

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Meccanica e Aerospaziale

Corso di Laurea Magistrale in Mechanical Engineering

Tesi di Laurea Magistrale

“Implementazioni Lean Production sulla linea cinture motorsport: il caso Sabelt”



Relatore

Prof. Antonio Carlin

Co-relatore

Ing. Davide Conte

Candidato

Francesco D'Andrea

Anno Accademico 2021/2022

Sommario

Introduzione	6
1. LA SABELT S.p.A.:	7
1.1 La nascita di SABELT	7
1.2 I prodotti della SABELT	9
2 GLI STABILIMENTI	10
2.1 Stabilimento M2: sedili OEM	11
2.2 Stabilimento M1: linee produttive.....	12
2.2.1 Documenti di produzione in linea	13
2.3 Le cinture.....	17
2.3.1 Classificazione delle cinture.....	22
2.3.1.1 Cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI	22
2.3.1.2 Cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI	23
2.3.1.3 Cintura FORMULA	24
2.3.1.4 Cintura CLUBMAN	25
3 <i>AS IS</i> LINEA CINTURE.....	26
3.1 Layout linea cinture.....	26
3.2 Postazioni di lavoro	29
3.3 Flusso produttivo <i>AS IS</i>	36
3.3.1 Definizione modalità conduzione analisi	40
3.3.2 Cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI	42
3.3.3 Cintura GT/RALLY 6PUNTI.....	50
3.3.4 Cintura FORMULA	59
3.3.5 Cintura CLUBMAN	68
3.4 Inefficienze.....	75
3.4.1 Fattore umano in fase di progettazione	75
3.4.2 Fattore umano in fase di produzione	76
3.4.3 Mancanza di polivalenza sulla linea.....	78
3.4.4 Soggezione degli osservati durante l'esecuzione	78
3.4.5 Saturazione delle macchine	79
3.5 Criticità postazioni di lavoro	83
3.5.1 Banco di taglio secondario	83
3.5.2 Illuminazione dei banchi di lavoro	85
4. <i>TO BE</i> LINEA CINTURE.....	87
4.1 Obiettivo miglioramento	87

4.2 Lean Production	88
4.2.1 Toyota Production System	90
4.2.1.1 JUST IN TIME	91
4.2.1.2 JIDOKA.....	91
4.2.2 L'identificazione degli sprechi nella Lean Production.....	92
4.2.3 La metodologia 5S.....	95
4.2.4 Visual Management.....	102
4.3 Implementazione.....	104
4.3.1 Premontaggio.....	104
4.3.2 Rework cuciture di tenuta.....	105
4.3.3 Collaudo & imballo	106
4.4 Re-layout	108
4.5 Valutazione post implementazione Lean.....	110
4.5.1 Cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI	111
4.5.2 Cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI	113
4.5.3 Cintura GT/RALLY FORMULA.....	114
4.5.4 Cintura CLUBMAN	115
4.6 SATURAZIONE LINEA POST LEAN.....	116
4.7 Impatto economico sui rework post <i>lean</i>	118
4.7.1 Rilavorazioni su cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI.....	119
4.7.2 Cintura GT/RALLY SALOON 6P	120
4.7.3 Cintura FORMULA	121
4.7.4 Cintura CLUBMAN	121
5 CONTINUOUS IMPROVEMENT.....	122
5.1 INDUSTRIA 4.0: Marcatrice laser.....	122
5.1.1 Funzionamento marcatrice	124
5.1.2 Estensione marcatura fibbie	126
5.2 Banco fibbie.....	128
5.3 Modifiche banco di taglio secondario	132
5.4 Sistema rintracciabilità barcode	133
5.5 Illuminazione ambiente di lavoro.....	134
6. CONCLUSIONI.....	136
7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	138
8. ALLEGATI.....	141

Introduzione

L'elaborato di tesi è stato sviluppato in un contesto di Alto Apprendistato di Formazione presso l'azienda Sabelt S.p.A. di Moncalieri, azienda leader nei sistemi di sicurezza per veicoli stradali e da competizione, con l'obiettivo di implementare la *Lean production* e gli strumenti derivanti da tale metodologia produttiva nella linea cinture dello stabilimento.

Viene dapprima presentato lo stato attuale della linea produttiva illustrando le postazioni di lavoro, il flusso produttivo e le modalità con cui gli addetti realizzano le cinture di sicurezza rilevandone i tempi ciclo per prodotti scelti.

Successivamente, sono stati messi in atto aspetti legati al metodo 5S e azioni migliorative volte a ridurre gli sprechi e le inefficienze rendendo partecipi anche gli altri Enti aziendali quali Tecnico e Qualità.

Infine, vengono proposte soluzioni di *Continuous Improvement* sulla linea cinture dello stabilimento al fine di mantenere e sostenere nel tempo la cultura del miglioramento continuo.

1. LA SABELT S.p.A.:

1.1 La nascita di SABELT

L'azienda *Sabelt S.p.A.*, dall'unione di 2 parole inglesi “*safety*” e “*belt*”, è una compagnia italiana fondata nel 1972 da Piero e Giorgio Marsiaj leader nella produzione di sedili sportivi per autoveicoli di fascia alta, sedili racing, cinture di sicurezza per veicoli stradali e da competizione.

La compagnia fa il suo primo ingresso nel mondo delle competizioni alla fine degli anni '70 come fornitore di cinture di sicurezza per i veicoli da rally presentandosi come leader sul mercato.

Successivamente, negli anni '80 approda nel Circus della F1 come fornitore ufficiale del team Alfa Romeo a cui ben presto seguirono altri brand come Renault, Williams, Ligier, Arrows, Ferrari.

Nel 1985 il grande gruppo americano TRW, che allora fatturava 7miliardi di dollari, acquisisce l'80% della società e questa mossa ha consentito agli investitori di oltreoceano di entrare maggiormente a contatto con il mondo FIAT e a Sabelt di acquisire quote dai mercati esteri avvicinandosi alle tecnologie più recenti. Sono, di fatti, questi gli anni in cui Sabelt espande il proprio business lanciandosi nella produzione delle tute tecniche, dei sedili e accessori per il motorsport.

All'inizio del 2° millennio, la famiglia Marsiaj riacquisisce *Sabelt* finché, nel 2008, approda il grande gruppo italiano Brembo guidato da Alberto Bombassei. Il prestigio, la grande intesa e l'idea di realizzare un polo tutto italiano per l'automotive di alta gamma, sono tutti aspetti che hanno guidato il gruppo a rafforzare i contatti con i grandi marchi dell'industria dell'auto.

Come già accaduto con TRW, il desiderio di “riportare tutto a casa” spinge G.Marsiaj a ricomprare il brand e scindere la partnership con Brembo nel 2015 (Tropea 2016). Per il 2°battesimo del gruppo viene rinnovato il management attingendo anche a figure professionali del gruppo *FCA* (ora *Stellantis*).

Mentre la divisione dei sedili per l’infanzia viene ceduta, il business per le auto sportive e da lusso viene consolidato aprendo così verso nuovi scenari di collaborazione in ambito aviazione spaziale & civile e militare.

