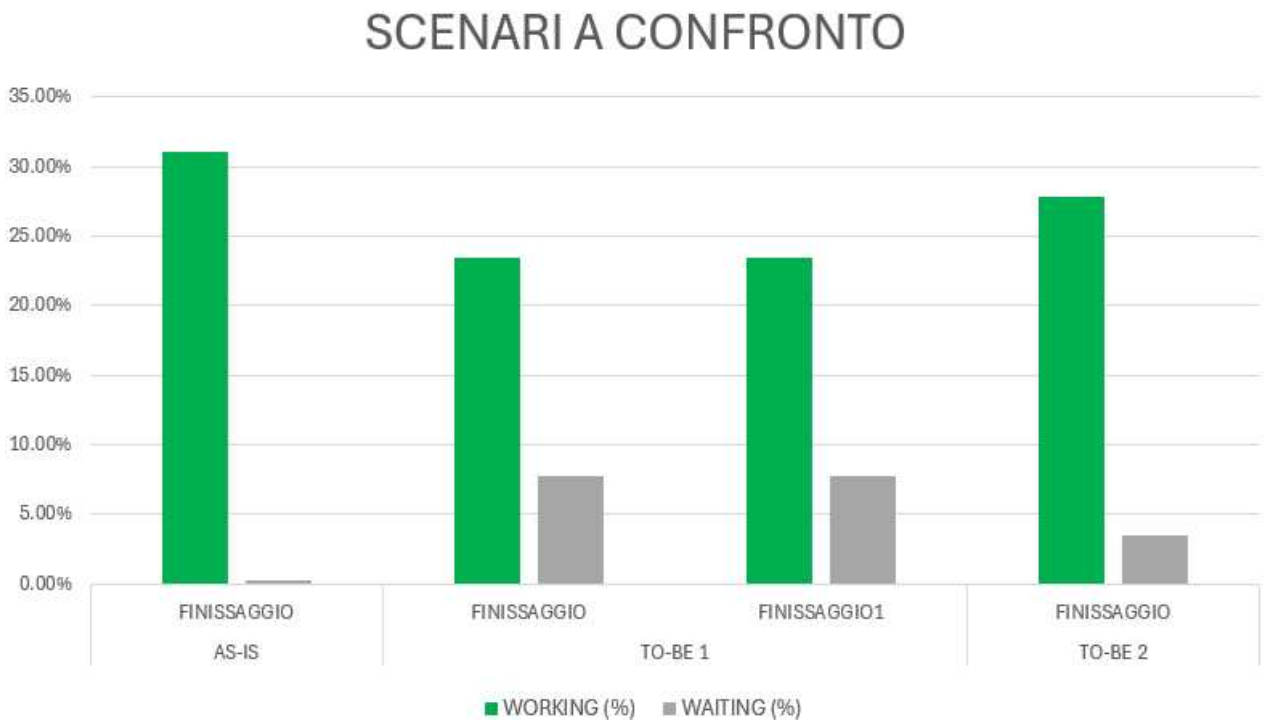
Anche per questo prodotto sono stati proposti gli stessi scenari to-be per ridurre il collo di bottiglia.

Aggiungendo una stazione parallela di finissaggio, per ogni stazione si ha una percentuale di working di 23.84% e un aumento della percentuale di waiting pari a 7.41%.

È possibile raggiungere l'obiettivo prefissato anche ipotizzando un tempo di processamento della stazione di finissaggio pari 2.12 minuti. In questo caso la stazione verrà utilizzata con un'intensità pari a 30.56% e avrà una percentuale di waiting pari a 0.69%.

Per quanto riguarda la stazione successiva si ottengono in entrambi i casi le stesse percentuali della simulazione precedente, ovvero 24.54% di working e 6.71% di waiting.

Confrontando i tre scenari, la seconda proposta sembra offrire la soluzione più bilanciata. Questa alternativa si distingue per avere una percentuale di working inferiore rispetto allo scenario as-is e per avere una percentuale di waiting inferiore rispetto allo scenario to-be1. Inoltre, questa soluzione prevede di ridurre tutte le inefficienze presenti attualmente, migliorando così l'efficienza complessiva del processo.



SCENARI	STAZIONI	PROCESSING TIME [mm:s.]	WORKING (%)	WAITING (%)
AS-IS	FINISSAGGIO	03:23	31.02%	0.23%
TO-BE 1	FINISSAGGIO	03:26	23.50%	7.75%
	FINISSAGGIO1	04:26	23.50%	7.75%
TO-BE 2	FINISSAGGIO	02:05	27.78%	3.47%

CAPITOLO 4: CRITICITA' DEL PROCESSO PRODUTTIVO E PROPOSTE MIGLIORATIVE

In entrambe le simulazioni, a prescindere dalla tipologia di prodotto realizzato, la stazione di finissaggio ha evidenziato la presenza di alcune inefficienze che riguardano l'intero processo produttivo e che, se non adeguatamente gestite, possono compromettere la produttività, la qualità del prodotto finale e la redditività complessiva dell'impresa e fanno aumentare i costi produttivi.

In analogia al Risk Management è stata condotta un'analisi volta ad identificare ed approfondire le criticità esistenti nel processo produttivo e, sulla base dei risultati ottenuti, sono state formulate delle proposte migliorative.

4.1 ANALISI DELLE CRITICITA'

Con il termine Risk management ci si riferisce all'insieme di processi attraverso cui un'azienda identifica, analizza, quantifica, elimina e monitora i rischi legati ad un determinato processo produttivo. Il rischio può essere inteso come un evento generato da una o più cause che possono manifestarsi con uno o più eventi. Sebbene non sia garantito che i rischi si traducano in effetti negativi, devono essere comunque conosciuti, valutati e presi in considerazione in ciascuna delle decisioni di gestione interna.

Al fine di identificare i rischi, intesi come criticità del processo produttivo in questione, è stato adottato un approccio effetti verso cause, ovvero sono stati prima elencati gli effetti per poi individuare le cause che gli hanno generati.

Successivamente è stata costruita la Risk Breakdown Structure (RBS) in figura 13. Questo strumento ha permesso di classificare le criticità in famiglie mediante un sistema gerarchico–strutturato.

FAMIGLIA	CRITICITA'
FLUSSO INFORMATIVO	flusso informativo caotico
FLUSSO INFORMATIVO	avanzamento non accurato
FLUSSO INFORMATIVO	I cartellini non vengono sempre letti e seguiti nel modo adeguato
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	controllo qualità estetico
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	Basso controllo delle rilavorazioni
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	manutenzione a guasto
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	Rilavorazioni medio- alte
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	controllo qualità strutturale
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	Bassa tracciabilità dei processi
ORGANIZZAZIONE	Ambiente produttivo caotico e disordinato
ORGANIZZAZIONE	clima aziendale negativo
ORGANIZZAZIONE	Assenza di procedure standardizzate
ORGANIZZAZIONE	Bassa efficienza
ORGANIZZAZIONE	Bassa efficacia
RISORSE UMANE	Elevata Seniority
RISORSE UMANE	Mancanza di una gestione del personale
RISORSE UMANE	Ruoli e responsabilità poco chiari

Figura 13: RBS del processo analizzato

Lo step successivo ha previsto il calcolo del rischio di ogni criticità per la sua valutazione.

