



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Gestionale

Ottimizzazione dei processi produttivi di un'azienda calzaturiera mediante implementazione di un Manufacturing Execution System

Optimization of production processes in a footwear company through the Implementation of a Manufacturing Execution System

Relatore:
Prof. Alex Mircoli

Tesi di Laurea di:
Raffaele Jommi

A.A. 2023/2024

INDICE

0. ABSTRACT ESTESO

1. INTRODUZIONE

- 1.1 Panoramica delle Aziende Calzaturiere del Lusso Italiane
- 1.2 Perché l'Introduzione del MES rende le aziende competitive
- 1.3 Struttura tesi

2. APPROCCIO E METODOLOGIA DI PROGETTO

- 2.1 Tools di supporto
- 2.2 Raccolta dei tempi produzione e realizzazione del Data Base tempi
- 2.3 Definizione della Skill Matrix

3. IMPLEMENTAZIONE DEL MES

- 3.1 Sviluppo del flusso
- 3.2 Creazione delle dashboard
- 3.3 Creazione delle interfacce per i device e del manuale
- 3.4 Gestione delle notifiche

4. RISULTATI OTTENUTI

- 4.1 Ricostruzione di una routine per il miglioramento continuo
- 4.2 Implementazione di un nuovo software MES
- 4.3 Creazione del database dei tempi
- 4.4 Studio efficace dei dati

5. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

- 5.1 Raggiungimento degli obiettivi
- 5.2 Conclusione generale
- 5.3 Sviluppi futuri

6. SITOGRAFIA

ABSTRACT ESTESO

Il presente lavoro si inserisce nel contesto dell'industria calzaturiera di lusso italiana, che da sempre combina tradizione artigianale e innovazione. L'obiettivo è stato l'implementazione di un Manufacturing Execution System (MES) per migliorare l'efficienza e la digitalizzazione dei processi produttivi, con un focus sull'ottimizzazione delle risorse e l'automazione.

La procedura è iniziata con un'analisi dei processi aziendali, seguita dalla creazione di strumenti di supporto come il database dei tempi e la skill matrix. Successivamente, si è passati all'implementazione del MES, coinvolgendo formazione, test e analisi dei dati.

L'obiettivo principale era quello di supportare la trasformazione digitale dell'azienda, ottimizzando i processi produttivi, aumentando la tracciabilità e migliorando la gestione delle risorse. Questo ha permesso una maggiore integrazione tra i reparti produttivi e la gestione amministrativa.

Il metodo utilizzato ha previsto l'adozione di tecnologie come dashboard interattive per la tracciabilità dei carrelli, tablet per gli operatori e device per i supervisor ed impiegati. Queste tecnologie hanno permesso di monitorare e controllare in tempo reale ogni fase della produzione, riducendo i tempi di inattività e migliorando la gestione delle risorse.

I risultati hanno mostrato un incremento dell'efficienza operativa e una riduzione del 5% dei tempi di inattività, gettando le basi per futuri sviluppi nel coordinamento tra produzione e magazzino, automazione e analisi predittiva dei dati.

In ottica futura, il sistema MES sarà ulteriormente ampliato con il completamento di funzionalità quali l'integrazione con il magazzino e l'introduzione di uno scheduler avanzato. Questi sviluppi permetteranno di ottimizzare la pianificazione delle risorse e migliorare la gestione delle scorte, garantendo un controllo ancora più preciso delle operazioni e supportando la crescita dell'azienda nel lungo termine.

1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato di tesi esplora l'implementazione del Manufacturing Execution System (MES) all'interno di un'azienda calzaturiera di lusso, offrendo una panoramica dettagliata dell'ambito in cui si inserisce questo lavoro.

1.1 Panoramica delle Aziende Calzaturiere del Lusso Italiane

L'industria calzaturiera del lusso in Italia è rinomata per la sua qualità artigianale, design sofisticato e l'eccellenza dei materiali utilizzati. Le aziende di questo settore sono conosciute per la loro abilità nel combinare tradizione e innovazione per creare prodotti esclusivi e di alta gamma.

Nel 2023, il mercato globale del lusso ha raggiunto un valore stimato di circa 350 miliardi di euro. L'Italia, con il suo richiamo internazionale e la sua tradizione consolidata nel settore, rappresenta una parte significativa di questo mercato, con un fatturato compreso tra 30 e 35 miliardi di euro, pari a circa il 10% del totale globale. Le calzature di lusso italiane sono particolarmente rilevanti in questo contesto, contribuendo in maniera sostanziale a questo fatturato. Infatti, le esportazioni di calzature di lusso italiane superano i 5 miliardi di euro all'anno, dimostrando l'ampia diffusione e l'apprezzamento dei prodotti italiani a livello internazionale.

La provincia di Fermo, situata nella regione Marche, è uno dei principali poli della produzione calzaturiera in Italia. Questa area è conosciuta per la sua lunga tradizione e per l'elevata concentrazione di aziende specializzate nella produzione di calzature, sia grandi marchi che piccole imprese artigianali. Secondo Forbes, una scarpa italiana su tre viene prodotta a Fermo, sottolineando l'importanza di questa provincia nel panorama calzaturiero globale. La presenza di numerose aziende e l'alta qualità della produzione rendono Fermo un centro nevralgico nel settore calzaturiero, dove l'artigianalità si sposa con l'innovazione tecnologica.

1.2 Perché l'Introduzione del MES rende le aziende competitive

Il Manufacturing Execution System (MES) è un software progettato per gestire e ottimizzare le operazioni di produzione in tempo reale. Collega i sistemi di pianificazione, come l'ERP (Enterprise Resource Planning), con le macchine e i processi produttivi, offrendo una visibilità dettagliata e una gestione integrata dei dati di produzione. L'introduzione di un MES in un'azienda calzaturiera di lusso può apportare numerosi vantaggi competitivi, essenziali per mantenere e accrescere la propria posizione nel mercato globale.

1.Ottimizzazione dei Processi Produttivi: Un MES consente di monitorare e controllare le operazioni produttive in tempo reale, ottimizzando i processi e riducendo i tempi di inattività. Questo è cruciale per garantire elevati standard di qualità e rispondere prontamente alle richieste del mercato. La capacità di intervenire tempestivamente in caso di problemi e di adattare le operazioni alle esigenze produttive migliora significativamente l'efficienza complessiva.

2.Tracciabilità e Qualità: La tracciabilità è fondamentale per le aziende di lusso, dove la qualità del prodotto è essenziale. Un MES facilita la tracciabilità di ogni fase della produzione, permettendo di identificare e risolvere rapidamente eventuali problemi di qualità. Questo garantisce che ogni prodotto rispetti gli standard elevati richiesti dal mercato del lusso e aiuta a mantenere la reputazione dell'azienda.

3.Gestione dell'Inventario: Un MES offre una visibilità completa sull'inventario e sui materiali, migliorando la gestione delle scorte. Questo consente di ridurre i costi associati a eccedenze o carenze di materiali e di ottimizzare l'approvvigionamento. La gestione accurata dell'inventario è particolarmente importante per le aziende di lusso, dove la disponibilità di materiali di alta qualità deve essere sempre garantita.

4.Integrazione e Coordinamento: La capacità di integrare il MES con altri sistemi aziendali, come ERP e CRM, migliora la gestione complessiva dell'intera catena di valore. Questa integrazione facilita una pianificazione più precisa, una previsione migliore della domanda e una gestione più coordinata delle risorse. La

visione integrata dei dati consente alle aziende di prendere decisioni più informate e tempestive.

5.Adattamento al Mercato: Le aziende del lusso devono essere agili e in grado di rispondere rapidamente ai cambiamenti delle tendenze del mercato. Un MES permette una maggiore flessibilità e una risposta più veloce alle modifiche nei requisiti dei clienti o nelle tendenze emergenti. Questo aiuta le aziende a rimanere competitive e a soddisfare le aspettative dei consumatori in un mercato in continua evoluzione.

6.Efficienza e Riduzione dei Costi: Migliorando l'efficienza dei processi produttivi e riducendo gli sprechi, un MES contribuisce alla riduzione dei costi operativi. Questa efficienza incrementa la competitività dell'azienda, consentendo di offrire prodotti di alta qualità a costi più contenuti e di migliorare la redditività complessiva.

In sintesi, l'implementazione di un MES nelle aziende calzaturiere del lusso, come quelle situate nella provincia di Fermo, può portare a miglioramenti significativi in termini di efficienza operativa, qualità del prodotto e capacità di risposta al mercato. Questa tecnologia non solo aiuta a mantenere elevati standard produttivi, ma rinforza anche la competitività dell'azienda nel contesto globale.

Reso noto il quadro generale del mercato e delle tecnologie di cui questo elaborato tratta, gli obiettivi di questa tesi saranno dunque i seguenti:

- Fornire supporto al processo di trasformazione digitale mediante l'implementazione del MES
- Ottimizzare i processi e l'efficienza
- Analizzare le criticità della produzione mediante l'utilizzo di nuovi tools

1.3 Struttura Tesi

La presente tesi si articola nei seguenti capitoli:

- Nel capitolo 2 verrà fornita una panoramica dell'approccio e della metodologia utilizzati durante il progetto
- Nel capitolo 3 si tratteranno i passaggi principali dell'implementazione del MES all'interno dell'azienda in cui è stato svolto il tirocinio
- Nel capitolo 4 verranno discussi i risultati ottenuti
- Nel capitolo 5 si trarranno le conclusioni sul lavoro effettuato e si discuteranno di sviluppi futuri.

2. APPROCCIO E METODOLOGIA DI PROGETTO

Per la realizzazione del progetto è stato applicato un approccio che seguiva i seguenti passaggi:

Siamo partiti dall'osservazione dei processi logistici, produttivi e gestionali dell'azienda per sviluppare una pianificazione degli obiettivi e delle mansioni da svolgere nell'arco dei 6 mesi.

Da questa prima analisi sono state definite 2 fasi per la realizzazione del progetto: la creazione di tools per il supporto e il popolamento del software, l'implementazione di quest'ultimo contestualmente alla formazione degli utenti.

2.1 Tools di supporto

Nei primi 2 mesi l'obiettivo principale è stato quello di creare tutti i tools che in seguito sarebbero serviti da base per l'implementazione del software:

- Raccolta tempi produzione e realizzazione Data Base tempi:

Questa prima task oltre ad essere molto utile per addentrarsi all'interno del processo produttivo che porta allo sviluppo di una calzatura, è stata di fondamentale importanza per il progresso di tutto il progetto. La raccolta dei tempi e la successiva creazione di un Data Base dettagliato infatti sono stati i dati alla base del software, per poter controllare l'efficienza della produzione attraverso il MES occorre avere una base dati solida da cui partire, e su cui poter organizzare analisi e studi confrontando così i dati rilevati in tempo reale con quelli presenti all'interno del Data Base.

L'approccio per la raccolta dei tempi è stato studiato e condiviso dal team di progetto seguendo le procedure standard del miglioramento continuo. Per ogni modello o per ogni famiglia di modelli è stata effettuata una rilevazione del tempo, del passo a cui è stata applicata successivamente una maggiorazione.

	Attività 1		Attività 2		Attività 3		Attività 4		Attività 5	
	T [s]	P	T [s]	P	T [s]	P	T [s]	P	T [s]	P
Misura 1	25	85	38	95	57	95	30	85	30	85
Misura 2	20	90	39	90	52	95	34	85	34	90
Misura 3	22	95	40	90	57	90	34	90	34	90
Misura 4	21	80	39	90	52	85	30	90	30	85
Misura 5	25	95	37	95	50	100	35	90	35	90
Misura 6	25	90	34	85	53	95	30	85	30	85
Misura 7	24	85	37	95	57	95	30	90	30	85
Misura 8	23	95	39	95	57	90	33	95	33	85
Misura 9	24	90	39	85	53	85	33	90	33	90
Misura 10	24	90	36	90	55	95	30	90	30	95
Misura 11	25	95	39	90	55	95	36	85	36	90
Misura 12	20	90	35	85	58	95	36	90	36	85
Misura 13	20	95	38	90	58	95	32	90	32	85
Misura 14	23	95	40	90	53	95	34	95	34	90
Misura 15	24	90	38	90	50	90	32	85	32	85
Misura 16	25	95	39	90	57	95	30	90	30	90
Misura 17	23	95	38	90	53	100	33	95	33	90
Misura 18	23	95	40	95	55	90	34	95	34	95
Misura 19	20	85	34	85	55	85	31	95	31	90
Misura 20	21	90	34	85	50	90	35	95	35	85

(Fig.1 tabella rilevazione tempi)

Le rilevazioni sono state prese in secondi al paio e per 5 volte per ogni micro-operazione compiuta sulla calzatura, per poi essere ripetute in momenti diversi nell'arco delle giornate, avendo cura di cronometrare operatori differenti in istanti casuali del turno di lavoro. Questa procedura fa sì che, oltre ad avere un grande numero di rilevazioni, una media di 15 per ogni lavorazione, quest'ultime siano oggettivamente rilevanti comprendendo tutte le variabili possibili. Durante la presa tempi, di fondamentale importanza è anche la rilevazione del passo dell'operatore, ovvero la velocità con cui esso esegue le operazioni a lui richieste. Il passo standard che dovrebbe mantenere un operatore è stimato a 100, se l'artigiano osservato mantiene una velocità visibilmente più elevata di quella richiesta, il passo a lui assegnato sarà aumentato, sulla base della scelta del rilevatore di 10 o 20 punti ad esempio. Allo stesso modo per un artigiano che svolge il suo compito visibilmente più lentamente rispetto alla richiesta il passo verrà diminuito dal rilevatore ad esempio a 90. La rilevazione del passo diventa un parametro fondamentale per il calcolo del tempo standard che è il dato alla base del MES ma anche della programmazione della produzione. Come ultimo passaggio all'interno della rilevazione veniva effettuata una

maggiorazione del 14% sulla media dei tempi rilevati per far sì che in fase di pianificazione si considerino anche gli imprevisti, come attrezzaggi difficili o guasti, si compensi l'incertezza, si possa gestire in modo ottimale la variabilità, si possa tenere un buffer di sicurezza, e soprattutto si tuteli l'operatore evitando di sovraccaricarlo per più della sua capacità di lavoro.