Ad oggi, *Sabelt S.p.A.* conta più di 300 dipendenti tra i due stabilimenti situati in Via Guido Rossa (storico quartier generale) e Via Ettore Bugatti. Di recente, l’azienda ha fatto registrare un fatturato di oltre 70mln di euro. Tale risultato è stato raggiunto grazie alla politica adottata dal management basata sul reinvestimento degli utili e in nuovi progetti provenienti da settori affini a quello dell’automotive. Questa operazione ha fatto raddoppiare il fatturato negli ultimi anni mantenendo il focus sul mercato di nicchia dei sedili e ponendo l’attenzione sulla qualità e l’innovazione.

Nonostante le difficoltà causate dalla pandemia da SARS-CoV-2, l’azienda si è dimostrata solida e non ha fatto registrare una diminuzione nella domanda. Al contrario, sono stati siglati nuovi contratti con i Clienti che hanno comportato per l’Azienda un’espansione in termini di layout per far fronte al considerevole incremento di progetti.

1.2 I prodotti della SABELT

L'esperienza maturata negli anni, i continui investimenti in ricerca e sviluppo e le numerose collaborazioni con i brand dell'automotive, hanno permesso all'azienda di Moncalieri di concentrare il proprio business in, vedi Tabella 1:

- Cinture e reti: comprendono sistemi di ritenuta per vetture stradali, vetture da competizione, applicazioni militari e aerospace;
- Abbigliamento tecnico: comprende tute, guanti e scarpe;
- Sedili per vetture stradali e racing;
- Aviation: comprende la produzione di arrotolatori per aerei di linea.

CINTURE e RETI	ABBIGLIAMENTO TECNICO	SEDILI	AVIATION
			

Tabella 1: Prodotti Sabelt.

2 GLI STABILIMENTI

La Sabelt realizza i suoi prodotti all'interno di due stabilimenti produttivi chiamati per comodità M1 e M2. I due capannoni industriali sono situati a Moncalieri a meno di 1km di distanza l'uno dall'altro (Figura 2.1), dove la produzione è diversificata: si spazia dalla produzione delle cinture motorsport, dei sedili racing e delle fodere, alla sellatura dei sedili OEM.

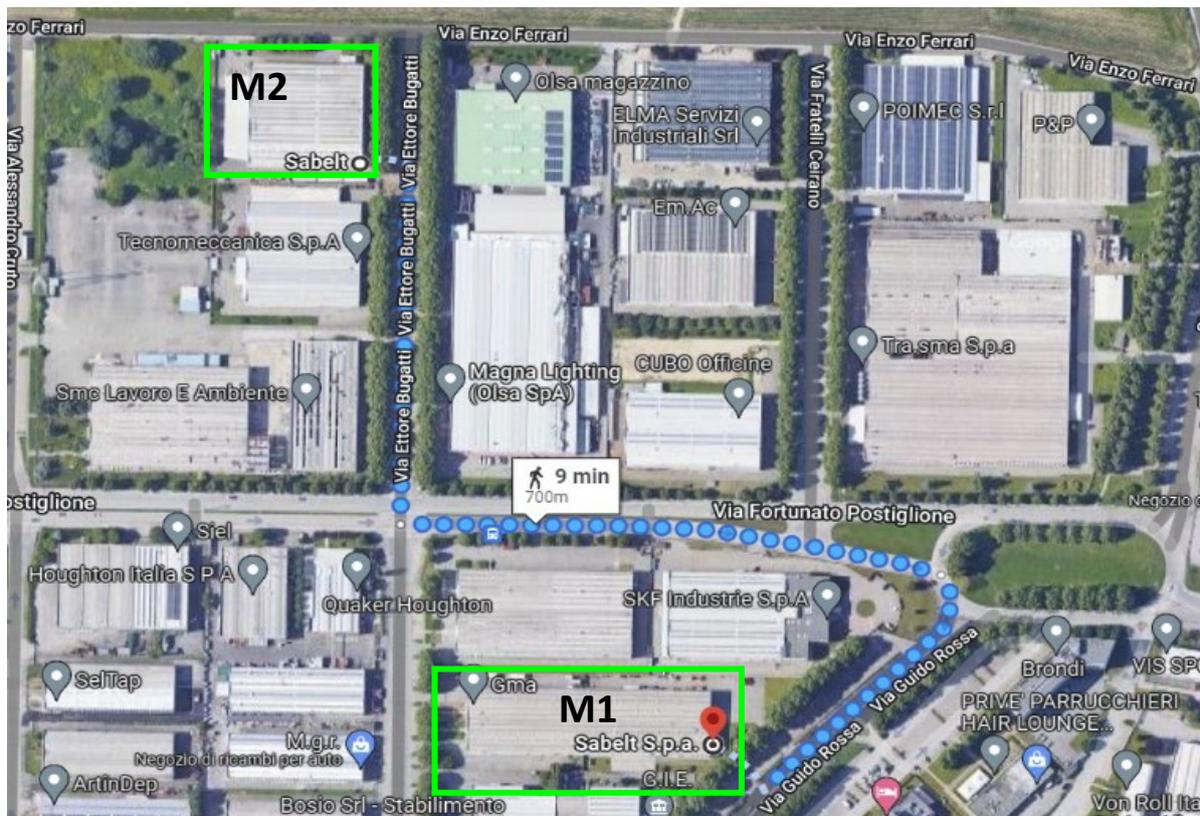


Figura 2.1: Foto aerea dei capannoni dell'azienda.

2.1 Stabilimento M2: sedili OEM

Lo stabilimento M2, illustrato in Figura 2.2 e situato in Via Ettore Bugatti, rappresenta il core business dell'azienda. Qui le fodere lavorate nel plant M1, vengono sellate prima con le schiume e successivamente con i gusci schienali e i gusci cuscini o, per i modelli premium, con i monoscocca in carbonio per dare vita ai sedili che monteranno su alcune delle più esclusive, sportive e lussuose super-car del mondo.