I parametri presi in considerazione sono: la frequenza di accadimento di una data criticità, intesa come il numero di volte che una specifica problematica si è presentata, e l'impatto o la gravità che ha generato.

Utilizzando un approccio qualitativo è stato possibile attribuire ad ogni criticità una frequenza e un impatto tra 1 a 5 ed è stato calcolato il livello di rischio associato ad ogni problematica facendo il prodotto tra i due parametri.

FREQUENZA

MOLTO ALTA	ALTA	MEDIA	BASSA	MOLTO BASSA
5	4	3	2	1

IMPATTO

CATASTROFICO	CRITICO	MEDIO	MARGINALE	TRASCURABILE
5	4	3	2	1

LEGENDA	
Rischio Basso	da 1 a 6
Rischio Medio	da 7 a 16
Rischio Alto	da 17 a 25

Alla fine del processo di valutazione è possibile creare la Risk Breakdown Matrix (RBM),riportata in figura 14, una matrice in cui per righe si riportano le attività che vengono svolte, mentre nelle colonne si riportano le criticità identificate. All'interno della matrice viene inserito il rischio calcolato come il prodotto tra la frequenza di accadimento del rischio e l'impatto. Facendo la sommatoria per colonna è possibile ricavare qual è il valore totale di rischio associato ad una determinata criticità, mentre facendo la sommatoria per riga è possibile ricavare il rischio totale associato a una determinata attività.

In questo modo è stato possibile identificare quali sono le attività e le criticità che hanno l'impatto maggiore.

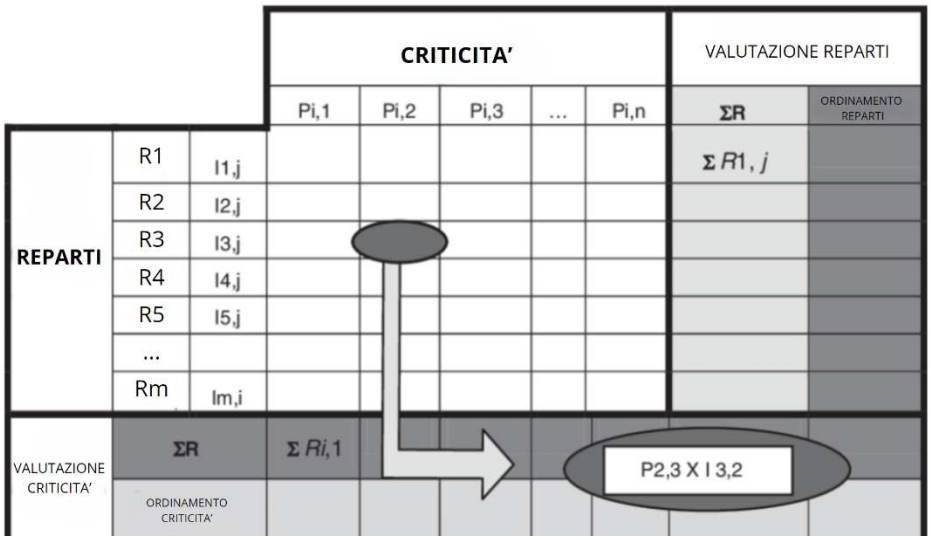


Figura 14: Esempio di Risk Breakdown Matrix

Infine, è stata creata una matrice di rischio composta tra 3 sezioni:

- la sezione gialla in cui vi sono tutti i rischi che non richiedono azioni correttive immediate;
- nella zona intermedia arancione ricadono i rischi per i quali si devono mettere in atto delle azioni correttive di mitigazione, di prevenzione o entrambe per ritornare nella zona gialla;
- infine, quando rischio si trova all'interno della zona rossa è necessario attuare delle azioni correttive per far spostare il rischio almeno in zona arancione.

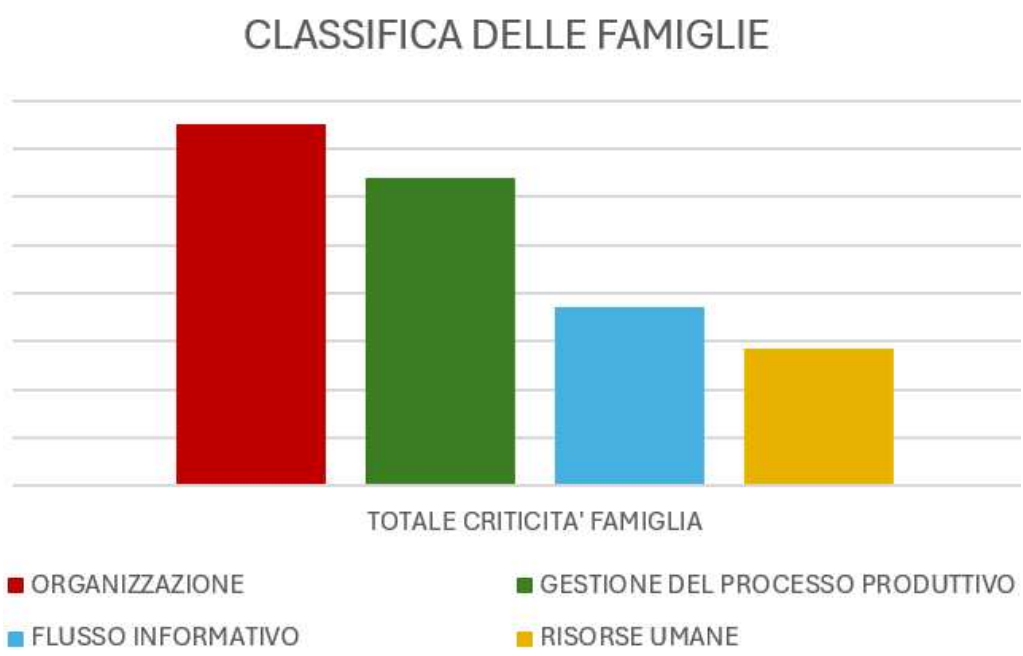
FREQUENZA	IMPATTO				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Figura 15: matrice di rischio 5 x 5

Per aumentare la comprensibilità dei rischi associati alle criticità presentate, alla Risk Breakdown Structure è stata aggiunta la colonna riportante la sommatoria dei rischi associati ad ogni criticità, ovvero la trasposta dell'ultima riga della Risk Breakdown Matrix.

FAMIGLIA	CRITICITA'	TOTALE CRITICITA'
FLUSSO INFORMATIVO	flusso informativo caotico	36
FLUSSO INFORMATIVO	avanzamento non accurato	23
FLUSSO INFORMATIVO	I cartellini non vengono sempre letti e seguiti nel modo adeguato	15
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	controllo qualità estetico	32
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	Basso controllo delle rilavorazioni	31
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	manutenzione a guasto	20
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	Rilavorazioni medio- alte	20
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	controllo qualità strutturale	15
GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO	Bassa tracciabilità dei processi	10
ORGANIZZAZIONE	Ambiente produttivo caotico e disordinato	41
ORGANIZZAZIONE	clima aziendale negativo	41
ORGANIZZAZIONE	Assenza di procedure standardizzate	36
ORGANIZZAZIONE	Bassa efficienza	19
ORGANIZZAZIONE	Bassa efficacia	13
RISORSE UMANE	Elevata Seniority	38
RISORSE UMANE	Mancanza di una gestione del personale	15
RISORSE UMANE	Ruoli e responsabilità poco chiari	4

Da questa analisi emerge che il maggior livello di rischio è associato alla famiglia “organizzazione” ed in particolare all’ambiente produttivo e al clima aziendale, seguita dalla gestione del processo produttivo, dalla famiglia delle risorse umane e dal flusso informativo.



