

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

Re-layout di un reparto produttivo e sue implicazioni in termini di
costi ed efficienza



Relatore

Rafele Carlo

Candidato

Viotto Silvia

Anno Accademico 2020/2021

SOMMARIO

Il seguente elaborato è frutto della mia esperienza lavorativa all'interno di Sest S.p.A., nello specifico all'interno dello stabilimento di Limana (Belluno), azienda leader europeo nella produzione di evaporatori e condensatori per la refrigerazione commerciale ed industriale e tra i maggiori produttori al mondo di batterie alettate di scambio termico.

Impiegata da quattro anni all'interno dell'ufficio TMI (Tempi, Metodi e Industrializzazione), area Operational, nel corso dell'anno ho lavorato per lo sviluppo di un progetto riguardante il re-layout del reparto di imballo finale e il rilievo dei nuovi tempi ciclo che ne derivano, con lo scopo di ridurre i costi e aumentare l'efficienza, ottenendo una migliore gestione dei flussi materiali da e per il reparto, oltre che una riorganizzazione delle attività interne.

Applicando i principi della Lean Production per la riorganizzazione degli spazi e delle attività e quelli dei Tempi e Metodi per il rilievo tempi, sia vecchi per individuare le aree di maggiore criticità sia nuovi per la creazione del nuovo sistema di calcolo tempi ciclo, possiamo raggiungere l'obiettivo di ridurre le movimentazioni di materiali e le conseguenti perdite di tempo, ottenendo quindi un aumento dell'efficienza di reparto.

Indice

SOMMARIO.....	
1. Introduzione.....	1
2. Teoria affrontata	2
2.1. Evoluzione delle tecniche di gestione della produzione	2
2.2. L'analisi tempi e metodi.....	5
2.2.1. Lo studio dei tempi	7
2.2.2. Il metodo cronotecnico Bedaux	9
2.2.3. Il metodo tabellare MTM.....	16
2.2.4. Metodo cronotecnico del livellamento.....	19
2.2.5. Confronto tra i metodi.....	21
2.3. Lean Production	21
2.3.1. I 5 principi della Lean Production	21
2.3.2. Muda, 5S e Kanban.....	23
2.4. L'analisi tempi e metodi e la Lean Production	24
3. Sest S.p.A. e il Gruppo Lu-Ve.....	28
3.1. Mercati di riferimento	30
3.2. Il prodotto di Sest S.p.A.	35
3.3. Organizzazione e processo produttivo	38
4. Caso applicativo: il reparto di imballo finale	44
4.1. Ciclo di lavoro.....	44
4.2. Gestione del progetto	48
4.3. Situazione AS-IS	54
4.3.1. Efficienza, tempi ciclo e layout	54
4.3.2. Gestione ordini e materiali.....	58
4.4. Situazione TO-BE	62
4.4.1. Efficienza, tempi ciclo e layout	63
4.4.2. Gestione ordini e materiali.....	77

5. Conclusioni.....	81
Bibliografia e sitografia	83

1. Introduzione

Nel presente elaborato si affronta il tema dei Tempi e Metodi e della Lean Production applicati nell'ambito di un progetto in corso relativo al re-layout di un reparto produttivo, il reparto di imballo finale, con lo scopo di migliorarne organizzazione ed efficienza, riducendone i costi.

Più nel dettaglio, nel primo capitolo si procede ad un inquadramento dell'argomento dal punto di vista teorico, focalizzandosi sullo studio dei Tempi e Metodi e della Lean Production, descrivendone le principali tecniche e strumenti: la pratica dei tempi e metodi verrà applicata utilizzando la tecnica del rilievo cronometrico di Bedaux con la quale sono stati raccolti i tempi di imballo, mentre tecniche proprie della Lean Production, come il VSM, la Spaghetti Chart, le 5S e il Kanban, sono state utili per analizzare e successivamente riorganizzare il metodo di lavoro e la gestione del reparto in generale.

Nel secondo capitolo si presenta l'azienda all'interno della quale è stato avviato il progetto, Sest S.p.A., con una descrizione accurata del prodotto e del processo produttivo. L'azienda, con sede a Limana (BL), è il principale produttore europeo di componenti di scambio termico per la refrigerazione commerciale ed industriale e ricopre un posto di rilievo anche nella produzione di componenti per il settore del condizionamento.

Il terzo capitolo si incentra su implementazione e sviluppo del progetto di re-layout di un processo produttivo. Si parte con l'esposizione della situazione presente originariamente all'interno del reparto, la descrizione della gestione e del metodo di lavoro utilizzato. Segue un'analisi puntuale della situazione AS-IS, fatta attraverso le tecniche della Spaghetti Chart e della Value Stream Mapping per la raccolta dei dati relativi allo spostamento di materiali e persone e l'individuazione dei Muda, oltre che attraverso il rilievo cronometrico per la raccolta dei tempi di svolgimento di attività e movimentazioni. Grazie a questi metodi si individuano le principali criticità presenti all'interno del reparto. Infine, si riporta la situazione TO-BE, ovvero la soluzione proposta per raggiungere i risultati attesi, presentati in maniera dettagliata unitamente alle tecniche utilizzate.

Tali risultati, come spiegato nel capitolo finale, non sono stati ancora raggiunti, ma si prevede di poterli conseguire a breve dopo un coinvolgimento più mirato degli operatori nella modifica degli standard produttivi attuali.

2. Teoria affrontata

2.1. Evoluzione delle tecniche di gestione della produzione

Già nel Settecento, l'economista Adam Smith aveva intuito come la divisione del lavoro e la specializzazione degli operatori potesse aumentare la produttività generale: dividendo il ciclo di produzione in un numero consistente di singole operazioni e affidando ciascuna ad un diverso operatore, si poteva ottenere una produttività totale maggiore rispetto alla somma dei singoli apporti individuali. Ciò portava all'idea che l'uomo dovesse specializzarsi in un solo tipo di attività per aumentare le sue performance.

Frederick Taylor, ingegnere americano, nel Novecento si basò su questo pensiero per lo sviluppo della sua teoria chiamata Scientific Management: conducendo un'analisi scientifica del lavoro, migliorando le performance dei lavoratori e delle macchine e studiando un sistema unico per lo svolgimento di ogni mansione, la produzione sarebbe aumentata. Al centro di questa teoria c'era quindi l'idea che l'attività umana potesse essere misurata, analizzata e controllata, individuando un unico metodo valido per lo svolgimento di ogni operazione.

I principi fondamentali alla base del pensiero di Taylor erano:

- lo studio scientifico dei migliori metodi di lavoro, in rapporto alle caratteristiche dei lavoratori e delle macchine;
- la selezione e l'addestramento scientifico della manodopera;
- la creazione di rapporti di stima e collaborazione a tutti i livelli, tra direzione e manodopera;
- la distribuzione uniforme del lavoro e delle responsabilità tra amministrazione e manodopera.

L'obiettivo primario che si poneva Taylor era quello di ottenere un giusto ritmo di lavoro, non dettato dagli operatori stessi ma da uno studio scientifico che impedisse al lavoratore di nascondere al datore di lavoro il reale tempo di esecuzione di una mansione. Taylor, infatti, condannava il fatto che l'essere umano fosse portato per natura a "battere la fiacca" (in gergo soldiering), lavorare cioè a ritmi inferiori rispetto al suo reale potenziale per evitare di far conoscere la sua reale produttività e dover quindi aumentare il ritmo di lavoro per soddisfare le aspettative.

Il metodo che elaborò per determinare il ritmo di lavoro si basava su due elementi:

- *l'analisi del lavoro*: prevedeva la suddivisione di ogni attività in specifiche operazioni, ognuna rappresentata da un tempo, la cui somma rappresentava il tempo globale di lavoro (parcellizzazione del lavoro). L'obiettivo era di stabilire le operazioni essenziali per la performance del lavoro distinguendole da quelle superflue; questa procedura venne chiamata MTM (Misurazione Tempi e Metodi) e implicava la conoscenza degli elementi fondamentali che compongono il lavoro, distinguendo i movimenti a valore aggiunto da quelli inutili, per poter definire così un metodo detto task management. Gli studi successivi dei collaboratori Lillian e Frank Gilbert, marito e moglie, arrivarono a considerare i singoli movimenti compiuti da un operatore per svolgere ogni attività;
- *lo studio dei tempi*: una volta che il lavoro era stato analizzato e scomposto in singole attività, queste venivano cronometrate e sommate tra loro calcolando così il tempo totale del lavoro complessivo. In questa fase Taylor ritenne opportuno distinguere tra tempo macchina e tempo manodopera: il primo risultava di facile rilievo in quanto dipendeva dalle caratteristiche tecniche di macchinari e materiali lavorati, il secondo risultava invece più complesso, perché collegato a caratteristiche fisiche personali dell'operatore. La risultante di questi tempi veniva poi corretta da fattori percentuali, per considerare eventuali guasti o interruzioni non previste, per ottenere il task time o tempo standard del lavoro (i coniugi Gilbert invece assegnarono ad ogni movimento possibile una tempistica e calcolavano il totale dell'operazione come la somma dei tempi dei movimenti necessari. Questi movimenti e i relativi tempi sono tutt'oggi contenuti nelle tabelle MTM).

In questa nuova organizzazione del lavoro, Taylor introdusse anche una divisione organizzativa a tre livelli:

- al livello più basso si poneva la produzione;
- al livello intermedio c'erano i tecnici, che effettuavano l'analisi dettagliata delle procedure e delle tecniche del lavoro e controllavano l'operato degli operatori della produzione;
- al livello più alto c'era la dirigenza, che prendeva le decisioni interfacciandosi con il livello intermedio.

Tutto questo era sorretto dalla convinzione che ci fosse un unico modo per risolvere i problemi, semplicemente applicando i corretti metodi scientifici: la così detta *one best way*.

I concetti teorizzati da Taylor trovarono una concreta applicazione nelle fabbriche automobilistiche di Henry Ford, che li utilizzò nella produzione del modello T con

l'introduzione della catena di montaggio. Senza questo metodo tecnico per la produzione, che scandisce il ritmo dell'operatore forzatamente, le teorie di Taylor non avrebbero trovato sbocco in quanto difficilmente un operatore si sarebbe fatto meccanizzare di sua spontanea volontà.

I principi della catena di montaggio di Ford, validi ancora oggi, si concentrano in pochi punti:

- gli uomini e gli strumenti di lavoro devono essere posizionati secondo l'ordine corretto delle operazioni da svolgere, cercando di non porre gli strumenti troppo distanti dalla postazione;
- usare carrelli trasportatori in modo tale che l'operatore non si sposti mai dalla sua postazione di lavoro (si porta il lavoro dagli uomini invece che gli uomini dal lavoro);
- le distanze tra una postazione e l'altra devono essere ragionevoli.

Taylorismo e fordismo vengono associati l'uno all'altro perché si tratta di due modelli di organizzazione del lavoro che non possono essere divisi: quello di Taylor è principalmente uno studio di come organizzare il lavoro, con Ford si realizza la vera e propria parcellizzazione dei movimenti tramite la catena di montaggio.

Col tempo però il Taylor-fordismo entrò in crisi a causa della negazione alla libertà dei movimenti e alla razionalizzazione dei gesti imposta dal modello, indispensabile per la produzione di massa, ma che in realtà limitava la crescita della produzione perché imponeva ritmi troppo stringenti: bisognava fare solo determinati movimenti in un modo prestabilito, oltre al numero di operazioni che doveva essere il più basso e specialistico possibile. La critica maggiore era quindi che l'operatore non poteva pensare, doveva agire in un modo prestabilito in tempi fissi, come da manuale.

È da questi presupposti che nasce, negli anni Cinquanta, un sistema di produzione che valuta il lavoro in base alla qualità che contiene, non al numero di pezzi prodotti: la Lean Production. Mentre con il Toyotismo il lavoro veniva parcellizzato per ottenere una riduzione dei costi grazie alla produzione di massa, ora viene parzialmente ricomposto per ottenere il coinvolgimento del lavoratore nella qualità dell'output, caratteristiche di primaria importanza perché considerate l'interesse principale del cliente. L'attenzione non è quindi più posta sulla riduzione dei costi per aumentare la produttività, interesse principale dell'imprenditore, ma sull'aumento della qualità e la riduzione degli sprechi, eliminando tutto ciò che non crea valore per il cliente per ridurre i costi collegati. L'operatore non è più considerato a servizio delle macchine, ma sono le macchine lo strumento dato all'operatore per produrre beni di qualità elevata, coinvolgendolo anche nella produzione e nella manutenzione degli impianti. Anche la struttura organizzativa risulta mutata: il livello più basso non è più al servizio del vertice della

piramide, ma funziona piuttosto al contrario, con i livelli più alti che mettono a disposizione mezzi e risorse per la produzione.

2.2. L'analisi tempi e metodi

“MIGLIORARE SIGNIFICA CONOSCERE E CONOSCERE IMPLICA MISURARE. LA PRIMA COSA DA MISURARE È IL LAVORO”

Tempi e Metodi, Marco Miniati

Nonostante le idee di Taylor e Ford siano stati e siano tutt'ora oggetto di dibattito, vengono ancora messe in pratica all'interno delle aziende di tutto il mondo. In particolare, la tecnica dei tempi e metodi viene largamente usata per la raccolta dei tempi ciclo utilizzati per l'analisi e la misurazione del lavoro, oltre che per la definizione del takt time, bilanciamento delle linee, analisi e miglioramento continuo propri della Lean Production, che risultano inapplicabili se non si conoscono le basi dell'analisi del lavoro.

Pertanto, si rende sempre più necessario l'inserimento all'interno dell'organigramma aziendale della funzione tempi e metodi, impiegata nella:

- raccolta dei dati relativi a tempi, metodi e condizioni delle postazioni di lavoro tramite tecniche appropriate;
- descrizione del ciclo di lavoro e dei metodi utilizzati realmente nella produzione;
- valutazione del tempo normale e successivo calcolo e pubblicazione del tempo standard delle operazioni di produzione;
- aggiornamento della collezione dei tempi standard, tipicamente effettuato con l'avvento di migliorie nelle tecnologie e nei metodi di produzione.

Questa funzione si colloca solitamente all'interno dell'area di staff della Direzione, in quanto fornisce supporto a diverse funzioni aziendali, in particolare:

- la programmazione ha la necessità di conoscere i tempi di lavoro per saturare le risorse e garantire le consegne nei tempi previsti;
- la produzione utilizza i tempi per valutare il fabbisogno delle risorse e organizzare i reparti produttivi;
- la logistica utilizza i dati della programmazione per l'approvvigionamento delle materie prime;

- il controllo di gestione costifica il prodotto e il processo tramite i relativi dati;
- la funzione di industrializzazione valuta scelte tecnologiche sulla base degli effetti che queste avranno sui tempi di processo e sui metodi di lavoro;
- la funzione che si occupa di preventivare il prezzo finale ha la necessità di conoscere i tempi standard per calcolare il costo del lavoro contenuto nel prodotto/servizio offerto.

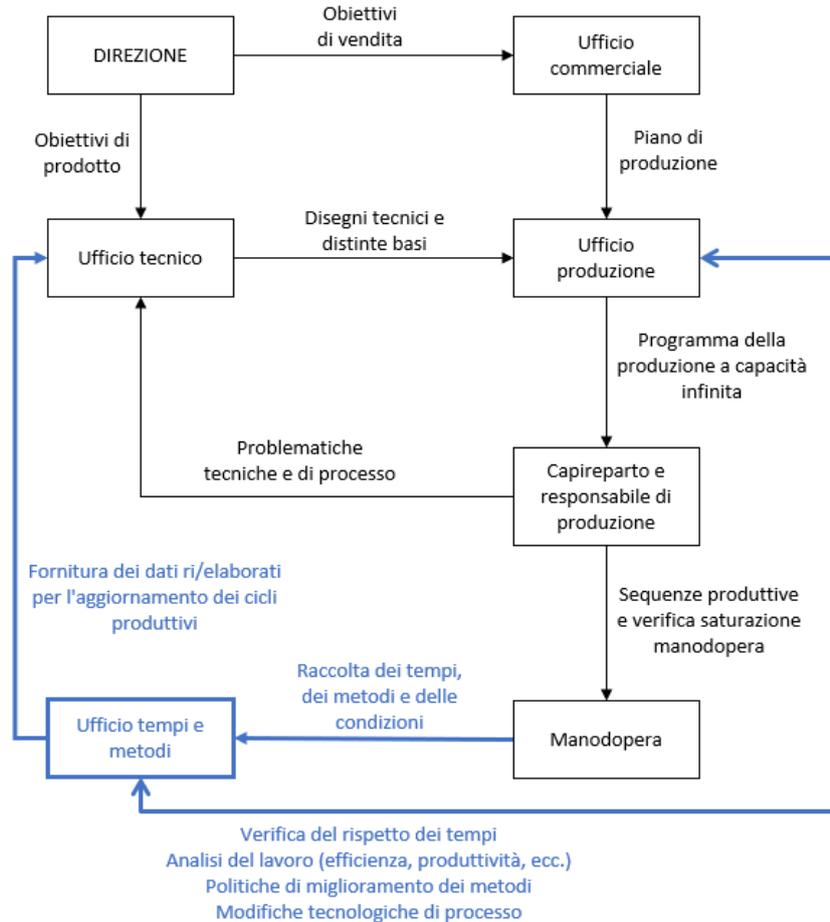


Figura 1 - Flusso informativo con la funzione Tempi e Metodi

Entrando più nel dettaglio, lo *studio dei metodi* consiste nella sistematica raccolta ed analisi dei dati relativi ai sistemi esistenti utilizzati per compiere un determinato lavoro (identificato come insieme di operazioni), un loro esame critico e il successivo sviluppo ed applicazione del metodo più facile ed efficiente per compiere il lavoro stesso, quello cioè che presenta il tempo di esecuzione minore e conduce quindi sempre ad un vantaggio economico.

L'obiettivo dello studio dei metodi è quello di migliorare la produttività di un'impresa, determinando i tempi standard necessari allo svolgimento delle singole operazioni rilevati applicando il metodo migliore. Nello specifico si pone gli obiettivi di:

- miglioramento del processo e delle attività lavorative (eliminazione dei lavori inutili, riduzione e semplificazione dei movimenti e degli sforzi, standardizzazione dei movimenti);
- miglioramento del layout dello stabilimento, dei reparti e delle postazioni di lavoro;
- perfezionamento delle risorse produttive, degli impianti, delle macchine e della manodopera (attraverso l'addestramento);
- miglioramento dell'ambiente di lavoro.

Lo scopo dello studio dei metodi è quindi quello di ridurre i tempi di produzione diminuendo il contenuto di lavoro mediante l'eliminazione e/o riduzione di movimenti inutili e l'individuazione dei tempi improduttivi. Senza lo studio del lavoro, infatti, molte operazioni improduttive non sono note o sono accettate come inevitabili, creando così inefficienze di metodo relative a progetto, materiale, lavorazione o inefficienza di tempo.

Lo *studio dei tempi* consiste invece nella misurazione del lavoro, ovvero nell'applicazione di tecniche per stabilire il tempo richiesto per svolgere un compito definito, secondo un definito standard di prestazione, da parte di un operatore addestrato. Questo non può prescindere da una precedente ottimizzazione del metodo e non è da confondere con i rilievi a consuntivo.

Con la rilevazione dei tempi si definisce un tempo standard, ovvero il tempo necessario ad una persona di capacità, addestramento ed impegno normali per eseguire un'operazione, con il metodo e nelle condizioni previste, senza che ne risulti un affaticamento anormale.

Lo studio dei metodi di lavoro e lo studio dei tempi sono strettamente connessi tra loro: con il primo si pongono le basi per un razionale impiego della manodopera e dei materiali, mentre con il secondo si ottengono i dati che permettono di valorizzare il risparmio ottenuto, fornendo contemporaneamente una misura valida del lavoro.

2.2.1. Lo studio dei tempi

Il primo passo per effettuare lo studio dei tempi è quello di pianificare lo studio del metodo di lavoro preso in esame, seguendo questo flusso composto da nove fasi:

- **Scelta del problema**

Quando in produzione sorgono dei problemi, questi devono essere identificati e successivamente affrontati per ottenere una risoluzione. La priorità con cui affrontare i diversi problemi può essere data in base al grado di urgenza, la previsione sul costo dello studio e del successivo investimento, la rapidità e facilità di attuazione della

soluzione, l'effetto spettacolare che la risoluzione può avere su altri enti e l'importanza strategica.

- **Osservazione, analisi e registrazione di tutte le situazioni relative al problema**

Dopo aver scelto l'oggetto dello studio (quindi il problema da affrontare), occorre reperire i dati esistenti che emergono dal momento della scelta, i dati da ricercare negli archivi gestionali dell'azienda, i dati che si vogliono ottenere e i dati da elaborare, quindi, l'insieme di dati che consente di analizzare al meglio i fatti, identificando cause ed effetti. La raccolta dei dati può essere attuata attraverso diversi strumenti quali filmati e cronometraggi, layout e diagrammi di flusso, tabelle di spostamento e relazioni e qualunque altro mezzo adatto a chiarire i fatti.

- **Critica obiettiva degli elementi rilevanti nella precedente analisi**

È la tappa fondamentale del processo di miglioramento. Per la risoluzione del problema bisogna criticare costruttivamente il processo analizzato, trovare i punti di miglioramento e cercare di identificare il nuovo metodo di lavoro.

- **Elaborazione di una nuova soluzione (metodo più economico)**

Si procede con la verifica della fattibilità tecnico-economica dell'alternativa scelta come soluzione al problema, redigendo una relazione sullo studio del nuovo metodo per richiederne l'approvazione all'unità competente.

- **Normalizzazione del metodo e descrizione scritta**

Si mette per iscritto il nuovo metodo di lavoro tramite schemi di procedimento, cicli di fabbricazione, istruzioni operative e procedure di applicazione.

- **Determinazione del tempo standard**

Si definiscono i tempi standard del nuovo metodo, necessari per qualsiasi valutazione economica di convenienza (sono i tempi preventivi considerati nella fase di studio poi validati e considerati standard nella fase di applicazione della soluzione).

- **Applicazione della soluzione prevista**

- **Addestramento all'impiego del nuovo metodo**

In questa fase si addestra il personale all'utilizzo del nuovo metodo, delle nuove macchine e/o attrezzature, anche tramite l'ausilio delle procedure e istruzioni redatte nella fase di normalizzazione del nuovo metodo.

- **Verifica dei risultati**

Lo studio organizzativo portato ad esecuzione va consuntivato, confrontandolo con i risultati attesi. Si individueranno quindi variazioni di spese, di produttività e di vantaggio economico.

È importante notare che non tutte le attività generano valore per l'impresa, pertanto è necessario determinare ciò che è eliminabile, modificabile e semplificabile; bisogna identificare movimenti e attività inutili che possono essere eliminate, verificare se la postazione di lavoro è modificabile per agevolare i movimenti e le operazioni dal punto di vista produttivo o ergonomico, e valutare eventuali possibilità di semplificazione di attività o attrezzature che possono portare a una più veloce e puntuale esecuzione del lavoro.

Eliminando il non valore si ottengono i corretti *cicli produttivi*, ovvero l'insieme di tutte le operazioni relative al procedimento di trasformazione di un prodotto. Esso è rappresentato dalla successione ordinata delle singole operazioni, dai tempi macchina e/o uomo necessari per lo svolgimento di ognuna di esse (suddivisi in lavoro e setup), dalla postazione di lavoro e/o macchinari impiegati, dalle attrezzature, utensili e strumenti di controllo utilizzati.

Le diverse tipologie di operazioni utilizzate per comporre i tempi ciclo vengono classificate in base al livello di dettaglio rappresentato:

- *Operazione* o Fase, cioè il procedimento che avviene in una singola postazione di lavoro, individuata generalmente da una presa e un successivo deposito del pezzo.
- *Operazione* o *Fase elementare*, Movimento: è un'operazione semplice, individuabile da un inizio e una fine certi. Una sequenza di fasi elementari crea un'operazione.
- *Microfase* o *Micromovimento*: è una singola fase elementare non scomponibile in ulteriori dettagli. Un accorpamento di microfasi genera un movimento.

Esistono diverse tecniche per il rilievo tempi, ma le più utilizzate sono principalmente due:

- il rilievo cronometrico di Bedaux è il più semplice e consiste nella suddivisione del metodo in fasi elementari, loro rilievo cronometrico e successiva elaborazione (una sua semplificazione la troviamo nel metodo cronotecnico del livellamento);
- il metodo MTM è invece una tecnica tabellare che comporta l'uso di tabelle preimpostate contenenti i tempi assegnati alle singole microfasi.

2.2.2. Il metodo cronotecnico Bedaux

La caratteristica principale di questo metodo consiste nella raccolta da parte dell'analista dei tempi di svolgimento delle operazioni elementari e contemporaneamente del giudizio sulla prestazione dell'operatore. Ciò viene ripetuto più volte fino a collezionare un numero di rilievi sufficienti a rappresentare la situazione realmente osservata. La loro elaborazione consente di determinare il *tempo normale* e, una volta applicata la maggiorazione adeguata, il *tempo standard*. Tutti i tempi rilevati ed elaborati utilizzano come unità di misura il centesimo di minuto (cts), dove 1 cts corrisponde a 0.01 minuto, cioè 0.6 secondi.

Per prima cosa, è necessario analizzare e verificare il metodo di lavoro dell'operazione da rilevare, descrivendola nel dettaglio.

Successivamente, il metodo deve essere scomposto in singole fasi elementari che produrranno la sequenza di operazioni da misurare: si dovranno dividere le attività delle singole risorse umane da quelle della macchina, le attività cicliche da quelle acicliche.

Con attività cicliche si intendono tutte quelle operazioni elementari che vengono ripetute in ogni fase della lavorazione, mentre con attività acicliche quelle variabili, incontrate saltuariamente durante il cronometrando, ma non evitabili. In particolare, le attività acicliche devono essere suddivise tra operazioni in fase produttiva (interventi e regolazioni, ricerca e trasporto di materiali) e quelle fuori dalla fase produttiva (attrezzaggi, registrazioni burocratiche e ricerca di materiali extra ciclo). Per entrambe le tipologie vanno prima rilevati ed elaborati i rilievi effettuati e calcolato il tempo standard come in una normale operazione produttiva. Quindi, nel primo caso viene imputata la ciclicità in base al lotto medio di produzione, mentre nel secondo caso viene registrato il tempo in un campo a parte ed utilizzato per il calcolo costi e la programmazione della produzione, non per il conteggio del tempo standard.