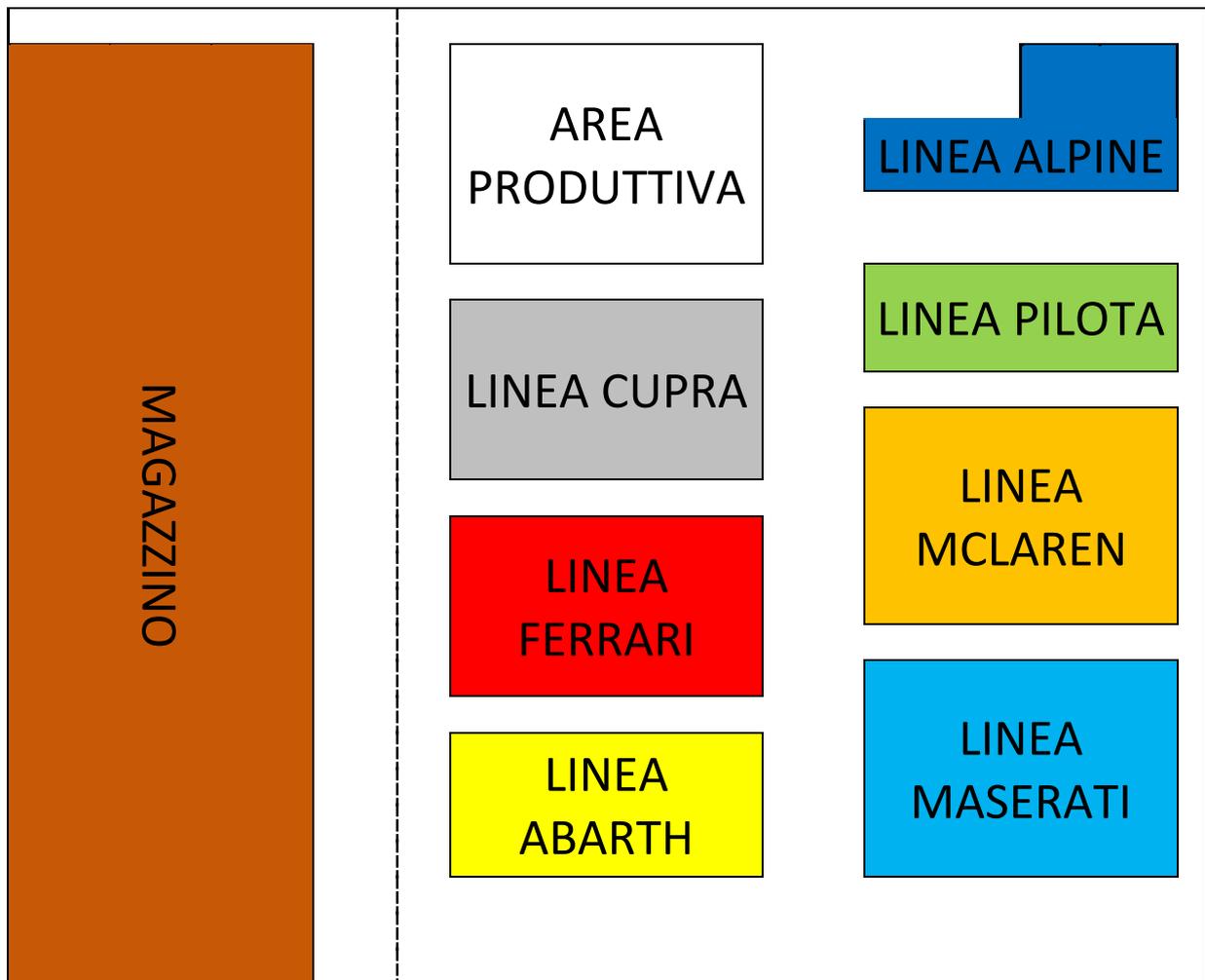


Figura 2.2: Layout stabilimento M2.

2.2 Stabilimento M1: linee produttive

Lo stabilimento M1, situato in Via Guido Rossa, si estende su una superficie di circa 5100m² e comprende al suo interno:

- Linea cinture: vengono realizzati sistemi di ritenuta per F1, racing e special application;
- Linea aviation: vengono realizzati sia sistemi di ritenuta che arrotolatori per aerei di linea;
- Linea fodere: vengono realizzate le fodere da destinare alla linea *sedili motorsport* e *pad* ma anche allo stabilimento M2 per lavorazioni successive;
- Linea sedili motorsport: si esegue la sellatura dei mantelli sulle schiume e sui monoscocca in carbonio;
- Linea Pad: si esegue la sellatura dei pad che verranno montati sui monoscocca in carbonio;
- Prototipia: per lo sviluppo dei progetti;
- Area test per sedili gestita da un cobot;
- Laboratorio: viene testato il corretto funzionamento di fibbie e cinture replicando condizioni test ben più severe di quelle richieste dalle normative e del contesto in cui vengono impiegati.

La gestione della linea cinture è affidata ad un operatore specializzato quale il Team Leader. L'addetto che ricopre tale carica è responsabile del coordinamento del personale di linea nonché delle attività che vengono loro assegnate. Il Team Leader è un ruolo di rilievo e di riferimento poiché, nel momento in cui si manifestano criticità e/o anomalie durante la produzione, è incaricato di valutare il problema e di coinvolgere i responsabili degli altri Enti se lo ritiene opportuno.

A tal fine, gli uffici distribuiti tra il piano terra e il 1° piano sono collocati in base alla mansione e alla tempestività di intervento richiesta sulla produzione: ad esempio, la disposizione dell'ufficio condiviso tra gli Enti Produzione e Qualità mostra un duplice vantaggio strategico:

- 1) È collocato a lato dell'ambiente produttivo in modo tale da intervenire tempestivamente quando si manifesta una criticità in produzione;
- 2) Le pareti sono costituite da ampie vetrate che consentono di avere alta visibilità sulle attività che vengono svolte in linea.

Gli uffici degli Enti Tecnico per le cinture, Acquisti e Laboratorio sono disposti, invece, perifericamente all'ambiente produttivo mentre l'Ente Logistico è collocato nelle vicinanze del Magazzino: lontano dalla produzione.

Completano l'organigramma gli uffici della Direzione, Risorse Umane e Ingegneria situati al primo piano sprovvisti di vista sul reparto produttivo a testimonianza di un approccio al Management ancora tradizionale.

L'ufficio condiviso tra gli Enti Produzione e Qualità mostra un duplice vantaggio strategico:

- 1) È collocato a lato dell'ambiente produttivo in modo tale da intervenire tempestivamente quando si manifesta una criticità in produzione;
- 2) Le pareti sono costituite da ampie vetrate che consentono di avere visione sulle attività che vengono svolte in linea

Gli uffici degli Enti Tecnico per le cinture, Acquisti e Laboratorio sono disposti, invece, perifericamente all'ambiente produttivo mentre l'Ente Logistico è collocato nelle vicinanze del Magazzino: lontano dalla produzione.

Completano l'organigramma gli uffici della Direzione, Risorse Umane e Ingegneria situati al primo piano sprovvisti di vista sul reparto produttivo a testimonianza di un approccio al Management ancora tradizionale.

Negli Allegati 1.a e Allegato 1.b, vengono illustrate le viste in pianta dello stabilimento M1.

2.2.1 Documenti di produzione in linea

Su ogni postazione di lavoro sono presenti documenti di supporto alla produzione quali:

- BAP (Benestare Avvio Produzione);
- Disegno tecnico;
- FAOM (Foglio Analisi Operazioni Montaggio);
- Visual Aid;
- SIP (Scheda Identificazione Prodotto);
- Modulo di rintracciabilità;
- Matrice di polivalenza;
- Registro dell'affiancamento.