4.2 PROPOSTE MIGLIORATIVE

Sulla base dell’analisi precedentemente svolta, in questo paragrafo verranno maggiormente analizzate le criticità e verranno presentate alcune proposte di azioni correttive che possono essere messe in atto per ridurre o eliminare il rischio associato ad ogni famiglia.

4.2.1 ORGANIZZAZIONE

L'organizzazione aziendale si riferisce alla struttura e al funzionamento di un'azienda, ossia al modo in cui vengono coordinati e gestiti i vari processi e le risorse all'interno di un'impresa per raggiungere gli obiettivi prefissati. Questo termine, quindi, non si riferisce solo alla struttura gerarchica o ai processi operativi, ma coinvolge una rete complessa di interazioni tra le persone, le procedure, gli strumenti e l'ambiente di lavoro. Una buona organizzazione aziendale è essenziale per garantire che l'azienda possa funzionare in modo efficiente, gestire in modo efficace le risorse a disposizione, rispondere rapidamente ai cambiamenti del mercato e raggiungere gli obiettivi strategici. Senza un'organizzazione adeguata, un'azienda rischia di avere maggiori inefficienze, sprechi di risorse, problemi di comunicazione e difficoltà nel raggiungere una crescita sostenibile.

Le criticità rilevate legate a questa tematica per ordine di importanza sono:

- Ambiente produttivo caotico e disordinato
- Clima aziendale negativo
- Assenza di procedure standardizzate
- Bassa efficienza
- Bassa efficacia

Affrontare queste criticità richiede un approccio integrato che miri a riorganizzare lo spazio di lavoro, migliorare il clima aziendale attraverso una leadership efficace ed una comunicazione aperta, implementare procedure standardizzate e ottimizzare i processi per migliorare sia l'efficienza che l'efficacia. Intervenendo su queste fonti, l'organizzazione può non solo superare le sue attuali sfide, ma può anche costruire una base più solida per il futuro, creando un ambiente di lavoro più armonioso e produttivo per tutti i dipendenti.

Nello specifico, la presenza di un’ambiente produttivo caotico, non ordinato, di aree di lavoro non adeguatamente definite o di strumenti necessari non facilmente accessibili, fanno sì che i dipendenti possono perdere tempo prezioso. Questo disordine non solo rallenta i processi operativi, ma può anche portare ad errori ed incidenti, influenzando negativamente la produttività e la sicurezza.

Quando i dipendenti si trovano a lavorare in un ambiente caotico e sentono che i processi sono mal gestiti, può emergere un sentimento generale di insoddisfazione e stress.
Inoltre, questa criticità si riflette anche sui prodotti realizzati che richiedono un allungamento dei tempi di alcune operazioni, come accade nel reparto finissaggio del processo produttivo analizzato.

Un clima aziendale negativo è spesso alimentato da una cattiva comunicazione, da una leadership inefficace e da una mancanza di coinvolgimento dei dipendenti nei processi decisionali. Questo non solo riduce la motivazione del personale ma può anche portare ad un aumento del turnover, alla perdita di talenti e ad un ulteriore calo della produttività.
Il clima interno e la cultura aziendale sono, infatti, i pilastri che regolano l'agire delle singole persone e determinano i rapporti che le legano. Queste variabili riescono a regolare i ritmi produttivi e l'esistenza stessa dell'azienda. La costruzione e l'utilizzo di strumenti che misurano queste variabili permettono di tenerle sotto controllo e di identificare delle possibili azioni correttive da mettere in atto.

Anche l'assenza di procedure standardizzate è un'altra criticità che può intensificare il caos nell'ambiente di lavoro e contribuire a un clima aziendale negativo. Quando non ci sono linee guida chiare su come eseguire le attività, i dipendenti possono avere diverse interpretazioni su come portare a termine i loro compiti, portando a inconsistenze nella qualità del lavoro e a inefficienze operative.
La mancanza di standardizzazione crea confusione e può portare a conflitti tra i dipendenti, poiché ciascuno può sviluppare i propri metodi di lavoro non necessariamente compatibili con quelli degli altri.

La combinazione di queste problematiche culmina in una bassa efficienza aziendale.
Senza una struttura organizzativa chiara e senza processi ottimizzati, le risorse aziendali non sono utilizzate al massimo delle loro potenzialità. Questo porta a ritardi, sprechi di tempo e risorse, e a una ridotta capacità di rispondere rapidamente ai cambiamenti del mercato o alle esigenze dei clienti. Una bassa efficienza ha un impatto diretto sulla competitività dell'azienda, influenzando sia i costi operativi che la qualità del prodotto o servizio offerto.

Un’accortezza che può essere intrapresa dall’azienda potrebbe essere quella di convogliare l’attenzione e lo sforzo dell’operatore verso la qualità. Attualmente, infatti, l’operatore lavora con la preoccupazione di evadere il più gran numero di prodotti che può entro la giornata e non ha la percezione o la responsabilità di realizzare un prodotto di qualità.

Infine, anche l'efficacia di un'organizzazione, intesa come la capacità di raggiungere gli obiettivi prefissati, è fortemente compromessa da queste criticità.

Un'organizzazione efficace richiede che tutti i componenti del sistema lavorino in armonia verso obiettivi comuni. Tuttavia, con un ambiente caotico, un clima negativo, procedure mal definite e una bassa efficienza, diventa difficile per un'azienda operare in modo efficace. L'efficacia limitata non è solo una conseguenza delle criticità sopra descritte, ma rappresenta anche un indicatore dell'urgenza di affrontare questi problemi per garantire la sostenibilità a lungo termine dell'organizzazione.

Metodologia 5S

Una metodologia che può eliminare e/o ridurre le criticità legate all’organizzazione, soprattutto la prima, è il metodo delle 5S.

5S è una tecnica giapponese strutturata che prende il nome dalle iniziali delle cinque fasi che la compongono e ha lo scopo di mantenere ordine e di standardizzare le operazioni di pulizia del posto di lavoro.

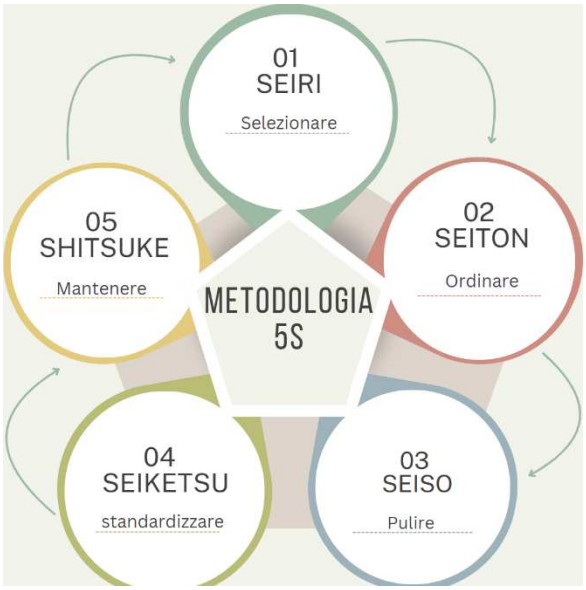


Figura 16: Le 5 fasi della metodologia 5S

1. La prima fase, detta **Seiri** (selezionare), consiste nel separare gli oggetti necessari da quelli inutili e nell'allontanare questi ultimi. In questo modo si ottiene un migliore utilizzo degli spazi e si riduce il tempo di ricerca di materiali, utensili e informazioni.