A questo punto introduciamo i seguenti concetti:

- TM – Tempo Macchina: è il tempo della macchina in automatico, sulla quale l'operatore non può influire
- MF – Macchina ferma: è il tempo in cui l'operatore lavora in un periodo esterno al TM (con rispettivo aciclico AMF)
- ML – Macchina Lavora: è il tempo in cui l'operatore lavora mentre la macchina è in TM (con rispettivo aciclico AML)
- TU – Tempo uomo: utilizzato quando l'attività in svolgimento non richiede l'ausilio di macchinari ma solo delle capacità e abilità dell'operatore (con rispettivo aciclico ATU)

Di conseguenza:

- TA – Tempo Attivo: è il tempo totale in cui l'operatore lavora, cioè $MF + ML$
- TC – Tempo Ciclo: è il tempo necessario per eseguire l'operazione, quindi, $TM + MF$
- TP – Tempo passivo: è il tempo di inattività dell'operatore durante l'operazione, ovvero $TC - TA$.

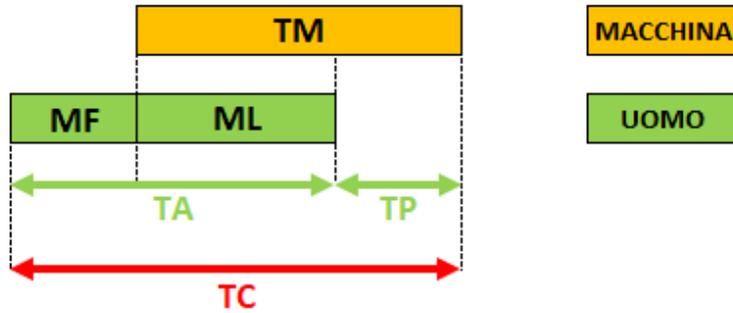


Figura 2 - Schematizzazione tempi macchina, uomo e ciclo

L'analista deve quindi produrre lo *schema uomo macchina*, allo scopo di identificare il susseguirsi delle fasi dell'operazione nel tempo e per individuare la corretta distribuzione dei tempi uomo e dei tempi macchina, e il *foglio di rilievo* dove verranno indicati i tempi, i passi e la tipologia delle fasi.

		STUDIO DEI TEMPI FOGLIO DI CRONOMETRAGGIO														TMI		Stabilimento:									
Reparto/CDC:		Linea/GDL:		Macchina:		Eseguito da:		Data:		Inizio:		Fine:		Operatore:													
Cliente:				Codice:		Disegno:		Componente:				TIPO CICLO:															
Descrizione operazione:																											
N.	Tipo	Fasi Elementari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	#	FR	Tm	TN		
																							N	Pst			
1																								1			
																									1		
2																									1		
																									1		
3																									1		
																									1		
4																									1		
																									1		
5																									1		
																									1		
6																									1		
																									1		
7																									1		
																									1		
8																									1		
																									1		
9																									1		
																									1		
10																									1		
																									1		
11																									1		
																									1		
12																									1		
																									1		
TOTALI PER VOCE			TH	MF	ML	TU	ATU	AMP	AML	TOT TC																	
FOTO			NOTE																								

Figura 3 - Il modulo utilizzato in Sest S.p.A. per il rilievo cronometrico

All'interno del *modulo di rilievo*, nella prima parte, vengono inseriti tutti i dati necessari a identificare e rintracciare il rilievo: data e ora, autore, postazione di lavoro (cioè il reparto o luogo in cui si svolge l'operazione) o impianto utilizzato, codice del prodotto rilevato e sui requisiti tecnici e/o qualitativi necessari ai fini dell'elaborazione del rilievo.

Nella seconda parte vengono definite tutte le informazioni relative al ciclo di lavoro e alle operazioni elementari, individuando la sequenza completa delle operazioni elementari eseguite sul posto di lavoro dall'operatore. La sequenza viene descritta dettagliatamente, con tutte le indicazioni quantitative necessarie (es. sparare 4 chiodi, posizionare 4 divisori tra 2 pezzi) utili alla corretta individuazione dei tempi dei singoli movimenti (es. sparare 1 chiodo, posizionare 1 divisorio).

È importante sottolineare che il tempo di esecuzione di una determinata attività varia da operatore a operatore e varia nel tempo per lo stesso operatore. Per questo motivo viene introdotto un fattore correttivo, detto *Passo*, che consente di trasformare il tempo rilevato in un tempo normalizzato in modo da renderlo omogeneo e di conseguenza valido per qualsiasi utilizzo futuro.

Il *passo*, o ritmo, è un giudizio percentuale sull'attività in valutazione, che permette di personalizzare il tempo rilevato rendendolo così indipendente dall'operatore che sta svolgendo l'azione. La valutazione del ritmo permette di determinare un tempo valido per un operatore con capacità e impegno "normali", in condizioni di lavoro anch'esse "normali". Nella valutazione intervengono diversi fattori quali velocità di esecuzione, efficacia, regolarità e precisione dei movimenti, abilità, addestramento e attitudine dell'operatore. La scala più comunemente utilizzata per la valutazione del ritmo è la scala centesimale, che attribuisce il valore 100 al ritmo normale, cioè il ritmo che un operatore può mantenere per tutta la giornata di lavoro senza nuocere alla propria salute, e il valore 133 al ritmo massimo.

Una delle critiche maggiormente mosse contro il metodo Bedaux è che il passo è un giudizio arbitrario e soggettivo dell'analista, quindi, a seconda della persona che esegue il rilievo, il passo assegnato può essere differente e quindi anche il tempo standard calcolato può variare. Per questo motivo gli analisti devono essere continuamente "tarati", tramite la visione di filmati SAM che mostrano operatori di produzione che lavorano a un ritmo normale, tramite il metodo Presgrave (posizionamento di 4 carte da poker all'interno di 4 quadrati, senza toccarne i bordi: l'esecuzione perfetta di tale operazione in 30 secondi individua il ritmo 100, se eseguita in un tempo inferiore un ritmo maggiore, se eseguita in un tempo superiore ai 30 secondi un ritmo inferiore al normale), oppure attraverso corsi e sperimentazioni tenuti da altri analisti.

La quantità di cicli da rilevare per ogni fase elementare dipende dalla dispersione delle misure rispetto alla loro media: questa dispersione dovrebbe essere contenuta all'interno di un range del 5% attorno al valore medio. È da considerare però che, nella realtà, minore è il tempo di esecuzione dell'operazione maggiore sarà l'errore e che aumentare il numero di analisi per raggiungere una dispersione del 5% potrebbe essere molto costoso. Per questo le singole aziende possono decidere, a seconda delle operazioni rilevate, di aumentare questo range,

portandolo anche al 20% per operazioni di 30 secondi, 10% fino a 60 secondi e 5% quando il tempo supera i 60 secondi.

Una volta calcolato il tempo normalizzato, è necessario “correggerlo” introducendo un *fattore di maggiorazione*, un fattore additivo applicato per tenere conto di fabbisogni fisiologici, affaticamento nel tempo del personale ed eventuali imprevisti che possono incorrere durante le operazioni:

- **Maggiorazione per bisogni fisiologici:** è una concessione obbligatoria che corrisponde al 4% per operatori uomini e al 6% nel caso di operatrici donne. Nel caso di reparti misti si considera il 5%.
- **Maggiorazione per affaticamento:** l’operatore si affatica in relazione alle caratteristiche dell’operazione da svolgere e dell’ambiente in cui deve operare. Per questo tale maggiorazione viene calcolata sommando le diverse percentuali scelte all’interno delle tabelle sotto riportate, distinte in base alle diverse caratteristiche.

ATTESE INEVITABILI	mezzi di produzione	inconvenienti trascurab.	0,5%
		pochi inconvenienti	1%
		diversi inconvenienti	1,5%
		molti inconvenienti	2,0%
		moltissimi inconvenienti	rilevarne l'entità
	materiali	inconvenienti trascurab.	0,5%
		pochi inconvenienti	1%
		diversi inconvenienti	1,5%
		molti inconvenienti	2,0%
		moltissimi inconvenienti	rilevarne l'entità
	attese inevitabili	attese trascurabili	0,5%
		poche attese	1%
		diverse attese	1,5%
		frequenti attese	2,0%
		frequentissime attese	rilevarne l'entità

- **Maggiorazioni per imprevisti:** si considera imprevisto ogni evento accidentale imputabile all’uomo, ai materiali o alle macchine, che comporta una variazione nel tempo di esecuzione delle operazioni. È una maggiorazione imputabile in maniera facoltativa, a seconda delle condizioni di lavoro. Questa non è una maggiorazione cumulativa, ma deve essere individuato uno solo dei valori tra quelli indicati in tabella.

CONDIZIONI AMBIENTALI				
	FATTORI	1° LIVELLO	2° LIVELLO	3° LIVELLO
A	temperatura umidità e ricambio d'aria	clima normale 0%	clima leggermente sconfortevole 0,5%	clima sconfortevole 1%
B	rumori e vibrazioni	assenza di rumori e/o vibrazioni 0%	presenza di leggeri rumori e/o vibrazioni 0,5%	presenza di forti rumori e/o vibrazioni 1%
C	fumi e polveri	assenza di fumi e/ polveri 0%	presenza di leggeri fumi e/o polveri 0,5%	presenza di forti fumi e/o polveri 1%

POSIZIONE DI LAVORO			
	FATTORI	1° LIVELLO	2° LIVELLO
A	posizione della persona	seduti o in piedi a scelta 0%	sempre seduti o sempre in piedi 0,5%
B	posizione del tronco	tronco eretto 0%	tronco piegato o lateralmente o indietro 0,5%
C	spostamenti delle braccia	brevi o medi spostamenti delle braccia 0%	grandi spostamenti delle braccia 0,5%
D	Impegno dei piedi e/o delle gambe	nessun azionamento di pedali o ginocchiere 0%	azionamento di pedali o ginocchiere 0,5%

FATICA MUSCOLARE											
N°	INTENSITA' SFORZO (kg.)	rapporto % durata - sforzo				N°	INTENSITA' SFORZO (kg.)	rapporto % durata - sforzo			
		0-25	26-50	51-75	oltre			0-25	26-50	51-75	oltre
1	Inf. 0,200	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	13	10,1 - 12	7,0%	8,0%	9,0%	10,0%
2	0,200 - 0,500	2,0%	2,5%	3,5%	4,5%	14	12,1 - 14	7,5%	8,5%	9,5%	10,5%
3	0,500 - 1	2,0%	3,0%	4,0%	5,0%	15	14,1 - 16	8,0%	9,0%	10,0%	11,0%
4	1,1 - 2	2,5%	3,5%	4,5%	5,5%	16	16,1 - 18	8,5%	9,5%	10,5%	11,5%
5	2,1 - 3	3,0%	4,0%	5,0%	6,0%	17	18,1 - 20	9,0%	12,0%	13,0%	14,0%
6	3,1 - 4	3,5%	4,5%	5,5%	6,5%	18	20,1 - 25	9,5%	13,0%	14,0%	15,0%
7	4,1 - 5	4,0%	5,0%	6,0%	7,0%	19	25,1 - 30	10,0%	14,0%	15,0%	16,0%
8	5,1 - 6	4,5%	5,5%	6,5%	7,5%	20	30,1 - 35	10,5%	15,0%	-	-
9	6,1 - 7	5,0%	6,0%	7,0%	8,0%	21	35,1 - 40	11,0%	16,0%	-	-
10	7,1 - 8	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%	22	40,1 - 45	11,5%	17,0%	-	-
11	8,1 - 9	6,0%	7,0%	8,0%	9,0%	23	45,1 - 50	12,0%	18,0%	-	-
12	9,1 - 10	6,5%	7,5%	8,5%	9,5%	Nota: necessità fisiologiche escluse					

FATICA MENTALE E/O VISIVA					
FATTORI		1° LIVELLO	2° LIVELLO	3° LIVELLO	
A	difficoltà di esecuzione del lavoro ed impegno attento	lavoro semplice apprendibile facilmente attenzione minima 0%	lavoro di media complessità apprendibile con qualche difficoltà attenzione media 0,5%	lavoro complesso apprendibile con grande difficoltà attenzione massima 1,0%	
	impegno visivo ed esigenze di illuminazione	lavoro richiedente acutezza visiva minima osservaz. saltuaria illuminazione ottima 0%	lavoro richiedente acutezza visiva discreta osservaz. frequente illuminazione buona 0,5%	lavoro richiedente acutezza visiva ottima osservaz. costante illuminazione modesta 1,0%	
C	responsabilità della sicurezza propria ed altrui	nessun pericolo d'infortunio 0%	pericolo d'infortunio leggero 0,5%	pericolo d'infortunio grave 1,0%	

MONOTONIA	ripetizione del lavoro durata dell'operazione	Lavoro non o poco ripetit. cadenza super. ai 5 min. 0%	Lavoro discret. ripetitivo cadenza da 5 - 1 min. 0,5%	Lavoro molto ripetitivo cadenza da 1 - 0,5 min. 1%
		Lavoro fortem. Ripetitivo cadenza da 0,5 - 0,2 min 1,5%	Lavoro altamente ripetitivo cadenza inferiore a 0,2 min. 2%	

Il coefficiente di maggiorazione applicato al tempo normale sarà quindi la somma di tutti i coefficienti individuati sopra.

A questo punto, applicando il passo al tempo rilevato e, successivamente, il coefficiente di maggiorazione, otteniamo il tempo standard, obiettivo finale del rilievo cronometrico.

Dobbiamo però fare una precisazione: se l'operazione rilevata non prevede l'utilizzo di macchinari (quindi viene rilevato il solo TU – Tempo uomo), il tempo standard sarà dato dalla somma dei tempi delle singole attività cicliche o acicliche; se l'operazione richiede invece l'utilizzo di macchinari (quindi rileviamo sia tempi macchina TM che tempi uomo con macchina ferma MF e con macchina lavora ML), allora il tempo standard finale sarà determinato dalla risorsa impegnata più a lungo.

2.2.3. Il metodo tabellare MTM

La tecnica MTM (Methods Time Measurement) si basa sulla scomposizione del metodo di lavoro in micromovimenti tabellati, a ciascuno dei quali è stato associato un tempo di esecuzione standard. Una volta individuati dalle tabelle i micromovimenti necessari, i tempi vengono sommati e se ne ricava il tempo normale.

Le caratteristiche principali di questo metodo sono:

- indipendenza dalla produzione in corso: diversamente dal metodo cronotecnico, in questo caso non è necessario vedere dal vivo lo svolgimento del metodo di lavoro per

rilevare i tempi, basta essere a conoscenza della sequenza di operazioni elementari necessarie;

- oggettività: a differenza del metodo di Bedaux, non è necessario individuare il passo dell'esecuzione dei movimenti;
- si basa sul metodo e non sul movimento: il movimento è condizionato dalle caratteristiche fisiche e psicologiche di chi lo esegue, il metodo invece è sempre lo stesso, indipendentemente dal soggetto che lo compie.

Nel metodo MTM, ogni movimento ha una sua accurata descrizione, per identificare correttamente quale micromovimento utilizzare, e una tabella di riferimento che consente di identificare, in base a lunghezza del percorso, peso dell'oggetto da movimentare e direzione del movimento, qual è il corretto tempo normale da imputare alla fase elementare in elaborazione.

RUOTARE MANO - T

Peso in kg			Tempo in TMU per angolo di rotazione										
			30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°	165°	180°
S	Piccolo	0 - 1	2,8	3,5	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,4	8,1	8,7	9,4
M	Medio	1 - 5	4,4	5,5	6,5	7,5	8,5	9,6	10,6	11,6	12,7	13,7	14,8
L	Grande	5 - 16	8,4	11	12	14	16	18,3	20,4	22,2	24,3	26,1	28,2

APPLICARE PRESSIONE - AP

			Componenti		
Simbolo	TMU	Descrizione	Simbolo	TMU	Descrizione
APA	10,6	AF + DM + RLF	AF	3,4	Applicare forza
APB	16,2	APA + G2	DM	4,2	Mantenere forza minima
			RLF	3,0	Rilasciare forza

AFFERRARE - G

Caso	TMU	Descrizione
G1A	2,0	Afferrare un oggetto ISOLATO piccolo, medio o grande facilmente afferrabile (facile presa)
G1B	3,5	Afferrare un oggetto ISOLATO molto piccolo o aderente ad una superficie piana (difficile presa)
		Afferrare un oggetto ISOLATO approssimativamente cilindrico che causi interferenza delle dita con la superficie di appoggio o con oggetti vicini
G1C1	7,3	G1C1 - Diametro maggiore di 12 mm
G1C2	8,7	G1C2 - Diametro compreso tra 6 e 12 mm
G1C3	10,8	G1C3 - Diametro inferiore a 6 mm
G2	5,6	Riafferrare
G3	5,6	Afferrare un oggetto per trasferirlo da una mano all'altra
		Afferrare un oggetto MESCOLATO CON ALTRI dove occorre ricerca e selezione
G4A	7,3	G4A - Dimensioni maggiori di 25x25x25 mm
G4B	9,1	G4B - Dimensioni da 6x6x3 mm a 25x25x25 mm
G4C	12,9	G4C - Dimensioni inferiori a 6x6x3 mm
G5	0,0	Afferrare per contatto appoggiando la mano o le dita

RAGGIUNGERE - R

Lunghezza percorso cm	Tempo medio TMU			Caso e descrizione
	A	B	C o D	
1,5 o meno	2,0	2,0	2,0	A Raggiungere un oggetto che si trova in posizione costante o nell'altra mano o sul quale è appoggiata l'altra mano (posizione conosciuta, ferma)
2	2,1	2,1	2,4	
4	3,4	3,4	5,1	
6	4,5	4,5	6,5	
8	5,4	5,5	7,6	
10	6,1	6,4	8,4	B Raggiungere un oggetto singolo in posizione leggermente variabile da ciclo a ciclo (posizione conosciuta ma leggermente variabile)
12	6,4	7,4	9,1	
14	6,8	8,3	9,7	
16	7,1	8,9	10,3	
18	7,5	9,5	10,9	
20	7,8	10,0	11,4	C Raggiungere un oggetto mescolato con altri in gruppo, quando è necessaria ricerca e selezione (selezionare)
22	8,2	10,6	12,0	
24	8,5	11,2	12,5	
26	8,9	11,7	13,1	
28	9,2	12,2	13,6	
30	9,6	12,8	14,1	D Raggiungere un oggetto molto piccolo o che richieda una precisione accurata (molle o simili)
35	10,4	14,3	15,5	
40	11,3	15,6	16,8	
45	12,1	17,0	18,2	
50	13,0	18,4	19,6	
55	13,9	19,9	20,9	
60	14,8	21,3	22,3	
65	15,6	22,7	23,7	
70	16,5	24,1	25,0	
75	17,4	25,5	26,4	
80	18,3	26,9	27,7	

MUOVERE - M

Lunghezza percorso cm	Tempo medio TMU			Coefficiente di moltiplicazione Peso Kg.			Caso e descrizione
	A	B	C	Fino a	Coeff.	TMU	
1,5 o meno	2,0	2,0	2,0	1,0	0,00	0,00	A Muovere un oggetto verso l'altra mano o contro un arresto (posizione fissa)
2	2,1	2,2	2,3	2,0	1,03	1,10	
4	3,2	4,0	4,5	4,0	1,07	2,60	
6	4,1	5,0	5,8	6,0	1,12	4,10	
8	5,2	6,0	6,9	8,0	1,17	5,70	
10	6,1	7,0	7,9	10,0	1,22	7,30	B Muovere un oggetto verso una posizione approssimata o indefinita
12	6,9	7,8	8,8	12,0	1,27	8,70	
14	7,7	8,6	9,1	14,0	1,31	10,20	
16	8,3	9,3	10,5	16,0	1,36	11,70	
18	9,0	10,0	11,1	18,0	1,41	13,30	
20	9,6	10,7	11,7	20,0	1,46	14,80	C Muovere un oggetto verso una posizione esatta ma non bloccata
22	10,2	11,3	12,3	22,0	1,51	16,30	
24	10,9	11,8	13,0	Questo TMU viene dato per il caricamento del sollevamento del peso			
26	11,5	12,3	13,7				
28	12,1	12,8	14,4				
30	12,7	13,2	15,1				
35	14,3	14,4	16,8				
40	15,8	15,6	18,5				
45	17,4	16,8	20,2				
50	18,9	18,1	21,9				
55	20,5	19,2	23,6				
60	22,1	20,4	25,4				
65	23,6	21,6	27,1				
70	25,2	22,8	28,9				
75	26,7	24,0	30,6				
80	28,3	25,2	32,3				

Figura 4 - Esempi di tabelle MTM

La preparazione del rilievo avviene con le stesse modalità utilizzate con il metodo cronotecnico:

- analisi e verifica della rispondenza e della ripetitività del metodo;
- scomposizione del metodo in fasi identificabili e misurabili, con separazione di operazioni cicliche e acicliche.

Per individuare il metodo di lavoro utilizzato e scomporlo in micromovimenti è utile filmare l'attività svolta o descriverla passo per passo durante il suo svolgimento in produzione. In questo secondo caso, l'analista potrà chiedere all'operatore di eseguire l'operazione lentamente, in quanto l'importante è la correttezza del metodo e dei movimenti, non la velocità e la precisione dell'esecuzione. Questa è una delle caratteristiche per cui si differenzia dal metodo cronotecnico, nel quale l'operatore potrebbe andare più velocemente rispetto al suo standard o più lentamente, sfasando così il giudizio di efficienza e quindi il tempo standard.

Essendo i tempi dei micromovimenti molto brevi, la normale scala temporale in secondi o centesimi risulta non adatta alla loro gestione. Così è stata introdotta una nuova unità di misura del tempo chiamata TMU, dove 1 TMU corrisponde a 0.06 centesimi di minuto, ovvero 0.0006 minuti o 0.036 secondi.

Dopo l'individuazione dei corretti tempi da imputare ai singoli micromovimenti si procede come per il metodo di Bedaux: si assegnano i coefficienti di maggiorazione, si determina il tempo standard e si produce il foglio di rilievo definitivo.

In conclusione, il metodo MTM è oggettivo e meno dispendioso in termini di tempo e risorse da utilizzare nel rilievo dei tempi rispetto al metodo Bedaux. Di contro, non tutte le fasi di produzione possono essere misurate facilmente tramite le tabelle MTM (fasi particolarmente complesse o dal metodo incerto o assente). Quindi le due tecniche dovrebbero essere utilizzate in modo sinergico per calcolare in modo efficace ed efficiente il tempo standard.

2.2.4. Metodo cronotecnico del livellamento

Per rendere meno soggettivo il giudizio di efficienza utilizzato per il rilievo di Bedaux e quindi la determinazione del tempo standard, è stato ideato questo metodo cronotecnico del livellamento che consente di individuare il passo tramite delle tabelle dalle quali scegliere i coefficienti di giudizio più adatti. La struttura del metodo è poi identica al metodo di Bedaux, con la differenza che il passo non viene associato ad ogni singolo tempo rilevato, ma un'unica volta alla fine di tutti i rilievi. Anche il successivo processo di maggiorazione rimane invariato.

Nella figura 5 vengono identificati i quattro livelli necessari per l'identificazione del ritmo:

ABILITA'			APPLICAZIONE			CONDIZIONI			REGOLARITA'		
Grado di abilità	Codice	Coefficiente	Entità dello sforzo	Simbolo	Coefficiente	Condizioni di lavoro	Simbolo	Coefficiente	Regolarità	Simbolo	Coefficiente
Abilissimo	A1	0,15	Elevatissimo	A1	0,13	Ideali	A	0,06	Perfetto	A	0,04
	A2	0,13		A2	0,12		Eccellenti	B		0,04	Eccellente
Molto abile	B1	0,11	Molto elevato	B1	0,10	Buone	C	0,02	Buono	C	0,01
	B2	0,08		B2	0,08		Medie	D		0,00	Medio
Buono	C1	0,06	Elevato	C1	0,05	Modeste	E	-0,03	Modesto	E	-0,02
	C2	0,03		C2	0,02		Scadenti	F		-0,07	Scadente
Medio	D	0,00	Medio	D	0,00						
Modesto	E1	-0,05	Modesto	E1	-0,04						
	E2	-0,1		E2	-0,08						
Piccolo	F1	-0,16	Piccolo	F1	-0,12						
	F2	-0,22		F2	-0,17						

Figura 5 - Tabelle dei fattori di livellamento

- **Abilità:** è la capacità dell'operatore di seguire un determinato metodo di lavoro che non può essere modificato dall'operatore stesso. Ci si muove dal livello più basso, quando l'operatore pensa troppo prima di eseguire l'operazione o compie errori frequenti, al livello più alto, quando l'operatore svolge le attività in modo accurato e preciso.
- **Applicazione:** indica la volontà dell'operatore di lavorare, variabile in base al suo grado di abilità. Anche in questo caso il livello più basso indica mancanza di interesse o inserimento di attività inutili da parte dell'operatore, mentre il livello più alto indica attività più ragionate e coordinate.
- **Condizioni:** si riferisce alle condizioni che influiscono sull'operatore e non sull'operazione, quindi le condizioni psico-fisiche dell'operatore rispetto all'attività che svolge.
- **Regolarità:** è la variazione tra il tempo massimo e minimo rilevati rispetto alla media. Più è regolare e fluido il ritmo di lavoro che mantiene l'operatore, maggiore sarà la valutazione in termini di regolarità.

È da notare che quando la somma di questi ritmi è inferiore all'unità significa che l'operatore sta lavorando in maniera peggiore rispetto al riferimento normale e quindi il tempo che impiega a svolgere l'attività sarà maggiore rispetto a quello di un operatore medio; corrisponde quindi ai giudizi di efficienza inferiori al 100% dati nel metodo di Bedaux.