Di seguito vengono passati in rassegna i moduli sopra citati:

- BAP: Per tutti gli equipaggiamenti macchina presenti in linea cinture, è previsto un documento, riportato in Allegato 2, che tutti gli operatori compilano al primo avvio delle unità operative. Su questo modulo, redatto appositamente per ciascuna macchina in linea cinture, sono riportate voci di controllo e verifica quali:
 - 1 Verificare che il taglio effettuato con la lama a caldo sia diritto;
 - 2 Verificare che la macchina da cucire abbia nella spoletta un quantitativo di filo sufficiente per l'esecuzione della cucitura;
 - 3 Verificare che nell'esecuzione della cucitura non ci siano punti saltati o che il filo sia lento/non in tensione.
- Disegno tecnico della cintura con la distinta base e i codici di tutti le parti che la compongono;
- FAOM: È un documento, riportato in Allegato 3, redatto e firmato dal Manufacturing Engineer e controfirmato dal Quality Engineer, in cui vengono descritte all'operatore le operazioni elementari di montaggio e/o di verifica da eseguire su ogni postazione di lavoro suddivise fase per fase. Vengono inoltre elencati gli strumenti richiesti per lo svolgimento delle operazioni e al fine di rendere l'esecuzione dell'istruzione il più semplice possibile, la descrizione dell'attività da svolgere viene accompagnata da Visual, descritti al punto successivo.
- VISUAL AID: Sono immagini affiancate da una breve descrizione che illustrano lo stato da raggiungere al termine dell'operazione e servono ad accompagnare l'operatore nello svolgere le attività: in Allegato 4 è riportato un esempio di assemblaggio dei componenti della fibbia. Sovente, i Visual Aid mostrano uno stato del *prima e dopo* l'esecuzione impiegando tecniche appartenenti al Visual Management. L'informazione visiva che viene trasmessa all'operatore tramite questo documento dipende da molteplici aspetti come un reclamo ricevuto dal cliente, un'operazione critica da dover eseguire o un cambiamento al processo. In questi casi, la politica aziendale prevede che tutti gli operatori della linea vengano informati sulla criticità riscontrata e sulla modifica apportata.
- SIP: Queste schede sono specifiche per ogni sotto-parte della cintura e, come illustrato in Figura 2.3, riportano dall'alto verso il basso:
 1. n° di omologa che varia a seconda che la cintura venga implementata nei campionati riconosciuti dalla FiA (omologa FiA) o su strada (omologa ECE);

2. n° del lotto di produzione, ovvero quante volte è stata richiesta la produzione di quella cintura nell'anno solare;
3. codice della cintura da produrre;
4. descrizioni delle parti da produrre (addominale fisso, addominale regolabile, bretelle fisse, bretelle regolabili, cosciali, pad), lunghezza di taglio del nastro(LT), colore, larghezza del nastro riportato in pollici e codice del nastro;
5. lunghezza taglio esteso del nastro (LTE) per verificare la conformità della parte una volta fuori dalla macchina di taglio;
6. anno di produzione;
7. quantità dei tagliati all'interno del contenitore;
8. quantità totale dei tagliati del lotto.

Sabelt		08 0688 1
2 Lotto 001		
3 CFCC904005N B		
4 ADDOMINALE REGOLABILE LT 700 NASTRO ROSSO 2"(420005B) PAD LT 230 GIALLO 3"(420000B)		
5 LTE 620 00056081B	Q.TA' CONTENITORE : 7 10T	
6 2021	Q.TA' LOTTO : 8 10T	
Sabelt		08 0688
Lotto 001		
CFCC904005N_B		
ADDOMINALE REGOLABILE LT 700 NASTRO ROSSO 2"(420005B) PAD LT 160 GIALLO 3"(420000B)		
00030054E	Q.TA' CONTENITORE :	
LTE 610	10T	
2021	Q.TA' LOTTO :	
	10T	

Figura 2.3: Scheda SIP per una cintura CLUBMAN.

Inoltre, nella scheda SIP possono essere riportate ulteriori voci come ad esempio il periodo di validità dell'omologa, il codice della lingua o della fibbia riportate sul disegno tecnico per facilitare la fase di picking della minuteria durante il premontaggio.

- **MODULO DI RINTRACCIABILITÀ**: Rappresenta la carta d'identità del lotto processato. In Allegato 5, è riportato un esempio di modulo di rintracciabilità. In corrispondenza delle informazioni già precompilate, quali codice disegno, omologazione, quantità del lotto, ce ne siano altre che l'operatore andrà ad inserire manualmente riportando:
 - codice del componente prelevato;
 - lotto di appartenenza quando presente sul componente in questione o n° di bolla del C.D.I.(Codice di identificazione), documento generato dall'Ente Logistica e riportato in Allegato 6;
 - il n° dell'operatore che esegue la fase;
 - data di inizio e fine della fase.
- **MATRICE DI POLIVALENZA**: Lo scopo di questo documento, riportato in Allegato 7, è quello di mappare su una matrice le competenze, le conoscenze e le abilità richieste ad un operatore nel portare a termine una specifica attività.
Si tratta di un documento in cui vengono riportati:
 - in colonna, i nomi degli operatori;
 - in riga, le fasi di lavoro;

assegnando a ciascun addetto un punteggio in una scala da 1 a 4. Tale punteggio esprime il *modus operandi* dell'operatore tenendo conto di aspetti quali la qualità, la produttività, l'affidabilità nel mantenere un ritmo di lavoro costante durante il turno di lavoro, ma anche la capacità di trasmettere la propria conoscenza ed essere disposti ad affiancare e a formare le risorse nuove.

- **REGISTRO DELL'AFFIANCAMENTO**: Riportato in Allegato 8, è un attestato di certificazione che dichiara il passaggio di una risorsa al livello successivo per lo svolgimento di una o più fasi di lavorazione dove vengono specificati il periodo dell'affiancamento (con una risorsa più esperta), la linea produttiva, la postazione, se l'operazione svolta è un 'operazione di sicurezza, il livello attuale e quello finale. Il responsabile che certifica il passaggio dal livello attuale al successivo cambia in funzione del lv che si vuol assegnare alla risorsa.

Di fatti il mutamento da:

- lv 0 a lv1, è affidato al Team Leader;
- lv 1 a lv 2, è affidato al Internal Quality;
- lv 2 a lv 2, è affidato al Manufacturing Engineer;
- lv 3 a lv4, è affidato sia al Manufacturing Manager sia al Quality Manager.

Ad ogni passaggio di livello, viene comunque richiesta l'approvazione da parte del Manufacturing Manager che provvederà ad aggiornare i valori riportati sulla matrice.

Molto spesso capita che durante la visita di un Cliente o in fase di Audit venga richiesto di mostrare tali registri al fine di verificare che i valori riportati sulla matrice siano giustificati ed evitare così di incorrere in una non-conformità.

2.3 Le cinture

Tutte le cinture della Sabelt vengono progettate e realizzate nello stabilimento produttivo M1. La linea cinture si estende su una superficie di 220m² e viene attraversata da numerose famiglie di cinture, da reti e da maniglie apriporta:

- Le prime comprendono un'ampia gamma di famiglie tra cui cinture con omologazione FIA, cinture con omologazione ECE, cinture speciali e anche parti di cinture F1;
- Le seconde comprendono reti per finestrini e sedili da corsa, ma anche reti per uso spaziale;
- Le ultime, invece, vengono richieste come optional da montare su richiesta del cliente.