2. La seconda fase, denominata **Seiton** (ordinare), prevede l'individuazione di un unico posto per ogni oggetto necessario, riducendo così i movimenti e i tempi per la ricerca degli oggetti e migliorando la sicurezza delle postazioni di lavoro.

3. La terza fase, **Seiso** (pulire), consiste nell'individuare ed eliminare lo sporco, e, al contempo, ispezionare per rimuovere le fonti che la producono. La pulizia rende l'ambiente di lavoro più confortevole, migliora il livello di sicurezza e aumenta la vita utile degli oggetti.

4. Nella quarta fase, **seiketsu** (standardizzare), si procede alla creazione di standard per la selezione degli oggetti necessari, ma soprattutto per l'ordine e per la pulizia. In questo modo aumentano produttività ed efficienza e si concretizzano gli sforzi fatti con le prime 3S.

Riordinare sta alla base della standardizzazione che appunto dà la possibilità a "chiunque" di poter assumere il controllo della postazione di lavoro e svolgere correttamente la mansione dovuta in modo semplice e intuitivo.

Prima di depositare gli oggetti in determinati spazi bisogna definire le zone più idonee per ognuno di essi, basandosi su due aspetti fondamentali: la frequenza d'utilizzo e l'economia dei movimenti di ciascuno di essi. Questo è possibile grazie al visual management come elemento di comunicazione: un mezzo utilizzato nell'ambiente di lavoro che permette, con un solo sguardo, di capire dove trovare sempre gli oggetti e dove rimetterli in modo agevole, favorendo appunto la standardizzazione di ogni workstation. Inoltre, per migliorare l'ergonomia degli operatori, è possibile posizionare gli oggetti applicando i principi della golden e della strike zone al fine di ridurre le attività a non valore aggiunto e le operazioni o movimenti difficili o innaturali per l'operatore.

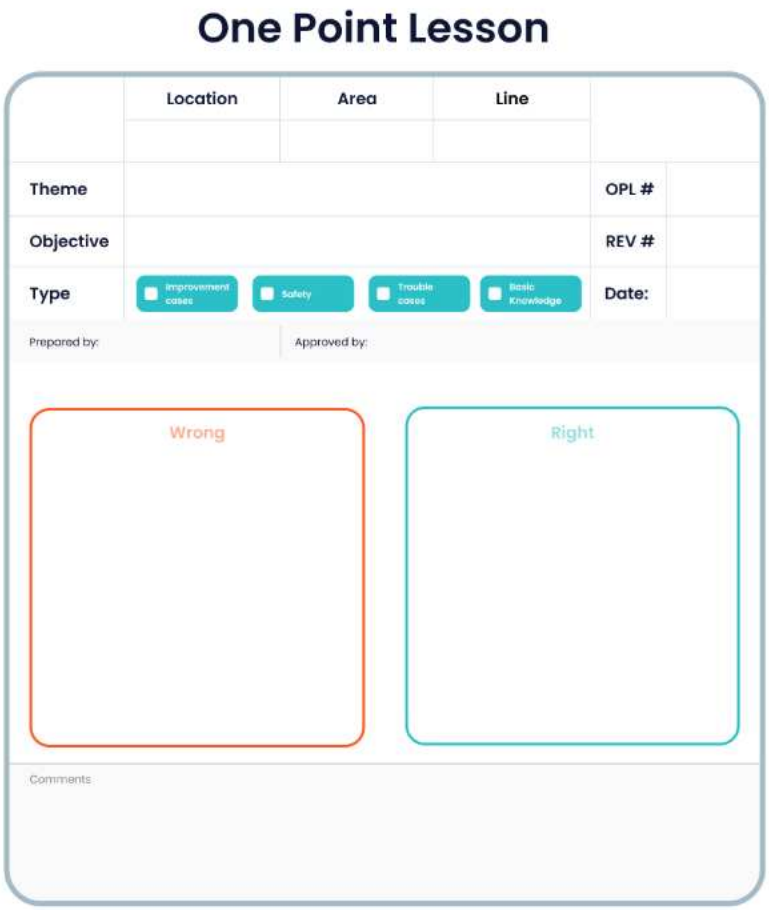
5. La quinta e ultima fase è chiamata **shitsuke** (mantenere): per evitare regressioni è necessario applicare rigorosamente nel tempo la tecnica e migliorare gli standard creati, effettuando attività di valutazione periodica, condividendo e premiando i miglioramenti apportati.

Le prime tre fasi di questo metodo permettono di creare un ambiente aziendale pulito e ben organizzato e sono le più intense: per portarle a termine può essere necessario impiegare relativamente molto tempo, non vanno affrontate con superficialità ma applicando criteri ben precisi. Le fasi davvero fondamentali sono le ultime due: la creazione e il mantenimento di standard, le quali hanno l'obiettivo di rendere quotidiane queste attività.

Standardizzazione delle procedure

Oltre a mettere in atto la metodologia 5S, per garantire che tutti i dipendenti seguano le stesse linee guida, riducendo la variabilità nei processi di lavoro e migliorando la coerenza e la qualità del prodotto, è possibile introdurre dei documenti che permettano di standardizzare le procedure e le attività svolte. In quest'ottica possono essere redatti documenti come: One Point Lesson (OPL), Standard Opertaing Procedure (SOP) e Work Instruction.

Un One Point Lesson (OPL) è spesso associato al lean manufacturing e si riferisce a una tecnica di apprendimento rapido e focalizzato su un singolo aspetto o concetto. Questo documento viene utilizzato per trasmettere conoscenze specifiche e operative in modo rapido ed efficace ed è spesso accompagnato da immagini o da diagrammi per facilitare la comprensione e garantire che chiunque esegua una particolare attività abbia le conoscenze necessarie per svolgerla in modo efficace e sicuro.



Una Standard Operating Procedure (SOP) è una documentazione formale che include un insieme di istruzioni scritte, necessarie per descrivere nel dettaglio le procedure standard da seguire per eseguire attività operative e gestionali in modo uniforme e controllato.

Le istruzioni di lavoro, invece, sono documenti che contengono istruzioni step by-step o indicazioni molto specifiche su come svolgere un determinato compito. Un'istruzione di lavoro spiega e descrive in dettaglio i passaggi necessari per completare un'attività in modo corretto ed efficiente. Esse possono essere scritte, illustrate con diagrammi o foto o presentate in altri formati, come video o audio.

4.2.2 GESTIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO

La gestione del processo produttivo rappresenta una delle aree più critiche all'interno delle aziende manifatturiere, influenzando direttamente la qualità del prodotto, i costi di produzione e la competitività complessiva dell'impresa.