2.2.5. Confronto tra i metodi

Tutti e tre i metodi sono validi per il calcolo del tempo standard, ma ognuno di essi comporta pregi e difetti che devono essere tenuti in considerazione durante la scelta del metodo da adottare.

In particolare, da un lato il metodo di Bedaux e quello del livellamento richiedono un giudizio soggettivo sul lavoro e sulle capacità dell'operatore rilevato, elemento che potrebbe portare a una sottostima o una sovrastima del tempo standard; dall'altro invece consentono di avere una flessibilità superiore al metodo MTM e un dettaglio inferiore, caratteristica utile soprattutto in attività non standardizzate.

Il metodo MTM invece elimina la soggettività insita negli altri due metodi ma comporta la conoscenza puntuale del metodo seguito per lo svolgimento delle singole operazioni.

Se i primi due metodi possono essere utilizzati nelle aziende con attività altamente diversificate, il terzo è utile in particolare nelle catene di montaggio dove le attività sono molto semplici e ripetitive.

2.3. Lean Production

Due tra i maggiori problemi che le aziende di oggi devono affrontare per restare competitive sul mercato sono quelli legati alla riduzione dei costi di produzione e al miglioramento delle performance aziendali.

Per risolverli le imprese stanno imparando ad implementare la Lean Production, un sistema di gestione snella fatto di tecniche e strategie che puntano ad eliminare gli sprechi (Muda) di tempo e materiale e di conseguenza a ridurre i tempi di attraversamento del processo migliorando il metodo di lavoro.

Per poter raggiungere il risultato previsto, devono essere implementati quelli che sono i principi della Lean, partendo cioè dall'analisi del valore aggiunto, la mappatura del flusso produttivo tramite Value Stream Mapping per individuare i Muda di movimentazione di materiali e persone, utilizzando quindi le tecniche delle 5S e del Kanban per eliminare gli sprechi nelle postazioni di lavoro e le attese.

2.3.1. I 5 principi della Lean Production

Il punto di partenza per l'implementazione delle metodologie Lean sono i 5 pilastri su cui si fonda questo sistema di gestione:

1. **Definizione del valore:** il punto cruciale per il pensiero snello è il concetto di valore. Prima di effettuare qualsiasi analisi è opportuno delineare quali sono gli aspetti e le caratteristiche del prodotto che generano valore per il cliente, in termini di esigenze soddisfatte a un dato prezzo in un dato momento.
2. **Identificazione del flusso di valore:** a questo punto vengono individuate e mappate con chiarezza le attività richieste per lo sviluppo del prodotto nell'ottica della creazione di valore, creando la *Value Stream Mapping* per la mappatura grafica dei processi e la conseguente individuazione ed eliminazione degli sprechi. In questa fase è utile anche l'utilizzo del metodo della *Spaghetti Chart*, una mappatura del flusso fisico di materiali e persone attraverso le postazioni di lavoro. Può essere fatta per osservare tutto il flusso lungo la catena produttiva, oppure il flusso durante lo svolgimento di una singola operazione. È una pratica utile per evidenziare le movimentazioni dei materiali, il percorso seguito dagli operatori (e i relativi metri percorsi) e gli eventuali incroci effettuati durante il ciclo produttivo e giungere così ad un re-layout delle aree di lavoro.
È in questa fase che si identificano quelle che sono attività a valore aggiunto, quelle che non creano valore aggiunto ma sono necessarie per lo svolgimento delle operazioni e quelle attività che sono invece non a valore e devono essere eliminate.
3. **Far scorrere il flusso:** una volta definito il valore con precisione ed aver eliminato le attività inutili, è necessario far sì che le restanti attività si svolgano senza impedimenti o interruzioni, attraverso interventi radicali che consentono di trasformare le attività produttive da un sistema a lotti e code ad un flusso continuo.
4. **Logica pull:** per applicare correttamente il modello Lean non basta produrre a flusso, bisogna essere in grado di seguire la variabilità delle richieste provenienti dal mercato rispettando il *tack time* (cadenza produttiva) generato dalle richieste del cliente. In questo modo è proprio il mercato che “tira” la produzione, facendo produrre all'azienda solo ciò che serve nelle giuste quantità nel momento di necessità.
5. **Ricerca della perfezione:** applicare il Lean Thinking significa lavorare nell'ottica di un miglioramento continuo (*Kaizen*) per una continua ricerca della perfezione intesa come la riduzione di tutti gli sprechi. La perfezione assoluta però non esiste, e questo processo di riduzione degli sforzi, del tempo, dei costi e degli errori non ha mai fine.

È grazie a questi cinque pilastri che la metodologia Lean cambia la visione dell'impresa, portandola dal classico approccio top down, dove il management era visto come la funzione di guida della produzione, ad un approccio bottom up, in cui il management ha invece il compito di supportare la produzione nella creazione del valore per il cliente. Nel sistema di gestione snello quindi l'orientamento è al Gemba (o produzione), inteso come il coinvolgimento

effettivo delle persone che operano a livello produttivo nella modifica e nel continuo miglioramento dei metodi di lavoro.

2.3.2. Muda, 5S e Kanban

Per applicare correttamente questi principi bisogna iniziare individuando tutti gli sprechi (Muda) che vengono generati dalle attività svolte durante la produzione. I Muda in generale sono sette, per la precisione:

- *Sovraproduzione*: consiste nella produzione superiore alle richieste per sopperire a fermi macchina, difetti, assenteismo.
- *Attese*: sono il risultato della differenza tra il lead time del flusso produttivo di un bene, ovvero il tempo totale di attraversamento del processo, e il suo tempo effettivo di fabbricazione.
- *Trasporto*: è l'operazione di trasferimento dei prodotti da un reparto ad un altro. Ogni volta che il prodotto viene spostato rischia danneggiamenti, perdite o ritardi (il trasporto è considerato come un costo che non produce valore per il cliente).
- *Movimento*: si parla di movimento quando il trasporto del prodotto avviene all'interno di uno stesso ciclo di lavorazione in una postazione definita.
- *Processi*: usare risorse più costose del necessario per le attività produttive o aggiungere funzioni in più rispetto a quanto richiesto dal cliente non genera valore ma sprechi.
- *Scorte*: sono considerate come capitale immobilizzato che, se lasciato fermo, non produce un guadagno né per il produttore né per il cliente.
- *Difetti*: lo scarto è inteso come la realizzazione di un pezzo non conforme alle specifiche.

Se ne può individuare anche un ottavo, quello del *talento*, inteso come il mancato utilizzo di conoscenze, competenze, capacità ed esperienze delle persone che operano a livello produttivo.

Sono molte le tecniche utilizzate per la riduzione dei Muda, ma tra le più utilizzate, per facilità di implementazione e beneficio che comporta nella rilevazione dei tempi standard, c'è sicuramente quella delle 5S, implementata per gestire al meglio ordine e pulizia nelle postazioni di lavoro. Le 5S individuano i cinque passi per l'implementazione della tecnica:

- *Seiri* (scegliere e imparare): separare il necessario dal superfluo, eliminare qualsiasi cosa inutile dalla postazione di lavoro, come attrezzature inutilizzate o da rottamare.

- *Seiton* (sistemare e ordinare): ordinare i materiali per eliminare i tempi di ricerca e condensare tutto in spazi ridotti e ordinati per ridurre numero e tempo dei movimenti necessari.
- *Seison* (controllare l'ordine): pulire e riordinare continuamente la postazione di lavoro, per poter accorgersi preventivamente di eventuali mancanze, malfunzionamenti o problemi di qualsiasi genere.
- *Seiketsu* (Standardizzare e migliorare): una volta raggiunti l'ordine e la pulizia desiderata bisogna lasciarli immutati ed educare gli operatori a riferire tempestivamente mancanze e inesattezze rilevate.
- *Shitsuke* (Sostenere nel tempo): mantenere e migliorare gli standard e i risultati raggiunti, imporsi disciplina e rigore.

Un altro metodo molto utilizzato è quello del Kanban, o “cartellino”, altro pilastro della metodologia Lean. L'obiettivo è quello di ridurre, se non di eliminare, gli stock di prodotto utilizzato tra una stazione di lavoro e la precedente. Di fatto, consiste nell'utilizzo di un cartellino con il quale la stazione a valle richiama il prodotto dalla stazione a monte, identificando il momento esatto in cui il prodotto deve essere riordinato.

2.4. L'analisi tempi e metodi e la Lean Production

Confrontando i due metodi, possiamo notare come entrambi abbiano l'obiettivo principale di ridurre il costo di produzione percorrendo però strade diverse.

Alla base della produzione di massa, ambito nel quale nasce l'analisi dei tempi e metodi, c'era l'idea che scomporre il lavoro in micro-fasi e standardizzarle, per renderle indipendenti dall'operatore che le eseguiva, collegato all'utilizzo del cronometro per ridurre al minimo il tempo di esecuzione, potesse portare ad un aumento della produttività. Per ottenere ciò era però necessario che l'operatore venisse spersonalizzato, privato cioè della libertà di muoversi e pensare a modo suo, ma che al contrario lavorasse come da standard, eseguendo i movimenti nel tempo e nel modo prestabilito dal personale tecnico, per ottenere quindi una produzione maggiore che consentisse di “spalmare i costi” e quindi ridurli.

Dall'altra parte invece, la Lean Production lascia libertà di movimento e soprattutto di pensiero agli operatori, per consentire loro di agire nel miglior modo possibile, considerandoli gli esperti del lavoro e quindi le persone più indicate a definire un metodo che porti al risultato ottimo. In questo caso il lavoro del tecnico non sarà quello di indicare all'operatore il metodo ottimale, ma di fornire il supporto adeguato a ridurre al minimo i movimenti non necessari, seguendo

però il filo conduttore dato dal lavoratore. In questo contesto la produzione di grandi lotti con scorte elevate non è più la priorità, si punta piuttosto alla produzione just in time di quanto richiesto al momento dal mercato, per evitare la produzione di scorte inutili. Tramite le diverse tecniche Lean si punta ad eliminare gli sprechi che conducono a costi diretti e indiretti inutili.

È vero però che una non esclude l'altra; infatti al giorno d'oggi l'Analisi Tempi e Metodi e la Lean Production vengono utilizzate in combinazione per ottenere un risultato migliore nella gestione dei metodi di lavoro e per ottenere la riduzione degli sprechi che generano inevitabilmente costi inutili.

Poiché quindi la maggior parte dei costi vengono generati dal lavoro, gli sforzi odierni si stanno concentrando sulla semplificazione, razionalizzazione e aumento della flessibilità delle attività lavorative.

In questo contesto, la conoscenza dei tempi di processo e delle singole attività costituenti le fasi di lavoro è fondamentale, in quanto tutto ciò che riguarda l'utilizzo di personale e mezzi, la definizione del takt time e del tempo di attraversamento, e la misura di tutte le attività di miglioramento tramite indici di efficienza, resa, produttività, saturazione e livello di servizio si basa su un'accurata raccolta e un aggiornamento continuo dei tempi standard.

Questo è ciò che fa un analista dei tempi e metodi: analizza il processo nelle singole fasi di lavoro e ne identifica i relativi tempi standard, ottenendo quindi i dati che sono alla base di ogni valutazione aziendale.

Le attività dei tempi e metodi vengono abbinate e integrate con le metodologie della Lean Production così che gli obiettivi di ottimizzazione della produzione, aumento della produttività e riduzione dei costi trovino una risoluzione ancora più amplificata.

Tempi e metodi e Lean, quindi, si integrano continuamente durante l'evolvere di un progetto di Continuous Improvement implementato all'interno di un contesto produttivo.

In una fase iniziale, se non si conosce bene il processo che si sta monitorando o se questo non è mai stato oggetto di analisi dettagliata o supervisione, il rilievo cronometrico dei tempi di attività e inattività può risultare stressante e costoso: sia per l'analista che per l'osservato, potrebbe essere una soluzione non facilmente percorribile su attività lunghe e complesse, con il rischio anche di arrivare a risultati distorti se si cristallizzano nei tempi standard attività non necessarie o non a valore.

In questa occasione l'applicazione dei principi Lean dell'analisi del lavoro ci permettono di fare una prima semplificazione, individuando i Muda ed eliminandoli:

- mappatura del flusso di materiali, persone e informazioni tramite VSM (Value Stream Mapping) per individuare quali attività sono a valore aggiunto e quali no (VA e NVA) per una successiva eliminazione di lavori inutili;
- analisi dei movimenti tramite la Spaghetti Chart per individuare più nello specifico i singoli movimenti da eliminare o semplificare;
- semplificazione dell'ambiente e delle singole postazioni di lavoro tramite la tecnica delle 5S;
- perfezionamento delle risorse produttive tramite la riduzione dei tempi di set-up utilizzando le tecniche SMED (Single Minute Exchange of Die);
- riduzione della fatica dei lavoratori tramite l'introduzione di migliorie in termini di ergonomia.

Queste tecniche ci permettono di diffondere una “prima sensazione di efficienza”, di “pulizia” e “semplificazione” dell'ambiente di lavoro, per non accettare come inevitabili operazioni improduttive che possono non essere ben note.

Fatta questa prima scrematura, è più facile e corretto ricorrere ad un'analisi dei tempi e metodi nel modello tradizionale:

- scomposizione di un'attività lavorativa nei suoi elementi semplici;
- misurazione di ogni singolo elemento per individuare potenziali opportunità di miglioramento;
- normalizzazione del metodo riconosciuto come ottimale;
- definizione dei tempi del nuovo metodo formalizzato;
- calcolo dei costi del prodotto, creato utilizzando il nuovo metodo.

L'analista dovrà anche garantire che il metodo sia poi svolto correttamente nel tempo e in questa fase gli strumenti Lean possono ancora una volta ricorrere in nostro aiuto:

- Audit 5S per verificare il mantenimento degli standard definiti nelle postazioni di lavoro ed evitare deviazioni;
- Kanban per dare visibilità, ad esempio, ai materiali necessari;
- standard di lavoro per tutta la documentazione di supporto e l'addestramento degli operatori;
- Poka-yoke per evitare scostamenti o problemi di qualità che inficerebbero i risultati attesi;
- definizione e calcolo di KPI per evitare scostamenti dal costo di produzione previsto.

I tempi misurati saranno poi riferimento e confronto per una nuova possibile analisi futura e per innescare quindi un nuovo ciclo PDCA (Plan Do Check Act) che aspira al miglioramento continuo.

All'interno di questo elaborato si tratterà l'applicazione pratica delle tecniche dei tempi e metodi e della Lean production, nell'ottica di ridurre i tempi di imballo finale e migliorare l'efficienza operativa di reparto.

Occorrerà in prima istanza catturare informazioni dal campo, dalla linea e dalle macchine per costruire una misura di riferimento del processo ad oggi. Le tecniche utilizzate per la raccolta delle informazioni necessarie non riguarderanno solo i tempi, ma anche modalità di esecuzione delle operazioni di fabbricazione e movimentazioni: si procederà così con il rilievo cronometrico dei tempi attuali di imballo unitamente ad un'analisi tra attività a valore e non e alla stesura di spaghetti chart. Dopo l'analisi e una volta individuati i Muda, si utilizzeranno le pratiche utili alla riorganizzazione del layout del reparto e delle singole postazioni di lavoro, nonché al ridefinire il metodo generale di imballo utilizzato.

3. Sest S.p.A. e il Gruppo Lu-Ve

Sest S.p.A. nasce a Limana (BL) nel 1974 grazie all'idea dell'ingegnere Pierluigi Faggioli ed altri due soci di fornire componenti di scambio termico ad un colosso leader nella realizzazione di banchi frigoriferi. Questi primi anni di lavoro sono caratterizzati da dimensioni ridotte sia della forza lavoro che dello stabilimento, oltre che alla realizzazione di evaporatori sulla base di un progetto realizzato dal cliente. Anno dopo anno Sest S.p.A. si espande, aumentando i numeri dell'organico e specializzandosi nel prodotto, ampliando il portafoglio clienti e iniziando a fornire anche il servizio di progettazione.

Nel 1991, quando a capo dell'azienda è rimasta la famiglia Faggioli e il fatturato tocca i 10 miliardi di Lire, Sest S.p.A. viene acquisita da Lu-Ve S.p.A., leader tecnologico della produzione di componenti per il settore della refrigerazione commerciale e del condizionamento, dando vita al progetto di costituzione di Lu-Ve Group, una realtà in grado di competere sul mercato mondiale. Grazie a questa collaborazione la crescita si fa sempre più grande: il fatturato arriva a sfiorare i 30 milioni di euro e i collaboratori superano quota 300, la qualità del prodotto e le tempistiche di fornitura vengono messe al centro dell'operato, facendo diventare Sest non più un semplice produttore di semilavorati ma un fornitore di un servizio più ampio. Si aprono anche i mercati della refrigerazione commerciale, industriale e per il condizionamento e Sest costituisce nuovi siti produttivi: nel 2002 viene costruito il nuovo stabilimento in Polonia, grazie al quale aumenta la capacità produttiva e vengono ridotti i tempi di consegna di circa il 50%, nonostante fosse già l'azienda più tempestiva nelle consegne. Nel 2007 nasce il nuovo sito produttivo in Russia, per far fronte alle sempre maggiori richieste del mercato e per ampliare l'offerta di prodotti. A gennaio 2014 viene acquisita TGD, Thermo Glass Doors, specializzata nella produzione di sistemi di chiusura e porte in vetro per la refrigerazione, e nel corso dello stesso anno vengono ampliati lo stabilimento russo e inserite alcune linee produttive nello stabilimento Lu-Ve Changshu (Cina) per inserirsi nel mercato asiatico. Nel 2019 viene poi costruito un nuovo sito produttivo in Polonia per far fronte alla crescente richiesta da parte dei clienti.

Sest Limana è ad oggi il quartier generale delle aziende Sest, che contano 6 siti produttivi per un totale di circa 40 linee e una capacità totale di 1.200.000 scambiatori di calore annui, leader europeo nella produzione di evaporatori e condensatori per la refrigerazione commerciale ed industriale e tra i maggiori produttori al mondo di batterie alettate di scambio termico, vendendo in oltre 30 paesi al mondo e contando un fatturato che supera i 94 milioni di euro.

Sest è parte fondamentale del Gruppo Lu-Ve, costituito da oltre 100 linee produttive che danno origine a un fatturato aggregato di oltre 350 milioni di euro, composto da 13 unità produttive disseminate in tutto il mondo:

- Sest-Luve Polska Sp.z.o.o. di Gliwice (Polonia), produce e commercializza scambiatori ventilati (evaporatori e condensatori) e scambiatori per banchi e vetrine refrigerate ed altre applicazioni;
- “OOO” Sest-Luve di Lipetsk (Russia), svolge l’attività di produzione e commercializzazione di scambiatori e apparecchi ventilati per il mercato della Russia e paesi limitrofi;
- Heat Transfer System (HTS) s.r.o. di Novosedly (Repubblica Ceca), produce e commercializza scambiatori per i settori del condizionamento, della refrigerazione e per applicazioni speciali;
- Tecnair LV S.p.A. di Uboldo (VA), produce condizionatori d’aria di precisione e apparati per la superfiltrazione dell’aria per applicazioni in sale chirurgiche, data center e telefonia;
- Luve Heat Exchangers Co, Ltd, di Tianmen, è attiva nella produzione e commercializzazione di prodotti ventilati per il mercato cinese e paesi limitrofi;
- Lu-Ve Sweden AB di Asarum (Svezia), produce e commercializza prodotti ventilati nei mercati scandinavi (principalmente grandi condensatori e dry coolers);
- Thermo glass Door S.p.A. di Travaco Siccomario (PV), produce e commercializza porte di vetro e telai per vetrine ed espositori refrigerati;
- Spirotech Heat Exchangers Private Limited di New Delhi (India), produce e commercializza scambiatori di calore (per le applicazioni domestiche, la refrigerazione ed il condizionamento) ed apparecchi ventilati per il settore della refrigerazione;
- Zyklus Heat Transfer Inc di Jacksonville (Texas, USA), produce e commercializza scambiatori di calore, apparecchi ventilati e componenti per i settori del condizionamento, della refrigerazione e per applicazioni speciali per il mercato degli Stati Uniti;
- Manifold S.r.l. di Uboldo (VA), produce componenti in rame (collettori e gruppi distributori) per le società del gruppo;
- Air Hex Alonte S.r.l. di Alonte (VI) e Fincoil Lu-Ve Oy di Vantaa (Finlandia), producono apparecchi ventilati destinati principalmente ai mercati del raffreddamento dei processi industriali o “power generation” e della refrigerazione industriale.

3.1. Mercati di riferimento

In generale, l'attività del gruppo può essere divisa in due macro Business Unit (BU):

- *SBU "Cooling Systems"*, relativa a tutti i prodotti finiti, quali apparecchi ventilati e sistemi per close control e data center, impiegati nei campi del condizionamento, refrigerazione e industrial cooling;
- *SBU "Components"*, che include invece gli scambiatori di calore utilizzati poi per la costruzione di apparecchiature da impiegare nella catena del freddo.

Il fatturato 2020 della prima SBU risulta in crescita dell'11.2% rispetto all'anno precedente, nonostante il periodo di lockdown che ha interessato principalmente i plant italiani di Uboldo, il più grande della SBU, e quello di Alonte. Questo risultato positivo è riconducibile principalmente alla buona crescita in due specifici segmenti quali i centri logistici di refrigerazione e il condizionamento dei data center, in quanto relative ad applicazioni legate a progetti green che puntano all'efficienza energetica mantenendo un basso impatto ambientale. Nonostante una contrazione a livello globale delle vendite nel segmento dell'industrial cooling, è stato registrato anche in questo caso un aumento del fatturato del 14.5% grazie alla nuova integrazione a inizio anno dello stabilimento Air Hex Alonte, che ha consentito al gruppo di rafforzare la sua presenza all'interno del mercato.

La seconda SBU, invece, ha registrato un calo del fatturato del 7.6% rispetto al 2019, risentendo della riduzione generalizzata di vendite nei segmenti dell'HORECA (Hotel Restaurant & Catering) e della refrigerazione commerciale. Il calo è rimasto tuttavia contenuto grazie alla presenza del Gruppo in diverse locazioni geografiche, che ha da un lato attenuato l'impatto degli effetti della pandemia sul volume delle vendite e dall'altro ha contribuito a rafforzare l'immagine del gruppo presso alcuni clienti di primaria importanza, i quali hanno apprezzato la flessibilità produttiva e logistica che le aziende hanno saputo mantenere durante l'emergenza.

<i>Business Units</i>	<i>€/000 2020</i>	<i>%</i>	<i>€/000 2019</i>	<i>%</i>	<i>Delta %</i>
<i>SBU Cooling System</i>	193.856	49,4%	174.287	44,8%	+11,2%
<i>SBU Components</i>	198.693	50,6%	215.031	55,2%	-7,6%
TOTALE PRODOTTI	392.549	100,0%	389.319	100,0%	+0,8%

L'attività di Lu-Ve Group può anche essere analizzata dal punto di vista delle tipologie di prodotti, suddividendola in quattro principali categorie, ciascuna con proprie caratteristiche tecniche e produttive:

- *Scambiatori di calore ad aria*: anche detti “a pacco alettato”, sono componenti fondamentali dei circuiti frigoriferi e sono costruiti accoppiando meccanicamente tubi solitamente in rame con alette stampate generalmente in alluminio, costituendo così le superfici di scambio primario (i tubi) e secondario (le alette). La funzione è quella di sottrarre o cedere calore ad un determinato ambiente, tramite il cambio di stato di speciali miscele o gas refrigeranti che scorrono all’interno dei tubi, combinato con l’attraversamento delle alette da parte di aria calda o fredda.
- *Apparecchi ventilati*: si tratta di aero evaporatori, condensatori e raffreddatori di liquido, prodotti finiti costituiti da scambiatori di calore di diversa dimensione e tipologia a cui vengono accoppiate carenature, ventilatori elettrici o elettronici e vari altri accessori meccanici o elettrici. La funzione specifica di tali apparecchi è quella di fornire una determinata potenza frigorifera sottostando a determinati vincoli in termini di energia elettrica assorbita, inquinamento acustico generato e spazi di ingombro. Possono essere installati all’interno di celle refrigerate o all’aperto, in prossimità di locali refrigerati o condizionati (tipicamente tetti o locali tecnici dedicati) o di impianti industriali di processo o di generazione di energia.
- *Condizionatori d’aria di precisione e apparecchi da esterno per “close control”*: queste tipologie di condizionatori vengono utilizzati all’interno di locali tecnologici particolarmente delicati, quali data center e sale operatorie, dove è necessaria l’installazione “indoor” di condizionatori d’aria di precisione e “outdoor” di apparecchi ventilati disegnati appositamente per ottimizzare i consumi energetici al variare delle condizioni esterne. La specificità di tali prodotti è relativa alla garanzia di controllo di temperatura, umidità e purezza dell’aria che forniscono in maniera continuativa, permettendo il relativo monitoraggio e segnalando eventuali anomalie o malfunzionamenti riscontrati.
- *Porte di vetro speciali per banchi e vetrine refrigerate*: si realizzano accoppiando e isolando fino a tre diverse lastre di vetro speciale, al cui interno viene iniettato un gas isolante. Tali porte vengono montate su armadi e banchi frigoriferi, sia a temperature positive che negative, per garantire il mantenimento della temperatura interna, l’illuminazione, la visibilità massima della merce esposta, evitandone l’appannamento quando vengono continuamente aperte e chiuse.