Il progetto di tesi passa in rassegna le famiglie di cinture presenti a catalogo, in Figura 2.4 e Figura 2.5, che si distinguono in:

- Cintura GT/RALLY 6PUNTI conforme alla normativa FIA 8853-2016;
- Cintura FORMULA 6PUNTI conforme alla normativa FIA 8853-2016;
- Cintura GT/RALLY 4PUNTI conforme alla normativa FIA 8854/98;
- Cinture CLUBMAN conforme alla normativa ECE16;

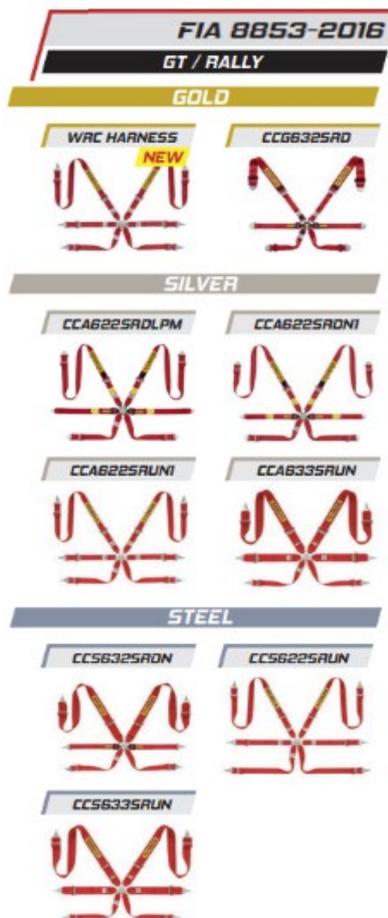
HARNESS PRODUCT RANGE

FIA 8853-2016			
GT / RALLY		FORMULA	
GOLD		GOLD	
WRC HARNESS NEW 	CCG632SRD 	F1 HARNESS NEW 	CCG832FSR 
SILVER		SILVER	
CCA622SRDLPM 	CCA622SRDN1 	CCG622FSR 	
CCA622SRUN1 	CCA633SRUN 	CCA622FRUN1 	
STEEL		STEEL	
CCS632SRDN 	CCS622SRUN 	CCS622FRUN 	CCS622FRUN1 NEW 
CCS633SRUN 			

Figura 2.4: Sabelt Catalogo 2022 [pag14].

FIA 8854/98 GT / RALLY		ECE 16 CLUBMAN		SFI 16.1	
		CFCC4046 (no ECE)		CC56225NUSFI	CC55335NULLSFI
		904020NP		RACING NET	
SILVER		904070NP		CFRN2003	CFRN2004 NEW
CCA433SRDN		904059NP		CFRN2002 NEW	
		904005N		WINDOW NET	
STEEL		904019N		Z280988	Z280985
CC5433SRDN					
CC5433SRUN					

Figura 2.5: Sabelt Catalogo 2022 [pag15].



La prima famiglia di cinture, appartenente alla categoria GT/RALLY 6PUNTI e conforme alla normativa FIA 8853-2016, si distingue in:

- GOLD
- SILVER;
- STEEL;

a seconda che venga montata rispettivamente una fibbia in titanio, in alluminio o in acciaio.

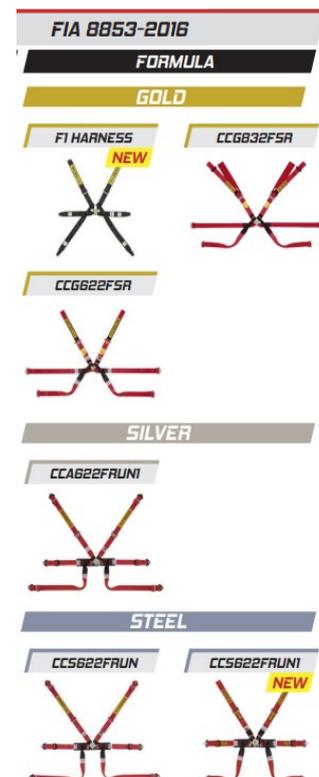
Le cinture, poi, sono costituite da due lingue dritte in acciaio, quattro regolatori 3” in acciaio, due regolatori tri-bar, sei moschettoni, due lingue piegate in acciaio, due regolatori tri-bar da 2”, sei viti, sei copiglie, un’etichetta FIA con ologramma, un’etichetta di omologazione, quattro etichette identificative, nastri (per bretelle addominali e cosciali) e due etichette Sabelt. Su richiesta, è possibile personalizzare la cintura richiedendo gli optional previsti per la categoria di cintura.

L’unicità di queste cinture è che è possibile montare coppie di bretelle e addominali aventi larghezze differenti: 2” o 3”.

Anche le cinture appartenenti alla famiglia Cintura FORMULA 6PUNTI, conformi alla normativa FIA 8853-2016, si distinguono in:

- GOLD
- SILVER;
- STEEL;

ma a differenza delle precedenti, la larghezza delle parti costituenti la cintura rimane sempre la medesima. Inoltre, queste cinture sono più complesse in quanto aggiungono elementi quali *pad* e *anelli passa cintura* sugli addominali e i *loop* sui cosciali. Sono costituite da due mini-lingue dritte allungate, due regolatori da 2”, due etichette Sabelt, una lingua piegata, quattro regolatori tri-bar da 2”, due regolatori in acciaio nero per gli addominali regolabili, sei staffe terminali, sei distanziali, sei rondelle piane, una etichetta omologa, cinque etichette identificative, un’etichette FIA con ologramma e nastri (per bretelle, addominali e cosciali).



FIA 8854/98
GT / RALLY

Le cinture appartenenti alla famiglia GT/RALLY 4PUNTI, conformi alla normativa FIA 8854/98, esistono solo nella versione con fibbia in alluminio o in acciaio.

Sono le cinture più semplici poiché caratterizzate solo da bretelle e addominali e non richiedono accessori extra.

Queste cinture sono costituite da due lingue dritte, un'etichetta FiA con ologramma, un'etichetta seriale, tre etichette omologa, quattro regolatori da 3", due etichette Sabelt per le bretelle, quattro staffe piegate, quattro viti, quattro distanziali, quattro rondelle di ritegno, una lingua piegata, quattro rondelle elastiche, quattro rondelle standard e nastri (per bretelle, addominali).

SILVER

CCA433SRDN



STEEL

CCS433SRDN



CCS433SRUN



L'ultima famiglia di cinture sono le CLUBMAN, cinture per veicoli stradali conformi alla normativa ECE 16.

Questi sistemi di ritenuta non sono suddivisi come le precedenti, in quanto la fibbia che montano è la medesima per tutte le versioni e possono essere di due tipologie: a 4PUNTI o a 3PUNTI. In quest'ultimo caso la bretella che si premonda con gli addominali viene chiamata bretella Y.