T _{media}	25	39	57	30	30
P _{medio}	95	90	95	90	85
T _{normale}	24	35	54	27	26
T _{normale}	26	39	60	30	28
T _{avvegnuta}	26	39	12	15	28
T _{standard}	30	44	3	9	32

(Fig.2 calcolo dei tempi standard)

- Mappatura processo produttivo linea elegante

Contestualmente alla presa tempi, è stata di fondamentale importanza la rimappatura di tutto il processo produttivo. La linea elegante dell'azienda è articolata su 5 isole divise in 2 reparti: Montaggio (1-2-3) e Finissaggio (4-5). Ogni isola è composta da varie postazioni e segue un layout ad U che inizia dalla fine della precedente isola fatta eccezione dell'ultima, che essendo mono postazione si inserisce nella coda della 4.



(Fig.3 layout linea produttiva)

Partendo dallo stato su cui si è svolta l'analisi del flusso, è stata rivista la sequenza di postazioni all'interno dell'isola e successivamente di micro-operazioni svolte all'interno della stessa dal carico manovia alla scatolaatura. Per ogni postazione e per ogni micro-operazione è stato mappato inoltre il numero massimo di artigiani che vi operano in simultanea, definendo così un quadro generale della linea.

POSTAZIONE	MICRO OPERAZIONI	n persone	n totale
Prep. scatolaatura	Preparazione scatolaatura	1	1
Carico Manovia	Applicazione ammorbidente	1	2
	Carico Cinturini/tallone su carrello	1	
	Applicazione sottopiede montaggio	1	
	Carico Tacchi su carrello	1	
	Carico Tomaie su carrello	1	
	Prelievo carrello vuoto e inserimento vecchie fc	1	
	Prelievo cesta da preparazione	1	
	Prelievo nuove forme da torriforme e inserimen	1	
	Stampa cartellino per carrello	1	
	Incollaggio suole	Carico Suole su carrello	
Applicazione primer		1	
Incollaggio suola		1	
Masticiatura	Incollaggio tomaia/soletta	2	2
Montaggio a mano	Montaggio manuale	1	2
	Secondo incollaggio	1	
Premonta	Premonta	1	1
	Seconda masticiatura per scollii	1	
Rettifica	Precisazione Scollii	1	1
	Secondo montaggio manuale	1	
Calzera/cinturini	Calzera/cinturini	1	1
	Tira fianchi	1	
Cardatrice-Ribattitrice-Forno	Boettatrice	1	2
	Incollaggio bloccante tomaia	1	
	Eliminazione chiodi/grappe/scotch	1	
	Sgrossatura/ribattitura	1	
	Soffione	1	
	Taglio nastri in eccesso/punta	1	

(Fig.4 dettaglio file postazioni)

Dalla seguente immagine, estrapolata dal file di tutte le postazioni, si può notare il metodo applicato per la mappatura del ciclo produttivo della calzatura.

In secondo luogo, dopo aver definito la nomenclatura delle isole, delle postazioni e delle micro-operazioni e dopo averle per l'appunto divise ed etichettate con il numero di artigiani in parallelo, per ogni Group Technology è stata rivista la sequenza di operazioni necessarie per la produzione del modello. Per ogni postazione in cui il WIP transitava è stata spuntata la casella di riferimento, creando così un unico file che successivamente è stato fornito per la ricreazione dei flussi di produzione all'interno del flusso del MES.

- Definizione della skill matrix

Come ultimo tools è stata realizzata la skill matrix, essa rappresenta uno strumento di gestione delle competenze usato in ambito aziendale per mappare le competenze e abilità del personale, aiutando a identificare aree di forza, carenze e opportunità di sviluppo. Viene spesso utilizzata per la formazione, l'assegnazione dei compiti e la pianificazione delle risorse.

I passaggi chiave per la realizzazione di quest'ultima sono stati i seguenti:

1. Identificazione delle competenze: Inizialmente si è proceduto nell'identificare le competenze tecniche e trasversali necessarie per le posizioni lavorative o i progetti specifici. Queste includevano abilità tecniche (es. premonta, suolatura), soft skills (es. comunicazione, leadership) che identificavano i supervisor, o conoscenze specifiche (es. norme di sicurezza) per identificare i responsabili.

2. Elenco dipendenti: nella prima colonna della matrice sono stati elencati gli artigiani, associandoli a competenze rilevanti. Ogni riga rappresenta una persona e le sue skill.

3. Definizione del sistema di valutazione: Abbiamo stabilito una scala per valutare il livello di competenza di ciascuno per ogni abilità elencata, utilizzando una scala da 0 a 5, dove:

0: Nessuna competenza

1: Conoscenza teorica di base

2: Capacità pratica supervisionata

3: Competenza autonoma

4: Esperto e titolare della postazione

5: Esperto/in grado di formare altri e titolare della postazione

4. Valutazione delle competenze: Ogni dipendente è stato valutato per ogni competenza identificata, assegnando un punteggio in base alla padronanza della skill. Questi punteggi sono stati assegnati dal supervisore, e supervisionati dal team HR, con specifiche regole per i dipendenti con esigenze particolari.

5. Creazione della matrice: Organizzati i dati in una tabella. Le colonne rappresentano le competenze, mentre le righe rappresentano i dipendenti. All'incrocio di ogni riga e colonna, si inserisce il punteggio della valutazione.

	▼10	▼20	▼30	▼40	▼50	▼60	▼70	▼80	▼90	▼100	▼110
OPERATORE	Carico Manovia	Incollaggio suole	Masticatura	Montaggio a mano	Premonta	Rettifica	Calzera/cinturini	Cardatrice-Ribattitrice-Forno	Segnatura - Cardatura fine	Incollaggio	Applicazione/Pressatura Fond
	0	0	3	1	5	0	0	0	0	0	0
	0	0	3	2	5	0	0	0	0	0	0
	1	4	4								
	0	0	0	3			1	1	0	0	0
	4	0	1								
	0	0	0						0	0	2
	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	3
	3		0								
			0								
	4	1	2								
	0	0	0	1	0	0	0	4	2	2	
	2	4	4	1	0	0					
	0	0	0					0	0	5	

(Fig.5 Skill Matrix)

(per ragioni di privacy i nomi e le valutazioni degli artigiani sono stati oscurati)

Come si evince dalla tabella nella prima colonna sono presenti i nomi o le matricole degli artigiani che una volta valutati per ogni postazione vengono schedati all'interno della linea.

La definizione di questa matrice permette al MES di capire quale artigiano può operare in una determinata postazione, correggendo eventuali errori di accesso all'interno del dispositivo di rilevazione. Inoltre, all'interno della skill matrix vengono definiti degli operator Jolly che possono "loggarsi" su ogni dispositivo del loro reparto per poter risolvere eventuali problemi di flussi rimasti aperti e contestualmente lavorare in postazioni sovraccariche che altrimenti rallenterebbero la produzione.

Tutti questi tools realizzati nei primi 2 mesi sono stati la base di partenza del lavoro dei successivi 4, ed erano appunto stati definiti come prioritari nella stesura della metodologia e dell'approccio del progetto.

2.2 Implementazione del MES e formazione artigiani

Per la seconda parte del progetto il cronoprogramma prevedeva l'implementazione graduale del software con la relativa formazione del team e successivamente degli artigiani.

L'implementazione del MES si articolava in diversi momenti: giornate di test e GOlive. Le prime sono state svolte durante la formazione di team ed degli artigiani insieme al fornitore del sistema e al dipartimento IT mentre il GOlive si sviluppava in 3 giornate con gli stessi e successivamente alla standardizzazione della beta del processo con l'implementazione delle pratiche in modo definitivo e continuativo.

- Formazione del team su applicazione e gestione del software

Definiti tutti gli strumenti necessari per la creazione del software e il popolamento dello stesso, il passaggio successivo per l'implementazione prevedeva che il team di progetto, tramite apposite riunioni e con la successiva stesura di un manuale, fosse formato su tutte le pratiche, le interfacce e le funzionalità del software.

Il piano di formazione era studiato per essere al contempo formativo e valutativo dello stato di progresso del lavoro, in modo da apportare le modifiche tempestivamente e contestualmente all'utilizzo del sistema. Il fornitore del software e il dipartimento IT in questa fase hanno inoltre proceduto alla stesura della procedura di comunicazione del sistema con il gestionale dell'azienda, fornendo anche per questa un manuale comprendente il flusso delle informazioni.

- Formazione e supporto artigiani durante l'implementazione

Per la formazione degli operatori sono state adottate queste procedure: Prima formazione generale di tutti gli utenti, in cui ogni operatore è stato informato

sul software e sui propri compiti generali. Successivamente sono stati formati per ogni turno, isola e reparto degli artigiani con il compito di proseguire la formazione dei colleghi e di sopperire ad eventuali mancanze nel corso di test. Infine anche per gli artigiani è stato creato un manuale delle procedure.

MES – Avvio lavorazione



(Fig. 6 esempio di una slide del manuale fornito agli artigiani)

- Test, modifiche e risoluzione problemi in collaborazione col fornitore

Durante la fase di test sono stati analizzati quelli che erano i passaggi critici per far sì che tutta la procedura disegnata dai vari team convergesse verso lo stesso risultato, riuscendo ad eliminare gli errori bloccanti e modificando le procedure dopo l'analisi effettuata in linea. Durante i test di fondamentale importanza è stato raccogliere i report e i feedback degli artigiani per capire anche le loro esigenze, essendo loro i protagonisti della fase operativa del sistema. Per svolgere questo passaggio dell'implementazione, soprattutto dopo il GOlive e quindi con il sistema effettivamente in funzione, l'iter seguito dall'azienda e dai vari team di supporto è stato quello di dedicare 1 ora al giorno alla risoluzione dei problemi riscontrati durante la giornata fino ad arrivare ad una situazione in cui gli errori e i difetti fossero casuali e non ricorrenti. Dal momento in cui la confidenza

sull'utilizzo e sul funzionamento è stata totale si è intrapreso lo studio dei miglioramenti e delle modifiche per "customizzare" ulteriormente il sistema su quelle che erano le esigenze dell'azienda. Al termine di questa fase è stata inoltre creata una tabella con tutti i punti aperti, catalogati e pesati in modo da creare un indice di priorità per agire in modo efficiente.

- Supporto tecnico e analisi migliorativa del processo

In questa fase del progetto, è stato fondamentale fornire supporto tecnico e operativo agli artigiani all'interno della linea di produzione. Il coinvolgimento diretto ha permesso di garantire l'accuratezza dei test condotti e di assicurare una formazione continua, essenziale per migliorare l'efficacia delle operazioni. Si è proceduto affiancando gli artigiani nella correzione degli errori tecnici e operativi riscontrati durante i processi produttivi, con l'obiettivo di migliorare la comprensione e l'utilizzo corretto dei dispositivi di rilevazione. È stato quindi possibile supportarli nell'effettuare correttamente le registrazioni e le misurazioni necessarie, garantendo così una raccolta dati accurata e affidabile. L'osservazione diretta del processo produttivo ha permesso di effettuare un'analisi approfondita delle inefficienze e delle problematiche emerse, individuando le aree critiche in cui sono stati proposti miglioramenti. Tali interventi hanno riguardato sia l'ottimizzazione dell'uso dei dispositivi di rilevazione, riducendo gli errori, sia l'implementazione di una formazione mirata per gli operatori. Questa analisi ha fornito le basi per lo sviluppo di strategie di miglioramento, volte ad aumentare la precisione e l'efficienza del sistema produttivo nel suo insieme.