Visualizzando il fatturato raggiunto dal gruppo nel biennio 2019-2020 e suddividendolo per famiglia di prodotto, la situazione è la seguente:

<i>Prodotti</i>	<i>€/000 2020</i>	<i>%</i>	<i>€/000 2019</i>	<i>%</i>	<i>Delta %</i>
<i>Scambiatori di calore</i>	182.511	45,5%	199.429	50,9%	-8,5%
<i>Apparecchi ventilati</i>	174.514	43,5%	156.458	40,0%	+11,5%
<i>Close Control/Data Center</i>	24.559	6,1%	22.478	5,7%	+9,3%
<i>Porte</i>	10.965	2,7%	10.954	2,8%	+0,1%
TOTALE PRODOTTI	392.549	97,8%	389.319	99,4%	+0,8%
<i>Arrotondamenti contabili</i>	8.908	2,2%	2.262	0,6%	+293,8%
TOTALE	401.457	100,0%	391.581	100,0%	+2,5%

Dal punto di vista dell'applicazione dei prodotti, ci riferiamo a quattro differenti segmenti di mercato:

- *Segmento Refrigerazione*, che comprende le attività relative alla filiera legata ai prodotti alimentari. I principali clienti del gruppo in questo segmento sono:
 - Gruppo Arneg: le aziende del Gruppo, presenti su tutto il territorio internazionale, si occupano della progettazione, produzione e installazione di sistemi di refrigerazione, porte isoterme e celle frigorifere per il settore del retail;
 - Gruppo Epta: gruppo di aziende multinazionali che si occupano della produzione di impianti di refrigerazione commerciale quali banchi e celle frigorifere per la GDO;
 - Carrier Corporation: multinazionale americana produttrice di sistemi per le applicazioni nei settori di HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning), della refrigerazione commerciale e del trasporto;
 - Aligroup: gruppo composto da numerose aziende attive nella produzione e installazione di attrezzature per il food service;
 - Gruppo Beijer Ref: gruppo mondiale che offre soluzioni per la refrigerazione commerciale, industriale e HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning).
- *Segmento Condizionamento dell'Aria*, che riguarda il trattamento dell'aria di locali pubblici e "tecnologici". Nel campo del condizionamento il fatturato dipende da clienti quali:
 - FlaktGroup Holding GmbH: azienda produttrice di soluzioni per il trattamento, ventilazione e filtrazione aria da applicare nei settori residenziali, commerciali e industriali, oltre che a data center e trasporti di qualsiasi natura;
 - Eurapo S.r.L.: azienda italiana specializzata nella produzione di unità di riscaldamento e condizionamento per i settori residenziali, commerciali e industriali;
 - Trane technologies: le aziende offrono soluzioni di raffreddamento e riscaldamento per applicazioni residenziali, commerciali e industriali e per il

- trasporto refrigerato, oltre che soluzioni specializzate nel controllo della temperatura per il processo di produzione;
- Vertiv Group: fornitore americano di attrezzature e servizi per i data center;
 - Gruppo Beijer Ref (per quanto riguarda l'ambito HVAC);
 - Carrier Corporation (in riferimento all'ambito HVAC).
- *Segmento "Applicazioni Speciali"*, che comprende principalmente scambiatori di calore particolari impiegati in diversi campi di attività che vanno dalle asciugabiancheria ad alta efficienza energetica, alle applicazioni mobili (trasporto refrigerato, condizionamento ferroviario e di veicoli di grandi dimensioni), fino alle macchine ad aria compressa e ad altre applicazioni industriali. I principali clienti in questo ambito sono:
- Miele S.r.L.: fornitore di attrezzature ed elettrodomestici per Home Appliances, campo medico e commerciale;
 - Gorenje gospodinjski aparati, d. o. o.: importante marchio globale fornitore di elettrodomestici per Home Appliances;
 - Bosch GmbH: fornitore di una vasta gamma di prodotti, l'azienda si affida al gruppo Lu-ve per la fornitura di componenti per Home Appliances;
 - AB Electrolux: azienda multinazionale attiva nella produzione di attrezzature Home Appliances;
 - Carrier Corporation (per le attività riguardanti il trasporto refrigerato);
 - Trane technologies (per le applicazioni in merito a trasporto refrigerato e controllo della temperatura nei processi produttivi).
- *Segmento Industrial Cooling*, che comprende principalmente prodotti ventilati di grande potenza impiegati per il raffreddamento di motori per la generazione di energia e di processi industriali in genere. I due clienti più fruttuosi sono in questo caso:
- Wärtsilä Corporation: azienda leader nella fornitura di soluzioni per la generazione di energia per il settore marino e terrestre;
 - Gesellschaft für OELTECHNIK mbH: azienda specializzata nella produzione di scambiatori di calore, sistemi di condensazione e sistemi olio per l'industria dei compressori, della chimica e della raffinaria.

Il fatturato del Gruppo in questo caso si suddivide come nella tabella sotto.

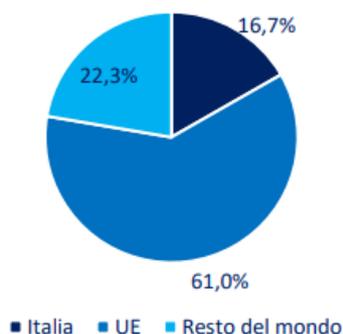
<i>Applicazioni</i>	<i>€/000 2020</i>	<i>%</i>	<i>€/000 2019</i>	<i>%</i>	<i>Delta %</i>
<i>Refrigerazione</i>	222.363	55,4%	227.467	58,1%	-2,2%
<i>Condizionamento</i>	72.858	18,1%	64.453	16,5%	+13,0%
<i>Applicazioni speciali</i>	54.117	13,5%	59.656	15,2%	-9,3%
<i>Industrial Cooling</i>	43.211	10,8%	37.743	9,6%	+14,5%
TOTALE APPLICAZIONI	392.549	97,8%	389.319	99,4%	+0,8%
<i>Arrotondamenti contabili</i>	8.908	2,2%	2.262	0,6%	+293,8%
TOTALE	401.457	100,0%	391.581	100,0%	+2,5%

PRODOTTI	APPLICAZIONI	TIPOLOGIA CLIENTI
Scambiatori di calore	Refrigerazione – Condizionamento Applicazioni speciali	OEM
Porte in vetro per banchi frigo	Refrigerazione	OEM
Apparecchi ventilati	Refrigerazione – Condizionamento Power generation	Distributori/Installatori
Close Control	Condizionamento	Distributori/Installatori

Tabella 1 - Prodotti e loro applicazione

A livello geografico, l'area più importante per il Gruppo risulta essere l'Unione Europea, con 304,9 milioni di euro di fatturato e un'incidenza del 77,7% sul totale delle vendite. Le esportazioni incidono sull'83.3% del fatturato, principalmente verso Russia, Polonia e Repubblica Ceca, mentre l'Italia con 65,4 milioni di euro è calata del 12.8% rispetto al 2019. Tra i paesi che hanno fatto registrare i risultati migliori nel 2020 troviamo Francia, Danimarca, Cina e Svezia, che hanno realizzato i record storici di vendita grazie principalmente all'acquisizione di progetti "green". Al contrario, i paesi che hanno subito il calo maggiore oltre all'Italia sono stati Stati Uniti, Turchia, India, Spagna e Germania, condizione legata però anche al trasferimento di produzioni in Europa dell'Est da parte di alcuni importanti clienti.

<i>Zone geografiche</i>	<i>€/000 2020</i>	<i>%</i>
<i>Italia</i>	65.400	16,7%
<i>Unione Europea (senza IT)</i>	239.500	61,0%
<i>Resto del mondo</i>	87.649	22,3%
TOTALE	392.549	100,0%



Sul mercato ci sono già altri concorrenti che offrono un prodotto del tutto simile a quello dell'azienda e che si rivolgono agli stessi segmenti di mercato; tra i top competitors di Lu-Ve Group troviamo:

- Guntner GmbH & Co: presente a livello mondiale, fornisce soluzioni efficienti e sostenibili per applicazioni in campi quali refrigerazione commerciale e industriale, HVAC, power generation, processi industriali e IT cooling;
- Modine Manufacturing Company: azienda presente nei mercati globali di HVAC, veicoli commerciali, Data Centers, Off-Highway, refrigerazione commerciale e industriale, power generation;
- Rivacold S.r.L.: fornisce soluzioni per i mercati della GDO, HORECA (Hotel Restaurant & Catering), industria agro-alimentare, industriale e logistica, vending machine, medicale e Data Center;
- Roen Est S.p.A.: produce scambiatori di calore per le applicazioni di condizionamento e refrigerazione, riscaldamento, cogenerazione e recupero termico per il settore civile, industriale, alimentare, ferroviario e navale;
- Deltacoils S.p.A.: produce scambiatori di calore a pacco alettato da impiegare nella catena del freddo in generale.

3.2. Il prodotto di Sest S.p.A.

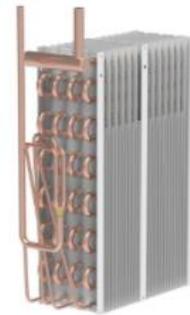
Facendo particolare riferimento alla sola azienda Sest S.p.A., grazie alla sua massiva presenza in aree come Italia, Polonia, Russia e Cina, è in grado di soddisfare la richiesta dei clienti a 360° sia nel mercato del *condizionamento* che in quello della *refrigerazione*: per il primo, ha sviluppato un profondo know-how nella produzione di scambiatori dedicati ad applicazioni di chill beams, fan coils, cassette, chiller, pompe di calore e UTA (Unità di Trattamento Aria); per il secondo, in cui è leader da più di 40 anni, ha sviluppato le competenze necessarie per soddisfare le esigenze dei clienti con soluzioni personalizzate per prestazioni di eccellenza nella conservazione di prodotti alimentari e non, dai bottle cooler, alle celle frigorifere, alle grandi catene di distribuzione o ristorazione. Inoltre, Sest S.p.A. è presente nel mercato della

Power Generation, per applicazioni industriali in campo siderurgico, minerario estrattivo, chimico e farmaceutico, stampaggio plastica e trattamento dei rifiuti; nel mercato della *Home Appliances*, per il quale offre un servizio di consulenza e progettazione, grazie anche alla sua esperienza nel settore; in quello del *Close Control*, dove offre un condizionamento di precisione utilizzato in camere bianche, sale chirurgiche o data center.

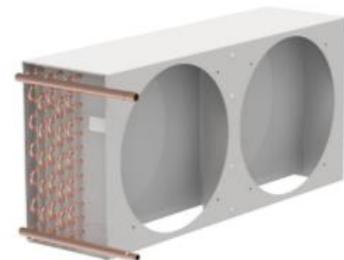
In particolare, lo stabilimento di Sest Limana, cui questo elaborato fa riferimento, produce batterie a pacco alettato per i segmenti della refrigerazione e del condizionamento nei campi commerciali, industriali e della home appliances, ma sta lavorando per ampliare l'offerta di prodotti: è attualmente in corso la progettazione di una nuova linea per la produzione di apparecchi ventilati per la fornitura di un particolare cliente.

Nonostante i prodotti vengano customizzati e progettati in base alle esigenze del mercato e dei singoli clienti, le due macrocategorie prodotte in Sest S.p.A. sono:

- *Evaporatore*: apparecchiatura in cui circola un fluido refrigerante il quale, assorbendo calore dall'ambiente esterno, passa dallo stato liquido a quello gassoso. L'esempio più comune è la "piastra fredda" presente all'interno di un normale frigorifero da cucina: il calore assorbito è quello che si trova all'interno del frigo, che viene disperso all'esterno tramite il radiatore dietro l'apparecchio.



- *Condensatore*: scambiatore di calore che ha come scopo quello di condensare una sostanza chimica o una miscela, portandola dallo stato gassoso allo stato liquido tramite un fluido refrigerante che, attraversando il circuito, sottrae calore alla sostanza che si vuole condensare. Trovano impiego in numerosi campi, come per esempio quello domestico (con congelatori e condizionatori), quello industriale (con la termoregolazione industriale) e in laboratorio.

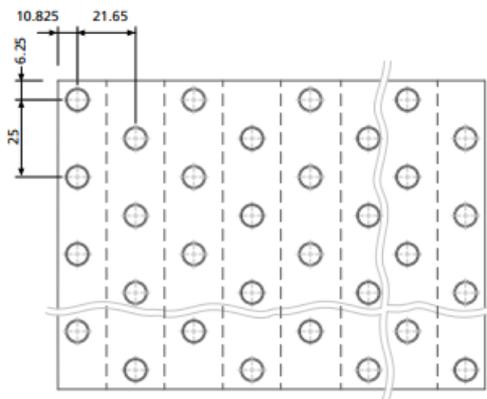


Queste batterie a pacco alettato in configurazione standard sono composte da tre categorie di componenti:

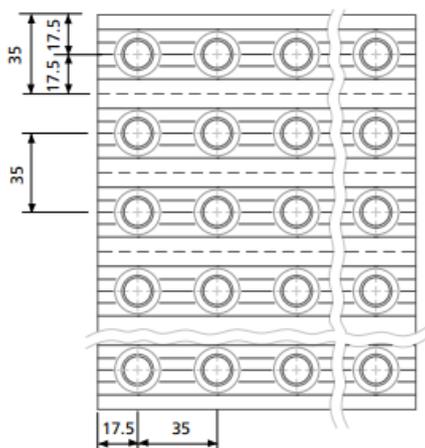
- Testate in alluminio o lamiera zincata, di base presenti in coppia, una all'inizio e una alla fine del pacco alettato, ma presenti anche come intermedie o tegoli: possono essere prodotte con materiali di diversi spessori a seconda delle richieste dei clienti.



- Alette in alluminio, che compongono il pacco alettato e permettono lo scambio di calore. Sono prodotte in diverse configurazioni di geometria e materiale: geometria quadrata o rettangolare di dimensioni 21mmx25mm (con tubo Ø9.52 mm), 35mmx35mm (con tubo Ø9.52mm o Ø12mm), 50mmx50mm e 60mmx30mm (con tubo Ø16mm), in alluminio, il più comune, o rame per applicazioni più specifiche. (Per geometria si intende “distanza tra ranghi x distanza tra tubi”, dove i “ranghi” sono il numero di tubi sulla larghezza del pacco alettato, mentre i “tubi” indicano il numero di tubi presenti sul lato dell'altezza)



Passo tra i ranghi	21.65 mm
Numero ranghi	8
Passo tra i tubi	25 mm
Numero tubi	4
Diametro nominale del tubo	Ø 3/8" (9.52 mm)



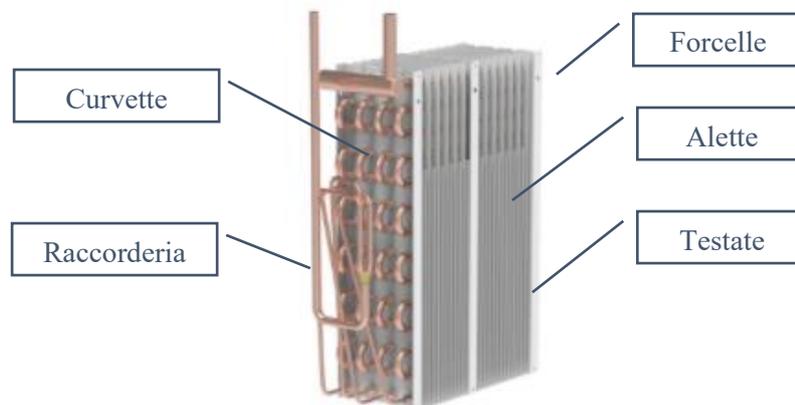
Passo tra i ranghi	35 mm
Numero ranghi	5 (o 4)
Passo tra i tubi	35 mm
Numero tubi	4 (o 5)
Diametro nominale del tubo	Ø 12 mm

Figura 6 - Esempio di aletta con geometria rettangolare (21x25) e quadrata (35x35)

- Forcelle e curvette in rame per la creazione del circuito, con diverse tipologie di diametro e spessore per migliorare l'adattamento del prodotto a qualsiasi applicazione (lo spessore del tubo utilizzato varia in funzione della geometria scelta e della pressione di colludo utilizzata per i test di tenuta).



Per alcune tipologie di prodotti possono poi essere aggiunti alla batteria elementi di raccorderia che permettono di migliorarne l'installazione o le performance.



3.3. Organizzazione e processo produttivo

In azienda sono presenti, oltre a tre reparti di semilavorati (per la produzione di testate in lamiera, forcelle, curve e componenti di raccorderia in rame), anche tre reparti di assemblaggio, che prendono il nome dal diametro del tubo utilizzato (reparto 9.52, 12 e 16), a loro volta suddivisi in linee produttive a seconda della geometria prodotta:

Reparto 3/8"	Geometria 21mmx25mm (3 linee)
	Geometria 25mmx25mm (1 linea)
	Geometria 35mmx35mm (1 linea)
Reparto 12	Geometria 35mmx35mm (3 linee)
Reparto 16	Geometria 50mmx50mm (1 linea)
	Geometria 60mmx30mm (1 linea)

Tabella 2 - Reparti produttivi e geometrie prodotte

La produzione delle batterie alettate inizia dalla fabbricazione dei diversi componenti necessari al completamento della batteria all'interno dei rispettivi reparti di Testate, Forcelle e Raccorderia:

- *Reparto testate*: i fogli di alluminio, lamiera zincata o rame vengono posizionati sul pianale di una punzonatrice che, appositamente programmata da operatori addestrati, incide e taglia i fori della geometria in cui verranno inseriti i tubi ed eventuali altri fori, asole o scantonature richieste dal cliente. Una volta stampata la testata, questa viene piegata da apposite macchine in modo da creare i pieghe che danno rinforzo e sostegno al componente.
- *Reparto forcine*: i coil di tubi di rame di diversi diametri e spessori vengono caricati su apposite macchine che, una volta programmate dagli operatori di reparto, estraggono il tubo dalla bobina e lo piegano nella misura definita per creare la forcina.
- *Reparto raccorderia*: anche in questo caso, i coil di tubi di rame vengono caricati su apposite macchine che tagliano, forano e piegano il tubo per creare i diversi componenti (ad esempio corpo collettore, capillari, tubetti..). Una volta tagliati, vengono assemblati tra di loro nei banchi di saldatura per creare raccorderie personalizzate.

I componenti vengono successivamente inviati alle isole produttive dove avviene il vero e proprio ciclo di produzione e assemblaggio del prodotto finito:

- Si inizia con la fase di *Pressa*, in cui vengono stampate le alette che compongono il pacco alettato e formato inserendo forcine e testate: il coil di nastro di alluminio o rame, di diverse misure e spessori a seconda dei vincoli imposti dalla macchina, viene inserito sulla pressa e, passando al suo interno, viene forato in corrispondenza della geometria. L'operatore, raccolte dall'impilatore della macchina le alette necessarie alla formazione del pacco, inserisce le teste e le forcine.
- La fase che segue è quella di *Mandrinatura*, dove i tubi in rame vengono espansi con il passaggio al loro interno di aste dotate di apposite ogive; queste si aprono e, per

inserimento o per trazione, allargano il tubo in modo da fermare le alette, creando così il collegamento tubo-aletta che consente lo scambio termico tra i due elementi.

- Nella fase successiva di *Brasatura* l'operatore salda le curve per creare il circuito. Se richiesti, vengono saldati anche i componenti di raccorderia.
- La fase di *Collaudo*, ad acqua o in apposite macchine ad elio, viene fatto per individuare eventuali perdite nel prodotto e verificare la mancanza di danneggiamenti o difetti al circuito: il pezzo viene immerso in una vasca d'acqua e viene iniettato all'interno dei tubi il gas. Visivamente, se vengono notate delle bolle fuoriuscire dal prodotto significa che una qualche parte è danneggiata e deve essere riparata. Nella macchina ad elio invece, presente solo per i pezzi con tubo di diametro 3/8", il pezzo viene inserito all'interno di una camera posta poi sottovuoto; all'interno dei tubi viene iniettato il gas elio che, se disperso nella camera a causa di una perdita dal pezzo, viene rilevato dalla macchina che segnala un'anomalia.
- Nella fase finale di *Imballo in linea*, i pezzi, dopo essere stati testati, vengono posizionati su pedane in legno (europallet o pedane costruite su misura a seconda delle dimensioni dei pezzi e dei vincoli dimensionali imposti dai clienti) sulla base di quanto indicato nella scheda imballo; vengono coperte le uscite tramite tappi in plastica per la protezione interna del circuito da polvere o sporcizia varia, oppure tappi in gomma utilizzati per la carica in azoto (pratica utile per rilevare eventuali micro-perdite non evidenziate nella fase di test: viene inserito l'azoto all'interno del pezzo e, se all'arrivo a destinazione il pezzo non contiene più gas, significa che ci sono danneggiamenti).

Un esempio di layout di una linea produttiva lo vediamo nella figura 8.

Dopo l'uscita dalla linea produttiva, le pedane cariche di pezzi vengono portate nel reparto di *Imballo finale*, dove vengono terminati gli imballi, tramite l'utilizzo di film estensibile, reggette, scatole in cartone e gabbie in legno, e creati i documenti necessari per la spedizione al cliente.

In alcuni casi, dopo essere stati collaudati, invece che essere preparati per l'imballo finale i pezzi vengono portati alla postazione di *Preparazione cataforesi*, dove vengono protette le uscite, tramite nastro o tappi in plastica, dall'ingresso nel circuito della vernice utilizzata nella successiva fase di *Cataforesi*. Qui i pezzi vengono appesi alle bilancelle dall'operatore, tramite ganci di diversa misura, e fatti scorrere all'interno dell'impianto di verniciatura tramite una catenaria: vengono immersi prima in quattro vasche che garantiscono lo sgrassaggio e il risciacquo del pezzo per rimuovere resti di sporcizia o olio e non inquinare l'impianto, e poi nella vasca di verniciatura, al cui interno non è contenuta una semplice vernice ma resine epossidiche, pigmenti e solventi mescolati tra loro. In base al processo di cataforesi, l'ambiente

all'interno di questa vasca viene caricato positivamente, grazie alla presenza di celle o "catodi", mentre la bilancella, e quindi i pezzi, vengono caricati negativamente da un generatore. Quando si genera la scarica energetica, il polo negativo attrae il polo positivo e permette quindi ai pigmenti di attaccarsi ai pezzi. Successivamente la bilancella viene nuovamente risciacquata e soffiata per rimuovere eventuali residui e inserita all'interno di un forno di polimerizzazione. Al termine di questo ciclo, l'operatore preleva i pezzi verniciati dalla bilancella e li ripone sulle pedane che vengono poi portate all'imballo finale. Tutto il processo all'interno dell'impianto avviene in maniera automatica, con l'utilizzo di carri che prelevano le bilancelle e le spostano da una vasca all'altra.

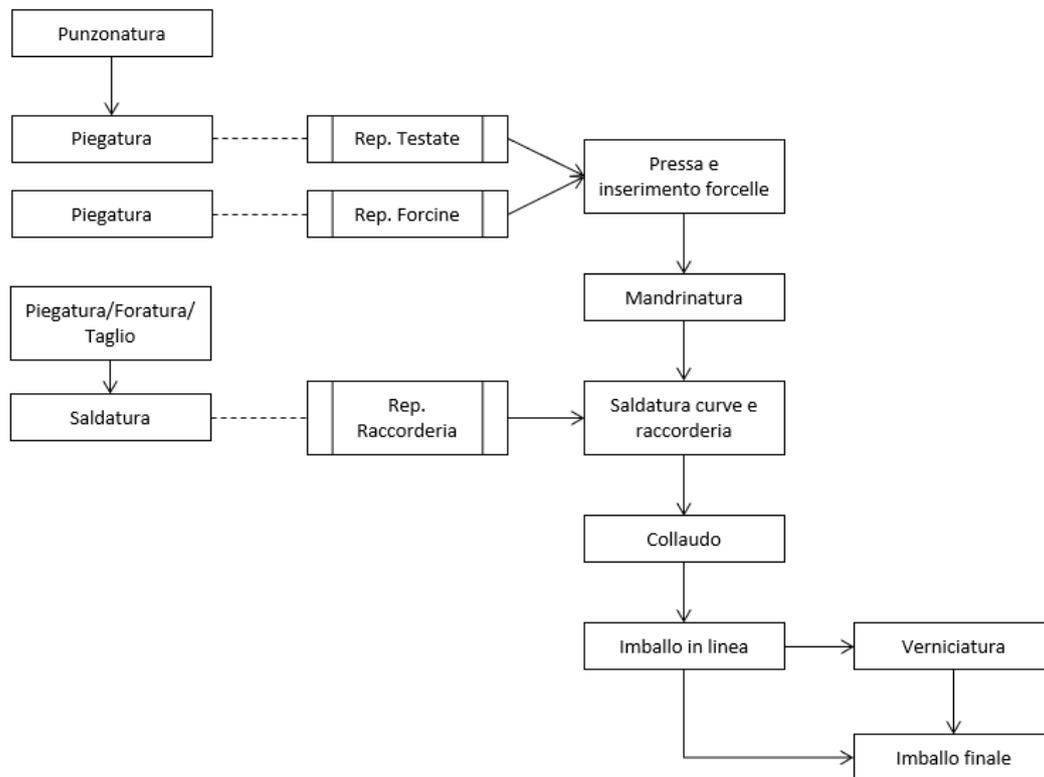


Figura 7 - Processo produttivo Sest S.p.A.