Queste cinture sono costituite da una fibbia in plastica dotata di sensore SBR per rilevare che la cintura sia agganciata, una lingua plastificata, quattro regolatori, una staffa terminale con regolatore da 2", tre viti, un distanziale, un regolatore, due staffe terminali, due distanziali, un'etichetta di omologazione, due etichette Sabelt da cucire sulle bretelle, tre rondelle di ritegno e nastri (per bretelle, addominali). In alcune versioni viene richiesta anche una coppia di *pad* spalla in sacchetto.

ECE 16

CLUBMAN

CFCC4046 (no ECE)



904020NP



904070NP



904058NP



904005N



904019N



2.3.1 Classificazione delle cinture

Ciascuna cintura viene contraddistinta da un codice identificativo che riporta:

- La tipologia di fibbia;
- Il n° di punti d'aggancio alla vettura;
- Lo spessore, in pollici [inch.], di bretelle e addominali;
- La famiglia di appartenenza: *saloon* o *formula*;
- Il colore del nastro;
- Il sistema di regolazione degli addominali.

2.3.1.1 Cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI

Una cintura appartenente alla famiglia GT/RALLY 4PUNTI con:

- una fibbia in acciaio;
- spessore di bretelle e addominali pari a 3inch.;
- cintura saloon;
- nastro di colore rosso;
- regolazione degli addominali tirando il lembo verso la fibbia, rappresentato in Figura 2.6;

si identifica la cintura con codice CCS433SRDN, riassunto in Tabella 2:

CCS433SRDN	C	CINTURA
	C	COMPETIZIONE
	S	TIPOLOGIA FIBBIA: STEEL(S) / ALLUMINIO (A)
	4	4/6/8pti (di aggancio alla vettura)
	3	3" spessore bretelle
	3	3" spessore addominali
	S	SALOON (S)/ FORMULA (F)
	R	COLORE NASTRO: ROSSO (R) NERO (N) BLU (B)
	D	PULL UP (U) PULL DOWN(D)
	N	NEW

Tabella 2: Identificazione per una cintura SALOON 4punti.



Figura 2.6: Cintura con regolazione Pull-Down.

2.3.1.2 Cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI

Una cintura appartenente alla famiglia GT/RALLY 6PUNTI con:

- una fibbia in acciaio;
- spessore di bretelle e addominali pari a 2inch;
- cintura saloon;
- nastro di colore rosso;
- regolazione degli addominali tirando il lembo verso la fibbia, rappresentato in Figura 2.7;

si identifica la cintura con codice CCS622SRUN, riassunto in Tabella 3:

CCS622SRUN	C	CINTURA
	C	COMPETIZIONE
		TIPOLOGIA FIBBIA: STEEL(S) / ALLUMINIO (A) / GOLD (G)
	S	
	6	4/6/8pti (di aggancio alla vettura)
	2	2" spessore bretelle
	2	2" spessore addominali
	S	SALOON (S)/ FORMULA (F)
	R	COLORE NASTRO: ROSSO (R) NERO (N) BLU (B)
	U	PULL UP (U) PULL DOWN(D)
	N	NEW

Tabella 3: identificazione per una cintura SALOON 6punti.

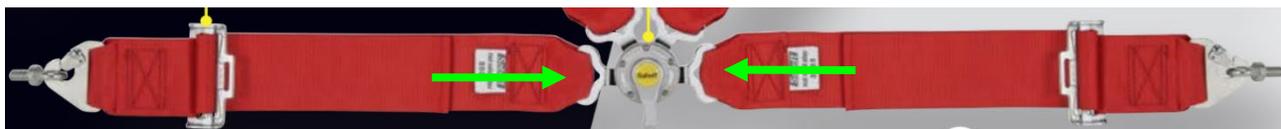


Figura 2.7: Cintura con regolazione Pull-Up.

2.3.1.3 Cintura FORMULA

Una cintura appartenente alla famiglia FORMULA con:

- una fibbia in acciaio;
- spessore di bretelle e addominali pari a 2”;
- cintura formula;
- nastro di colore rosso;
- regolazione degli addominali tirando il lembo verso la fibbia, rappresentato in Figura 2.7;

si identifica la cintura con codice CCS622FRUN, riassunto in Tabella 4:

CCS622FRUN	C	CINTURA
	C	COMPETIZIONE
STEEL		TIPOLOGIA FIBBIA: STEEL(S) / ALLUMINIO (A)
CCS622FRUN	S	4/6/8pti (di aggancio alla vettura)
	6	2" spessore bretelle
	2	2" spessore addominali
	F	SALOON (S)/ FORMULA (F)
	R	COLORE NASTRO: ROSSO (R) NERO (N) BLU (B)
	U	PULL UP (U) PULL DOWN(D)
	N	NEW

Tabella 4: Identificazione per una cintura FORMULA.

2.3.1.4 Cintura CLUBMAN

Una cintura appartenente alla famiglia CLUBMAN con:

- una fibbia in plastica;
- nastro cintura di colore rosso;

si identifica la cintura con codice 904005NP riassunto in Tabella 5:

904005NP	9	
	0	Prima parte omologa
	4	Colore nastro: (4)rosso, (2)nero, (1) blu
	0	
	0	
	5	Progressivo
	N	Nuovi componenti
P	Cintura con Pad	

Tabella 5: Identificazione per una cintura CLUBMAN.

3 AS IS LINEA CINTURE

3.1 Layout linea cinture

La linea cinture, rappresentata in Figura 3.1 e riportata in Allegato 9, si compone di 12 stazioni di lavoro dove le mansioni, per lo più, manuali svolte dagli operatori, sono raggruppate in 4 macro-fasi:

- taglio;
- assemblaggio;
- cucitura;
- collaudo.