- Implementazione nuove pratiche e studio dei risultati

All'interno della fase di test e di GOlive una volta raccolti tutte le criticità si è proseguito con la correzione degli errori e l'apporto di modifiche, delle volte anche strutturali del flusso del MES, in questa fase sono stati infatti modificati numerosi parametri come la regola di numerazione dei carelli, non più con il numero di carelli effettivi ma con un insieme più grande in modo da tenere scorta e in modo da non bloccare il sistema qual'ora ci fossero dei carelli "intrappolati nel giro". Inoltre sono stati diversificati i carelli di finissaggio e montaggio a cui in seguito

sono state assegnate delle regole personalizzate sul numero di paia inseribili, tenendo conto delle commesse “speciali” e implementando una pratica anche per la gestione di queste ultime. Di fondamentale importanza è stata l’analisi dell’essicatore, per far sì che gli operatori da un lato all’altro del macchinario potessero riconoscere le commesse, iniziandole correttamente all’interno del device, sono stati creati dei cartellini speciali in grado di resistere alle temperature, posti all’inizio di ogni gruppo di semilavorati riconducibile ad un carrello. Questa procedura è stata studiata sulla base della gestione “supermarket” ovvero prendendo spunto dal sistema di divisione dei clienti alle casse e replicandone la funzionalità. Altra importante modifica è stata il passaggio dal “battesimo” fisico dei carrelli che dal montaggio passavano al finissaggio, per snellire le pratiche è stato implementato un sistema automatico che consigliava all’operatore come rinumerare il carrello che passava ad esempio da 10 a 110 in modo da indentificare al tempo stesso con la cifra in più il diverso reparto. Tutte queste modifiche ad anche le altre che sono state applicate e che saranno applicate in futuro, sono state realizzate tramite l’analisi dei risultati dei test e la raccolta dei feedback degli artigiani. Una volta arrivati ad un sistema più snello lo step successivo è stato quello di analizzare i dati in uscita per controllare il corretto operato degli utenti, avendo cura di confrontare i dati del MES con quelli del database precedentemente creato.



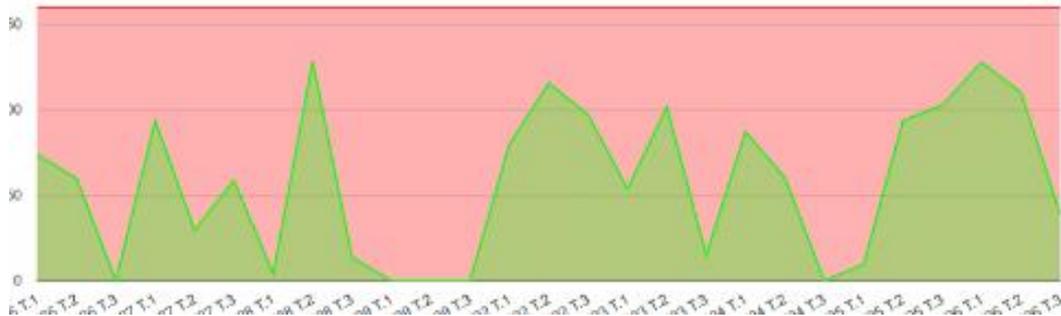
(Fig.7 schema della studio svolto su essicatore e “battesimo” automatico finissaggio)

- Analisi tempi

L'analisi dei tempi tramite un sistema MES consente di monitorare e ottimizzare i processi produttivi. Il MES raccoglie dati in tempo reale relativi alla produzione, permettendo di analizzare i tempi di lavorazione, attrezzaggio, inattività, e altri parametri chiave.

L'analisi dei tempi tramite MES è molto utile perché permette di: migliorare l'efficienza operativa, identificando aree di spreco o inefficienza per aumentare la produttività. Ridurre i costi ottimizzando i tempi di lavorazione e riducendo i fermi macchina, ci permette inoltre di realizzare una pianificazione accurata perché l'analisi consente di migliorare la pianificazione avendo a disposizione dati più accurati e di rispettare così le scadenze. Infine fornisce i dati necessari per implementare una strategia di miglioramento continuo come il Lean Manufacturing. In sintesi, l'analisi dei tempi tramite il MES è uno strumento essenziale per ottimizzare la produzione e gestire in modo più efficiente le risorse. Per la realizzazione di questa fondamentale parte del progetto e per il proseguo dello stesso sono state costruite in collaborazione con il fornitore delle estrazioni dalle quali tramite software come excel venivano redatti grafici e

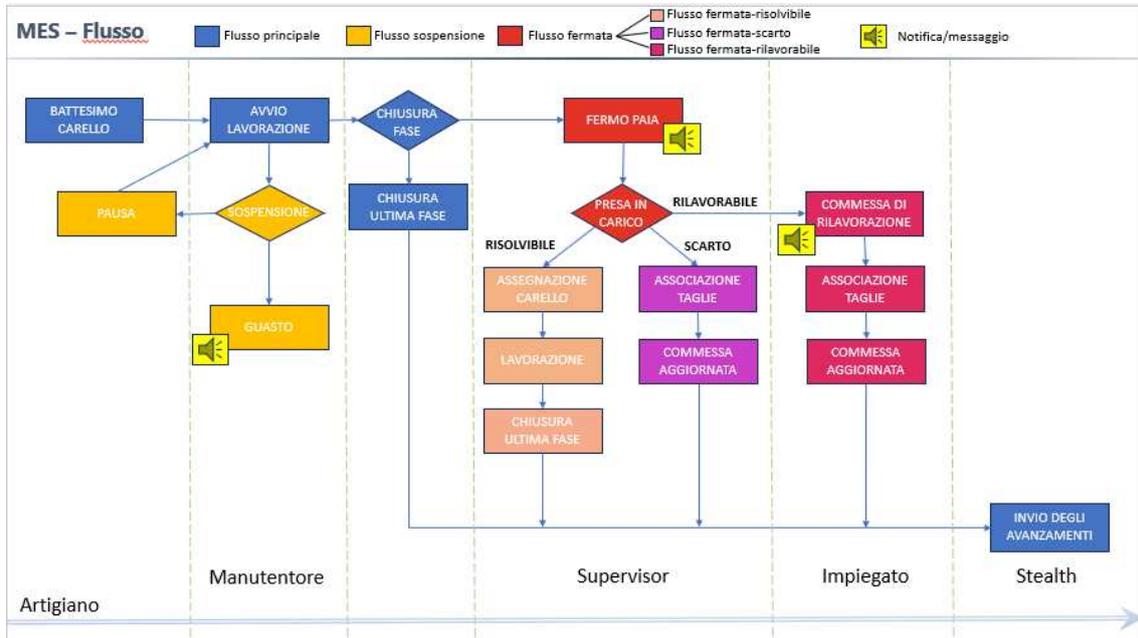
analzzati i tempi di produzione, di particolare importanza la misurazione dei delta e dei tempi di fermo macchina. All'interno della dashboard del sistema è stata inoltre aggiunta una schermata dedicata a tutti i kpi di produzione in tempo reale, e da cui poi estrarre anch'essi con la possibilità di selezionare periodi, giornate o turni passati per osservarne l'andamento nel arco di tempo selezionato.



(Fig.8 andamento delle rilevazioni in diversi periodi)

3. IMPLEMENTAZIONE DEL MES

3.1 Modellazione del flusso



(Fig.9 flusso informativo MES)

L'implementazione del flusso del MES (Manufacturing Execution System) si articola in una serie di operazioni volte a monitorare e gestire in tempo reale le fasi della produzione. Il flusso parte dal battesimo del carrello, che rappresenta la prima fase in cui il carrello viene registrato all'interno del sistema MES tramite un computer (PC-MONTAGGIO). Questa operazione segna l'inizio della tracciabilità del carrello durante tutto il processo produttivo.

Dopo il battesimo, tutte le altre fasi operative vengono gestite tramite tablet posizionati nei vari punti della produzione. Ogni operatore ha a disposizione un'interfaccia utente dedicata per seguire le fasi assegnate. Ad esempio, l'artigiano avvia la lavorazione su tablet, completando la fase o le fasi, qualora ne svolga più di una, successive direttamente dalla propria postazione. Durante la produzione, possono verificarsi situazioni in cui l'operatore deve sospendere temporaneamente l'attività, come nel caso di una pausa programmata o una sospensione forzata per altre cause. Se durante la lavorazione si verifica un guasto (macchinario), il tablet consente di notificare immediatamente la problematica al manutentore, il quale interviene

per valutare ed eventualmente risolvere il problema e consentire la ripresa del ciclo produttivo.

In caso di guasto (calzatura) non risolvibile immediatamente, il flusso si interrompe con un fermo paia, segnalato da una notifica. Qui entra in gioco il supervisor, che valuta la situazione e decide se il fermo è risolvibile o meno. Se risolvibile, il carrello viene riassegnato per continuare il ciclo di produzione. In caso contrario, si procede con lo scarto.

Chiusura fase standard

Quando una fase produttiva viene completata correttamente, l'operatore utilizza il tablet per notificare la chiusura fase. Questo step segnala il passaggio della commessa alla fase successiva. Se la fase completata è l'ultima, si procede con la chiusura della commessa, che indica il completamento dell'intera lavorazione per quel carrello.

Gestione del fermo scarto

Nel caso in cui il fermo venga classificato come scarto, il supervisor associa nel sistema le taglie che devono essere scartate per la commessa in questione. Questa informazione viene immediatamente registrata e inviata al gestionale Stealth per l'aggiornamento dei dati relativi alla produzione. Stealth, infatti, è il sistema gestionale che centralizza e analizza tutti i dati di produzione, consentendo di monitorare l'efficienza e il rendimento complessivo.

Fermo rilavorabile e gestione delle notifiche

Nel caso in cui il supervisor segnali un fermo rilavorabile, viene generata automaticamente una notifica diretta all'impiegato responsabile. Quest'ultimo, tramite la propria utenza, gestisce la rilavorazione associando le taglie e aggiornando lo stato della commessa nel sistema, generando una commessa di rilavorazione "figlia" della commessa "madre", ed una volta completata e ricongiunta con la stessa si potrà chiudere il flusso in questione. Anche in questo caso, tutti i dati aggiornati vengono inviati a Stealth per garantire la tracciabilità completa della produzione e delle azioni correttive intraprese.

Il flusso si conclude con l'invio degli avanzamenti a Stealth, che consente di tracciare in tempo reale l'andamento della produzione, rilevare eventuali colli di bottiglia e intervenire prontamente per risolvere eventuali problemi. Questo approccio non solo migliora l'efficienza operativa, ma consente anche una maggiore visibilità e controllo su ogni fase del processo produttivo.

3.2 Creazione delle dashboard

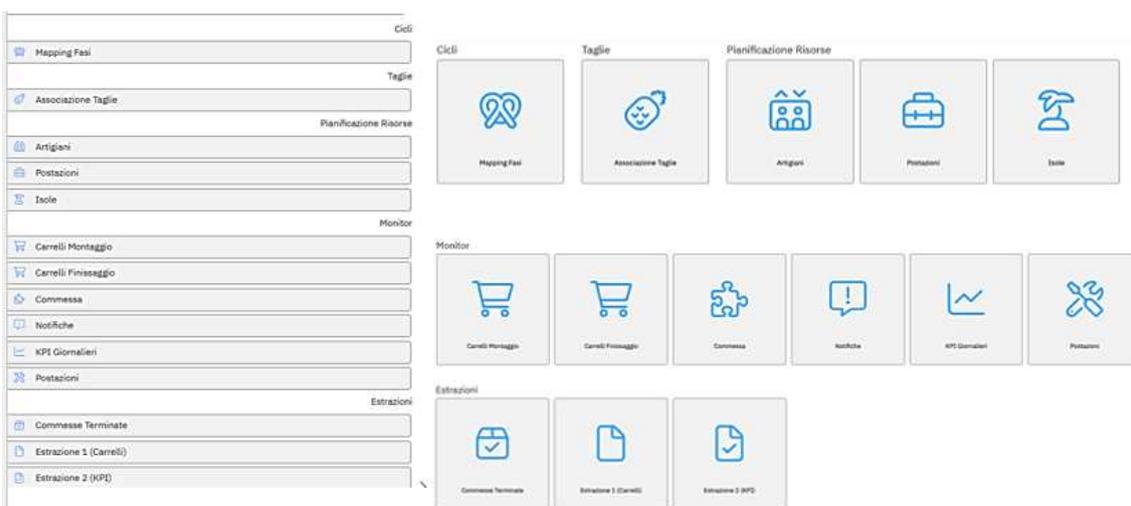
Le dashboard sono uno degli strumenti chiave del MES per fornire visibilità sull'intero processo produttivo per la creazione sono stati cruciali 3 passaggi:

1. Studiare tutte le possibili dashboard utili per gestire il sistema
2. Popolare le dashboard con i campi di interesse
3. Trasformazione dell'idea studiata in interfaccia

STORICO NOTIFICHE	precedentemente "STORICO SEGNALAZIONI"	MONITOR POSTAZIONI	precedentemente "MONITOR ARTIGIANI"
NOTIFICA	precedentemente "SEGNALAZIONE"	P.CORRENTE	
DATA NOTIFICA	precedentemente "DATA SEGNALAZIONE"	CARRELLO	
CODICE_ORDINE		STATO	
ULTIMO STATO		ALERT	Segnalazioni/sospensioni
DATA PRESA IN CARICO		PROSSIMA P.	
OP. PRESA IN CARICO		CARRELLO SUC.	
DATA COMPLETAMENTO		STATO CARRELLO SUC.	
OP. COMPLETATO		ALERT CARRELLO SUC.	Segnalazioni/sospensioni

(Fig.10 es. del file da cui sono state estrapolate le interfacce per le dashboard)

Dashboard principale: La dashboard principale rappresenta l'hub da cui l'utente può accedere a tutte le altre funzionalità del MES.