Per mitigare il rischio che questa componente abbia effetti negativi, è possibile adottare la filosofia lean production, che, come descritta da Ohno (1988), fondatore del Toyota Production System, si concentra sull'eliminazione degli sprechi, sulla standardizzazione dei processi e sull'ottimizzazione del flusso produttivo per creare un sistema più efficiente e flessibile.

La produzione snella non si limita all'efficienza operativa, ma coinvolge anche il miglioramento continuo, noto come *Kaizen*, secondo cui le imprese dovrebbero perseguire innovazioni incrementali in ogni aspetto delle loro attività, generando un ciclo costante di ottimizzazione e adattamento alle sfide produttive e di mercato.

Nella gestione del processo produttivo analizzato sono emerse le seguenti criticità che possono compromettere l'efficienza e la qualità complessiva della produzione.

- Controllo qualità estetico
- Basso controllo delle rilavorazioni
- Manutenzione a guasto
- Rilavorazioni medio- alte
- Controllo qualità strutturale
- Bassa tracciabilità dei processi

La prima criticità emersa riguarda il controllo qualità del prodotto che viene eseguito solo nell'ultimo reparto produttivo. In questo modo i pezzi non conformi subiscono tutte le lavorazioni con il conseguente aumento dei costi e delle inefficienze.

Seguendo i principi della logica lean, in cui si ha l'obiettivo ideale di avere zero difetti e zero sprechi, ogni fase del processo produttivo deve essere riorganizzato e deve incorporare meccanismi di controllo qualità delle parti prodotte in tutte le fasi di lavorazioni, in modo da minimizzare, fino ad annullare, il controllo finale.

In questo caso, l'operatore non dovrebbe essere un mero esecutore dell'operazione bensì l'elemento che in una logica cliente-fornitore, conoscendo le aspettative del cliente a valle, è responsabilizzato alla correzione dei difetti. D'altra parte, il management deve formare e addestrare il personale, creando anche delle procedure e dei metodi ad hoc che siano chiari, facilmente comprensibili da tutte le parti interessate e che assicuri la qualità dei prodotti fin dalla fase di progettazione.

Poiché le caratteristiche qualitative del prodotto, alla base della soddisfazione dei clienti, sono legate alla qualità dei processi produttivi, è necessario migliorare continuamente la qualità di tutte le fasi dei processi aziendali[22].

Pertanto, risulterebbe ideale riprogettare l'intero processo eliminando gli ostacoli che rallentano il flusso come le 3M, il cui acronimo sta per Muda, Mura e Muri, che comprendono una strategia per identificare errori e sprechi in produzione, al fine di apportare i cambiamenti necessari per operare senza errori e garantire l'esperienza migliore per il cliente finale.

- Muda è un termine giapponese che significa spreco e rappresenta tutto ciò che è inutile.
- Muri indica il sovraccarico e compare quando le operazioni richieste eccedono il carico che il processo potrebbe sostenere in condizioni ottimali, per esempio quando gli operatori sono costretti ad una mole di lavoro eccessiva, che a sua volta può avere conseguenze indesiderate con un incremento dei difetti, con i relativi costi.
- Mura che significa irregolarità e può essere vista come una combinazione del muda e del muri.

  La prima causa del Mura può essere identificata nella non qualità; la produzione di un output non conforme genera in prima battuta muda, in quanto il prezzo sarà scartato, e successivamente genererà anche muri perché dovranno essere prodotte delle nuove parti per rispettare la programmazione fatta e rispettare le tempistiche di consegna stabilite con il cliente[23].

[22]A. Morgante. (2012). *"Dai sistemi produttivi tradizionali ai sistemi produttivi avanzati".* Editore: Maggioli Editore
[23] R. Pavanato. (2020). *"The Lean Book. Come creare processi efficaci ed efficienti in ogni organizzazione".* Editore: goWare & Guerini Next.

Inoltre, un basso controllo delle rilavorazioni, le rilavorazioni medio-alte e la bassa tracciabilità dei processi evidenziano una scarsa propensione alla misurazione e al controllo delle prestazioni produttivo-logistiche, che comporta molte difficoltà sia a cogliere la presenza di aree di criticità, sia ad orientare eventuali attività di miglioramento e ad identificare obiettivi chiari e raggiungibili.

L'introduzione di un sistema di misurazione delle prestazioni multidimensionali, progettato ad hoc sulla strategia e sugli obiettivi aziendali, è essenziale per garantire un'efficace guida decisionale, permettendo di prendere decisioni basate su dati oggettivi.

La misurazione della performance è un'attività strategica che analizza le prestazioni aziendali mediante un sistema strutturato di indicatori chiave di performance (KPIs)**,** che rappresentano il cuore di qualsiasi processo di pianificazione, programmazione e controllo.

Un KPI è una misura sintetica, coincidente con una variabile o composta da più variabili, in grado di riassumere l'andamento del fenomeno cui si riferisce e viene utilizzato per quantificare i risultati attesi o conseguiti e valutare il raggiungimento degli obiettivi desiderati.

Infine, un'ultima criticità appartenente alla famiglia della gestione del processo produttivo riguarda la manutenzione.
Attualmente nell'azienda esaminata viene fatta una manutenzione a guasto, chiamata anche correttiva, la quale prevede che si intervenga per riparare un guasto, sostituire un componente o fare attività di revisione solo quando il danno si è già verificato e pertanto viene eseguita su apparecchiature rotte o arrestate, che non risultano più essere operative, con lo scopo di ripristinare le funzioni originarie del sistema senza apportare un miglioramento tecnico.

Questi guasti generano dei fermi costosi che possono rallentare o addirittura bloccare i normali cicli lavorativi. Anche se spesso non è possibile però evitare l'insorgere di un danno imprevisto, è bene bilanciare questa strategia con delle altre, come la manutenzione preventiva o predittiva:

- Manutenzione preventiva: prevede interventi regolari pianificati per prevenire guasti e mantenere le macchine in condizioni operative ottimali.
- Manutenzione predittiva: utilizza tecnologie avanzate per monitorare in tempo reale lo stato delle attrezzature, consentendo di prevedere e prevenire guasti prima che si verifichino.

Una manutenzione esclusivamente correttiva può comportare:

- costi di manutenzione maggiori nel lungo periodo;
- problematiche alla sicurezza dell'ambiente di lavoro;
- fermi improvvisi dei macchinari con conseguente ritardo nella produzione;
- diminuzione della vita utile dell'asset.

Inoltre, l'attività manutentiva mira a ottenere una certa continuità del processo produttivo e non è quindi costituita solo da azioni "tecniche" correttive o di sostituzione delle parti guaste o usurate, ma comprende anche un'efficiente organizzazione dell'attività stessa. Infatti, la manutenzione viene definita dalla norma UNI EN 13306:2018 come *"combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative e gestionali, previste durante il ciclo di vita di un'entità, destinate a mantenerla o riportarla in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta".*

Una metodologia di gestione della manutenzione che si allinea con i principi della lean production e che può essere applicata in questo contesto è il Total Productive Maintenance(TPM), una strategia di manutenzione basata sull'idea che chiunque operi all'interno di una facility dovrebbe partecipare alla manutenzione di macchinari e di impianti produttivi, aiutando il team di manutenzione a svolgere il proprio lavoro nel miglior modo possibile.