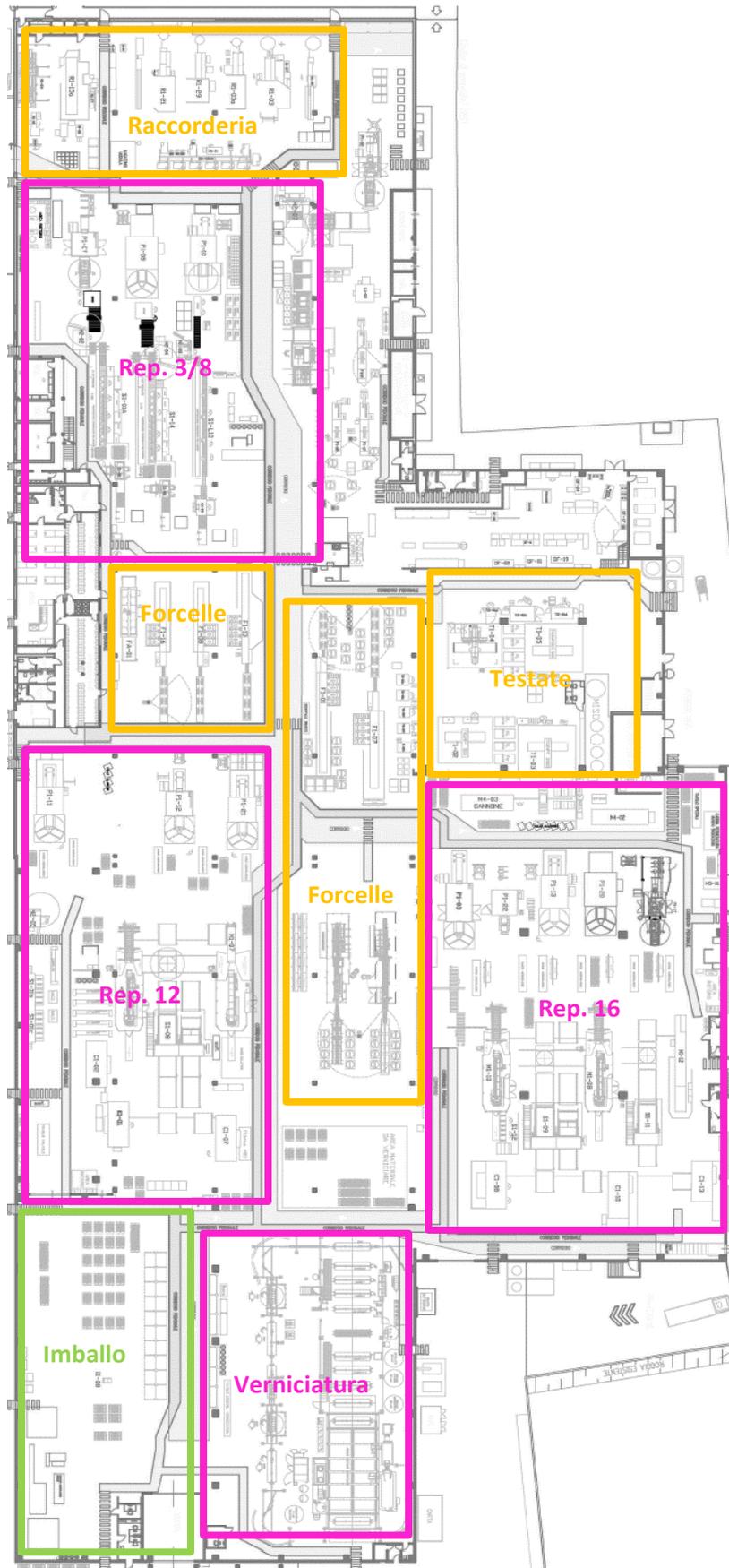


Figura 9 - Layout di Sest S.p.A.

4. Caso applicativo: il reparto di imballo finale

4.1. Ciclo di lavoro

All'ingresso del reparto di imballo finale troviamo, come prima cosa, il punto di WIP in cui vengono posizionate le pedane da imballare, portate dagli operatori di fine linea o dai mulettisti e depositate nel primo spazio libero. Oltre questa zona si apre l'area di lavoro, dove l'operatore, prelevata la pedana dalla zona WIP, svolge le attività necessarie alla preparazione:

1. fissaggio del film estensibile;
2. fissaggio delle reggette;
3. chiodatura di altezze in legno, per consentire la sovrapposizione dei colli e quindi l'ottimizzazione del carico del mezzo di trasporto usato (attività svolta solo per spedizioni in territorio nazionale);
4. chiodatura dei laterali in legno o, se previsti, di angolari in plastica per il successivo inserimento dei laterali in legno (attività svolta solo in caso di spedizioni internazionali);
5. assemblaggio e inserimento di cappucci in cartone (attività svolta in caso di spedizioni internazionali).

Assemblati gli imballi, vengono posizionati nella zona dei prodotti finiti per essere preparati per la spedizione al cliente.

Oltre al confezionamento delle diverse tipologie di imballo, il reparto è provvisto di una sega per il taglio del legname: vengono acquistate tavole in legno della lunghezza di 4 metri, che l'operatore taglia a misura in base alle necessità, sia per la costruzione interna di pedane e gabbie, sia per le altre tavole utilizzate sugli imballi (altezze, orizzontali per sovrapposizione, ecc.).

Entrando più nel dettaglio, il flusso informativo e materiale che coinvolge il reparto di imballo finale e i reparti produttivi è quindi il seguente:

- il responsabile del reparto produttivo ordina le pedane al responsabile del reparto di imballo;
- il responsabile del reparto imballo stampa la scheda imballo del codice per cui è stata richiesta la pedana e la porta all'operatore addetto all'utilizzo della sega (Figura 11 – Zona D);
- l'operatore produce le pedane sulla base dell'ordine con cui vengono richieste (ordine FIFO);

- le pedane vengono trasportate dal mulettista di turno alle diverse postazioni di immagazzinamento dei reparti produttivi, dai quali vengono poi prelevate dagli operatori addetti all'imballo in linea quando necessario;
- una volta completate, le pedane vengono portate all'imballo finale, nella zona di deposito WIP (Figura 11 – Zona A);
- l'operatore dell'imballo finale preleva le pedane dalla zona WIP e le deposita nella zona di lavoro (Figura 11 – Zona B) in base alla lista di priorità creata dal responsabile;
- una volta assemblato l'imballo, l'operatore lo deposita nella zona prodotti finiti (Figura 11 – Zona C), dove il responsabile applica il cartellino per la successiva spedizione.

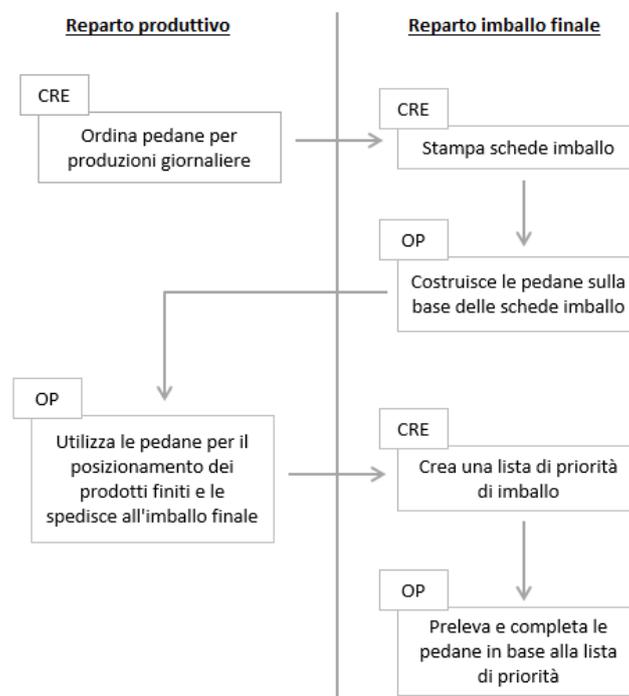


Figura 10 - Flusso imballo

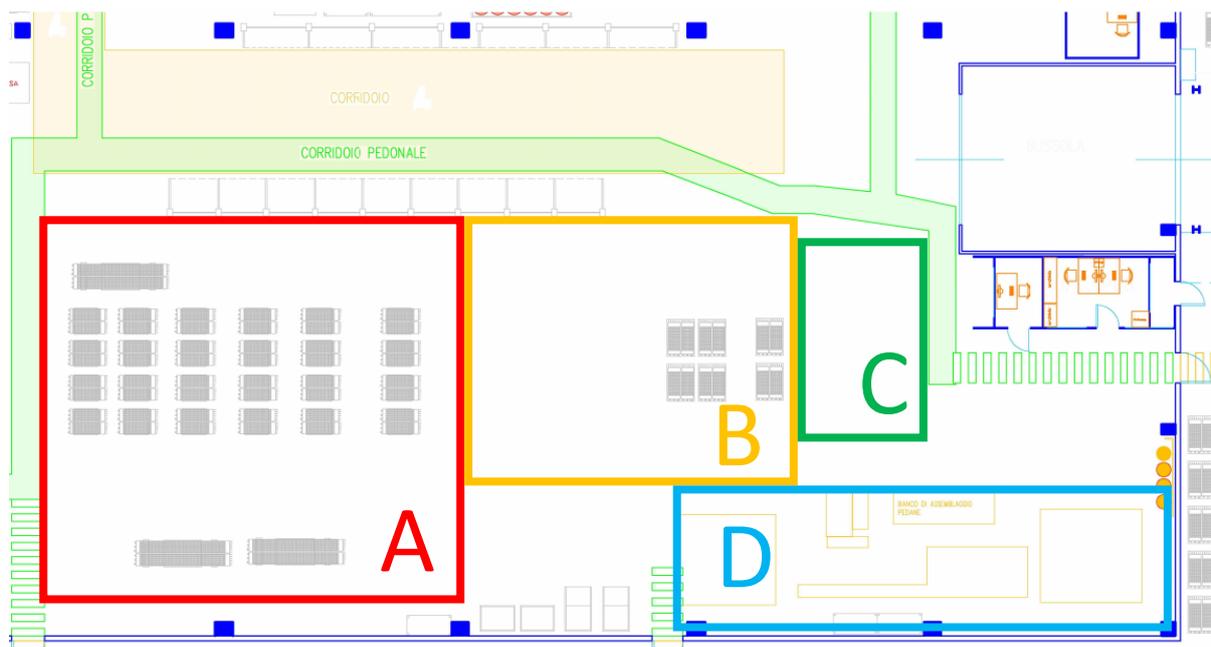


Figura 11 - Layout attuale reparto imballo
 ZONA A: zona di posizionamento pedane WIP
 ZONA B: zona di posizionamento pedane in lavoro
 ZONA C: zona di deposito pedane completate
 ZONA D: zona di costruzione pedane

Le tipologie di imballi confezionati sono tre:

- pedana: composta da solo film estensibile, reggette e altezze in legno per garantire la sovrapposibilità dell'imballo, viene impiegata per spedizioni in ambito nazionale;



Figura 12 - Imballo standard su pedana

- scatola: i pezzi vengono stabilizzati tramite film estensibile e cappuccio in cartone, poi reggettato all'europallet. Viene utilizzata per spedizioni in ambito internazionale;



Figura 13 - Imballo con scatola in cartone

- gabbia: al pari di una pedana standard, viene poi garantita una protezione maggiore dei pezzi tramite l'applicazione di laterali e cielo in legno che vengono inchiodati alla pedana o incastrati in angolari in plastica. Viene impiegata per i trasporti internazionali.



Figura 14 - Imballo con gabbia in legno

Ulteriore tipologia di imballo, che non prevede attività da svolgere all'interno del reparto analizzato, consiste nell'utilizzo di contenitori provenienti direttamente dal cliente e riutilizzati ad ogni spedizione. In questi casi, l'imballo viene completato direttamente in linea al reparto di produzione, e transita nel reparto di imballo finale solo per la registrazione e la stampa del cartellino per la spedizione.



Figura 15 - Imballo con contenitore da cliente

Analizzando gli imballi effettuati nell'anno 2020, è possibile identificare la percentuale di colli suddivisi per tipologia:

Tipologia imballo	Quantità imballi	% singola
CONTENITORE DA CLIENTE	402	2,10%
GABBIA	3928	20,50%
PEDANA	10789	56,30%
SCATOLA	4046	21,11%
Totale complessivo	19165	100,00%

Figura 16 - Quantità imballi per tipologia - anno 2020

Come si può notare, la distribuzione delle spedizioni nazionali e internazionali è più o meno simile, con l'unica differenza che per le spedizioni nazionali l'imballo è sempre previsto come pedana semplice, mentre per le spedizioni internazionali l'imballo può essere formato da gabbia o cappuccio in cartone a seconda delle dimensioni.

Ora entreremo più nello specifico in ciò che è stato fatto per la gestione del progetto, comparando l'attuale gestione del reparto con il nuovo metodo che ci prefiggiamo di adottare e i risultati che questo ci permetterebbe di raggiungere.

4.2. Gestione del progetto

In questo elaborato affronteremo l'applicazione pratica del metodo dei tempi e metodi integrandolo con gli aspetti principali della produzione snella, per ottenere una riduzione dei tempi di processo e quindi una maggior efficienza organizzativa.

Guardando il progetto nell'ottica dei tempi e metodi, possiamo individuarne le fasi di sviluppo in quelle che sono le fasi del flusso dello studio dei tempi:

1. **Scelta del problema:** è stato scelto di intraprendere questo progetto nel reparto di imballo finale perché risulta essere il più problematico a livello di efficienza di reparto, organizzazione e numero di claims da parte dei clienti (non rispetto dei vincoli di imballo definiti dal cliente, merce arrivata danneggiata per imballo poco solido o costruito in maniera poco consona alle differenti tipologie di trasporto).
2. **Osservazione, analisi e registrazione di tutte le situazioni relative al problema:** per analizzare nel dettaglio questi problemi ed individuarne le cause principali, sono stati svolti rilievi tempi e osservazioni tramite Spaghetti Chart e Value Stream Mapping, così da individuare le aree critiche e poter identificare gli spunti di miglioramento possibili:
 - elevato numero di spostamenti (ogni attività richiede lo spostamento dell'operatore per la ricerca del materiale di consumo e dell'attrezzatura);
 - disordine nella disposizione di attrezzature e materiali che porta ad ulteriori spostamenti (non essendoci una posizione definita per materiali e attrezzature, l'operatore non fa mai uno spostamento di lunghezza fissa ma si muove sia su brevi che su lunghi percorsi, non sempre verso lo stesso punto ma verso direzioni diverse);
 - disordine nel posizionamento delle pedane in lavoro che porta a movimentazioni inutili (essendo le postazioni di lavoro non identificate, il posizionamento dei pallet in lavoro avviene in punti casuali del reparto. Spesso ciò comporta la ri-movimentazione delle pedane per la presa in carico di nuovi ordini o lo svolgimento delle lavorazioni nelle pedane già in lavoro);
 - disordine nelle fasi di lavoro (il metodo di lavoro non è adeguatamente definito, quindi spesso troviamo per una pedana fasi di lavoro svolte in una sequenza, per un'altra svolte in un'altra sequenza – per esempio, su una pedana vengono messe prima le reggette e poi il film estensibile, per un'altra viene fatto l'opposto);
 - mancanza di pianificazione del lavoro quotidiano e conseguenti spostamenti dell'operatore per la ricerca dell'ordine di lavoro da imballare (le priorità sono spesso dettate solo dall'urgenza, sia nel confezionamento degli imballi finali che nella costruzione di gabbie e pedane da utilizzare);
 - il WIP delle pedane in attesa di imballaggio non è calcolato, ma è soggetto a picchi frequenti verso l'alto e verso il basso.

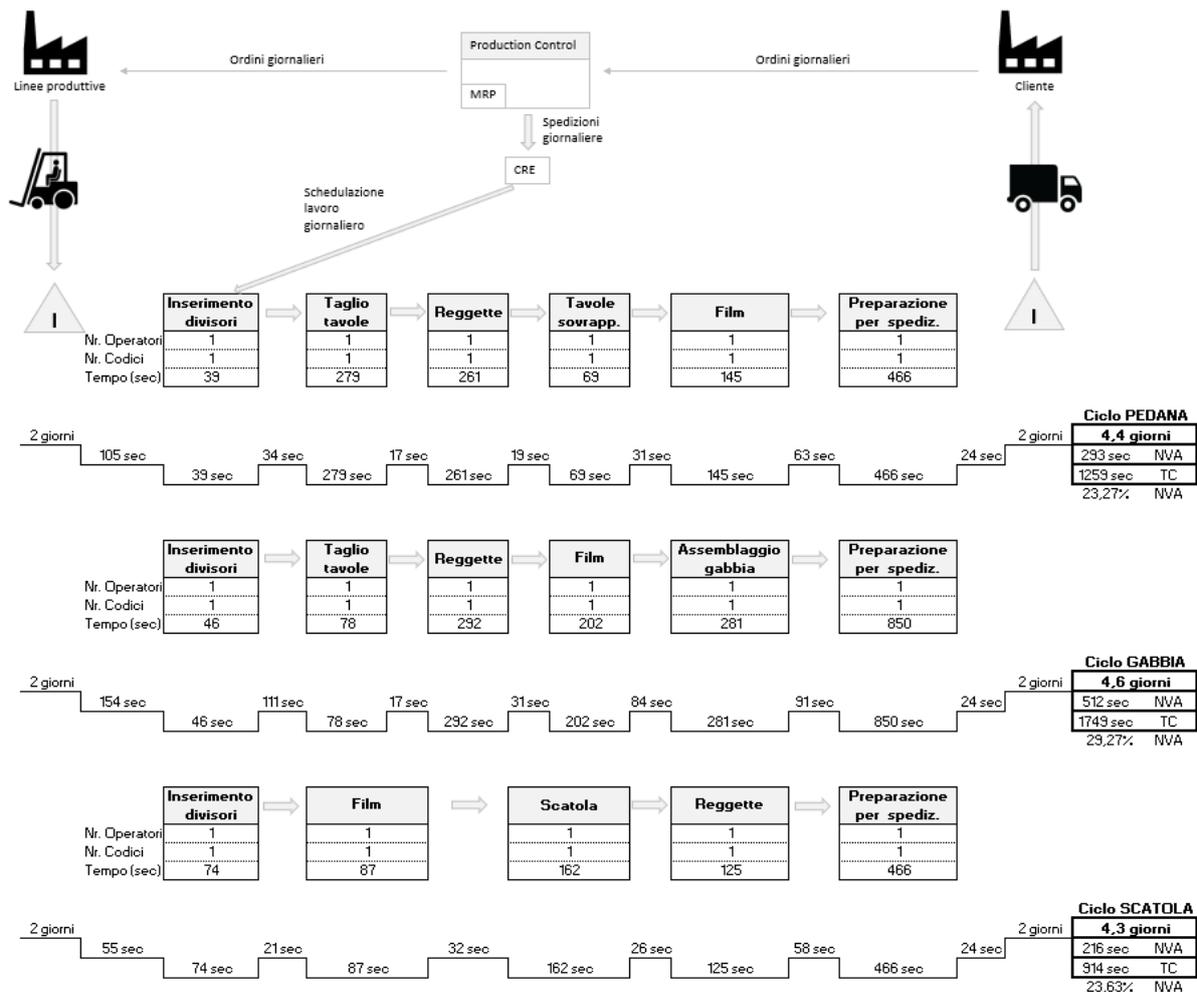


Figura 18 - Value Stream Mapping AS-IS

3. Critica obiettiva degli elementi rilevanti nella precedente analisi

- elevato numero di spostamenti: le attrezzature e i materiali vengono lasciati in posizioni arbitrarie e al successivo utilizzo si devono percorrere lunghe distanze per riprenderli e utilizzarli;
- spostamenti consistenti: in mancanza di definizione di zone di deposito, gli spostamenti possono essere esagerati rispetto a quanto sarebbe necessario;
- reparto/attività disordinate (influisce sul numero di claims): il disordine all'interno del reparto porta ad avere disordine anche nella sequenza di fasi di imballaggio e nello svolgimento stesso delle attività;
- mancanza di uno standard: zone di lavoro e WIP non identificate;
- sequenza lavorativa/programmazione non chiara, anche per gli operatori stessi.

4. Elaborazione di una nuova soluzione (metodo più economico): per risolvere i problemi al punto precedente si propone di:

- a. creare famiglie di prodotto per individuare un criterio di suddivisione in due linee di assemblaggio separate;
 - b. classificare le lavorazioni da svolgere e individuare zone delimitate per la loro esecuzione, in modo da standardizzare la sequenza di attività necessarie per ogni tipologia di imballo;
 - c. definire le zone di deposito dei materiali di consumo (applicando il metodo delle 5S);
 - d. acquisto di nuove attrezzature per la gestione dei materiali e attrezzature (carrelli per divisori, tavolo per appoggio attrezzature di piccole dimensioni, scaffali per elementi di raccorderia e materiale di consumo, cantilever per tavole in legno...);
 - e. nuova modalità di re-stock dei materiali di consumo (utilizzando il metodo Kanban).
5. **Normalizzazione del metodo e descrizione scritta:** il metodo viene normalizzato e reso noto a tutti gli operatori tramite procedure scritte con foto e disegni per agevolarne la comprensione.
 6. **Determinazione del tempo standard:** dopo la spiegazione del metodo a tutti gli operatori, si eseguono ulteriori rilievi tempi per la futura determinazione del tempo standard (sarà definitivo dopo l'applicazione della soluzione).
 7. **Applicazione della soluzione prevista:** tutti i miglioramenti previsti nella fase di elaborazione della nuova soluzione vengono attuati, così da rendere il flusso di lavoro più lineare e veloce.
 8. **Addestramento all'impiego del nuovo metodo:** gli operatori vengono quindi addestrati all'utilizzo del nuovo metodo di lavoro, ora applicabile grazie alla riorganizzazione del reparto.
 9. **Verifica dei risultati:** una volta standardizzato il metodo sarà possibile procedere con la verifica dei risultati raggiunti, paragonandoli agli obiettivi iniziali del progetto. Si potranno quindi calcolare delta di efficienza e delta costi della soluzione applicata.

Tutto questo processo viene gestito e monitorato tramite la stesura del Gantt sotto riportato, accompagnato da riunioni mensili di aggiornamento dei risultati ottenuti con il team di progetto composto da team leader, responsabile produzione e responsabile di reparto.

4.3. Situazione AS-IS

4.3.1. Efficienza, tempi ciclo e layout

L'efficienza media mensile di reparto del 2020 si aggirava intorno al 68%, complici l'organizzazione del lavoro e i tempi ciclo non aggiornati. Questo perché ne è mancata la manutenzione nel corso degli anni, compromettendo così la corrispondenza con gli attuali metodi di lavoro.

Mese	Pezzi prod mese	Ore lav mese	Ore std mese	Eff mese %	Tempo medio mese
gen-20	37.437	754,0	407,731	54,1%	0,65
feb-20	45.913	754,5	528,055	70,0%	0,69
mar-20	30.143	528	341,546	64,7%	0,68
apr-20	26.146	350	316,498	90,4%	0,73
mag-20	44.959	748,5	519,625	69,4%	0,69
giu-20	32.594	504	396,521	78,7%	0,73
lug-20	31.404	551,5	368,834	66,9%	0,7
ago-20	28.176	523	322,802	61,7%	0,69
set-20	47.224	823,5	515,369	62,6%	0,65
ott-20	38.446	684	454,465	66,4%	0,71
nov-20	42.861	732,5	512,569	70,0%	0,72
dic-20	35.587	486,5	348,566	71,6%	0,59
MEDIA MENSILE		620,0	419,382	67,6%	0,69

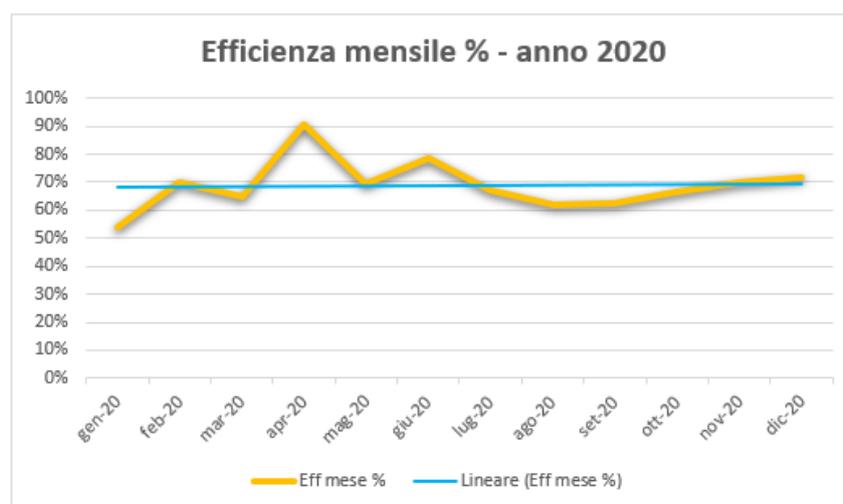


Figura 20 - Efficienza % di reparto anno 2020

Nel reparto vengono impiegati due operatori per ogni turno da 7,5 ore nell'assemblaggio degli imballi e un operatore a giornata (8 ore) nella costruzione di pedane e componenti gabbie.

Per come è strutturato il flusso in Sest, le attività di imballo sono divise tra l'ultima attività della linea (l'imballo in linea) e la fase di imballo finale. A livello di database però, le attività di imballo in passato erano raggruppate all'interno dello stesso tempo standard, sia quelle di competenza della linea che quelle dell'imballo finale. Per avere una struttura tempi che rappresentasse il ciclo produttivo effettivo è stato quindi deciso di suddividere il tempo ciclo nelle due componenti, calcolandone le percentuali: il 65% del tempo venne destinato alle

attività di imballo in linea (che diventa 15% se i pezzi sono verniciati, perché le restanti attività vengono eseguite dopo la fase di verniciatura), mentre il restante 35% venne imputato alla fase finale.