(Fig.11 dashboard MES)

Essa mostra diverse sezioni organizzate in “**monitor**”, che danno la possibilità di supervisionare le fasi produttive, gestire le commesse e accedere alle informazioni chiave.

Dalla dashboard principale, è possibile:

- Monitorare i **carrelli** nelle varie fasi di montaggio e finissaggio.
- Controllare lo stato delle **commesse** attive.
- Ricevere e gestire le **notifiche**.
- Visualizzare i **KPI giornalieri**.
- Gestire le **postazioni** e accedere alle operazioni completate.
- Effettuare **estrazioni** per avere un quadro complessivo sui carrelli o sugli indicatori di performance.

Ogni sezione della dashboard principale fornisce un accesso rapido e intuitivo alle informazioni rilevanti, migliorando l'operatività

Monitor commessa: Questa dashboard è progettata per tracciare il progresso di ogni singola commessa. Viene visualizzato lo stato attuale di ogni ordine, il numero di unità prodotte, i tempi previsti per il completamento e eventuali ritardi. Questo strumento permette di avere un controllo più preciso sui progetti personalizzati o su commesse urgenti.

Per quanto riguarda i monitor di **montaggio e finissaggio**, essendo loro i più importanti in termini di controllo della produzione, sono stati svolti studi più approfonditi in quanto alla base di tutte le estrazioni e dei monitoraggi. Partendo da un file excel validato e testato sia dai fornitori che dal supervisor di produzione, si è passati alla digitalizzazione in favore di un monitor che in tempo reale riproduceva e calcolava tutti i vari parametri. Al monitor sono stati aggiunti inoltre dettagli come alert di colori diversi o bordatura rossa, con l'idea di rendere facilmente riconoscibile un comportamento anomalo del sistema. Partendo ora dal file riprogettato di riferimento si procederà alla spiegazione dei campi principali all'interno di questi 2 monitor, delle loro funzioni e della loro utilità.

MONITOR MONTAGGIO		MONITOR FINISSAGGIO	
DATA	NUOVA (data e ora)	DATA	NUOVA (data e ora)
CARELLO	precedentemente "ID"	CARELLO	precedentemente "ID"
COMMESSA		COMMESSA	
QTA		QTA	
P. CORRENTE		P. CORRENTE	
STATO		STATO	
PROSSIMA P.		PROSSIMA P.	
GUASTO		LAV.	
SETUP STANDARD	NUOVA	GUASTO	
T.STANDARD	precedentemente "DIBA"	T.STANDARD	precedentemente "DIBA"
SETUP EFFETTIVO	NUOVA	DELTA	
T.EFFETTIVO	precedentemente "LAV."	ULTIMO AV.	
DELTA	calcolato come: (setup effettivo+tempo effettivo)-(setup standard+tempo standard)	IN LINEA	
ULTIMO AV.		ATTESA	
IN LINEA			
ATTESA			

(Fig.12 Fase di ri-progettazione, giallo i nuovi campi in arancione quelli rinominati)

Monitor montaggio: Questa dashboard è un componente cruciale del sistema di monitoraggio della produzione, focalizzato specificamente sulla fase di montaggio del prodotto. Progettata per offrire una visione completa e in tempo reale del processo di assemblaggio, la dashboard incorpora una serie di campi informativi chiave che permettono un controllo preciso e dettagliato delle operazioni.

La dashboard include campi essenziali come DATA, che registra la data e l'ora delle operazioni, fornendo un riferimento temporale preciso per ogni attività. Il campo CARRELLO identifica univocamente il lotto di produzione in lavorazione, mentre COMMESSA e QTA (quantità) offrono informazioni dettagliate sull'ordine in corso e sul volume di produzione.

Di particolare importanza sono i campi P. CORRENTE e STATO, che rispettivamente indicano la postazione attuale del prodotto nella linea di montaggio e lo stato di avanzamento del processo. Questi dati permettono ai supervisori di identificare rapidamente eventuali colli di bottiglia o ritardi nella produzione. Il campo PROSSIMA P. anticipa la prossima fase del processo, facilitando la pianificazione e l'ottimizzazione del flusso di lavoro. Un aspetto innovativo di questo monitor è l'attenzione posta sull'efficienza del processo attraverso i campi SETUP STANDARD, T.STANDARD, SETUP

EFFETTIVO e T.EFFETTIVO. Questi permettono un confronto diretto tra i tempi di preparazione e lavorazione previsti e quelli effettivamente impiegati, fornendo preziose informazioni per l'ottimizzazione continua dei processi. Il campo DELTA, calcolato come la differenza tra il tempo effettivo e quello standard, offre un'immediata visualizzazione delle performance rispetto agli obiettivi. I campi ULTIMO AV., IN LINEA e ATTESA forniscono una panoramica dinamica del flusso di produzione, permettendo di monitorare i prodotti in diverse fasi del processo di montaggio e anticipare potenziali ritardi o accumuli.

Questa dashboard non solo facilita il monitoraggio in tempo reale, ma costituisce anche una base dati preziosa per analisi a posteriori, consentendo l'identificazione di trend, l'ottimizzazione dei processi e il miglioramento continuo delle performance di montaggio.

Monitor finissaggio:

MONITOR CARRELLI FINISSAGGIO														
DATI CARRELLO				TEMPI FASE [MIN/SECS]					TEMPI ASSOLUTI [MIN/SECS]					
DATA ORA	DA...	COMMESSA RIDA	QTA	P. CORRENTE	STATO	PRODOTTO P.	LAV.	QUASTO	T.STANDARD	SETUP STANDARD	DELTA	ULTIMO AV.	IN LINEA	ATTESA
29/10/2024 10:02:27	131	110PF-2023-1707-27	9	Finissaggio 5 - Rifornire	FINITO	Finissaggio 6 - Controllo	0:00:03	0:00:00	0:11:36	0:00:00	-0:11:03	0:17:38	0:52:53	0:38:51
29/10/2024 10:02:27	132	110PF-2023-1707-27	9	Finissaggio 5 - Rifornire	IN LAVORAZIONE	Finissaggio 6 - Controllo	0:00:06	0:00:00	0:11:36	0:00:00	-0:07:40	0:02:09	0:47:40	0:20:45
29/10/2024 10:02:27	133	110PF-2023-1716-29	9	Non in linea	DA AVIATARRE	Finissaggio 3 - Pulire				0:00:00			0:39:37	
29/10/2024 10:02:27	134	110PF-2023-1716-29	9	Non in linea	DA AVIATARRE	Finissaggio 3 - Pulire				0:00:00			0:34:49	
29/10/2024 10:02:27	135	110PF-2023-1648-01	9	Non in linea	DA AVIATARRE					0:00:00			0:21:00	
29/10/2024 10:02:27	133	110PF-2023-1702-7	9	Scorriere	IN LAVORAZIONE	FINECOMPRESSARISA	0:19:06	0:00:00	0:12:30	0:00:00	0:07:06	0:00:16	1:55:02	0:29:28
29/10/2024 10:02:27	126	110PF-2023-1691-6	9	Scorriere	IN LAVORAZIONE	FINECOMPRESSARISA	0:00:28	0:00:00	0:09:45	0:00:00	-0:09:17	0:00:28	1:27:58	1:30:22
29/10/2024 10:02:27	126	110PF-2024-1845-1	9	Finissaggio 3 - Pulire	SOSPESO	Finissaggio 4 - Sirelura	0:20:59	0:00:00	0:16:30	0:00:00	0:04:29	0:16:59	1:08:10	0:28:56
29/10/2024 10:02:27	127	110PF-2024-1845-1	9	Finissaggio 2 - Scorte	FINITO	Finissaggio 3 - Pulire	0:17:35	0:00:00	0:10:12	0:00:00	0:07:23	0:28:30	1:02:58	0:30:04

(Fig.13 monitor finissaggio all'interno dell'interfaccia, in rosso i delta sospetti)

Questa dashboard, pur condividendo alcuni elementi strutturali con il monitor montaggio, è stata accuratamente adattata per rispondere alle esigenze uniche della fase di finissaggio, dove la qualità e la precisione dei dettagli assumono un'importanza fondamentale.

Come nel monitor montaggio, troviamo i campi base come DATA, CARRELLO, COMMESSA, QTA e P. CORRENTE, che mantengono la loro funzione di identificazione e tracciamento del prodotto attraverso il processo. I campi T.STANDARD e DELTA assumono un'importanza particolare nel

contesto del finissaggio. Il T.STANDARD rappresenta il tempo ottimale previsto per le operazioni di rifinitura, mentre il DELTA misura la variazione rispetto a questo standard. Nel finissaggio, dove la precisione e la cura dei dettagli possono richiedere tempi variabili, questi campi sono essenziali per bilanciare qualità e efficienza.

Il monitor finissaggio si configura quindi come uno strumento indispensabile per garantire che ogni prodotto lasci la linea di produzione soddisfacendo pienamente gli standard qualitativi aziendali, ottimizzando al contempo i tempi di lavorazione e mantenendo un elevato livello di efficienza produttiva.

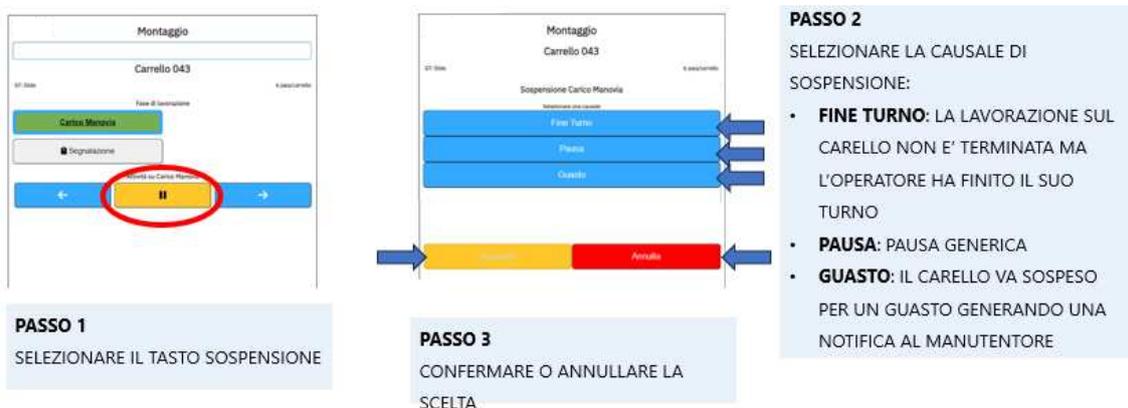
3.3 Creazione delle interfacce per i device e del manuale

Le interfacce per i dispositivi utilizzati dagli operatori dovevano essere intuitive e semplici da usare, adattandosi al contesto operativo di ciascun utente. Ogni operatore aveva una propria utenza personalizzata, collegata direttamente alla Skill Matrix aziendale. Questo strumento permetteva di verificare le competenze di ciascun operatore e assegnare le postazioni in base alla loro abilità e al reparto di appartenenza. Ad esempio, un artigiano al montaggio poteva vedere e interagire solo con le operazioni relative al montaggio, mentre un addetto al finissaggio aveva accesso a interfacce con controlli e dati specifici per la fase finale della lavorazione.

Gli operatori utilizzavano vari dispositivi, come scanner di codici a barre, tablet, e computer fissi, ciascuno dei quali configurato per raccogliere e visualizzare i dati necessari in tempo reale. Le interfacce per i tablet, utilizzati in maggioranza dagli operatori, erano progettate per consentire un rapido accesso alle informazioni e facilitare l'interazione con il sistema. Ai supervisor è stata assegnata un'utenza speciale che permetteva loro di eseguire operazioni anche da remoto. Questa funzionalità era particolarmente utile per "sbloccare" carrelli che presentavano problemi, spesso causati da errori umani come la pressione errata di un pulsante. Per limitare tali errori, era stato implementato un sistema di doppia conferma: per ogni comando critico, l'operatore doveva prima selezionare il tasto e poi confermare l'azione, riducendo così la possibilità di errori accidentali.