In questo senso, più che una strategia di manutenzione, il Total Productive Maintenance (TPM) rappresenta una vera e propria filosofia, un approccio globale che può essere adottato da aziende che hanno come

obiettivo il miglioramento continuo per creare le condizioni per l'ottimizzazione del lavoro, per ridurre gli sprechi e per raggiungere dei più alti livelli di efficienza[24].

4.2.3 FLUSSO INFORMATIVO

Il flusso informativo all'interno di un'azienda rappresenta il modo in cui le informazioni vengono trasmesse tra i vari reparti e i dipendenti. Un flusso informativo efficace ed una comunicazione chiara e precisa è fondamentale per il successo di qualsiasi organizzazione, al fine di garantire che tutti i membri dell'organizzazione siano allineati sugli obiettivi comuni, che abbiano accesso alle informazioni necessarie per svolgere il proprio lavoro in modo efficace e che eventuali problemi o criticità vengano affrontati tempestivamente.

Le principali criticità rilevate legate a questa famiglia sono:

- Flusso informativo caotico
- Avanzamento poco accurato
- I cartellini non vengono sempre letti e seguiti in modo corretto

Un flusso informativo caotico si verifica quando le informazioni all'interno dell'organizzazione non vengono comunicate in modo chiaro, tempestivo e strutturato. Questo può portare a malintesi, duplicazioni di lavoro, e difficoltà nel prendere le decisioni. Infatti, quando le informazioni sono frammentate, incomplete o poco chiare, prendere decisioni informate diventa un processo lungo e complicato.

Inoltre, spesso le informazioni vengono trasmesse dagli operatori mentre stanno svolgendo altre attività non correlate all'informazione data, il che può risultare poco efficace. Per migliorare la situazione, potrebbe essere utile scoraggiare le interruzioni nei momenti in cui si sta lavorando alle proprie priorità, informando i propri collaboratori dei periodi di tempo in cui si è irreperibili.
Controllare le interruzioni significa, infatti, stabilire quando consultarsi con gli altri e quando invece dedicarsi ininterrottamente al completamento di un'attività. Occorre tener presente, infatti, una disponibilità costante

[24]Mainsim. *"TPM – Total Productive Maintenance".* Disponibile da: https://www.mainsim.com/academy/tpm/

implica continue interruzioni e distrazioni che impediscono di completare ciò che si è scelto di fare perdendo più tempo. Inoltre, dopo ogni momento di distrazione, bisogna perdere altro tempo nella ricostruzione della concentrazione.

Un ulteriore problema significativa appartenente a questa famiglia riguarda il monitoraggio dell'avanzamento della produzione impreciso, poiché si basa esclusivamente sui macro-reparti e viene effettuato in orari prestabiliti da operatori amministrativi, invece di essere eseguito direttamente dagli operatori in linea. Questo approccio semplificato crea criticità, soprattutto nel reparto di montaggio, che comprende un numero maggiore di sottoprocessi rispetto agli altri reparti. Trascurare tali sottoprocessi e considerare solo i macro-reparti può fornire una visione distorta dello stato reale della produzione, causando inefficienze e ritardi.

Una soluzione per migliorare l'accuratezza del monitoraggio potrebbe consistere nella suddivisione dei macro-reparti in sotto-reparti più specifici per garantire un controllo più preciso. Ad esempio, il reparto del montaggio potrebbe essere suddiviso in tre sottoprocessi principali: il primo comprenderebbe la preparazione della tomaia e il montaggio sulla forma, il secondo le lavorazioni specifiche necessarie, e il terzo l'assemblaggio finale tra tomaia e suola. Questa frammentazione permetterebbe un monitoraggio più dettagliato, riducendo le discrepanze tra lo stato effettivo della produzione e quello riportato dai sistemi di avanzamento.

Inoltre, sarebbe vantaggioso implementare sistemi che consentano agli operatori di registrare l'avanzamento direttamente in linea. Per garantire il successo di questa soluzione, però, sarà fondamentale assicurare un'adeguata formazione del personale, affinché sia in grado di gestire correttamente le nuove procedure e i nuovi strumenti.

Un'altra criticità rilevante è l'uso inadeguato dei cartellini di produzione. Questi sono strumenti utilizzati per fornire indicazioni operative specifiche ai lavoratori sullo stato e sulle esigenze dei materiali o dei prodotti in lavorazione. Questi cartellini contengono informazioni essenziali come i numeri di lotto, le quantità, le scadenze, e altre istruzioni pertinenti alla produzione.

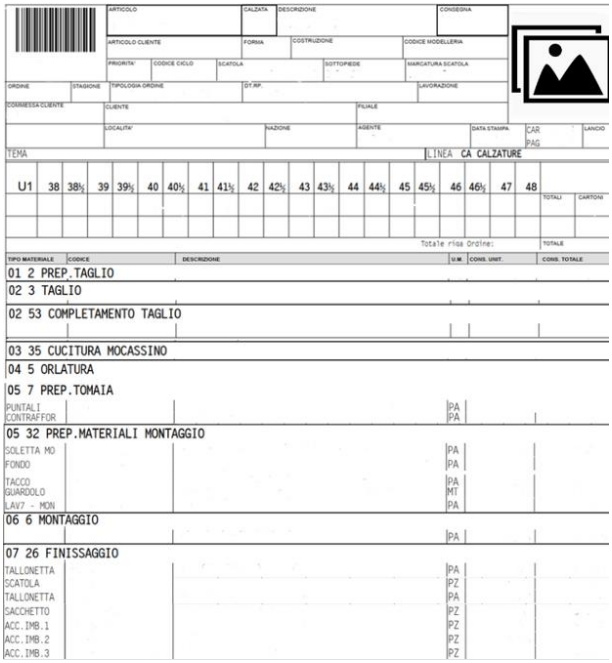


Figura 17: Esempio di Cartellino di produzione

Tuttavia, una delle criticità riscontrate è che i cartellini non vengono sempre letti e seguiti nel modo adeguato. Ciò può derivare da una mancanza di chiarezza nelle istruzioni, da un'eccessiva complessità delle informazioni riportate o da una scarsa formazione dei dipendenti sull'importanza del loro corretto utilizzo.

Quando i cartellini di produzione non vengono seguiti accuratamente, si rischia di produrre articoli non conformi alle specifiche richieste, con conseguenti scarti, rilavorazioni, aumento dei costi e ritardi, che compromettono la qualità e l'efficienza dell'intero processo produttivo.

Anche se questo documento non può essere strutturalmente cambiato, in quanto generato da un sistema gestionale, la criticità ad esso associata può essere ridotta allegando una legenda, delle informazioni sulla sua corretta interpretazione o dei documenti aggiuntivi che permettano di fare maggiore chiarezza.

Inoltre, è possibile implementare un’adeguata formazione periodica per i dipendenti sull'importanza dei cartellini di produzione e sul modo corretto di interpretarli ed effettuare dei controlli regolari sul flusso informativo può aiutare l'organizzazione a migliorare significativamente le proprie operazioni e i risultati complessivi.