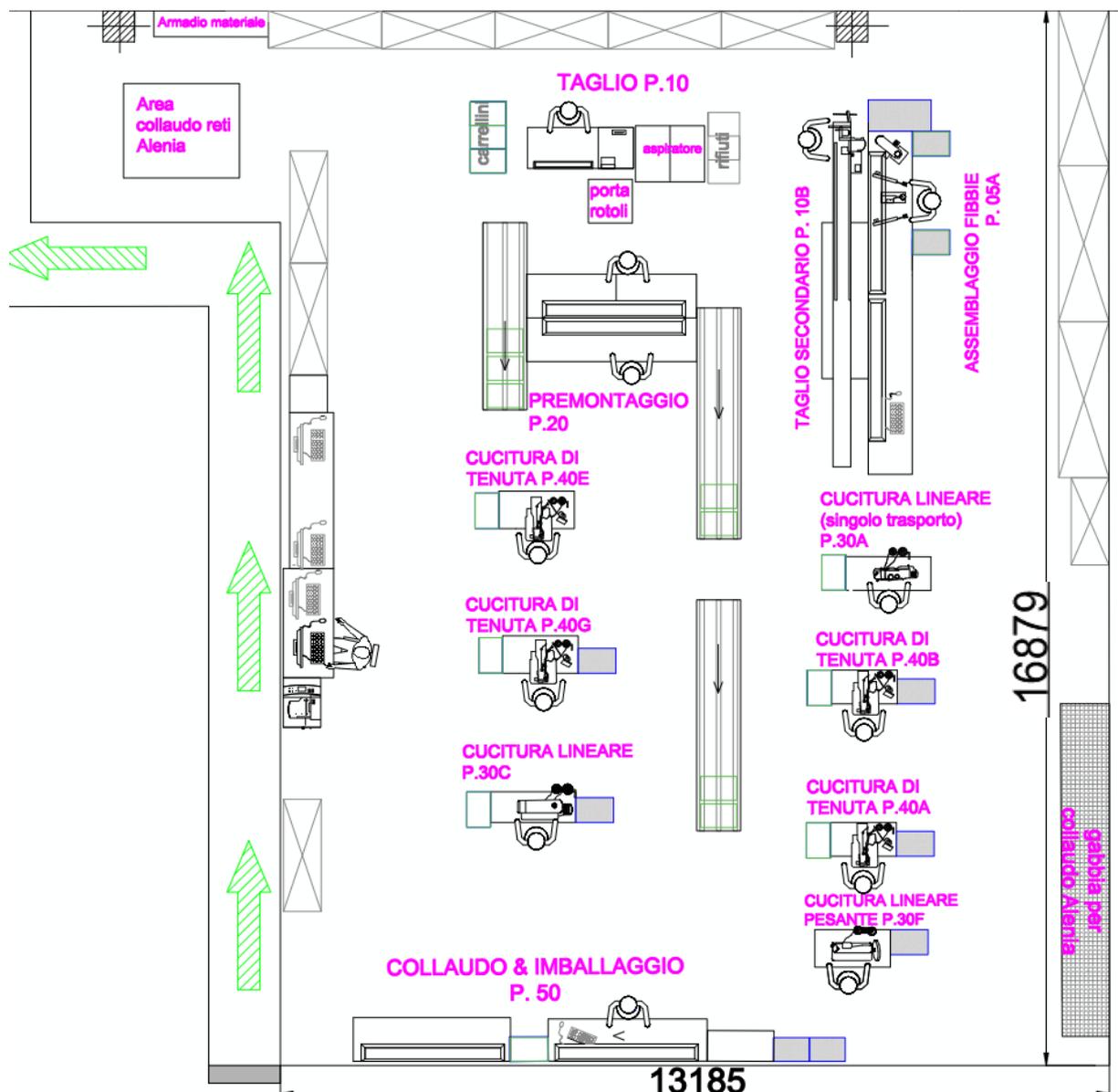


Figura 3.1: Layout linea cinture.

In Figura 3.2, viene fornita una vista dall'alto della linea cinture.



Figura 3.2: Vista dall'alto della linea cinture.

Il flusso produttivo inizia presso la **postazione 10A**, dove il rotolo di nastro viene montato in macchina e tagliato nelle parti costituenti la cintura. In contemporanea, nella **postazione 05** vengono assemblate le fibbie e inviate alla **postazione 20** dove le parti tagliate precedentemente vengono premontate con la minuteria e le fibbie. Successivamente, si passa prima dalla **postazione 40** per l'esecuzione delle cuciture di tenuta sui lembi dei pezzi di cintura e poi alla **postazione 30** per cucire le etichette estetiche: ci sono famiglie di cinture che richiedono un passaggio intermedio attraverso la **postazione 30F** per una lavorazione specifica, la cucitura lineare pesante. Infine, si arriva alla **postazione 50** per il collaudo finale prima della delibera del prodotto.

Nel capitolo 3.3 viene mostrato il flusso produttivo per ciascuna famiglia di prodotto che attraversa la linea.

Date le numerose famiglie di cinture, le scaffalature in linea vengono impiegate come magazzino per stoccare molteplici tipologie di nastro, le etichette di omologazione e anche la minuteria richiesta per le cinture e per le fibbie.

Inoltre, sono presenti compatti ripiani verticali per le etichette estetiche e per i rocchetti di colore e spessore diverso.

In tre punti del flusso produttivo, in particolar modo tra:

- il banco di taglio e il banco del premontaggio;
 - il banco del premontaggio e le postazioni per la cucitura di tenuta;
 - le postazioni per la cucitura di tenuta e la postazione per le cuciture estetiche;
- si individuano tre aree destinate allo stoccaggio temporaneo, *buffer*, dei semi-lavorati identificati da tre trasportatori a rulli non motorizzati a gravità.

Si individuano anche due aree di collaudo per le reti spaziali: una per eseguire il test di trazione e l'altra per simulare il montaggio sul modulo spaziale.

È presente un banco con più PC con i quali è possibile:

- collegarsi con il sistema ERP dell'azienda per gestire i versamenti dei prodotti finiti;
- comandare la stampante UV per la generazione di etichette standardizzate per le cinture F1;
- connettersi alla pagina personale dell'azienda.

Infine, sono presenti due armadi che contengono i ricambi per gli aghi impiegati durante le fasi di cucitura, i rocchetti dei fili per eseguire le cuciture, i frena filetti impiegati per il montaggio delle fibbie, equipaggiamento per la produzione, come forbicine taglia-filo e righelli metallici, e ancora accessori da prelevare durante la fase di collaudo.

L'equipaggiamento delle stazioni di lavoro presenti in linea cinture spazia da dispositivi quali PC e sistema di lettore bar-code, realizzati appositamente per testare prodotti per i progetti più recenti, ad attrezzature obsolete e/o assenti per l'esecuzione di specifiche operazioni. Pertanto, a seconda della complessità dell'assemblaggio, l'Ente Manufacturing può richiedere che vengano realizzate internamente delle dime *ad hoc* con la stampante 3D, condividendo con l'Ufficio Tecnico le istruzioni di lavoro e la matematica dei prodotti in esame, oppure scegliere di rivolgersi a fornitori esterni, codificati con l'azienda, che hanno seguito lo sviluppo del progetto/linea o che semplicemente possiedono una conoscenza specifica per la soluzione ricercata al fine di migliorare la qualità delle operazioni da eseguire: specialmente per le più critiche.

3.2 Postazioni di lavoro

Dopo aver descritto la linea di produzione delle cinture, viene ora mostrato un focus sulle postazioni di lavoro presenti sulla linea stessa.

Macchina di taglio

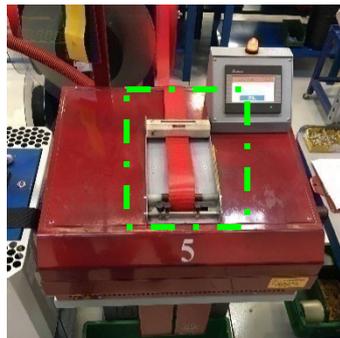


Figura 3.3: Postazione di taglio.

La postazione dedicata al taglio delle parti della cintura, in Figura 3.3, è identificata come stazione **10A** e si compone di:

- macchina di taglio;
- supporto per i rotoli;
- banco di lavoro;
- aspiratore per i fumi.

Sul *supporto per i rotoli* sono montate le “pizze”, così definite nel gergo dalla produzione, di nastro alto rotanti. In funzione della cintura da realizzare, viene montato il nastro corrispondente alla larghezza e al colore richiesto.