Un elemento chiave nell'implementazione delle interfacce è stato la creazione di un manuale operativo dettagliato. Questo documento descriveva il funzionamento di ogni dispositivo e interfaccia, fornendo istruzioni passo-passo su come utilizzare il sistema. Il manuale includeva anche procedure per risolvere problemi comuni e linee guida su cosa fare in caso di malfunzionamenti. Oltre al supporto diretto durante la fase di formazione, il manuale fungeva da guida di riferimento continua, rendendolo essenziale per gli operatori che potevano consultarlo in caso di dubbi o necessità. Questo ha garantito un'efficiente formazione degli utenti, consentendo a ciascuno di operare in autonomia e riducendo i tempi di inattività.

La personalizzazione delle interfacce e l'attenzione ai dettagli nell'utilizzo dei dispositivi hanno migliorato notevolmente l'efficienza del sistema, permettendo agli operatori di concentrarsi sulle loro mansioni senza essere ostacolati da tecnologie complesse o difficili da usare.



(Fig.14 es. di interfaccia tablet e spiegazione della sospensione nel manuale)

3.4 Gestione delle notifiche

La gestione delle notifiche all'interno di un sistema MES (Manufacturing Execution System) rappresenta un elemento cruciale per garantire l'efficienza, la reattività e la continuità dei processi produttivi in un ambiente industriale moderno. Lo "STORICO SEGNALAZIONI" della nostra interfaccia offre una panoramica dettagliata delle notifiche generate dal sistema, fornendo preziose

informazioni su come queste vengono gestite e utilizzate per ottimizzare le operazioni di produzione.

Il concetto di notifica in tempo reale è fondamentale per mantenere il flusso produttivo costante e per affrontare rapidamente eventuali problematiche che potrebbero insorgere durante il processo di fabbricazione. Queste notifiche fungono da sistema nervoso dell'impianto produttivo, trasmettendo informazioni vitali agli operatori e ai supervisori, permettendo loro di reagire prontamente a qualsiasi evento che richieda attenzione.

STORICO SEGNALAZIONI							
GESTIONE FERMATA	CAUSALE FERMATA	DATA SEGNALAZIONE	PIU' FERME	COMMESSA/RGA	ULTIMO STATO	DATA PRESA IN CARICO	DATA COMPLETAMENTO
Sano	PROBLEMA_TECNICO	16/4/2024 11:16:31	1	110PF-2023-0730-13	COMPLETATA	16/4/2024 12:28:06	16/4/2024 12:28:36
Riparazione	PROBLEMA_TECNICO	16/4/2024 11:22:39	1	110PF-2024-9-41	COMPLETATA	16/4/2024 11:59:23	16/4/2024 11:59:50
Riparazione	PROBLEMA_TECNICO	16/4/2024 09:57:34	1	110PF-2023-0715-11	COMPLETATA	16/4/2024 12:00:34	16/4/2024 12:00:55
Riparazione	PROBLEMA_TECNICO	16/4/2024 07:18:25	1	110PF-2024-923-11	COMPLETATA	16/4/2024 08:38:34	16/4/2024 08:34:05

(Fig.15 storico segnalazioni interfaccia MES)

All'interno dell'interfaccia, possiamo identificare diversi campi chiave che compongono una notifica:

- **GESTIONE FERMATA:**

Questo campo indica la natura dell'intervento richiesto. Ad esempio, possiamo notare spesso il termine "Riparazione", questo perché molte delle notifiche riguardano problemi tecnici che necessitano di interventi correttivi.

- **CAUSALE FERMATA:**

Qui viene specificata la ragione dettagliata del fermo come ad esempio: "PROBLEMA_TECNICO", questo per indicare una categorizzazione precisa delle problematiche riscontrate.

- **DATA SEGNALAZIONE:**

Questo campo è cruciale per tracciare quando un problema è stato rilevato, permettendoci di svolgere analisi sulla tempestività delle risposte e sull'efficienza del sistema di notifica.

- FASE FERMATA:

Indica lo stato attuale della segnalazione. Nell'interfaccia, quando vediamo che le notifiche sono in stato "COMPLETA", sappiamo che i problemi sono stati risolti.

- COMMESSA RIGA:

Questo campo fa riferimento all'identificativo specifico dell'ordine di produzione o del lotto interessato dalla segnalazione.

- ULTIMO STATO, DATA PRESA IN CARICO, OP. PRESA IN CARICO, DATA COMPLETAMENTO, e OP. COMPLETATO:

Questi campi forniscono una cronologia dettagliata dell'evoluzione della segnalazione, dalla sua apertura alla sua risoluzione.

L'implementazione di un sistema di notifiche così dettagliato offre numerosi vantaggi in un contesto produttivo:

Reattività Migliorata: La notifica immediata di problemi tecnici o altre anomalie permette un intervento rapido, minimizzando i tempi di fermo e l'impatto sulla produzione complessiva. Ad esempio, se un macchinario mostra segni di malfunzionamento, una notifica tempestiva può consentire un intervento preventivo prima che si verifichi un guasto critico.

Tracciabilità e Accountability: Registrando dettagli come la data di segnalazione, la presa in carico e il completamento, il sistema crea un registro completo di ogni evento. Questo non solo aiuta a valutare l'efficienza delle risposte, ma fornisce anche dati preziosi per analisi future e miglioramenti dei processi.

Categorizzazione dei Problemi: L'utilizzo di campi come "CAUSALE FERMATA" permette di categorizzare sistematicamente i problemi. Questo facilita l'identificazione di tendenze e problemi ricorrenti, consentendo interventi mirati per migliorare la robustezza del processo produttivo nel lungo termine.

Ottimizzazione delle Risorse: Conoscendo la natura specifica di ogni problema (ad esempio, "PROBLEMA_TECNICO"), è possibile allocare le risorse umane e materiali in modo più efficiente, assicurando che il personale con le competenze

appropriate venga assegnato a ciascun intervento.

Analisi Prestazionali: I dati raccolti attraverso questo sistema di notifiche possono essere utilizzati per generare KPI (Key Performance Indicators) sulla reattività del team, l'efficienza degli interventi e la frequenza di specifici tipi di problemi.

Formazione e Miglioramento Continuo: lo storico delle segnalazioni può essere utilizzato come strumento formativo per nuovo personale, illustrando scenari reali e le relative procedure di risoluzione. Inoltre, l'analisi periodica di questi dati può guidare iniziative di miglioramento continuo, identificando aree di formazione necessaria o processi che richiedono ottimizzazione.

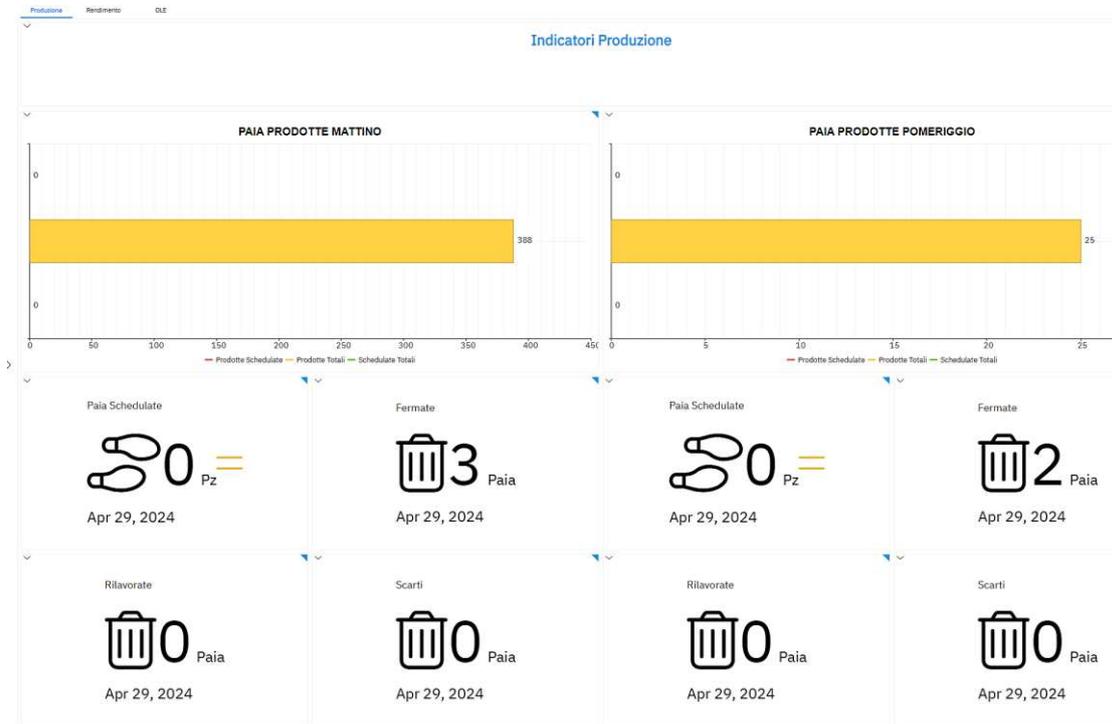
L'implementazione di questo sistema di gestione delle notifiche robusto e ben strutturato è molto più di un semplice strumento di comunicazione interna. Rappresenta un asset strategico che permette all'azienda di mantenere alti livelli di efficienza operativa, qualità del prodotto e reattività alle sfide quotidiane della produzione. Attraverso la raccolta sistematica di dati sugli eventi critici, la categorizzazione precisa delle problematiche e la tracciabilità completa delle azioni intraprese, l'azienda può non solo rispondere efficacemente alle sfide immediate, ma anche costruire una base solida per il miglioramento continuo e l'innovazione dei processi produttivi.

3.5 Creazione dei KPI

I Key Performance Indicators (KPI) rappresentano uno strumento fondamentale per il monitoraggio e l'ottimizzazione dei processi produttivi in ambito industriale. L'implementazione di un sistema MES (Manufacturing Execution System) offre l'opportunità di definire, monitorare e analizzare questi indicatori in tempo reale, fornendo una visione chiara e quantificabile delle prestazioni dell'impianto. Questo approccio permette ai manager e agli operatori di prendere decisioni informate e tempestive per migliorare l'efficienza complessiva della produzione.

Nel contesto dell'implementazione del MES, si è posta particolare attenzione alla definizione e alla visualizzazione dei KPI più rilevanti per l'azienda. Questo ha portato alla creazione di dashboard intuitive e informative che offrono una

panoramica immediata dello stato della produzione, facilitando l'identificazione di aree di miglioramento e la valutazione dell'impatto delle azioni correttive intraprese.



(Fig.16 indicatori di produzione)

Analizziamo ora in dettaglio la prima schermata relativa agli indicatori di produzione. Questa dashboard si concentra su metriche specifiche della produzione, fornendo una visione dettagliata delle performance giornaliere:

Paia Prodotte:

I grafici a barre orizzontali mostrano il numero di paia prodotte sia per il turno del mattino che per quello del pomeriggio. Nel turno mattutino, si osserva una produzione di 388 paia, mentre nel pomeriggio la produzione è di 25 paia. Questa differenza significativa è dovuta al fatto che mentre il primo turno era stato completato da poco il secondo era appena iniziato.

Paia Schedulate:

Le icone con il numero "30" indicano un obiettivo di produzione per ciascun turno. È importante notare che, il sistema di schedulazione non è ancora attivo, pertanto, questi valori rappresentano target teorici utilizzati per testare il software

Fermate:

Visualizzate con l'icona del cestino, queste metriche mostrano il numero di interruzioni della produzione. Si registrano 3 fermate nel turno del mattino e 2 nel turno pomeridiano.

Rilavorate e Scarti:

Queste metriche, rappresentate da icone del cestino con valore zero per entrambi i turni, indicano l'assenza di prodotti che hanno richiesto rilavorazioni o sono stati scartati. Questo segnale è estremamente positivo, suggerisce un alto livello qualitativo della produzione e l'efficacia dei processi di controllo qualità implementati.

Passiamo ora all'analisi della seconda schermata, che si focalizza sull'OLE (Overall Line Effectiveness) e sui suoi componenti:



(Fig.17. OLE)

Indicatori OLE:

L'OLE è un indicatore chiave che misura l'efficienza complessiva della linea di produzione. È composto da tre fattori principali: Disponibilità, Performance e Qualità. La dashboard presenta questi indicatori sia per il turno del mattino che per quello del pomeriggio:

Disponibilità:

Rappresentata dalle barre rosse, indica la percentuale di tempo in cui le macchine sono operative e pronte per la produzione. Si nota una disponibilità leggermente inferiore nel turno pomeridiano (circa 42%) rispetto al turno mattutino (circa 55%).

Performance:

Le barre gialle mostrano l'efficienza produttiva, ovvero quanto velocemente vengono prodotti i componenti rispetto allo standard previsto. Qui si osserva una differenza significativa tra i due turni, con il turno mattutino che mostra una performance notevolmente inferiore (circa 115%) rispetto al turno pomeridiano (circa 150%).

Qualità:

Le barre verdi indicano la percentuale di prodotti che soddisfano gli standard qualitativi richiesti. In entrambi i turni, la qualità si mantiene a livelli elevati, superando il 95%.