4.2.4 RISORSE UMANE

L'impresa calzaturiera è prevalentemente labour intensive ed è generalmente organizzata per funzioni, ovvero unità organizzative specializzate (ad esempio, amministrazione, commerciale, produzione, acquisti, ecc.) preposte alla gestione dei processi assegnati.

Si intuisce pertanto in che misura le risorse umane costituiscano una criticità per la qualità dei vari processi, rappresentando l'elemento fondamentale di differenziazione rispetto alla concorrenza. Infatti, se le risorse materiali sono ampiamente disponibili e reperibili da parte di competitor, le informazioni, il know how, le esperienze e le capacità delle risorse umane che operano in questo specifico settore, contribuiscono alla formazione dell'elevato valore immateriale del prodotto. Solo se tutte le risorse utilizzate, comprese quelle umane, sono pianificate, controllate e verificate nelle loro specifiche e nei loro requisiti, risulta possibile competere con successo sugli scenari ormai globali in continua e rapida evoluzione.

Le principali criticità rilevate legate a questa famiglia sono:

- Elevata Seniority
- Mancanza di una gestione del personale
- Ruoli e responsabilità poco chiari

Un'elevata seniority all'interno di un'azienda si riferisce alla presenza di un numero elevato di dipendenti con lunga esperienza lavorativa o anzianità di servizio, spesso vicini all'età pensionabile.

Secondo i dati ISTAT il tasso di occupazione dei lavoratori di età superiore ai 50 anni è in costante aumento. Questo fenomeno è determinato da questioni demografiche come l'aumento dell'aspettativa di vita e la riduzione dei tassi di natalità, ma è anche dovuto alle modifiche delle leggi pensionistiche, così come alla carenza di manodopera specializzata più giovane.

L'azienda analizzata riflette chiaramente questa tendenza. Come illustrato nel grafico seguente, il 64% degli operatori ha un'età superiore ai 50 anni, mentre non si ha nessun dipendente nella fascia di età compresa tra i 18 e i 30 anni.

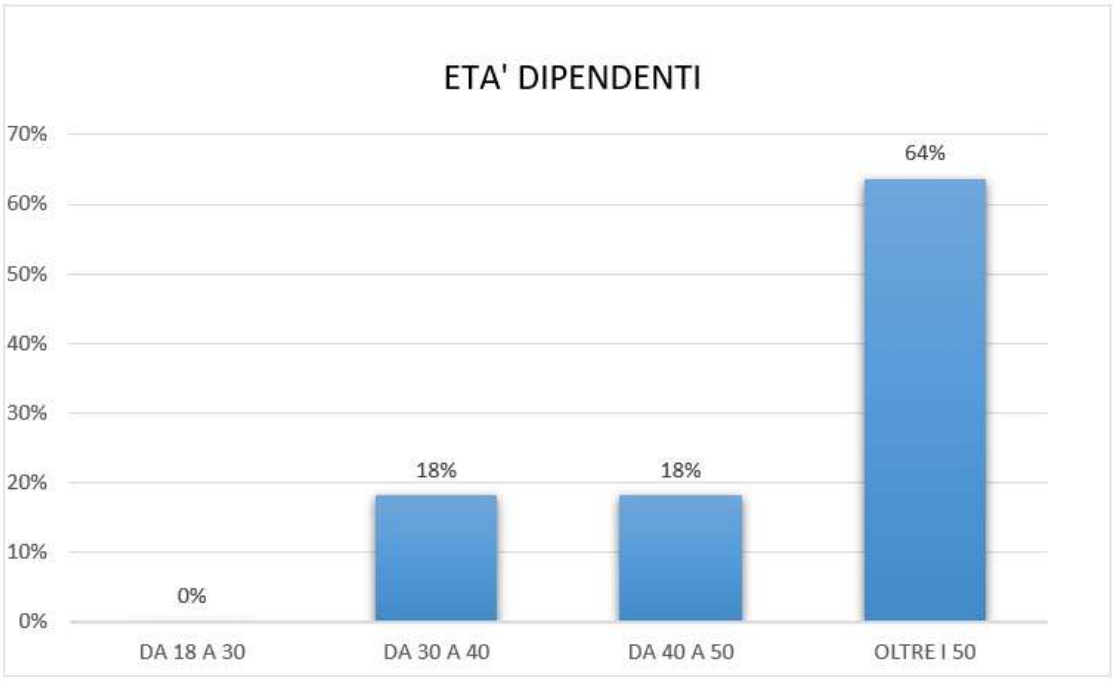


Figura 18: Età dipendenti Gallucci Srl

In genere, i lavoratori più giovani sono preferiti per la loro capacità di adattarsi rapidamente all'innovazione, per la familiarità con le tecnologie informatiche, per la creatività e per la facilità di integrazione nei team aziendali. I lavoratori più anziani, invece, tendono ad essere ritenuti più affidabili, più disponibili a lavori pesanti e ripetitivi e più fedeli all'impresa (Alker, 2008).

Tuttavia, in alcuni contesti come quello calzaturiero, l'esperienza accumulata dai lavoratori senior rappresenta uno dei principali motivi per cui molte aziende scelgono di trattenerli, nonostante il costo del lavoro più elevato sia un incentivo per molte organizzazioni a ridurre la loro presenza.

Infatti, il modello produttivo su cui si è basato il settore calzaturiero in Italia ha visto fondare la propria competitività sulla capacità delle imprese, nel medio e nel lungo periodo, di preservare competenze ed abilità strategiche di tipo artigianale o semi artigianale, difficilmente sostituibili dai processi di automazione ed innovazione tecnologica. Pertanto, in questo contesto, i lavoratori anagraficamente più anziani vengono privilegiati e trattenuti il più possibile in quando possessori di un capitale umano non tanto connesso alla partecipazione a contesti di apprendimento formalizzati quanto allo sviluppo di un "sapere esperienziale", di un "sapere tacito" difficilmente sostituibile (Pacquola, 2013; Magnoler, Pacquola e Tescaro, 2014).

Tuttavia, il pensionamento imminente di questi lavoratori comporta, però, il rischio di perdere competenze chiave. Questo può creare alle imprese una notevole mancanza non solo di lavoratori, ma soprattutto di abilità, competenze, conoscenze ed esperienze se non ci sono stati adeguati piani di formalizzazione, successione o trasferimento delle conoscenze.

Inoltre, l'innovazione tecnologica, intesa come l'introduzione di nuovi strumenti, tecniche, metodi o sistemi operativi, può rappresentare una sfida per i lavoratori più anziani che potrebbero non essere altrettanto pronti ad abbracciare il cambiamento come lo sono i colleghi più giovani. Ne consegue che, la resistenza al cambiamento, l'obsolescenza delle competenze e le difficoltà di apprendimento di nuove tecnologie possono rallentare la crescita e la competitività aziendale.

Per superare queste difficoltà, le imprese potrebbero adottare i principi di Age Management, una branca del Diversity Management focalizzata sull'integrazione e la valorizzazione delle diverse generazioni all'interno del contesto lavorativo. Questa strategia può favorire una collaborazione efficace tra lavoratori senior e più giovani, sfruttando il meglio delle competenze specializzate dei più anziani e la flessibilità e apertura all'innovazione delle nuove generazioni.