ATTIVITÀ*	FREQUENZA	TIPO	SECONDI	PERSONE	CALCOLO		EVAPORATORE	LOTTO
					TEMPO	% MAGG.	CARICO	CARICO
Chiodatura supporti laterali e superiori x regetta	a chiodo	VA	2,2	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Letture disegno e determinazione misure tavole	a lotto	VA	60	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Impostazione misura su sega e taglio morali	a morale	VA	8	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Scarico morali dalla sega	a morale	VA	2	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Sistemazione morali su banco di composizione	a morale	VA	7	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Impostazione misura su sega e taglio tavole sp.17	a tavola	VA	6	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Impostazione misura su sega e taglio tavole sp.30	a tavola	VA	8	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Scarico tavole dalla sega sp.17	a tavola	VA	2	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Scarico tavole dalla sega sp.30	a tavola	VA	3	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Sistemazione tavole con morali	a tavola	VA	8	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Sistemazione distanze tra tavole	a tavola	VA	5	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Chiodatura tavole su morali	a chiodo	VA	0,95	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Scarico bancale grande >= 2000	a bancale	VA	28	2	0,000	15,0%	0,000	0,00
Scarico bancale piccolo <2000	a bancale	VA	10	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Taglio alla sega tavole x fissaggio regetta	a tavola	VA	12	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Taglio alla sega tavole sp.30 x fiss. sup. regetta	a tavola	VA	12	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Prelievo pedana pezzi da imballare	a pedana	NVA	60	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Letture disegno e controllo misure varie 1/15	a evaporatore	VA	10	2	0,000	12,0%	0,000	0,00
Carico evaporatore su bancale (piccolo)	a evaporatore	VA	8	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Carico evaporatore su bancale (medio) 2 persone	a evaporatore	VA	16	2	0,000	12,0%	0,000	0,00
Carico evaporatore su bancale (grande) 2 persone	a evaporatore	VA	30	2	0,000	15,0%	0,000	0,00
Allargatura / rastrematura / schiacciatura tubo	a tubo	VA	5,5	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Montaggio spillo su valvola	a valvola	VA	16	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Montaggio cappuccio su valvola	a valvola	VA	5	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Montaggio tappi per carica d'azoto	a tappo	VA	4	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Montaggio tappi protezione fori	a tappo	VA	3,5	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Togliere tappi e protezione dopo verniciatura	a tappo	VA	10	1	0,000	15,0%	0,000	0,00
Carica d'azoto evaporatori medio / piccoli	a evaporatore	VA	6,5	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Carica d'azoto evaporatori grandi	a evaporatore	VA	9	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Spostamento bombole d'azoto	a bancale	NVA	20	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Avvitare / svitare attacco x carico azoto su valvola	a valvola	VA	6	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Impostazione dati per etichette	a lotto	VA	30	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Stampaggio etichetta	a etichetta	VA	0,6	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Applicazione etichetta	a etichetta	VA	10	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Rifilatura cartoni micro onda / onda tripla	a cartone	NVA	1,5	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Rifilatura cartoni a nido d'ape	a cartone	NVA	2,5	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Spostare macchina x applicazione pellicola film	a bancale	NVA	30	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Applicazione pellicola film	sec / metro	VA	2,05	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Sistemazione tavole x chiodatura (fissaggio regetta)	a tavola	VA	12	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Sistemazione tavole supfri sp.30x chiodatura(regetta)	a tavola	VA	12	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Appoggio cartoni	a cartone	VA	3	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Spostamento portarotolo regetta	a bancale	NVA	20	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Avvolgimento bancale con regetta	sec / metro	VA	10	2	0,000	12,0%	0,000	0,00
Bloccaggio regetta e taglio	n'avvolgimenti	VA	70	2	0,000	15,0%	0,000	0,00
Spostamento tra avvolgimenti	n'avvolgimenti	NVA	20	2	0,000	12,0%	0,000	0,00
Compilazione rapportino produzione e dimensioni	a bancale	VA	80	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
Compilazione cartellino spedizione e fissaggio	a bancale	VA	60	1	0,000	12,0%	0,000	0,00
						secondi	0,000	0,00

Figura 21 - Database attuale per il calcolo dei tempi standard con il dettaglio delle fasi di lavoro

Con il passare del tempo questa rappresentazione è risultata essere obsoleta a causa della modifica dei metodi di lavoro. Ne deriva la necessità di un aggiornamento di tali tempi, per allinearli alla situazione attuale.

Layout attuale

Il layout risulta essere molto disorganizzato, senza una disposizione precisa delle zone di lavoro e dei materiali e attrezzature utilizzate. Questo comporta spostamenti molto elevati per gli operatori, attività a non valore aggiunto necessarie però per lo svolgimento del lavoro:

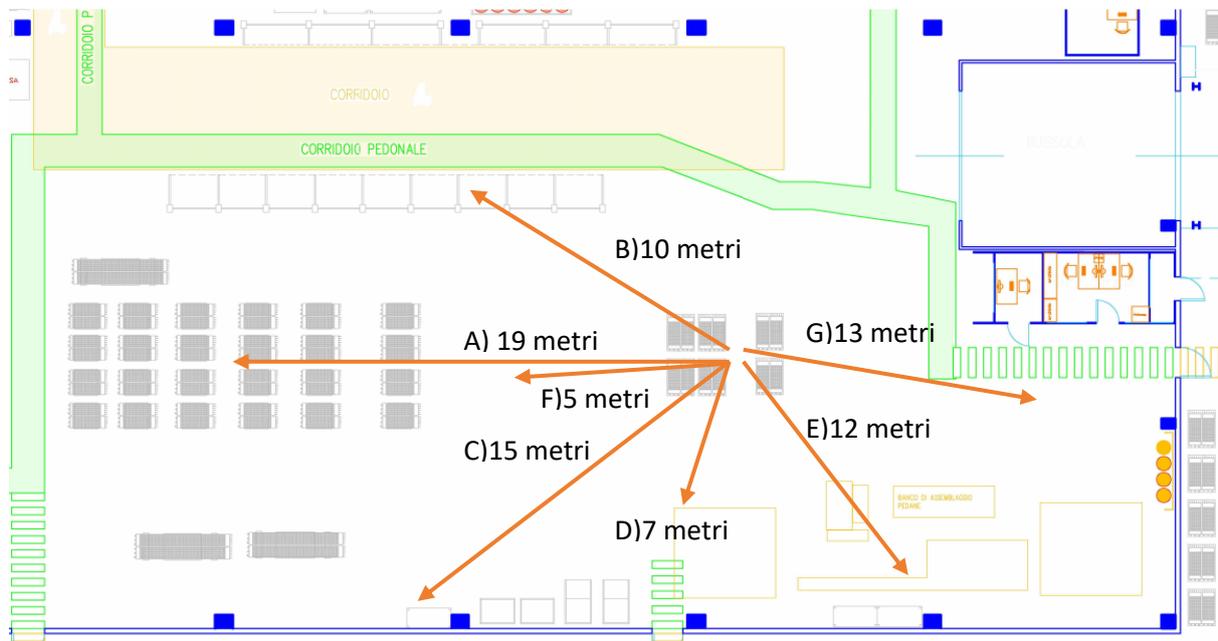


Figura 22 – Layout attuale e lunghezza movimenti per recupero materiali e attrezzature

- A) 19 metri in media da zona WIP a zona di lavoro;
- B) 10 metri in media da zona di lavoro a zona di stock divisori (tragitto fatto per ogni pedana, anche più volte per pedana);
- C) 15 metri in media da zona di lavoro a zona di stock cappucci in cartone;
- D) 7 metri in media da zona di lavoro a zona di deposito attrezzature e utensili (tragitto fatto per ogni pedana, anche più volte per pedana);
- E) 12 metri in media da zona di lavoro a zona di taglio legname (tragitto fatto per ogni pedana, anche più volte per pedana);
- F) 5 metri in media da zona di lavoro a zona di deposito robot avvolgi film e reggettatrice;
- G) 13 metri in media da zona di lavoro a zona di deposito componenti gabbia (laterali e cielo – tragitto fatto per ogni singola pedana in media due volte).

Per determinare i metri percorsi giornalmente da un operatore in media per gli imballi, dobbiamo distinguere le diverse attività svolte per ogni tipologia di imballo.

Imballo in pedana standard:

- prelievo da zona WIP e deposito in zona di lavoro: 38 metri (A);

- prelievo divisori da posizionare sopra i pezzi per poter tirare la reggetta senza rovinarli: 20 metri (B);
- taglio di tavole orizzontali e altezze per tirare la reggetta: 24 metri (E);
- prelievo reggettatrice: 10 metri (F);
- prelievo robot avvolgi film: 10 metri (F).

In totale l'operatore percorre in media 102 metri per imballare una pedana standard.

Imballo con cappuccio in cartone:

- prelievo da zona WIP e deposito in zona di lavoro: 38 metri (A);
- prelievo divisori da posizionare sopra i pezzi per proteggerli da eventuali urti: 20 metri (B);
- prelievo robot avvolgi film: 10 metri (F);
- prelievo cappuccio in cartone: 30 metri (C);
- prelievo graffettatrice per chiusura cappuccio: 14 metri (D);
- prelievo reggettatrice: 10 metri (F).

In totale l'operatore percorre in media 122 metri per un imballo con cappuccio in cartone.

Imballo con gabbia:

- prelievo da zona WIP e deposito in zona di lavoro: 38 metri (A);
- prelievo divisori da posizionare sopra i pezzi per poter tirare la reggetta senza rovinarli: 20 metri (B);
- taglio di tavole orizzontali per tirare la reggetta: 24 metri (E);
- prelievo reggettatrice: 10 metri (F);
- prelievo robot avvolgi film: 10 metri (F);
- prelievo laterali e cielo gabbia da assemblare: 52 metri (G);
- prelievo sparachiodi per assemblaggio gabbia: 14 metri (D).

In totale l'operatore percorre in media 168 metri per imballare con gabbia in legno.

Considerando che annualmente vengono imballate 10.789 pedane, 4.046 scatole e 3.928 gabbie, vengono percorsi in media 2.253.994 metri all'anno, che si traducono in 2.561 metri al giorno per ogni operatore. Se uno spostamento medio avviene alla velocità di 4 km/h, possiamo facilmente calcolare come vengano spesi giornalmente circa 33€ per ogni operatore.

4.3.2. Gestione ordini e materiali

Gestione ordine pedane per imballo in linea

La gestione attuale prevede che siano i responsabili ad ordinare le pedane necessarie al posizionamento dei pezzi finiti:

- il responsabile del reparto 3/8, il più distante in termini di metri percorsi, effettua la chiamata delle pedane necessarie tramite l'invio per e-mail di un file Excel compilato ogni mattina in base alla previsione degli ordini che verranno evasi durante la giornata;
- i responsabili dei reparti 12 e 16, più vicini al reparto di imballo finale, richiedono le pedane necessarie mediante fotocopia della bolla di produzione. Questa viene posizionata in un apposito raccoglitore dal quale il capo reparto dell'imballo preleva le bolle due volte al giorno in media.

In entrambi i casi la possibilità di errore è molto elevata, a causa della previsione di lungo termine richiesta ai capi reparto sugli ordini da produrre e della possibilità di dimenticanza di ognuno.

Inoltre, vi è un margine di errore possibile anche da parte del capo reparto dell'imballo nella schedulazione delle pedane da produrre.

Gestione costruzione pedane

All'imballo finale viene utilizzata una transazione SAP customizzata dal nome ZIMBALLI, dove vengono inserite le informazioni inerenti la scheda imballo di ogni singolo codice prodotto. All'interno di questa transazione troviamo quindi la tipologia di imballo da realizzare, le misure (sia complessive, che del singolo componente), la disposizione dei pezzi e le tipologie di divisori da utilizzare, oltre alla tipologia di legname, la misura del taglio e il quantitativo di tavole da impiegare per la costruzione della singola pedana e della gabbia, se necessaria.

Più nel dettaglio, nella scheda riguardante l'imballo complessivo vengono inseriti il numero di pezzi da posizionare e le misure complessive di larghezza, altezza e lunghezza. Viene anche definito se l'imballo che si sta realizzando è uno standard o un imballo ottimale: il primo quando il lotto d'ordine è uno standard del cliente, il secondo quando il lotto d'ordine è il massimo che possiamo imballare (considerando le misure massime di larghezza e altezza imballo di 1200mm). Possiamo anche inserire le foto dell'imballo, per dare un'indicazione più precisa agli operatori che posizionano i pezzi sulla pedana, e stampare la scheda imballo riepilogativa che viene portata a fine linea insieme alla pedana da utilizzare.

Dettaglio Imballo
 Dettaglio Pedana
 Dettaglio Gabbia
 Dettaglio Scatola

Dettaglio Imballo Selezionato

ID Imballo	Materiale	Numero Pezzi	Cliente	Destin. merci	<input checked="" type="checkbox"/> Imballo Standard
3300037626	10000307	14	100065	100065	<input type="checkbox"/> Imballo Obsoleto
Larghezza	Lunghezza	Altezza	Unità di Misura		<input type="checkbox"/> Imballo non Sovrap
100	380	120	CM		<input checked="" type="checkbox"/> Imballo Ottimale
Peso	Unità di Misura Peso				<input checked="" type="checkbox"/> Imballo con Gabbia
	KG				<input type="checkbox"/> Imballo con Scatola

Azioni

ATTENZIONE VINCOLI DIMENSIONALI

Note Imballo

Nella seconda scheda, relativa al dettaglio pedana, vengono inserite le informazioni riguardanti la sua costruzione (tipologia tavole, quantità e misure) o il codice d'acquisto se non è di produzione interna, la disposizione dei pezzi e tipologia e quantitativo dei divisori da utilizzare tra i pezzi.

Dettaglio Imballo
 Dettaglio Pedana
 Dettaglio Gabbia
 Dettaglio Scatola

Dettaglio Pedana Selezionata

ID Pedana	Materiale	Cliente	Dest. merci	<input checked="" type="radio"/> Costr. INTERNA Pedana <input type="radio"/> Costr. ESTERNA Pedana	
3300037626	10000307	100065	100065	Tavola Cod SAP	Descrizione SAP Qtà
Larghezza	Lunghezza	UM		30015363	TAVOLE IN ABETE 23x150x4000 5
95	375	CM		Murale Cod SAP	Descrizione SAP Qtà
				30015354	MORALI DI ABETE 45X95X4.000 5

Mettere morali in Piano

Disposizione pezzi		
Nr. Pezzi Riga	Nr. Pezzi Fila	Nr. Piani Max
2	1	7

Elenco tipologia Separatori da utilizzare tra i pz

Codice SAP	Descrizione SAP	Qtà
30154181	FASCE POLIETILENE LDPE 6 MM 1200X2...	

Note Pedana

POSIZIONARE I PEZZI IN ORIZZONTALE

Nel caso in cui l'ordine venga spedito fuori dall'Italia, dovranno poi essere compilate anche le schermate riguardanti la gabbia o la scatola.

Nel primo caso inseriamo le informazioni su dimensioni complessive delle diverse parti che compongono la gabbia (pareti laterali e cielo), le tipologie di legno, quantità e dimensioni delle singole tavole utilizzate o il codice d'acquisto se non è prodotta internamente.

Dettaglio Imballo Dettaglio Pedana Dettaglio Gabbia Dettaglio Scatola

Dettaglio Gabbia Selezionata

ID Gabbia: 3300037626 Materiale: 10000307 Cliente: 100065 Dest.merci: 100065

Costr.INTERNA Gabbia

Tavola Cod SAP	Descrizione SAP	Qtà	Taglio
30015352	TAVOLE IN ABETE 17X95X4.000	2	915
30015363	TAVOLE IN ABETE 23x150x4000	2	120
30015352	TAVOLE IN ABETE 17X95X4.000	1	120
30015352	TAVOLE IN ABETE 17X95X4.000	2	375
30015363	TAVOLE IN ABETE 23x150x4000	3	120
30015352	TAVOLE IN ABETE 17X95X4.000	2	195
30015352	TAVOLE IN ABETE 17X95X4.000	2	374
30015363	TAVOLE IN ABETE 23x150x4000	3	98

Note Gabbia

Nel secondo caso inseriamo il codice d'acquisto della scatola utilizzata (può essere quella con logo Sest, quella senza logo o scatole personalizzate per cliente).

Dettaglio Imballo Dettaglio Pedana Dettaglio Gabbia Dettaglio Scatola

Dettaglio Scatola Selezionata

ID Scatola: 3300037626 Materiale: 10000307 Cliente: 100065 Dest. merci: 100065

Dimensioni

Larghezza: Lunghezza: Altezza: UM: CM

Codice Scatola SAP:

Codice SAP/Acquisto:

Rafforzo

Note Scatola

Alcune delle informazioni contenute in queste schede sono dettate dalle richieste specifiche dei clienti, inserite dall'ufficio commerciale all'interno della transazione ZIMBALLI_CLIENTE: tipologia di imballo da realizzare, se è possibile effettuare imballo misto (la scheda imballo del codice sarà presente solo per imballi singoli, in caso di imballi misti non viene creata), eventuali vincoli dimensionali, la tipologia di identificazione dell'imballo (possiamo applicare il cartellino identificativo della spedizione standard per Sest oppure un cartellino che viene spedito dal cliente o scaricato dal loro sito web) e la necessità o meno di utilizzare legname trattato (obbligatorio per spedizioni extra UE).

Clienti Dest.merci OrigCm Cand SM CARLAZOTO ETICHETTATURA TIPO IMB. COD.DIV. VIN.LUNG. VIN.LARG. VIN.ALT. FITOK IDENTIFICAZIONE IMBALLI Note

100065 100065 4030 40 40 SI SI PERSONALIZZATA LATO FORCELLE PEDANA NO 0 0 1.600 IDENTIFICATO DA CLIENTE COLLETTORE VERSO IL BASSO E RACC. DALLO STESSO LATO / RACCORDERIA SPUSA CON TAPPI PLASTICA

In questa transazione possiamo trovare, per uno stesso cliente, una o più righe a seconda del numero di destinazioni possibili: è da tenere presente, infatti, che a seconda della destinazione potrebbero cambiare le necessità di imballo (uno stesso cliente con sedi in località diverse potrebbe aver bisogno di un imballo standard in pedana per la spedizione verso la prima

destinazione e di un imballo in gabbia per la seconda). In questo caso, per uno stesso prodotto potranno essere create anche più schede imballo differenti all'interno della ZIMBALLI, una per ogni diversa destinazione.

ES	Cliente	Dest.merc	OrgCm	CanD	SM	CAR.AZOTO	ETICHETTATURA	TIPO IMB.	COD.DIV.	VIN.LUNG.	VIN.LARG.	VIN.ALT.	FITOK	IDENTIFICAZIONE IMBALLI	Note
	100335	100335	4030	40	40	SI	SL STANDARD LATO COLLEGAMENTI	PEDANA	NO	0	1.000	1.100	NO	IDENTIFICATO DA CLIENTE	
	100335	2000123	4030	40	40	SI	SL STANDARD LATO COLLEGAMENTI	PEDANA	NO	0	1.000	1.100	NO	IDENTIFICATO DA CLIENTE	10205030/10205228/10205230/10214763/10218852/10218853/10218856/10218857 H MAX 90 CM NO P
	100335	2002780	4030	40	40	SI	SL STANDARD LATO COLLEGAMENTI	PEDANA	NO	0	1.000	1.100	NO	IDENTIFICATO DA CLIENTE	
	100335	2003442	4030	40	40	SI	SL STANDARD LATO COLLEGAMENTI	SCATOLA	SI	0	0	1.100	NO	STANDARD	
	100335	2003443	4030	40	40	NO	SL PERSONALIZZATA LATO FORCELLE	PEDANA	NO	0	0	1.200	NO	STANDARD	
	100335	2003728	4030	40	40	SI	SL STANDARD LATO COLLEGAMENTI	PEDANA	NO	0	0	1.100	NO	STANDARD	
	100335	2000124	4030	40	40	SI	SL STANDARD LATO COLLEGAMENTI	PEDANA	NO	0	1.000	1.100	NO	IDENTIFICATO DA CLIENTE	10205030/10205228/10205230/10214763/10218852/10218853/10218856/10218857 H MAX 90 CM NO P

Gestione priorità di imballo

Una volta imballati i pezzi a fine linea, la pedana completa viene posizionata nella zona A dell'imballo, dedicata ai WIP. Gli operatori di reparto procedono al prelievo della pedana da lavorare e al suo deposito nella zona di lavoro in base alle esigenze di spedizione: si procede quindi per urgenza o seguendo la lista delle consegne giornaliere. Al momento le priorità di imballo non vengono schedate tramite un programma giornaliero definito in anticipo.

Gestione ordini materiali di consumo

Un altro tema critico riguardante la gestione del reparto riguarda la richiesta dei materiali di consumo al magazzino materie prime. Nella situazione attuale, il capo reparto richiede al magazzino, tramite invio di un apposito file Excel precompilato, le quantità necessarie di materiale, stimate (non calcolate) in base a un consumo medio settimanale. Anche in questo caso, essendo la previsione di lungo periodo, è possibile incorrere in errori, sovrastimando o sottostimando le reali necessità. I materiali che vengono ordinati secondo questa procedura sono:

- divisori da utilizzare tra i pezzi (utilizziamo divisori in polietilene da 3 e 6 mm, nidi d'ape da 10 e 20mm e cartoni mono-onda o tripla-onda);
- reggette;
- film estensibile;
- cappucci e scatole in cartone (utilizziamo cappucci in cartone con e senza logo Sest, e scatole di due diverse dimensioni);
- chiodi (due diverse lunghezze, una per la costruzione delle pedane, l'altra per l'assemblaggio di laterali e cielo gabbie);
- graffette (per la chiusura di scatole e cappucci in cartone);
- scotch in carta.

4.4. Situazione TO-BE

L'integrazione dei due metodi, il classico rilievo tempi e le più moderne logiche Lean, sono due strumenti che si sono adattati nel corso di tutta l'analisi e che sono stati imprescindibili l'uno dall'altro per conseguire un buon risultato.

I primi rilievi nel reparto imballo con il cronometro alla mano sono stati alquanto difficoltosi, in quanto era molto difficile poter individuare le operazioni effettivamente a valore e definire un metodo di lavoro standard che non dipendesse dall'operatore osservato o dalle urgenze del reparto.

Per questo, dopo una breve fase iniziale e caotica, è stato necessario fare un passo indietro per non correre il rischio di sistematizzare un tempo standard che contenesse operazioni non a valore e senza una sequenza ottimale delle microfasi di lavoro, con conseguenze gravose per il costo del prodotto. In questo momento sono diventati preziosi gli strumenti e le logiche della Lean per fare un'attenta analisi VA-NVA, individuare gli sprechi e standardizzare i metodi di lavoro.

Non è stato facile raggiungere questo obiettivo, che è in realtà tuttora in corso, perché dobbiamo includere anche la dimensione del coinvolgimento delle persone nel Gemba (operatori, capo reparto) e ad avere il giusto commitment dall'alto che ci supporti nel perseguimento e completamento del progetto. Sicuramente le tecniche Lean ci hanno permesso di ridefinire l'AS-IS e di poter condurre dei rilievi tempo di miglior qualità e ci hanno dato tutti gli spunti per definire un TO-BE ottimale.

In un primo momento è stata utilizzata la tecnica della Spaghetti Chart, per individuare i punti di maggior criticità all'interno del reparto. Rilevati i problemi nelle fasi di spostamento tra un'attività e l'altra, per raccolta materiale e attrezzature, sono state create due diverse linee di lavoro individuando due famiglie di prodotto con operazioni e tempi simili di chiusura dell'imballo, per consentire di modificare il layout del reparto e avvicinare le scorte di materiali e le attrezzature ai punti di reale utilizzo. Sono state quindi create le aree di lavoro e di deposito macchinari e stock, carrelli adatti alla movimentazione di legname e consumabili vari per ridurre il numero di spostamenti e aumentare l'ordine, in piena ottica Lean. Sono state inoltre previste nuove procedure per l'approvvigionamento dei materiali di consumo e delle pedane ordinate dai capi reparto produttivi, oltre che per la schedulazione della costruzione degli imballi e del loro assemblaggio.

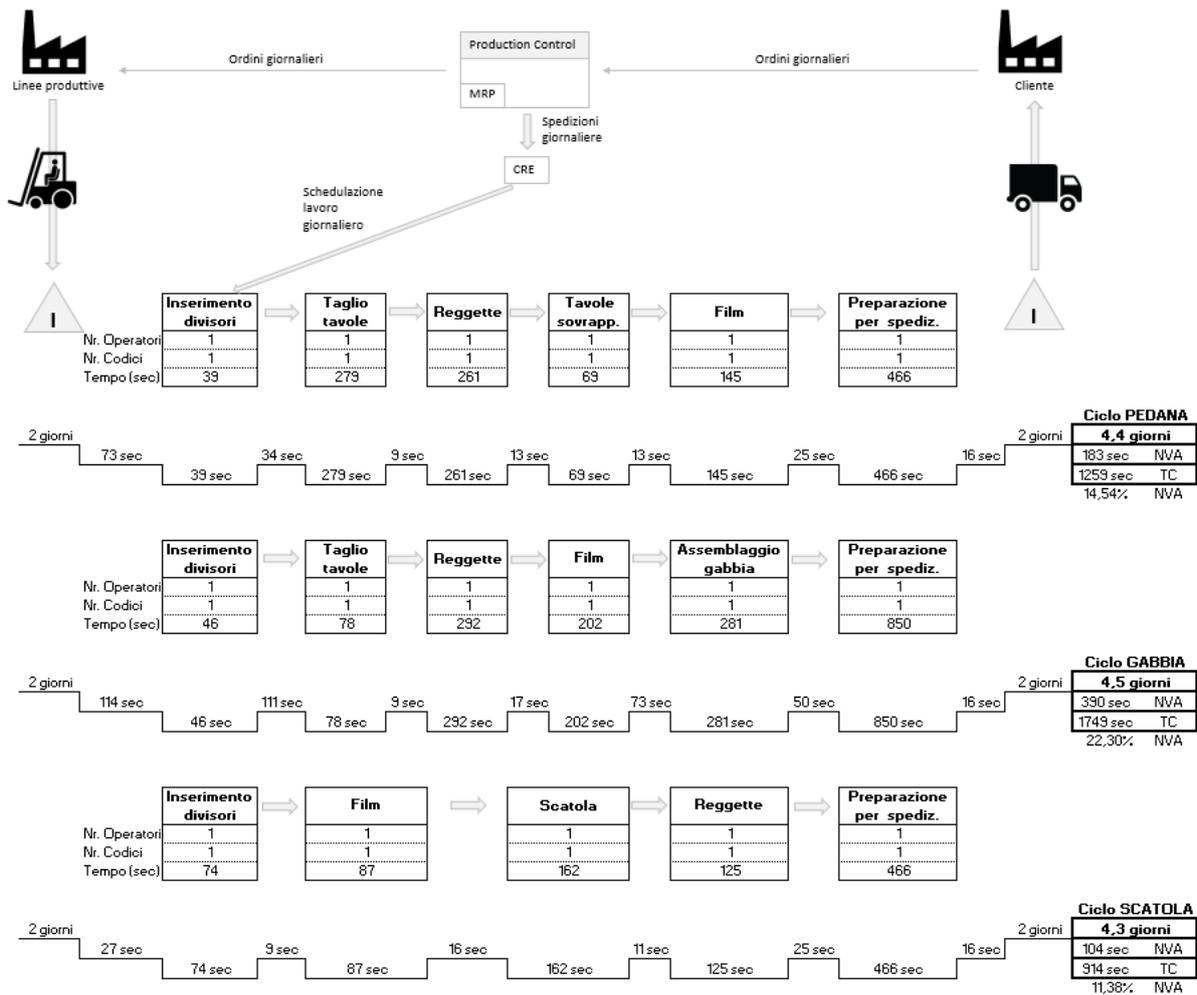


Figura 23 - Value Stream Mapping TO-BE

4.4.1. Efficienza, tempi ciclo e layout

Prima di esporre i risultati che prevediamo di ottenere in termini di efficienza e costi è opportuno elencare nel dettaglio le principali modifiche che andremo ad apportare.