OLE Complessivo:

Gli indicatori circolari nella parte inferiore mostrano l'OLE per ciascun turno. Il turno mattutino registra un OLE del 63.05%, mentre il turno pomeridiano raggiunge il 65.45%. Nonostante la produzione sia appena iniziata nel pomeriggio, l'OLE risulta leggermente superiore, principalmente grazie alla migliore performance e disponibilità, questo però è dovuto anche al fatto che il turno di pomeriggio nelle ore iniziali gode del residuo del turno mattutino.

L'implementazione di questi KPI all'interno del sistema MES ha fornito all'azienda strumenti potenti per il monitoraggio e il miglioramento continuo dei processi produttivi. I benefici di questo approccio includono:

1. **Visibilità in tempo reale:** I manager possono monitorare costantemente l'andamento della produzione, identificando rapidamente eventuali problemi o discrepanze tra i turni.

2. **Analisi comparative:** La possibilità di confrontare le performance tra mattino e pomeriggio aiuta a standardizzare le pratiche di lavoro e a identificare le best practice, come evidenziato dalle differenze significative in termini di OLE tra i due turni.

3. **Identificazione delle aree di miglioramento:** La visualizzazione dettagliata dei componenti dell'OLE permette di individuare rapidamente quali aspetti necessitano di ottimizzazione. Ad esempio, la disponibilità nel turno pomeridiano potrebbe essere un'area su cui concentrare gli sforzi di miglioramento.

4. **Tracciamento delle interruzioni:** Il monitoraggio delle fermate permette di analizzarne le cause e implementare azioni correttive per ridurle, contribuendo a migliorare la disponibilità complessiva delle linee di produzione.

5. **Controllo della qualità:** L'assenza di rilavorazioni e scarti, evidenziata nella prima schermata, sottolinea l'efficacia dei processi di controllo qualità implementati, confermata anche dagli alti valori dell'indicatore di qualità nell'OLE.

6. **Supporto decisionale:** Le informazioni fornite da queste dashboard permettono ai manager di prendere decisioni basate su dati concreti, facilitando l'allocazione delle risorse e la pianificazione della produzione.

In conclusione, l'implementazione di questi KPI all'interno del sistema MES ha contribuito significativamente all'incremento dell'efficienza operativa e alla riduzione degli sprechi. L'attivazione futura del sistema di schedulazione potrebbe fornire ulteriori strumenti per ottimizzare la pianificazione della produzione e allineare meglio gli obiettivi con le capacità effettive delle linee produttive.

3.5 Estrazioni e analisi storiche



(Fig.18 estrazioni)

Un aspetto cruciale del sistema MES implementato è la capacità di effettuare estrazioni di dati storici, che permettono analisi approfondite e identificazione di trend a lungo termine. Questa funzionalità è rappresentata nella dashboard dalle sezioni "Commesse Terminate", "Estrazione 1 (Carrelli)" ed "Estrazione 2 (KPI)".

1. **Commesse Terminate:** Questa estrazione fornisce una panoramica completa delle commesse completate in un determinato arco temporale. Analizzando questi dati, è possibile valutare l'efficienza complessiva del processo produttivo, identificare le commesse che hanno richiesto più tempo o risorse del previsto, e comprendere meglio i fattori che influenzano il completamento delle commesse.
2. **Estrazione 1 (Carrelli):** Questa funzionalità si concentra sull'evoluzione dei carrelli nel sistema produttivo. Tracciando il percorso dei carrelli attraverso le varie fasi di produzione, si ottengono informazioni preziose su:
 - Tempi di attraversamento medi per fase di produzione
 - Identificazione di eventuali colli di bottiglia nel flusso produttivo
 - Analisi dei tempi di attesa tra le diverse fasi
 - Valutazione dell'efficienza delle diverse stazioni di lavoro

Questi dati permettono di ottimizzare il flusso di lavoro, bilanciare meglio le linee di produzione e migliorare la gestione delle risorse.

3. Estrazione 2 (KPI): Questa estrazione fornisce una visione storica dei principali KPI del sistema. Analizzando questi dati su periodi estesi, è possibile:

- Identificare trend stagionali nella produzione
- Valutare l'impatto a lungo termine delle modifiche ai processi produttivi
- Confrontare le performance tra diversi periodi, linee di produzione o turni
- Stabilire benchmark realistici per future performance

La possibilità di effettuare queste estrazioni su archi temporali selezionabili offre una flessibilità notevole nell'analisi dei dati. I manager possono, ad esempio, confrontare le performance dello stesso mese in anni diversi, valutare l'impatto di cambiamenti significativi nei processi produttivi, o identificare pattern ricorrenti che potrebbero influenzare la pianificazione futura.

4.RISULTATI OTTENUTI

L'implementazione del sistema MES ha prodotto una serie di risultati significativi che hanno migliorato i processi produttivi dell'azienda e posto le basi per ulteriori sviluppi futuri. I principali risultati sono i seguenti:

4.1 Ricostruzione di una routine per il miglioramento continuo

Una delle prime fasi di miglioramento è stata la creazione di una routine di bilanciamento delle linee. Questo processo prevede l'analisi dei tempi e delle capacità delle diverse postazioni di lavoro per garantire che tutte le risorse siano utilizzate in modo ottimale, senza sovraccaricare alcune stazioni a scapito di altre.

Ad esempio, il bilanciamento delle linee è stato applicato alla linea formale. Analizzando i dati raccolti tramite il MES, è stato possibile identificare i colli di bottiglia e riequilibrare le assegnazioni di lavoro. Gli operatori sono stati ridistribuiti su più postazioni e le fasi di lavorazione sono state riordinate, permettendo di ridurre i tempi di attesa tra una fase e l'altra. Questo approccio ha anche facilitato l'inserimento di nuove risorse nei periodi di picco, senza compromettere la qualità o la produttività.

DATA DEL BILANCIAMENTO: 10/05/2024			
LINEA	NUMERO	OPERAZIONI	IN % COMPLETATA
1	1	1,8	99%
	2	1,1	99%
	3	1,1	99%
	4	0,4	99%
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
Adatti disponibili Adatti schedati Adatti Testati Disponibilità Performance Efficienza 3 3 4,32 100% 82% 87%		Adatti disponibili Adatti schedati Adatti Testati Disponibilità Performance Efficienza 3 3 2,00 100% 68% 69%	
2	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
Adatti disponibili Adatti schedati Adatti Testati Disponibilità Performance Efficienza 2 2 2,00 100% 68% 69%		Adatti disponibili Adatti schedati Adatti Testati Disponibilità Performance Efficienza 2 2 2,00 100% 68% 69%	
3	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
Adatti disponibili Adatti schedati Adatti Testati Disponibilità Performance Efficienza 3 3 2,00 100% 68% 69%		Adatti disponibili Adatti schedati Adatti Testati Disponibilità Performance Efficienza 3 3 2,00 100% 68% 69%	
4	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
Adatti disponibili Adatti schedati Adatti Testati Disponibilità Performance Efficienza 1 1 4,32 100% 82% 86%		Adatti disponibili Adatti schedati Adatti Testati Disponibilità Performance Efficienza 1 1 4,32 100% 82% 86%	
5	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
Adatti disponibili Adatti schedati Adatti Testati Disponibilità Performance Efficienza 1,5 1,4 1,15 93% 82% 77%		Adatti disponibili Adatti schedati Adatti Testati Disponibilità Performance Efficienza 1,5 1,4 1,15 93% 82% 77%	

(Fig. 19 dettaglio bilanciamento)

Questo processo di bilanciamento suddivideva le varie micro-fasi produttive all'interno delle isole, visibili e distinguibili tramite un sistema di colori, per facilitare la gestione delle operazioni e la distribuzione degli operatori.

Per ogni isola della produzione, veniva stilata una tabella di riscontro che riportava:

- Addetti teorici: il numero ideale di operatori per svolgere le attività.
- Addetti disponibili: il numero reale di operatori presenti per quel turno.
- Addetti schedulati: gli operatori effettivamente assegnati alle postazioni, calcolati seguendo le regole di schedulazione.

Successivamente, venivano calcolati due parametri chiave:

- Disponibilità: rapporto tra gli addetti schedulati e quelli disponibili.
- Performance: rapporto tra gli addetti teorici e quelli schedulati.

Moltiplicando questi due valori si otteneva l'efficienza dell'isola, che permetteva di avere una visione chiara del rendimento complessivo. Questo processo veniva ripetuto per ogni isola e reparto, garantendo un monitoraggio costante delle risorse impiegate e delle potenziali inefficienze.

Modello	Foto modello	% mix	Paia obiettivo giornaliero x turno
DATI SENSIBILI		35%	108
		24%	72
		12%	36
		18%	54
		12%	36
0		0%	0
0		0%	0
0		0%	0
0		0%	0
0		0%	0
0		0%	0
		100%	306

Addetti Disponibili 17,9	Disponibilità 100%
Addetti Teorici totali 13,93	Performance 78%
Addetti totali schedulati 17,9	Efficienza 78%

NOTE: **100% SCHEDULATA ALLA SCATOLATURA**

(Fig.20 dettaglio bilanciamento-2)

Un ulteriore aspetto importante era il mix produttivo, che teneva conto della varietà dei modelli e dei parametri totali, come il numero di paia da produrre per turno e la distribuzione delle risorse in base alle priorità delle commesse. Il bilanciamento delle linee veniva eseguito il giorno prima, in modo da fornire ai supervisor le informazioni necessarie per gestire al meglio la produzione del giorno successivo.

Il bilanciamento era eseguito sul turno di lavoro e non sull'intera giornata, permettendo una gestione più flessibile e dinamica. Inoltre, nelle note finali del bilanciamento venivano aggiunte informazioni utili, come ad esempio la collocazione di operatori jolly nelle postazioni critiche o sovraccariche, per risolvere problemi operativi o ridurre eventuali ritardi.

4.2 Implementazione di un nuovo software

L'adozione del Manufacturing Execution System (MES) ha rappresentato una svolta importante per l'azienda, posizionandola come pioniera nel settore calzaturiero di lusso in Italia. Essendo la prima azienda del comparto a implementare un sistema così avanzato, il progetto ha consentito di collegare in modo efficace tutti i reparti produttivi, migliorando la gestione delle commesse, dei carrelli e delle operazioni quotidiane. L'interconnessione digitale delle attività ha ottimizzato non solo la produzione, ma anche i flussi informativi tra uffici e linee di produzione.

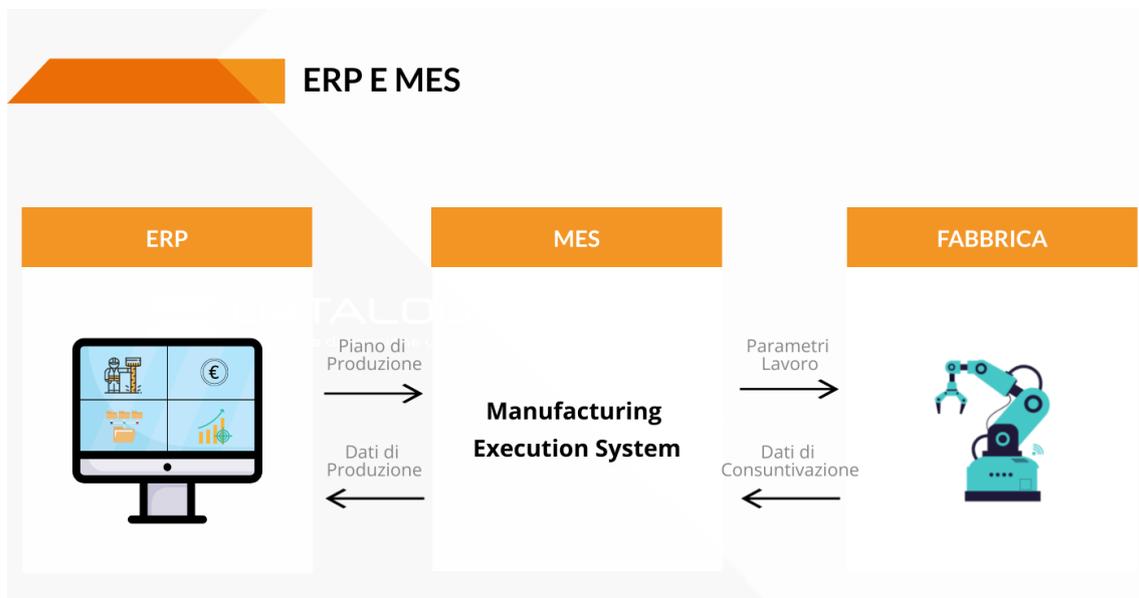
L'implementazione del software MES ha avuto un impatto rilevante anche sulla gestione delle anomalie. Grazie all'integrazione delle funzionalità di notifica, ogni volta che un macchinario o una postazione incontrava un problema tecnico, il sistema inviava un alert automatico ai tecnici manutentori e ai supervisor responsabili. Questo ha consentito un rapido intervento, riducendo al minimo i tempi di fermo macchina e migliorando la tempestività delle risposte.