Un approccio equilibrato tra le diverse fasce d'età assicura che il patrimonio di conoscenze accumulato nel tempo non venga disperso, promuovendo al contempo un ambiente di apprendimento reciproco e di continua innovazione. Tuttavia, è necessario creare una cultura organizzativa che promuova il dialogo intergenerazionale, la loro collaborazione e cooperazione al fine di raggiungere obiettivi comuni e garantire la sostenibilità e la competitività dell'azienda.

D'altro canto, per beneficiare di una gamma più ampia di conoscenze ed esperienze e per garantire che le risorse umane siano utilizzate in modo efficiente e produttivo risulta fondamentale una buona gestione del personale.

Le attività di gestione delle risorse umane, infatti, possono essere riconosciute come un processo che si occupa della gestione, dello sviluppo e della valorizzazione delle persone che porta ad una migliore performance organizzativa ed individuale. La mancanza di una gestione del personale implica che non esiste

una supervisione adeguata o una struttura organizzativa ben definita per coordinare le attività e il benessere dei dipendenti. Questo può portare a una serie di problematiche, come la difficoltà nel monitorare le performance, una scarsa motivazione tra i dipendenti e una gestione inadeguata dei conflitti.

Anche la mancanza di chiarezza nei ruoli e nelle responsabilità influisce negativamente sulla motivazione e sulla produttività. Quando non è chiaro chi deve svolgere determinate attività o prendere determinate decisioni, si possono creare sovrapposizioni di compiti, ritardi e potenziali conflitti tra i dipendenti. Questo non solo rallenta il processo decisionale, ma alimenta anche un clima di incertezza che può sfociare in tensioni interne.

Per risolvere questa criticità è possibile creare un organigramma funzionale, ovvero uno schema organizzativo di tipo gerarchico in cui l'azienda è suddivisa in aree, uffici o unità organizzative specializzate (ad esempio, amministrazione, vendite, produzione, acquisti). Un'illustrazione grafica di questo tipo il più completa e chiara possibile permette di rappresentare graficamente la struttura interna dell'azienda e le figure che vi operano, di chiarire le dinamiche gerarchiche e di definire con chiarezza ruoli, posizioni e relazioni di interdipendenza tra le persone.

A supporto di questa rappresentazione grafica, può essere anche utile la creazione di un mansionario, un documento che descrive i compiti (le mansioni) che devono essere svolti da ciascuna persona nell'ambito di un'unità organizzativa.

La parte descrittiva del mansionario è costituita da una scheda mansione che definisce le attività da svolgere, le competenze richieste (ad esempio informatiche, contabili, giuridiche) e le modalità di esecuzione delle operazioni. Nel mansionario sono riportati, inoltre, il grado di responsabilità della posizione e di autonomia decisionale (l'attribuzione di compiti con contenuti decisionali e di controllo), nonché le dipendenze gerarchiche, ovvero le relazioni che la mansione ha con le altre posizioni organizzative.[25]

[25] V. Venezia. (2013). *"Le Strutture Organizzative Aziendali".* Editore: EDUCatt - Ente per il diritto allo studio universitario dell'Università Cattolica

L’adozione di questi strumenti può migliorare anche la gestione del personale, consentendo una più equa distribuzione del carico di lavoro. Aiuta, inoltre, ad identificare in modo intuitivo eventuali sovrapposizioni funzionali (con più persone che svolgono lo stesso compito) o ruoli vacanti che devono essere coperti.

Conclusioni

Il settore calzaturiero italiano, con la sua forte impronta artigianale e la presenza di distretti industriali come quello marchigiano, rappresenta una delle eccellenze del Made in Italy. Tuttavia, le aziende di oggi operano in un contesto estremamente competitivo dovuto alla "globalizzazione" che consente di produrre in qualsiasi parte del mondo e di vendere e acquistare senza che la distanza geografica risulti un reale ostacolo alla circolazione dei beni e alle "richieste dei clienti" che pretendono prezzi sempre più bassi e standard qualitativi sempre più elevati.

La necessità di migliorare la competitività sul mercato e di ridurre costi ed inefficienze sta spingendo le aziende ad adeguare la propria struttura organizzativa e i propri processi a filosofie produttive innovative come quella Lean, che si integra perfettamente in qualsiasi realtà manifatturiera.

In generale, il pensiero snello, che ha il significato di fare di più usando di meno, permette di accrescere la flessibilità dell'imprese attraverso strutture organizzative agili, un'attività di partecipazione delle persone al processo produttivo, un uso delle tecnologie meglio integrato con l'attività umana e un abbattimento degli sprechi insiti nel modo tradizionale di impostare il processo produttivo.

Affinché si possano ottenere questi vantaggi, la filosofia lean deve far parte del modo di fare delle persone che lavorano in azienda, diventando una nuova cultura del lavoro, e richiede all'azienda un vero e proprio cambio di mentalità e organizzativo, non sempre semplice soprattutto nelle realtà industriali con una tradizione di gestione decennale.

BIBLIOGRAFIA

Centro Studi Assocalzaturifici. Disponibile da: https://www.assocalzaturifici.it/servizi/centro-studi/

Avi Maria, S., Salvato, G. (2017) “Sistema informativo integrato: un modello semplificato per le PMI del settore calzaturiero”. Editore: Giappichelli.

Allianz Trade. “Magazine - News e approfondimenti sul mondo del business e della finanza visti attraverso la lente di Allianz Trade”. Disponibile da: https://www.allianz-trade.com/it_IT/news-e-approfondimenti/trade-magazine.html

Osservatorio Innovazione Digitale nelle PMI. *“PMI, Piccole e Medie Imprese: cosa sono e come si evolvono”.* Disponibile da: https://blog.osservatori.net/pmi-significato-numeri-innovazione

“Italianshoes: Il made in Italy che fa cultura”. Disponibile da: https://www.italianshoes.com/it/

Siemens. “Tecnomatix digital manufacturing software”. Disponibile da: https://plm.sw.siemens.com/en-US/tecnomatix/

Banks, J., Carson, J.S., Nelson, B.L., Nicol, D.M. (2005). *"Discrete-Event System Simulation".* Editore: Pearson Prentice Hall.

Law, A.M., Kelton, W.D. (2000). *"Simulation Modeling and Analysis".* Editore: McGraw-Hill.

Fishman, G.S. (2001). *"Discrete-Event Simulation: Modeling, Programming, and Analysis".* Editore: Springer.

Area Studi Mediobanca. (giugno 2024). *“La nuova mappatura dei distretti industriali e degli altri sistemi produttivi locali”.*

Casadio Strozzi, M., Sala L. (2024). *“Gestione dei Sistemi Produttivi e della Logistica: Guida agli approcci, metodologie e tecniche per la pianificazione ed il controllo del sistema produttivo e logistico”.* Editore: Società Editrice Esculapio

Ohno, T. (1988). *“Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*”. Editore: Productivity Press.

Imai, M. (1986). "*Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success"*. Editore: McGraw-Hill.

Pavanato, R. (2020). *"The Lean Book. Come creare processi efficaci ed efficienti in ogni organizzazione".* Editore: goWare & Guerini Next.

V. Venezia. (2013). *"Le Strutture Organizzative Aziendali".* Editore: EDUCatt - Ente per il diritto allo studio universitario dell'Università Cattolica.