Database tempi ciclo

Per la costruzione del database, la prima fase richiede la definizione delle attività determinando quali considerare come tempo di setup, quali come tempo uomo e quali da valutare come acicliche.

Il *tempo di setup* è quel tempo che viene impiegato dall'operatore per preparare la macchina, calcolato dall'inizio dell'ordine alla produzione del primo pezzo buono. Nel caso in esame non vengono utilizzati macchinari ai quali assegnare un tempo di setup, ma possiamo considerare come tale il tempo impiegato per la lettura dei disegni tecnici e delle bolle di produzione e per il versamento dei pezzi a magazzino una volta terminata la preparazione dell'imballo.

Le *attività acicliche* sono quelle attività che incontriamo saltuariamente durante il rilievo ma che non possono essere evitate. Solitamente vengono considerate sotto questa veste le operazioni di rifornimento di materiali di consumo, ma nel nostro caso consideriamo le attività di prelievo della pedana dalla zona di WIP e il suo posizionamento nella zona di lavoro.

Tutte le restanti attività vengono considerate come *tempo uomo*, quindi attività cicliche che vengono svolte obbligatoriamente per confezionare l'imballo finale, inclusi gli spostamenti verso materiali e attrezzature che non rappresentano valore aggiunto ma che sono necessarie per lo svolgimento.

A questo punto dobbiamo porre la nostra attenzione alla frequenza del rilievo: i tempi associati ad ogni singola attività possono riguardare la singola pedana completa (o possono essere ricondotti a tale misura tramite algoritmi che calcolano per esempio il numero totale di tavole o divisori utilizzati per una pedana), o l'intero lotto d'ordine. Dobbiamo quindi dividere il tempo maggiorato per l'unità di misura corretta.

Il tempo di tutte quelle attività eseguite su ogni singola pedana dell'ordine di lavoro dovrà essere diviso per il lotto ottimale di imballo; il tempo di tutte quelle attività eseguite una volta sola per ogni ordine, indipendentemente dal numero di pedane create, dovrà essere diviso per il lotto standard d'ordine. È per questo che all'interno dei dati input del database inseriamo la voce lotto ottimale, calcolata con un algoritmo in base alle dimensioni del prodotto e alle dimensioni della pedana (influenzate a loro volte dai vincoli dimensionali imposti dal cliente), e la voce lotto standard, inserita manualmente da chi compila i dati e calcola il tempo ciclo sulla base del lotto d'ordine del cliente.

Questa suddivisione è necessaria per calcolare correttamente il costo del singolo pezzo.

Facciamo un esempio: Per dimensioni del pezzo, il lotto ottimale calcolato per una pedana è di 10 pezzi, ma il cliente richiederà ordini da 20 pezzi (lotto standard). Per l'ordine avremo quindi 2 pedane complete.

Tutte le attività con frequenza "a pedana" verranno divise per il lotto ottimale, mentre le attività con frequenza "a lotto" verranno suddivise per lotto standard.

Quindi il tempo impiegato dall'operatore per misurare la lunghezza dell'imballo varrà diviso per i 20 pezzi, perché è un'attività che verrà eseguita una sola volta sulla prima pedana e mai più, essendo le pedane tutte della stessa misura. Il tempo impiegato invece per tirare la singola reggetta (frequenza "a reggetta"), verrà moltiplicato per il numero di reggette da tirare sulla singola pedana (ottenendo così la frequenza "a pedana") e poi diviso per i 10 pezzi del lotto ottimale. In questo caso non dividiamo per il lotto standard perché l'operazione viene fatta per ogni pedana dell'ordine, quindi in questo caso due volte.

DATI INPUT

Cliente	
Tipologia imballo	Gabbia
Larghezza pezzo (mm)	490
Lunghezza pezzo (mm)	620
Altezza pezzo (mm)	140
Diametro	16
Vincolo larghezza imballo (mm)	0
Vincolo lunghezza imballo (mm)	1300
Vincolo altezza imballo (mm)	1600
Cartellino personalizzato (SI/NO)	NO
Fitok (SI/NO)	SI

DATI CALCOLATI

Larghezza imballo (mm)	800
Lunghezza imballo (mm)	1200
Altezza imballo (mm)	1200
Metro film	24,00
Metro reggetta	4
Pezzi riga	1
File	2
Piani	7
LOTTO OTTIMALE	14
LOTTO STD	30
COSTRUZIONE PEDANA - Tipo tavole (G=23mm; F=17mm)	F
COSTRUZIONE PEDANA - Nr. tavole	6
COSTRUZIONE PEDANA - Nr. morali	3

Disp. Pezzi	
Ipotesi 1	Ipotesi 2
1	1
1	2
7	7
7	14

TEMPO CALCOLATO

TEMPO TOTALE/PZ (min)	0,716
TEMPO SETUP	2,915

Figura 24 - Dati input del nuovo database dei tempi standard

Per il nuovo calcolo dei tempi standard, è stata utilizzata la tecnica del rilievo cronometrico per le attività a valore aggiunto, ovvero le attività svolte per l'imballo effettivo dei prodotti, mentre è stata utilizzata la tecnica degli MTM per il calcolo del tempo necessario allo svolgimento delle attività non a valore aggiunto ma necessarie, come gli spostamenti per il prelievo e deposito di materiali e attrezzature.

Ad esempio, su DB standard attuale lo spostamento delle attrezzature (prelievo e deposito), quali macchina per il film e reggettrici, sono valorizzati a 30 secondi, mentre con nuovi tempi lo valorizziamo a 11 secondi, calcolato in base alla seguente tabella basata sui tempi MTM (in quanto si tratta di attività NVA ma necessarie):

PRELEVARE L'ATTREZZATURA	DESCRIZIONE OPERAZIONE	CODICE MTM	TEMPO (TMU)
CAMMINARE 2 METRI	Spostamento di 2 metri per raggiungere l'attrezzatura dalla zona di lavoro	W2m	17.4*2
RAGGIUNGERE	Spostamento delle braccia dal corpo verso l'attrezzatura	R50cm	13
AFFERRARE	Afferrare l'impugnatura dell'attrezzatura	G1A	2
RUOTARE IL CORPO	Ruotare il corpo e l'attrezzatura per girarsi verso il punto di destinazione	TB2	37.2
CAMMINARE 2 METRI	Spostamento di 2 metri per tornare alla zona di lavoro	W2m	17.4*2
POSIZIONARE	Posizionare l'attrezzatura nel corretto punto di lavoro	PLNS	15.2
TOTALE TMU			137
TOTALE SECONDI		(137*0.036)	5

DEPOSITARE L'ATTREZZATURA	DESCRIZIONE OPERAZIONE	CODICE MTM	TEMPO (TMU)
AFFERRARE	Afferrare l'impugnatura dell'attrezzatura	G1A	2
RUOTARE IL CORPO	Ruotare il corpo e l'attrezzatura per girarsi verso il punto di destinazione	TB2	37.2
CAMMINARE 2 METRI	Spostamento di 2 metri per raggiungere la zona di deposito dell'attrezzatura	W2m	17.4*2
POSIZIONARE	Posizionare l'attrezzatura nel corretto punto di deposito	PLNS	15.2
RUOTARE IL CORPO	Ruotare il corpo per girarsi verso il nuovo punto di destinazione	TB2	37.2
CAMMINARE 2 METRI	Spostamento di 2 metri per tornare alla zona di lavoro	W2m	17.4*2
TOTALE TMU			161.2
TOTALE SECONDI		(161.2*0.036)	5.8

Nuovo Layout

Per riorganizzare al meglio le attività svolte in reparto, che ricordiamo essere diverse a seconda della tipologia di imballo, è stato scelto di suddividere la zona di lavoro in due linee di imballo separate. Per individuare il corretto criterio di suddivisione, sono stati considerati gli imballi costruiti nell'anno 2020, al netto dei contenitori da cliente, che non vengono costruiti e/o assemblati all'imballo finale.

Tipologia imballo	Quantità imballi	% singola
GABBIA	3928	20,93%
PEDANA	10789	57,50%
SCATOLA	4046	21,56%
Totale complessivo	18763	100,00%

Figura 25 - Quantità imballi per tipologia - anno 2020

Osservando le attività svolte per ogni tipologia di imballo, potremmo dividere le linee in modo da utilizzarne una per l'imballo in cassa di legno e l'altra per le attività legate all'imballo dei pezzi in pedana semplice o con scatola.

Tipologia imballo	Quantità imballi	% singola	% complessiva
GABBIA	3928	20,93%	20,93%
PEDANA	10789	57,50%	79,07%
SCATOLA	4046	21,56%	
Totale complessivo	18763	100,00%	100,00%

Figura 26 - Divisione imballi per tipologia

In alternativa possiamo suddividere le linee di imballaggio in base alla misura dell'imballo, chiudendo nella prima linea le pedane con dimensioni inferiori a 1200mm di lunghezza e nella seconda quelle maggiori.

Tipologia imballo	Quantità imballi	% singola	% complessiva
120x80	7900	42,10%	48,78%
100x120	20	0,11%	
120x120	1232	6,57%	
130x120	989	5,27%	51,22%
140x120	242	1,29%	
150x120	258	1,38%	
160x120	362	1,93%	
160x160	1	0,01%	
170x120	303	1,61%	
180x120	387	2,06%	
190x120	479	2,55%	
200x120	489	2,61%	
210x120	359	1,91%	
210x200	6	0,03%	
220x120	237	1,26%	
230x120	155	0,83%	
240x120	179	0,95%	
250x120	1587	8,46%	
260x120	507	2,70%	
270x120	45	0,24%	
280x120	222	1,18%	
290x120	58	0,31%	
300x120	41	0,22%	
310x120	76	0,41%	
320x120	118	0,63%	
330x120	8	0,04%	
340x120	3	0,02%	
350x120	5	0,03%	
360x120	114	0,61%	
370x120	225	1,20%	
380x120	1335	7,12%	
390x120	314	1,67%	
400x120	448	2,39%	
410x120	5	0,03%	
420x120	23	0,12%	
430x120	8	0,04%	
450x120	7	0,04%	
480x120	16	0,09%	
Totale	18763	100,00%	100,00%

Figura 27 - Divisione imballi per dimensione

Un'ulteriore alternativa considera l'ipotesi di distinguere tra pedana semplice da un lato e gabbia e scatola dall'altro.

Tipologia imballo	Quantità imballi	% singola	% complessiva
GABBIA	3928	20,93%	42,50%
SCATOLA	4046	21,56%	
PEDANA	10789	57,50%	57,50%
Totale complessivo	18763	100,00%	100,00%

Figura 28 - Divisione imballi per destinazione

Come è possibile notare, le soluzioni migliori sarebbero la seconda (suddivisione per misura) e la terza (suddivisione per destinazione – Italia/estero), ma per bilanciare correttamente la linea, come richiede il metodo della Lean Production, e individuare quindi la soluzione che tra le due consente di ottenere il maggior vantaggio, dobbiamo considerare i tempi standard necessari per lo svolgimento delle singole attività di assemblaggio.

Nella seconda soluzione, indipendente dalla tipologia di imballo, le linee si differenziano in base alla misura:

- linea 1: imballi di misura massima 1200x800mm (pedane e scatole);
- linea 2: imballi di misura tra 1200x800mm e 4000x1200mm (pedane oltre l'europallet e gabbie).

Considerando i tempi necessari per la chiusura dell'imballo, possiamo notare come la differenza temporale tra le tipologie all'interno delle singole linee non sia così evidente.

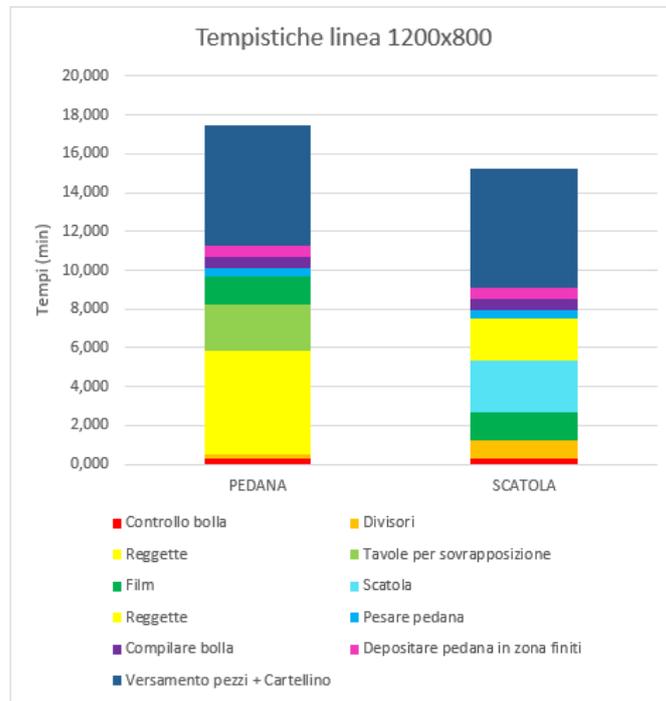


Figura 29 - Livellamento linea imballi 1200x800mm

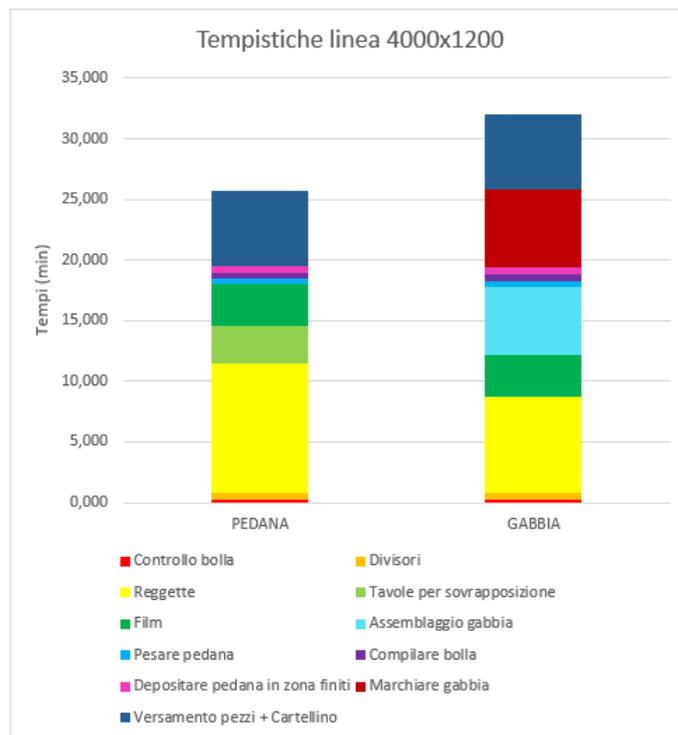


Figura 30 - Livellamento linea imballi oltre 1200x800mm

Se invece prendiamo in considerazione la terza soluzione, le due linee porterebbero alla suddivisione degli imballi in base alla loro destinazione:

- linea 1: imballi con spedizione verso Italia (pedane e scatole);
- linea 2: imballi con spedizione verso estero (scatole e gabbie).

È evidente come, in questo caso, ci sia una differenza troppo elevata tra le tempistiche di completamento di una gabbia e quelle di una scatola (linea 2), oltre alla presenza di un elevato gap tra le tempistiche di chiusura di pedane di dimensioni diverse (linea 1).

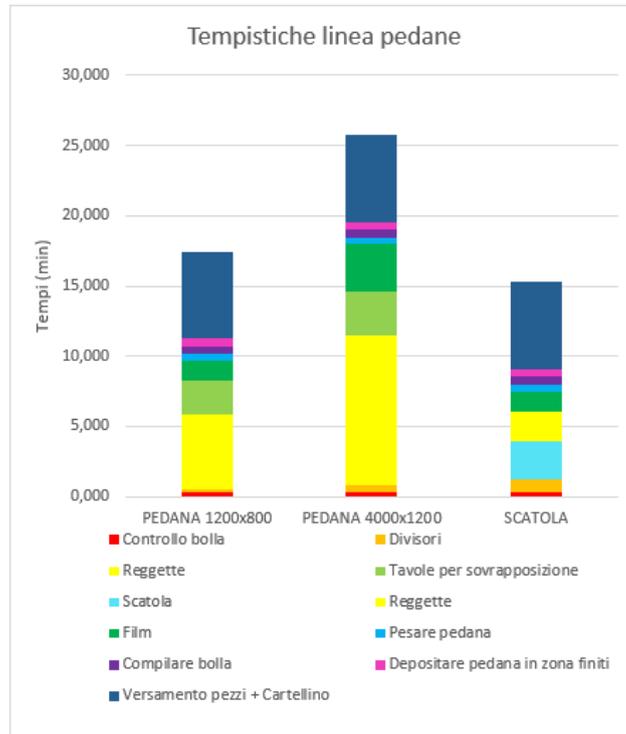


Figura 31 - Livellamento linea imballo destinazione Italia

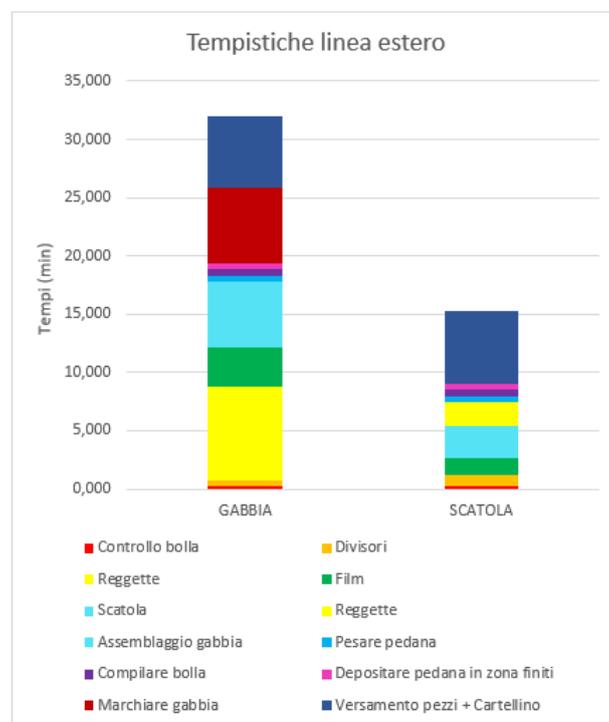


Figura 32 - Livellamento linea imballi destinazione estero

È quindi stato scelto di utilizzare quello dimensionale come criterio di suddivisione delle linee di assemblaggio (alternativa 2).

Una volta scelto il criterio adatto, la seconda fase richiedeva la definizione di apposite aree per lo stoccaggio dei materiali di consumo utilizzati nelle attività delle diverse linee: materiali come cappucci in cartone e graffette sono state posizionate in una sola area a bordo della linea 1 (epal e scatole), mentre le scorte di divisori, film estensibile e reggette sono state raddoppiate per evitare spostamenti degli operatori tra una linea e l'altra.

Inoltre, è stata migliorata la gestione delle attività e del reparto in generale con:

- inserimento di appositi carrelli per avvicinare divisori e materiali di consumo alla postazione di lavoro;
- creazione di due postazioni mobili ad hoc per il posizionamento di attrezzature quali sparachiodi e spara graffette (prima senza una posizione definita);
- inserimento di uno scaffale per il posizionamento degli ordini composti da pezzi singoli, per consentire di liberare spazio per i WIP di pedane da lavorare;
- definizione delle aree a terra per il deposito delle pedane in lavoro, così da organizzare al meglio la linea.

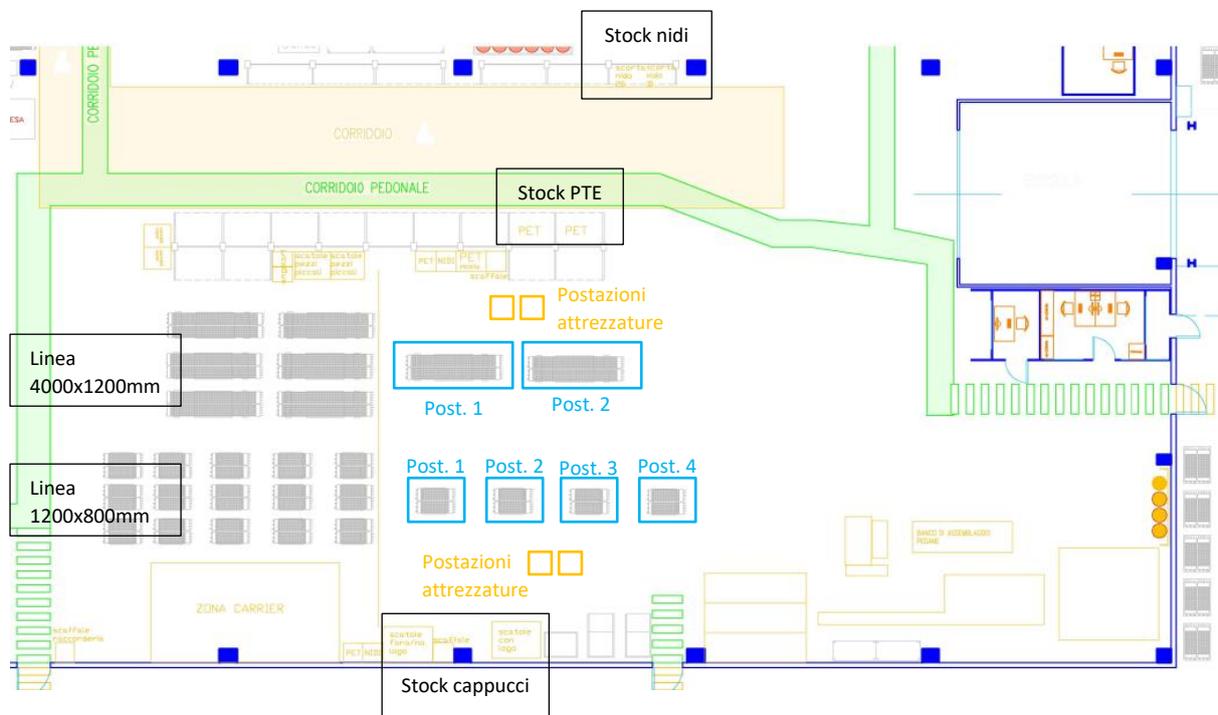


Figura 33 - Nuovo layout e principali modifiche da apportare

Con le migliorie apportate otteniamo un notevole miglioramento anche dal lato dei metri percorsi giornalmente dagli operatori:

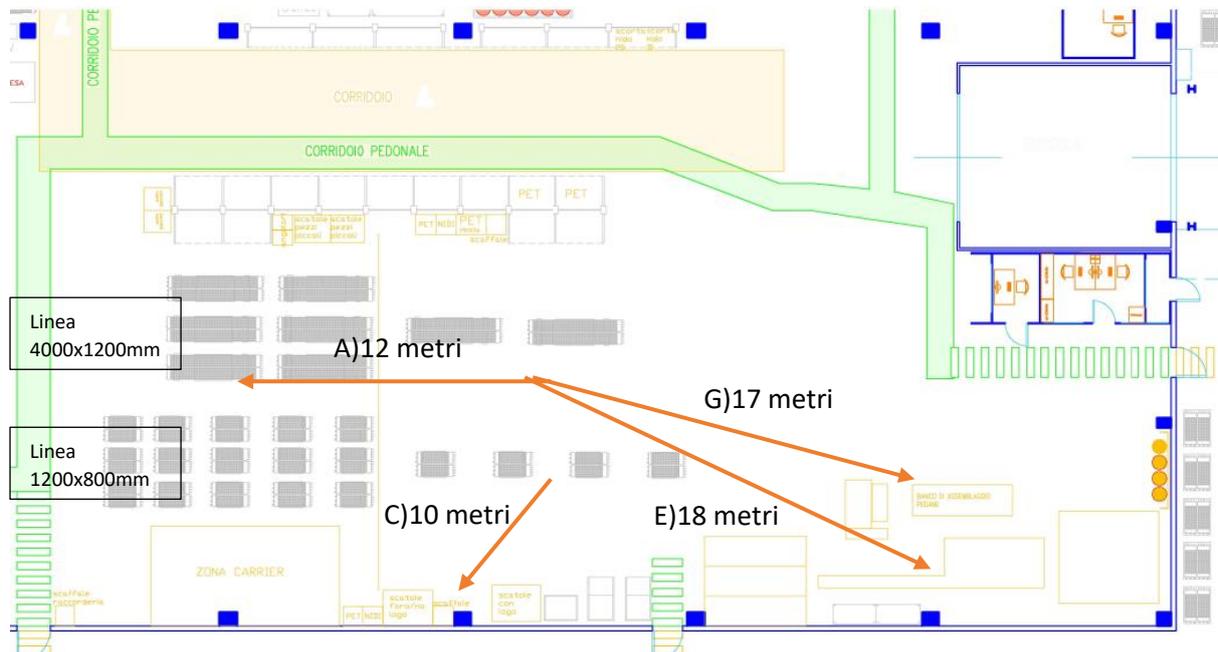


Figura 34 - Nuovo layout e lunghezza movimenti per recupero materiali e attrezzature

- A) 12 metri massimo da zona WIP a zona di lavoro;
- B) 2 metri in media da zona di lavoro a carrello contenente i divisori (presenti due per linea);
- C) 10 metri in media da zona WIP a zona di stock cappucci in cartone;
- D) 2 metri in media da zona di lavoro a carrelli mobili di deposito attrezzature e utensili (presenti uno per linea);
- E) 18 metri in media da zona di lavoro a zona di taglio legname (tragitto fatto una sola volta per le 2 pedane di dimensioni oltre i 1200mm e una sola volta per le quattro pedane fino ai 1200mm grazie alla presenza di carrelli per il trasporto);
- F) 2 metri in media da zona di lavoro a zona di deposito robot avvolgi film e reggettrici (presenti uno per linea e da utilizzare in serie sulle pedane in lavoro nella linea, quindi il prelievo e il deposito avviene una sola volta per tutte le pedane in lavoro);
- G) 17 metri in media da zona di lavoro a zona di deposito componenti gabbia (laterali e cielo – tragitto fatto una sola volta per tutte le pedane in lavoro sulla linea grazie alla presenza di un carrello utile al trasporto simultaneo di tutti i componenti necessari).