Inoltre, il MES ha reso possibile un monitoraggio costante e dettagliato del ciclo produttivo, permettendo di registrare in tempo reale non solo i guasti e le anomalie, ma anche eventuali ritardi nella lavorazione o problematiche legate alla qualità del prodotto. Questo approccio ha portato a una maggiore proattività nel gestire i processi produttivi, con interventi tempestivi che hanno contribuito a mantenere alta l'efficienza generale e a ridurre i costi legati agli errori operativi.

Un altro aspetto migliorato riguarda la gestione dei carrelli tra le diverse fasi produttive. Grazie all'automazione del flusso e alla tracciabilità precisa di ogni carrello, gli operatori e i supervisor possono verificare lo stato di avanzamento delle lavorazioni senza dover interrompere il processo per controlli manuali.

Questa integrazione ha reso più fluido il passaggio dei carrelli tra montaggio e finissaggio, ottimizzando ulteriormente il flusso complessivo.

L'adozione del MES ha permesso all'azienda di migliorare notevolmente anche la comunicazione interna tra i vari reparti e gli uffici. Tramite l'interfaccia del portale MES, i responsabili dei reparti produttivi possono scambiare dati in tempo reale con i team gestionali e amministrativi, eliminando la necessità di report cartacei o di passaggi intermedi che spesso generavano errori o ritardi. Ogni operatore è collegato al sistema tramite tablet o computer fissi, e può consultare e aggiornare informazioni relative alle commesse, alle fasi di produzione e ai tempi di lavorazione.



(Fig.21 esempio del flusso di informazioni dopo l'implementazione del software)

Tra i vantaggi principali dell'implementazione del MES, si evidenzia la capacità di monitorare l'intero processo produttivo da un'unica piattaforma, migliorando la tracciabilità dei prodotti e garantendo standard qualitativi elevati. L'automazione del flusso informativo ha inoltre permesso di ridurre i tempi di inattività delle macchine, migliorando la produttività complessiva del sistema. L'azienda ha potuto adottare pratiche di miglioramento continuo, basate sui dati raccolti in tempo reale, che hanno reso i processi più flessibili e reattivi alle esigenze di mercato.

Essendo stata la prima azienda calzaturiera di lusso a implementare un sistema MES, l'azienda ha guadagnato un vantaggio competitivo significativo. La possibilità di connettere in maniera fluida i reparti produttivi con gli uffici gestionali ha contribuito a rendere più snelli i processi decisionali, riducendo i tempi necessari per apportare modifiche o aggiornamenti durante la produzione. In questo modo, si è riusciti a migliorare sia l'efficienza operativa che la qualità dei prodotti, ottenendo risultati tangibili in termini di riduzione dei costi e miglioramento delle tempistiche di consegna.

4.3 Creazione di un database dei tempi

La creazione del database dei tempi ha rappresentato uno strumento fondamentale per l'analisi delle prestazioni aziendali e l'ottimizzazione dei processi produttivi. Questo archivio ha consentito di raccogliere dati dettagliati sui tempi di lavorazione di ogni fase del processo produttivo, garantendo una base solida per monitorare, confrontare e migliorare le operazioni.

Il database conteneva tempi standard per ogni attività, calcolati sulla base di rilevazioni accurate fatte su più cicli di produzione, e tempi effettivi, registrati automaticamente dal MES durante il processo produttivo. La raccolta di questi dati ha permesso di identificare le fasi in cui c'erano delle differenze tra il tempo previsto e il tempo effettivo, fornendo informazioni essenziali per intervenire in maniera mirata sulle inefficienze.

Ad esempio, in alcune fasi di montaggio, il tempo effettivo risultava superiore a quello standard a causa di attese non programmate legate alla disponibilità delle materie prime (consegna errata) o a interruzioni nella catena di approvvigionamento (guasti ad un macchinario). In queste situazioni, l'analisi dei dati raccolti dal database ha permesso di implementare soluzioni rapide, come il miglioramento della logistica interna o la redistribuzione delle risorse, per ridurre i tempi di attesa e mantenere la produzione nei tempi previsti.

Uno dei principali vantaggi del database è stato la possibilità di creare report periodici che confrontavano le performance delle diverse linee di produzione. Ogni reparto, come quello del montaggio e del finissaggio, aveva accesso a una

dashboard dedicata dove i supervisor potevano monitorare in tempo reale i progressi, identificando eventuali scostamenti dai tempi standard. Grazie a queste analisi, è stato possibile:

- **Migliorare la pianificazione delle commesse**, prevedendo con maggiore accuratezza i tempi necessari per il completamento di ogni fase produttiva.
- **Ridurre i colli di bottiglia: l'analisi** dei dati ha evidenziato fasi critiche in cui si verificavano rallentamenti, come l'essiccazione delle suole, permettendo di intervenire tempestivamente con soluzioni che ne hanno migliorato l'efficienza.
- **Aumentare la produttività complessiva**: i dati raccolti hanno permesso di bilanciare meglio le risorse tra le diverse fasi, evitando sovraccarichi in alcune isole di lavoro e ottimizzando l'allocazione del personale.

Un esempio significativo riguarda la fase di finissaggio, dove l'applicazione di un metodo di lavorazione più flessibile ha ridotto i tempi effettivi di quasi il 10%. Grazie al database dei tempi, si è potuto monitorare questo miglioramento in tempo reale e confermare che l'adozione delle nuove pratiche aveva portato risultati concreti in termini di efficienza.

Inoltre, il database si è rivelato particolarmente utile per la pianificazione di nuovi modelli. Quando venivano introdotti nuovi modelli di calzature, i dati storici dei tempi di lavorazione dei modelli precedenti consentivano di fare stime accurate sui tempi di produzione, riducendo gli imprevisti e garantendo una maggiore precisione nelle previsioni.

La creazione del database dei tempi ha permesso all'azienda di migliorare l'efficienza operativa, di ottimizzare le risorse, e di garantire che ogni fase del processo produttivo venisse monitorata e analizzata in modo continuo. Questo strumento si è dimostrato essenziale per mantenere elevati standard qualitativi e per fornire una base solida per il miglioramento continuo.

4.4 Studio efficace dei dati

Uno dei risultati più significativi dell'implementazione del MES è stato lo studio efficace dei dati raccolti durante il processo produttivo. Grazie alla capacità del MES di raccogliere dati in tempo reale, l'azienda ha potuto analizzare in modo sistematico le prestazioni di ogni fase della produzione, identificando trend, inefficienze e opportunità di miglioramento.

Il sistema ha permesso di estrarre dati dettagliati relativi a ogni commessa, fase produttiva e operatore, fornendo una visione completa del ciclo di produzione. L'analisi di questi dati ha permesso di ottenere informazioni preziose per:

- **Monitorare l'andamento delle linee di produzione:** ogni linea è stata dotata di dashboard che riportavano indicatori chiave di performance (KPI), come i tempi di ciclo, la produttività, e il tasso di scarti. Questi KPI venivano aggiornati in tempo reale, consentendo ai supervisor di intervenire prontamente in caso di anomalie.
- **Valutare l'efficienza delle postazioni:** confrontando i tempi effettivi di ogni postazione con i tempi standard, è stato possibile identificare le aree in cui era necessario fornire ulteriore formazione o ridefinire le assegnazioni per migliorare la produttività.
- **Prevedere le esigenze future:** l'analisi dei dati raccolti ha anche permesso di anticipare le esigenze future, sia in termini di risorse che di tempi di produzione. Ad esempio, le estrazioni relative ai tempi di lavorazione dei modelli precedenti hanno facilitato la pianificazione dei nuovi modelli, permettendo all'azienda di gestire in modo più efficiente l'introduzione di nuove linee di prodotto.

Un esempio concreto dell'utilità di queste estrazioni riguarda la fase di analisi delle commesse completate. I dati raccolti tramite il MES hanno evidenziato che in alcuni casi i tempi di produzione si prolungavano oltre quelli previsti a causa di ritardi nella gestione dei materiali o di problemi tecnici nelle macchine. Questo ha permesso di introdurre correzioni mirate per ottimizzare il flusso di lavoro, come la revisione delle scorte e l'automazione di alcune operazioni di controllo qualità, riducendo significativamente i tempi di inattività.

I vantaggi dello studio dei dati raccolti tramite il MES non si limitano alla singola produzione. Le informazioni estratte sono state utilizzate per ottimizzare la gestione delle risorse umane identificando i picchi di carico e le fasi critiche, l'azienda ha potuto infatti redistribuire le risorse in modo più efficiente, evitando sprechi di tempo e sovraccarichi di lavoro per gli operatori. I dati sono stati inoltre utili per migliorare la comunicazione tra reparti, grazie alla piattaforma centralizzata essi venivano raccolti dal MES e condivisi automaticamente tra i vari reparti, eliminando la necessità di passaggi intermedi e garantendo un flusso di informazioni fluido tra la produzione e l'amministrazione. Questo ha contribuito a una gestione più rapida delle commesse e a una maggiore integrazione operativa tra i diversi settori aziendali.

L'analisi ha avuto un impatto diretto anche sulla qualità dei prodotti. Monitorando i KPI relativi agli scarti e alle rilavorazioni, l'azienda è stata in grado di identificare le fasi in cui si verificavano più frequentemente problemi di qualità, permettendo di intervenire con soluzioni preventive o correttive mirate. Infine, l'utilizzo del database dei tempi ha permesso di rendere più precisa la pianificazione delle commesse future. Grazie alla possibilità di estrarre i dati relativi ai tempi di lavorazione per ogni modello, è stato possibile prevedere con maggiore accuratezza la durata delle nuove produzioni, evitando ritardi e ottimizzando le risorse.

In conclusione, lo studio dei dati fornito dal MES si è dimostrato uno strumento essenziale per migliorare non solo l'efficienza produttiva, ma anche la qualità dei prodotti e la gestione delle risorse. Questo approccio data-driven ha consentito all'azienda di prendere decisioni più informate, ottimizzando i processi e garantendo un miglioramento continuo delle performance produttive.

4.5 Risultati generali

L'implementazione del MES ha consentito all'azienda di compiere un ulteriore passo avanti nella mappatura dei processi e nella digitalizzazione delle operazioni. Grazie alla raccolta e all'analisi dei dati in tempo reale, è stato

possibile ottenere una visione più chiara e dettagliata di ogni fase produttiva, migliorando la tracciabilità e il controllo su tutte le operazioni. Questo ha permesso non solo di ottimizzare i flussi interni, ma anche di aumentare l'efficienza generale del sistema produttivo. Uno degli effetti più importanti è stato la capacità di digitalizzare i processi produttivi, rendendo obsoleti i metodi di gestione manuale che potevano generare errori o ritardi. L'integrazione tra il MES e i diversi reparti ha facilitato la comunicazione interna, consentendo a supervisor, operatori e manager di accedere in tempo reale ai dati necessari per prendere decisioni informate. Questa digitalizzazione ha permesso di eliminare molti passaggi intermedi e di rendere i processi decisionali più fluidi e rapidi.

2. Segnatura - Cardatura fine	80	X		X		X						X	X	X	X
2. Incollaggio	100	X		X		X						X	X	X	X
2. Applicazione/Pressatura Fondi	100	X		X		X						X	X	X	X
3. Cuoitura	120	X		X		X						X	X	X	X
3. Finitaggio 1- Flotella	150	X		X		X		X				X	X	X	X
3. Taccò	160	X		X		X						X	X	X	X
4. Finitaggio 2 - Sottopiede	160	X		X		X						X	X	X	X
4. Finitaggio 3 - Pulbia	170	X		X		X		X	X			X	X	X	X
4. Finitaggio 4 - Silitura	190	X		X		X						X	X	X	X
4. Allacciatura	150	X		X		X						X	X	X	X
4. Finitaggio 5 - Finitura	190	X		X		X			X			X	X	X	X
4. Finitaggio 6 - Controllo	200	X		X		X						X	X	X	X
4. Prep. scatolatura	5	X		X		X						X	X	X	X
4. Scatolatura	200	X		X		X						X	X	X	X
Segnalazione senza fermare pala (in lavorazione)															
Fermata pala (a fine fase)															
Dichiarazione materiali/Necessaria															
Dichiarazione Taglia necessaria															
Lista destinatari pulsante segnalazione	Supervisore operativo														
Lista destinatari pulsante avanti con fermata			Magazzino	Supervisore operativo	Supervisore operativo						Supervisore operativo	Supervisore operativo			
Lista destinatari pulsante sospensione			Magazzino	Impiegato							Impiegato	Manutentore			
Lista destinatari		Supervisore operativo									Supervisore operativo	Manutentore			Supervisore operativo

(Fig.22 esempio di gestione delle notifiche tra i vari reparti ed il magazzino)

Inoltre, l'azienda ha gettato le basi per un ulteriore sviluppo futuro. Un aspetto cruciale dei prossimi step sarà il coordinamento con il magazzino, per migliorare la gestione delle scorte e delle commesse errate. Attualmente, la gestione delle commesse che presentano errori o problemi di scorta richiede interventi manuali e comunicazioni tra più reparti, che possono causare rallentamenti o blocchi. L'integrazione tra il MES e il sistema di gestione del magazzino consentirà di automatizzare questo processo, riducendo il rischio di errori e migliorando la velocità con cui le commesse vengono gestite e corrette. Questo coordinamento migliorerà anche la precisione nella previsione dei materiali necessari, ottimizzando così l'approvvigionamento e riducendo gli sprechi. Un ulteriore

passo previsto per il futuro è l'introduzione di uno scheduler, un sistema di pianificazione avanzata che permetterà di gestire in modo ancora più preciso la distribuzione delle risorse e la programmazione delle commesse. Questo strumento consentirà di allineare la produzione alle reali capacità dell'azienda, bilanciando i carichi di lavoro e garantendo che ogni risorsa, dai macchinari agli operatori, venga utilizzata al massimo della sua efficienza. Grazie allo scheduler, l'azienda sarà in grado di reagire più rapidamente alle richieste del mercato e di adattare la produzione a eventuali variazioni improvvise, riducendo i tempi di inattività e ottimizzando la produttività complessiva.

Questi risultati complessivi hanno posizionato l'azienda come leader nel suo settore, dimostrando come l'uso strategico di tecnologie avanzate come il MES possa trasformare radicalmente i processi produttivi e garantire un vantaggio competitivo. L'azienda ha ora una base solida su cui costruire ulteriori sviluppi, con la possibilità di crescere in maniera sostenibile e di affrontare con successo le sfide del futuro grazie a un sistema di gestione della produzione moderno, efficiente e altamente flessibile.

5.CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

5.1 Raggiungimento degli obiettivi

Il progetto ha avuto come obiettivi principali fornire supporto al processo di trasformazione digitale mediante l'implementazione del MES, ottimizzare i processi e l'efficienza operativa e analizzare le criticità della produzione attraverso nuovi strumenti. L'implementazione del Manufacturing Execution System (MES) ha rappresentato un punto di svolta per l'azienda, consentendo di migliorare significativamente l'efficienza, la qualità e la gestione della produzione.



(Fig.23 strumenti MES)

Il primo obiettivo, ovvero fornire supporto alla trasformazione digitale, è stato raggiunto attraverso l'introduzione del MES, che ha centralizzato e digitalizzato la gestione di tutte le operazioni produttive. La digitalizzazione ha reso possibile un monitoraggio in tempo reale delle commesse, dei carrelli e dei macchinari, migliorando la tracciabilità delle operazioni e riducendo i tempi di risposta alle problematiche. Grazie al MES, è stato possibile ottenere una visione completa e precisa di ogni fase produttiva, permettendo ai supervisor di intervenire prontamente in caso di guasti o anomalie. In particolare, l'introduzione del sistema di notifica automatica per i fermi macchina ha ridotto significativamente i tempi di inattività. Prima dell'implementazione del MES, la gestione dei guasti richiedeva un intervento manuale, con conseguenti ritardi nella ripresa delle operazioni. Con il MES, i tempi di fermo macchina sono stati ridotti del 5%, grazie all'invio di allarmi immediati ai tecnici e ai responsabili, permettendo loro di intervenire più rapidamente. Questo ha avuto un impatto diretto sulla produttività, migliorando la fluidità del flusso produttivo e riducendo i costi legati ai tempi morti.

Il secondo obiettivo, legato all'ottimizzazione dei processi e dell'efficienza operativa, è stato ottenuto principalmente attraverso la creazione di una routine per il miglioramento continuo. Una delle soluzioni più efficaci è stata il bilanciamento delle linee di produzione, che ha permesso di ottimizzare l'allocazione delle risorse tra le diverse fasi produttive. Grazie a questa strategia, l'azienda è riuscita a migliorare l'efficienza delle isole di lavoro fino al 10%, riducendo i colli di bottiglia e migliorando il flusso delle operazioni. Il bilanciamento delle linee veniva eseguito quotidianamente, basato su dati raccolti in tempo reale tramite il MES. Ogni isola produttiva veniva analizzata in dettaglio, tenendo conto degli addetti teorici, disponibili e schedulati. Questo ha permesso di gestire in modo più efficiente le risorse, riducendo il gap tra le risorse disponibili e quelle effettivamente necessarie. La pianificazione delle risorse con un giorno di anticipo ha facilitato la gestione del personale, migliorando la fluidità del processo produttivo e riducendo i tempi di attesa.

Il terzo obiettivo, l'analisi delle criticità della produzione attraverso nuovi strumenti, è stato raggiunto grazie alla creazione di un database dei tempi e all'utilizzo di diversi tools analitici. Il database ha raccolto dati dettagliati sui tempi di lavorazione per ogni fase produttiva, consentendo di confrontare i tempi standard con quelli effettivi. Questo ha permesso di identificare le aree critiche in cui i tempi di lavorazione superavano quelli previsti, portando a interventi mirati per ottimizzare le operazioni.

Oltre al database, l'azienda ha introdotto nuovi Key Performance Indicators (KPI) per monitorare l'efficienza e la produttività delle linee in tempo reale. I KPI includevano indicatori chiave come l'efficienza produttiva, i tempi di inattività, la qualità e la disponibilità degli impianti. L'analisi costante di questi KPI ha permesso di identificare tempestivamente le anomalie e di intervenire per ridurre gli scarti, migliorando la qualità complessiva del prodotto. Uno dei tools più importanti è stato l'estrazione dei dati per l'analisi dei modelli di produzione futuri. Attraverso l'analisi storica dei dati raccolti tramite il MES, l'azienda è stata in grado di prevedere con maggiore accuratezza i tempi necessari per la produzione dei nuovi modelli di calzature. Questo ha portato a una riduzione nei tempi di introduzione dei nuovi prodotti, migliorando la capacità

dell'azienda di rispondere alle richieste del mercato con maggiore flessibilità e precisione.

La combinazione di questi strumenti analitici ha avuto un impatto diretto sulla qualità della produzione. L'analisi dei dati relativi agli scarti e alle rilavorazioni ha consentito di ridurre gli errori produttivi, con un conseguente miglioramento della qualità del prodotto finale. Questo ha portato a una riduzione dei costi legati alle rilavorazioni e ha rafforzato la reputazione dell'azienda come leader nel settore calzaturiero di lusso.



(Fig.23 immagine di una delle linee produttive)

(per ragioni di privacy gli artigiani sono stati oscurati)

5.2 Conclusione generale

In conclusione, il progetto ha raggiunto tutti gli obiettivi prefissati, fornendo un significativo contributo al processo di trasformazione digitale dell'azienda, migliorando l'efficienza operativa e introducendo strumenti innovativi per l'analisi delle criticità produttive. L'implementazione del MES ha trasformato il modo in cui l'azienda gestisce la produzione, consentendo un monitoraggio continuo e data-driven delle operazioni e migliorando significativamente la capacità di intervenire tempestivamente su problemi e anomalie.

Grazie a questi miglioramenti, l'azienda ha visto un aumento dell'efficienza complessiva, una riduzione dei costi operativi e una maggiore qualità del prodotto finale, consolidando la sua posizione nel mercato del lusso. Questo progetto ha quindi gettato solide basi per una gestione più agile, efficiente e flessibile, in linea con le sfide del mercato globale.

5.3 Sviluppi futuri

L'implementazione del MES ha portato significativi benefici all'azienda, ma il progetto può essere ulteriormente sviluppato per ottenere un'integrazione più completa e sfruttare al massimo le potenzialità del sistema. Gli sviluppi futuri riguardano il completamento di alcune funzionalità già pianificate, l'introduzione di nuove tecnologie e l'ulteriore ottimizzazione dei processi aziendali. Questi sviluppi mirano a migliorare ulteriormente l'efficienza produttiva e a garantire una gestione sempre più automatizzata e data-driven delle operazioni.

Un primo passo fondamentale sarà il collegamento tra il sistema di notifiche del MES e il magazzino. Attualmente, la gestione delle scorte e delle commesse errate non è ancora automatizzata; l'integrazione del MES con il sistema di magazzino consentirà di inviare notifiche automatiche in caso di discrepanze o problemi con le scorte. Questa funzionalità ridurrà il tempo necessario per la risoluzione di problemi legati all'approvvigionamento e garantirà una maggiore precisione nella gestione delle risorse materiali. Un secondo sviluppo essenziale è la configurazione dell'applicazione MES sui dispositivi mobili degli impiegati, in modo che possano gestire le operazioni direttamente da tablet o smartphone. L'introduzione di questa funzione renderà il sistema più accessibile e flessibile, consentendo agli operatori di monitorare e gestire le attività anche lontano dalle postazioni fisse. Sarà inoltre utile per i supervisor, che potranno monitorare la produzione in tempo reale anche quando non sono fisicamente presenti nelle linee. Un ulteriore miglioramento riguarda l'aggiunta di istruzioni operative sui dispositivi mobili per gli operatori. Quando un operatore inizia una nuova lavorazione, il dispositivo farà visualizzare nella sessione dedicata una guida

passo-passo che descrive le fasi operative, fornendo istruzioni chiare e immediate. Inoltre, alla fine di ogni lavorazione, il sistema potrà suggerire automaticamente il carrello consigliato da avviare, basandosi sui dati raccolti dal MES e sulle priorità produttive.

Per migliorare il monitoraggio in tempo reale, si prevede l'installazione di monitor lungo le linee produttive, che visualizzeranno i dati raccolti dal MES. Questi schermi mostreranno informazioni come lo stato dei carrelli, gli alert sui guasti o le fasi di lavorazione da completare. I supervisor e gli artigiani avranno così accesso immediato alle informazioni chiave, migliorando la capacità di reagire rapidamente agli imprevisti e ottimizzando il flusso di lavoro. Un altro sviluppo fondamentale sarà il completamento del progetto di scheduler. Lo scheduler sarà uno strumento avanzato per pianificare la produzione con maggiore precisione, consentendo di ottimizzare la distribuzione delle risorse e prevedere in anticipo i carichi di lavoro. Questo sistema aiuterà l'azienda a migliorare la produttività, riducendo i tempi di inattività e bilanciando meglio le risorse tra le diverse linee produttive.

Oltre ai miglioramenti già pianificati, ci sono idee future che potrebbero espandere ulteriormente le capacità del MES. Uno sviluppo potenziale è l'estensione del sistema MES alla seconda linea produttiva. Attualmente, solo una parte della produzione è completamente digitalizzata e integrata nel sistema; estendere il MES a tutte le linee garantirà un controllo centralizzato su tutta la produzione, migliorando ulteriormente l'efficienza e la capacità di adattamento ai cambiamenti nella domanda.

Un'altra idea di grande valore è l'introduzione di un sistema di manutenzione predittiva. Sfruttando i dati raccolti dal MES, l'azienda potrebbe monitorare lo stato dei macchinari e prevedere quando è necessario un intervento di manutenzione, riducendo così i guasti imprevisti. Questo approccio permetterebbe di programmare la manutenzione in momenti ottimali, riducendo ulteriormente i tempi di inattività delle macchine e migliorando la continuità operativa.

Si potrebbero inoltre coinvolgere attivamente i dipendenti nell'analisi dei dati di produzione. La creazione di report condivisi, che mostrino le performance delle linee e le aree critiche, permetterà ai team di analizzare insieme i dati raccolti e di discutere soluzioni e miglioramenti in modo collaborativo. Questo approccio data-driven renderà il miglioramento continuo più accessibile a tutti i livelli aziendali. Inoltre, l'implementazione di tecniche per automatizzare il più possibile la gestione delle operazioni produttive sarà un passo fondamentale per migliorare l'efficienza. L'introduzione di lettori di codici a barre per tracciare i movimenti dei carrelli e dei materiali permetterà di eliminare ulteriormente la gestione manuale, riducendo il rischio di errori e migliorando la precisione delle operazioni. Infine, un altro importante sviluppo sarà l'utilizzo dei dati raccolti dal MES per implementare un sistema di costing dettagliato. Analizzando i tempi di lavorazione, i costi delle risorse e i materiali utilizzati per ciascun prodotto, l'azienda potrà creare modelli di costing più precisi, ottimizzando così la gestione dei costi e migliorando la redditività.

6.SITOGRAFIA

- **Forbes Italia - Il futuro del settore calzaturiero**
Articolo su Giovanna Ceolini e le sfide future del comparto calzaturiero italiano:
<https://forbes.it/2024/03/28/giovanna-ceolini-assocalzaturifici-settore-calzaturiero/>
- **Forbes Italia - Nice Footwear e l'eccellenza della calzatura veneta**
Articolo sulla crescita dell'azienda calzaturiera Nice Footwear, che combina tradizione e innovazione tecnologica:
<https://forbes.it/2024/04/19/nice-footwear-calzatura-veneta-cresce-ricerca/>
- **MES e ottimizzazione della produzione**
<https://www.mescenter.com>
- **Lean Manufacturing e bilanciamento delle linee**
<https://www.lean.org>
- **Gestione del flusso produttivo e presa tempi**
<https://www.engineering.com>