Per ogni tipologia di imballo quindi:

Imballo in pedana standard:

- prelievo da zona WIP e deposito in zona di lavoro: 24 metri (A);
- prelievo divisori da posizionare sopra i pezzi per poter tirare la reggetta senza rovinarli: 4 metri (B);
- taglio di tavole orizzontali e altezze per tirare la reggetta: 14 metri/pedana (E);
- prelievo reggettatrice: 2 metri/pedana (F);
- prelievo robot avvolgi film: 2 metri/pedana (F).

In totale l'operatore percorre in media 46 metri per imballare una pedana standard

Imballo con cappuccio in cartone:

- prelievo da zona WIP e deposito in zona di lavoro: 24 metri (A);
- prelievo divisori da posizionare sopra i pezzi per proteggerli da eventuali urti: 4 metri (B);
- prelievo robot avvolgi film: 2 metri/pedana (F);
- prelievo cappuccio in cartone: 20 metri (C);
- prelievo graffettatrice per chiusura cappuccio: 4 metri (D);
- prelievo reggettatrice: 2 metri/pedana (F).

In totale l'operatore percorre in media 56 metri per un imballo con cappuccio in cartone.

Imballo con gabbia:

- prelievo da zona WIP e deposito in zona di lavoro: 24 metri (A);
- prelievo divisori da posizionare sopra i pezzi per poter tirare la reggetta senza rovinarli: 4 metri (B);
- taglio di tavole orizzontali per tirare la reggetta: 18 metri (E);
- prelievo reggettatrice: 2 metri/pedana (F);
- prelievo robot avvolgi film: 2 metri/pedana (F);
- prelievo laterali e cielo gabbia da assemblare: 13 metri/pedana (G);
- prelievo sparachiodi per assemblaggio gabbia: 4 metri (D).

In totale l'operatore percorre in media 67 metri per imballare con gabbia in legno.

Considerando che annualmente vengono imballate 10.789 pedane, 4.046 scatole e 3.928 gabbie, vengono percorsi in media 986.046 metri all'anno, che si traducono in 1.120,5 metri al giorno per ogni operatore, contro i 2.561 metri nella condizione attuale. Il costo giornaliero per

operatore in spostamenti si ridurrebbe di circa 19 €, passando dai precedenti 33€ agli attuali 14€.

ATTIVITÀ	PEDANA STANDARD		GABBIA		SCATOLA	
	Prima	Dopo	Prima	Dopo	Prima	Dopo
Prelievo da zona WIP e deposito in zona di lavoro	38	24	38	24	38	24
Prelievo divisori	20	4	20	4	20	4
Spostamento per taglio tavole	24	14	24	18		
Prelievo cappuccio in cartone/laterali gabbia			52	13	30	20
Prelievo reggettatrice	10	2	10	2	10	2
Prelievo robot avvolgi film	10	2	10	2	10	2
Prelievo sparachiodi/graffettatrice			14	4	14	4
TOTALE METRI	102	46	168	67	122	56

Figura 35 – Metri percorsi a confronto (layout attuale - nuovo layout) – Attività NVA

Risultati attesi

L'efficienza che prevediamo di ottenere con l'introduzione delle migliorie studiate e della modifica dei tempi ciclo sarà di circa 87%, con una riduzione delle movimentazioni del 12%, considerando distanze percorse per prelievo e deposito di materiali e attrezzature inferiori ai 2 metri.

	Efficienza Tempi attuali	Efficienza tempi rivisti		Efficienza tempi e nr. Operatori rivisti	
		Costruzione	Assemblaggio	Costruzione	Assemblaggio
H_STD	5031,74	287,43	4713,56	287,43	4713,56
H_EFF	7420	7420		5770	
Eff. %	67,81%	67,40%		86,67%	
		<i>Imballi Singoli</i>		<i>Imballi Singoli</i>	
		5,20	6,68	5,20	6,68
		<i>Imballi Misti</i>		<i>Imballi Misti</i>	
		85,09		85,09	
		68,71%		88,35%	

Figura 36 - Stima efficienza % con nuovi tempi standard

Per stimare l'efficienza prevista con il nuovo metodo di lavoro sono stati presi in esame i dati dell'anno 2020 e sono stati ricalcolati i tempi di imballo del 60% dei pezzi prodotti usando il nuovo database.

Verificando il risultato ci si può rendere conto come i tempi attualmente a sistema siano in linea con quanto individuato dalla percentuale utilizzata per la suddivisione dei tempi imballo; infatti, l'efficienza, che dovrebbe teoricamente diminuire con i nuovi tempi standard (il metodo è stato rivisto riducendo gli spostamenti, quindi il tempo ciclo dovrebbe ridursi), in realtà resta invariata grazie all'inserimento del nuovo calcolo della costruzione degli imballi fisici:

passiamo da una media di 5.5min/pedana e 14.1min/gabbia negli attuali tempi standard, ad una media di 7.75min/pedana e 15.8min/gabbia.

A questo punto possiamo notare che, con l'introduzione del nuovo metodo di lavoro e la conseguente riduzione delle attività a non valore aggiunto (NVA), otteniamo una riduzione annua di circa 33500€, quantificabile in un operatore. Si potrebbe quindi pensare di ridurre il numero degli operatori impiegati, passando da cinque a quattro, riducendo in questo modo le ore lavorate di circa 1650 ore/anno e aumentando l'efficienza del 20% circa.

	AS - IS	TO - BE	NVA	NVA %
10120153	0,58	0,52	-0,06	-10,58%
10210759	0,35	0,30	-0,05	-14,00%
10154757	0,87	0,71	-0,16	-18,45%
10207647	1,31	1,20	-0,11	-8,75%
10164625	0,95	0,83	-0,12	-12,69%
10163809	0,45	0,38	-0,07	-15,54%
10204695	0,54	0,50	-0,04	-7,64%
10129044	0,47	0,41	-0,06	-12,48%
10000885	0,23	0,20	-0,03	-11,39%
10136373	0,38	0,34	-0,04	-9,79%
10168142	0,94	0,84	-0,10	-10,69%
MEDIA/PEZZO (min)			-0,08	-12,00%
PEZZI/ANNO			499045	
MEDIA/ANNO (ore)			-634	
€/ORA			53,00 €	
€/ANNO			-33.613,04 €	

	Pezzi	Prezzo/cad.	Totale
Carrello per divisori	4	330 €	1.320 €
Carrello per tavole in legno	2	200 €	400 €
Robot avvolgi film	1	10.850 €	10.850 €
Aggancio aria	1	Internamente	
Banchi per attrezzature a bordo linea	2	Internamente	
TOTALE			12.570 €

INVESTIMENTO	12.570 €
SAVING ANNUO	-33.613,04 €
SAVING EFFETTIVO	-21.043,04 €

Figura 37 - Analisi attività a non valore aggiunto

Ciò è visibile anche considerando i tempi necessari per l'imballo dei colli giornalieri: con un tempo medio di 0.5ore/gabbia, 0.3ore/pedana e 0.3ore/scatola, imballando in media 22 gabbie, 53 pedane e 18 scatole al giorno, possiamo notare come anche le ore necessarie per gestire gli arrivi dalla produzione (imballare le pedane necessarie alle spedizioni e liberare quindi spazio nella zona WIP per le pedane in arrivo) corrispondono ai quattro operatori che potremmo mantenere:

- 22 gabbie = 22x0.5h/gabbia = 11 ore
- 53 pedane = 53x0.3h/pedana = 15.9 ore
- 18 scatole = 18x0.3h/scatola = 5.4 ore

$$TOTALE OPERATORI = \frac{(11 + 15.9 + 5.4)}{7.5 \text{ ore/turno}} = 4.3 \text{ operatori}$$

È quindi evidente come il nuovo metodo di lavoro potrebbe ridurre il costo del reparto riducendo il numero di operatori e aumentandone di conseguenza l'efficienza.

Il 13% mancante per ottenere un'efficienza del 100%, potrebbe essere spiegato con l'introduzione del conteggio degli imballi singoli, che richiedono la creazione di un imballo su misura, e degli imballi misti, che richiedono più tempo, non valorizzato, per il posizionamento dei pezzi da studiare al momento della creazione dell'imballo finale.

Per quanto concerne gli imballi singoli, questi consistono nell'imballo di un pezzo singolo all'interno di una gabbia in legno appositamente costruita. Questo caso è impossibile da contemplare all'interno del tempo standard, in quanto lo stesso prodotto può essere richiesto dal cliente sia con imballo standard che con imballo singolo (come succede nel caso di spare parts). Analizzando i dati e stimando la maggiorazione di tempo richiesta per un imballo singolo, ci si può facilmente rendere conto come questa pratica possa essere pesante sul calcolo dell'efficienza giornaliera, ma a livello globale impatti solo di uno 0.23% (per un totale di 11.5 ore).

Per ciò che riguarda invece gli imballi misti, ovvero imballi all'interno dei quali vengono posizionati pezzi di dimensioni e conformazioni diverse, le attività di posizionamento dei pezzi sulla pedana vengono effettuate dagli operatori dell'imballo finale e non dagli operatori dell'imballo in linea, come da procedura standard. Dobbiamo quindi considerare nel tempo di imballo finale anche il posizionamento dei pezzi sulla pedana: consideriamo un posizionamento standard dei pezzi quantificato in 40cts, e aumentiamolo di un 20% per considerare le difficoltà nel trovare la posizione corretta (i pezzi non sono sempre uguali e il loro posizionamento dipende da molti fattori quali presenza di raccorderia sporgente, dimensione dei pezzi da posizionare..). Otteniamo un totale di 29 secondi in più da aggiungere ad ogni pezzo che viene imballo in pedana mista. I clienti che richiedono imballo misto sono 6, e considerando il totale dei pezzi imballati in questo modo (6352 pezzi su 440905 totali), possiamo calcolare un'incidenza del 1.44% sul totale degli imballati nel 2020. Se a questi pezzi aggiungiamo 29 secondi ciascuno per il posizionamento, otteniamo circa un 1.13% in più sui tempi standard e quindi sull'efficienza. Anche in questo caso il maggior tempo di posizionamento non può essere conteggiato nel ciclo standard per le stesse motivazioni espresse nel caso di imballo singolo.

Ciò che rimane, un 12%, è una rimanenza fisiologica dovuta alla gestione dei reparti a monte. Questi, infatti, lavorano sulla base di un programma definito tenendo in considerazione in primis i tempi di setup delle presse e poi quelli delle mandrinatrici, schedulando gli ordini in anticipo rispetto all'effettiva data di consegna al fine di ottimizzare gli attrezzaggi necessari in macchina. Questo comporta che, una volta prodotti, i pezzi vengano portati nel reparto di imballo finale anche giorni prima rispetto alla reale data di spedizione. Avendo spazi ridotti,

per liberare le zone di WIP e fare quindi spazio per l'arrivo delle pedane successive, siamo costretti ad imballare anche ciò che non è necessario alla spedizione giornaliera.

Se riuscissimo a lavorare JIT, imballando le sole pedane necessarie per la spedizione giornaliera, potremmo ridurre ulteriormente il numero di operatori impiegati nel reparto e aumentarne ancora l'efficienza.

In questo caso dovremmo imballare giornalmente 23 gabbie, 35 pedane e 13 scatole, per un totale di 71 colli e 25,9 ore.

- 23 gabbie = $23 \times 0.5h/gabbia = 11.5$ ore
- 35 pedane = $35 \times 0.3h/gabbia = 10.5$ ore
- 13 scatole = $13 \times 0.3h/gabbia = 3.9$ ore

$$TOTALE OPERATORI = \frac{(11.5 + 10.5 + 3.9)}{7.5 \text{ ore/turno}} = 3.5 \text{ operatori}$$

4.4.2. Gestione ordini e materiali

Gestione ordini pedane per imballo in linea e gestione costruzione pedane

L'ordine delle pedane non verrà più fatto tramite file Excel o fotocopia della bolla di produzione, ma verrà creata un'apposita transazione SAP che effettuerà autonomamente la schedulazione del lavoro e consentirà quindi all'operatore addetto alla costruzione delle pedane di essere autonomo nello svolgimento del suo lavoro.

Ordine	Committente	Destinatario merci	Nome 1	Materiale	Definizione	Quantità ordine	Centro di lavoro	Lotto	Numero pedane	Ped_Lunghezza	Ped_Larghezza	N_Tavole	N_Morali	Ped_Tavole	Flag_OK
10534789	100066	2001202	OSCARTELLE S.P.A.	10200755	09G3535P070L1070R02T10C0F2C	8	M1-12	12	1	130	100	8	3	TAVOLE IN ABETE 17X95X4.000	<input type="checkbox"/>
10534073	100066	2001202	OSCARTELLE S.P.A.	10200755	09G3535P070L1070R02T10C0F2C	6	M1-12	12	1	130	100	6	3	TAVOLE IN ABETE 17X95X4.000	<input type="checkbox"/>
10537418	100024	2000029	EPTA FRANCE	10207519	09G2525P055L0910R04T10C0F0	2	M2-02								<input type="checkbox"/>
10537417	100024	2000029	EPTA FRANCE	10207519	09G2525P055L0910R04T10C0F0	3	M2-02								<input type="checkbox"/>
10534797	100037	100037	AKE	10002409	12G3535P070L0470R02T08C1F1_Y	40	M4-03	40	1	125	108	5	3	TAVOLE IN ABETE 17X95X4.000	<input type="checkbox"/>
10534768	101545	2000002	DIVISIONE ISA3	10136169	09G3535P070L0831R03T08C0F0B	36	M1-12	18	2	110	110	14	6	TAVOLE IN ABETE 17X95X4.000	<input type="checkbox"/>
10534806	100024	2000029	EPTA FRANCE	10202886	09G3535P080L0345R12T04C0F2	9	M1-12	9	1	380	105	5	5	TAVOLE IN ABETE 23x150x4000	<input type="checkbox"/>
10534735	100036	100036	ARNEG PORTOGUESA, LDA.	10115963	12G3535P080L2250R04T08C0F2C	96	M1-07	16	6	250	100			GABBIA 7 - 2500x1000	<input type="checkbox"/>
10535465	101609	101609	CRIOCABIN SPA	10139141	12G3535P060L1046R03T08C0F3	10	M2-05	10	1	120	120	6	3	TAVOLE IN ABETE 17X95X4.000	<input type="checkbox"/>
10535454	100048	2000455	GRAM COMMERCIAL A/S	10001818	12G3535P050L1060R03T05C0F1_Y	40	M2-05	40	1	120	80			EUROPALLET 800X1200 EPAL USATO	<input type="checkbox"/>
10535672	100542	100542	ZANOTTI S.P.A.	10143692	09G2525P050L0485R06T10C0F2	84	M2-02	28	3	120	80			EUROPALLET 800X1200 EPAL USATO	<input type="checkbox"/>

Figura 38 - Schema nuova transazione per schedulazione produzione pedane

I campi contenuti nella transazione riguarderanno:

- Ordine/Quantità Ordine: numero d'ordine e quantitativo pezzi da imballare. L'ordine si presenta nella lista nel momento in cui:
 - o viene aperto nella fase di mandrinatura, se non richiede lavorazioni speciali di montaggio valvola o verniciatura;
 - o viene aperto nella fase di collaudo, se richiede lavorazioni speciali di montaggio valvole o verniciatura.

Questo criterio è stato scelto per evitare di accumulare troppe pedane nel magazzino dell'imballo di fine linea.

- Codice Materiale/Committente/Destinatario Merci: codice del prodotto da imballare con descrizione, cliente e destinatario merci. Queste informazioni sono necessarie per individuare la corretta scheda imballo all'interno del database generale (ovvero la transazione ZIMBALLI).
- Centro di lavoro: indica il punto in cui i prodotti sono in lavoro, per avere un'indicazione generale sulle tempistiche (quanto tempo rimane prima che la pedana sia necessaria in linea).
- Lotto pedana: indica quanti pezzi devono essere posizionati sulla pedana. Questa informazione viene ricavata dalla scheda imballo materiale ed è necessaria per calcolare il numero di pedane da produrre per imballare l'intero ordine.
- Numero pedane: numero pedane da costruire per imballare l'ordine completo (calcolato dal sistema dividendo la quantità dell'ordine per il lotto pedana).
- Ped_Lunghezza/Ped_Larghezza: individuano le misure della pedana, e quindi la lunghezza delle tavole che devono essere tagliate per la produzione.
- N_Tavole/N_Morali: numero totale di tavole da tagliare per la costruzione di tutte le pedane dell'ordine (calcolato dal sistema moltiplicando il numero di tavole di una singola pedana per il numero totale di pedane da costruire).
- Ped_Tavole: indica la tipologia di tavole da utilizzare (possono essere tavole fine, di spessore 17mm, o tavole più grosse, di spessore 23 mm. A seconda della dimensione della pedana vengono utilizzate una piuttosto che l'altra).
- Flag_OK: viene utilizzato dall'operatore per indicare quali pedane sono state prodotte e quindi rimuoverle dalla lista.

In questo modo anche il responsabile di reparto non dovrà più indicare all'operatore quale pedana costruire e in quale modo ma sarà lui che, in maniera del tutto indipendente, accederà alla transazione e costruirà le pedane in ordine di apparizione, conoscendo direttamente le caratteristiche del legname da utilizzare.

Gestione priorità di imballo

Per individuare le pedane da chiudere, l'operatore non dovrà più consultare la lista delle spedizioni ma basterà prelevare le pedane che presentano il cartello "Da imballare", posizionato in base alla lista delle consegne dal responsabile.



Figura 39 - Cartello per priorità di imballo

Gestione ordini materiali di consumo

I materiali di consumo verranno gestiti tramite Kanban, con l'introduzione di una scorta di sicurezza appositamente calcolata e identificata nella postazione di deposito. Al raggiungimento della segnaletica, sarà compito del mulettista rifornire il materiale mancante, eliminando così l'ordine fatto dal responsabile di reparto via mail al magazzino materie prime.

Codice	31046074
NIDO D'APE TIPO 20 1200x150x10	
Qtà da ripristinare	2 (pallet)
Qtà sotto scorta	1 (pallet)
Materiale	Nido sp.10
Prelievo da	Magazzino
Deposito in	Rep. IMBALLO

Figura 40 - Esempio di cartellino per gestione a Kanban

In Figura 40 il cartellino utilizzato per una delle tipologie di divisorio, dove:

- Codice: codice del materiale di riferimento e relativa descrizione presente a sistema;
- Quantità da ripristinare: numero di pezzi da rifornire per tornare alla quantità ottimale;
- Quantità sotto scorta: scorta di sicurezza residua (quantità da ripristinare + quantità sotto scorta = quantità massima di materiale da tenere a scorta);
- Materiale: descrizione breve del materiale;
- Prelievo da: dove prelevare il materiale tenuto a scorta;
- Deposito in: destinazione del materiale da ripristinare.

Per il calcolo delle scorte di sicurezza abbiamo considerato la domanda media giornaliera di materiale e triplicato questo valore, in modo da poter considerare un utilizzo di due giorni circa prima di scendere sotto la scorta di sicurezza, che dovrà garantire un utilizzo pari a una giornata.

Nell'esempio del cartellino sopra, l'utilizzo medio giornaliero del materiale è di una pedana, quindi è stato previsto uno stock di tre pedane, che viene ripristinato quando la scorta di sicurezza arriva a una. In questo modo il mulettista ha a disposizione almeno una giornata per ripristinare la scorta prima che la produzione resti senza: il recupero della scorta viene effettuato al magazzino materie prime, che dista 50 metri dalla zona di lavoro (il tempo effettivo di ripristino è di circa 10 minuti).

Nonostante il poco tempo per il ripristino, è stato scelto di aumentare la scorta per garantire la presenza di materiale anche qualora questo scenda sotto la SS durante il turno pomeridiano o notturno; il magazzino materie prime non lavora su tre turni come lo stabilimento produttivo, ma solo dalle 7 alle 17. Nel tempo che intercorre tra le 17 e le 7 del giorno successivo, se il materiale si esaurisce non c'è modo di ripristinarlo.

5. Conclusioni

I cambiamenti descritti nel capitolo precedente, nonostante i risvolti positivi cui possono portare, non sono stati del tutto applicati.

In particolare, si prevede l'effettiva modifica a sistema dei tempi standard entro la fine del 2021, mentre, a causa della necessità di una formazione più lunga del previsto per l'applicazione del nuovo metodo di lavoro, risulta difficile lo spostamento in altro reparto della persona che dai rilievi sembrerebbe essere in più. Inoltre, ci troviamo in un periodo in cui i picchi di lavoro sono molto frequenti e il turnover degli operatori è molto elevato, il che non facilita un cambio metodo così rivoluzionario. L'efficienza resta quindi stazionaria, mentre il layout è stato sistemato creando le postazioni necessarie per attrezzature e materiali.

<i>Obiettivo</i>	<i>Risultato atteso</i>	<i>Risultato effettivo</i>	<i>Strumento utilizzato</i>
<i>Riduzioni movimentazioni</i>	-12%	OK	VSM/Spaghetti chart/VA-NVA/5S
<i>Riorganizzazione e standardizzazione delle attività di lavoro</i>	Istruzioni operative e layout riorganizzato	OK	Kanban/Visual Management
<i>Aggiornamento tempi ciclo</i>	Invariati rispetto ai precedenti	OK (DB da aggiornare entro fine anno)	Rilievi cronometrici/MTM
<i>Aumento efficienza</i>	+20%		-
<i>Riduzione costi sostenuti</i>	Riduzione operatori in organico (-1 operatore)	In corso	-

Tabella 3 - Sintesi obiettivi e risultati attesi e ottenuti

È possibile prevedere ulteriori sviluppi futuri che possono portare a risultati ancora migliori:

- inserire nei macchinari e nelle attrezzature utilizzati un meccanismo di localizzazione che consenta di tracciare gli spostamenti eseguiti nel corso dell'orario lavorativo dagli operatori. In questo modo sarà possibile ottenere una Spaghetti Chart virtuale più precisa, consentendo quindi di calcolare i metri effettivi percorsi e quindi il costo di tali attività a non valore aggiunto. Grazie a questo meccanismo si sarà quindi in grado di identificare le zone critiche di lavoro e i punti specifici del reparto e delle attività nelle quali andare ad intervenire con nuovi miglioramenti. Tale approccio verrà sviluppato in un'ottica di miglioramento continuo del metodo di lavoro e di Learnig Factory.

- Dovranno poi essere valutate soluzioni per la gestione delle pedane nella zona WIP, in modo da evitare che debbano essere movimentate troppe volte per il recupero delle pedane necessarie nella fase successiva. Una prima idea potrebbe essere quella di creare alcune corsie da dedicare alle pedane da imballare nella linea 1, altre per le pedane da imballare nella linea 2, e una corsia per le pedane con urgenza di spedizione. L'operatore dovrà solo controllare che non ci siano colli nella corsia di urgenza; se così fosse, potrebbe passare alle prime pedane presenti nelle altre corsie seguendo una gestione FIFO. Questa soluzione richiederebbe che l'operatore o il mulettista che posiziona le pedane pronte da imballare all'interno delle corsie conoscesse l'effettiva urgenza di spedizione. Per fare ciò bisognerebbe apportare alcune modifiche al software usato per il versamento dei pezzi completati a bordo linea, oppure modificare le bolle di produzione inserendo la data di consegna al cliente. La prima delle due ipotesi sembrerebbe essere la più praticabile, ma richiede un'analisi più approfondita e una modifica importante.

Una volta modificati i tempi ciclo, il monitoraggio dei risultati verrà fatto grazie all'utilizzo dei seguenti KPI:

- nr. Imballi/giorno: numero di colli preparati in una giornata;
- nr. Operatori/giorno: numero di addetti impiegati in reparto;
- metri percorsi/giorno per ogni macchinario: metri percorsi al giorno dai macchinari/attrezzature, conosciuto grazie all'inserimento del meccanismo di localizzazione;
- efficienza operativa di reparto, calcolata come ore standard/ore effettive lavorate.

Con le nuove procedure di lavoro ci aspettiamo che il primo KPI aumenti, fermo restando il numero di operatori impiegati al giorno, oppure che resti invariato se il secondo KPI diminuisce. I metri percorsi dai macchinari invece dovrebbero essere inferiori rispetto a quelli rilevati nella fase di pianificazione del progetto, e dovrebbero consentire di individuare nuove aree di miglioramento.

Bibliografia e sitografia

Tempi e Metodi, l'analisi e la misura del lavoro per sistemi produttivi tradizionali e snelli,
Marco Miniati, IPSOA

Da Taylor a Ford, appunti per lo studio dello <<Scientific Management>> e della catena di
montaggio, Patrizio Di Nicola, Ediesse

<https://treccani.it/enciclopedia/frederick-winslow-taylor/>

<https://www.luvegroup.com>

<https://www.guntner-solutions.us>

<https://www.rivacold.com/it/it/>

<https://www.modine.com>

<https://www.roenest.com>

www.deltacoils.it

http://www.impresaoggi.com/it/d_ec.asp?cacod=68

<https://www.assoeman.it/tag/organizzazione/>

<https://creasud.it/2020/05/24/taylorismo-fordismo-toyotismo-grandi-rivoluzioni-lavoro/>

<https://medium.com/ma-p-ga-va-zine/taylorismo-e-fordismo-metodi-che-cambiarono-il-mondo-69d99a471549>