La *macchina di taglio* presenta un pannello display con il quale l’operatrice si interfaccia per impostare i parametri di taglio quali velocità, tempo e quantità delle parti. Successivamente, inserisce il nastro all’interno della feritoia individuato dal box verde e con due perni ne regola la larghezza a seconda della dimensione del

nastro: mezzo pollice, due pollici o tre pollici. Il taglio del nastro avviene tramite una lama a caldo.

Sul *banco di lavoro* sono riportate le istruzioni di lavoro (FAOM) per le famiglie di cinture alto rotanti, tra cui quelle a catalogo.

Infine, è presente un *aspiratore* per evitare che i fumi generati durante il taglio si disperdano in ambiente.

Banco di taglio secondario

In linea è presente un secondo banco di taglio, stazione **10B**, in Figura 3.4 costituito da:

- supporto dove viene montata il rotolo del nastro identificato dal box verde tratteggiato;
- banco dotato di scala graduata e di un fermo che scorre lungo la guida identificato dal box azzurro tratteggiato;
- utensile lama a caldo identificato dal box arancione tratteggiato.

Generalmente questo banco viene impiegato per tagliare tipologie di nastri specifici come quelli impiegati per la F1 o per i moduli spaziali.



TAGLIO SECONDARIO
P. 10B



Figura 3.4: Banco di taglio per la lavorazione di nastri specifici.

Banco di premontaggio delle cinture

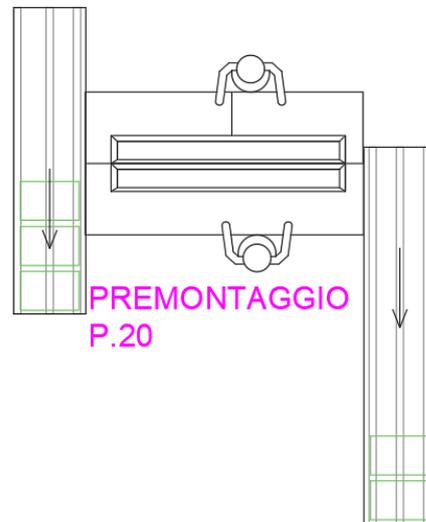


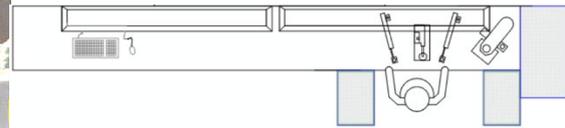
Figura 3.5: *Banchi di premontaggio.*

In Figura 3.5 è riportata la postazione per il premontaggio, stazione **20**, e si presenta con due banchi posti l'uno di fronte all'altro separati da un pannello di plexiglass installato durante la pandemia da Covid-19. Sui banchi sono presenti i componenti con un alto indice di utilizzo quali lingue diritte/piegate, regolatori e staffe in cassette odette verdi. In quest'area, l'operatrice predispone la minuteria richiesta per il premontaggio delle parti della cintura osservando la sequenza con cui vengono accoppiate le parti nel disegno. A monte e a valle della postazione per il premontaggio sono presenti due rulliere.

Banco di assemblaggio delle fibbie

In Figura 3.6 è illustrata la postazione per l'assemblaggio delle fibbie, stazione 05, e si compone di due banchi:

- il primo, evidenziato dal box verde, è adibito al montaggio del corpo inferiore della fibbia. Sull'area di lavoro sono disposte le cassette blu della minuteria e tutti gli strumenti necessari per la lavorazione tra cui una chiave a T per il precarico dell'alberino e chiavi brugola per chiudere a pacchetto i componenti. Successivamente, il semilavorato viene riposto dentro le cassette verdi odette, mostrate dal box grigio, in attesa di essere lavorate al banco successivo;
- il secondo, evidenziato dal box giallo, è adibito al montaggio del corpo superiore e all'assemblaggio finale della fibbia. L'area di lavoro si compone di due avvitatori, tarati su valori di coppie diverse e conformi alle specifiche tecniche riportate a disegno, un posaggio per assemblare il corpo inferiore



ASSEMBLAGGIO FIBBIE P. 05A

Figura 3.6: Banco assemblaggio fibbie.

sul corpo superiore e una pressetta per marcare, mediante matrici intercambiabili, il prodotto finito con la settimana dell'anno e le ultime due cifre dell'anno secondo il formato ww/yy. Una volta testate, le fibbie vengono inserite in un sacchetto di pluriball e riposte in una cassetta verde odette, evidenziata dal box azzurro, in attesa di essere prelevate e premontate alla stazione **20**.

Inoltre, tutte le cinture presenti a catalogo, ad esclusione delle CLUBMAN, richiedono la lavorazione di una fibbia con sgancio leva a rotazione.

Macchine da cucito automatiche

Sono i macchinari impiegati per l'esecuzione della *cucitura di tenuta*, in Figura 3.7 è rappresentata un'unità operativa. Tale fase viene svolta sulle stazioni **40A**, **40B** e **40G** e su ognuna di esse è presente un sostegno per i rocchetti dei fili spessi (per realizzare la cucitura di tenuta), una sorgente luminosa montata in macchina per soddisfare i requisiti minimi di visibilità, un piccolo ripiano (collocato di fianco alla postazione di lavoro dove riporre le diverse piastre intercambiabili per eseguire le cuciture) e l'equipaggiamento necessario per pulire e verificare le cuciture eseguite quali. Tramite il pannello macchina, si impostano i programmi di cucitura sulla stessa.

La particolarità di queste macchine è che sono in grado di montare sia fili spessi sia fili leggeri. La differenza tra le due tipologie di filo risiede nel fatto che il primo viene usato per effettuare le cuciture di tenuta, mentre il secondo per cucire le etichette estetiche che non richiedono requisiti di sicurezza.

Inoltre, in Figura 3.8, è riportata un'ulteriore macchina per cuciture di tenuta che verrà meglio analizzata nel capitolo 4.2.4. alla voce **SEIRI**.

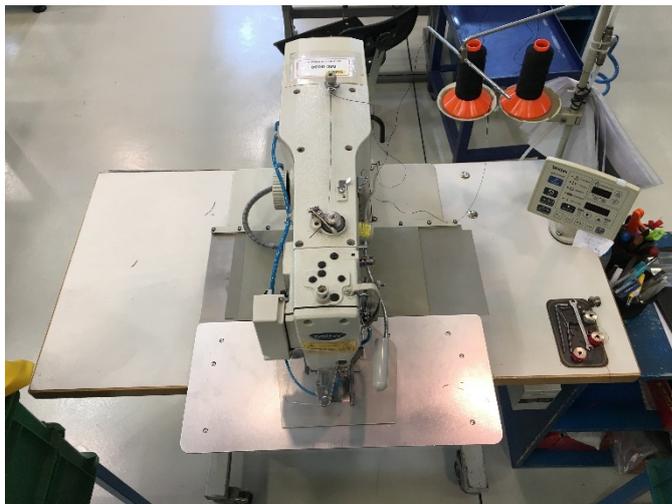
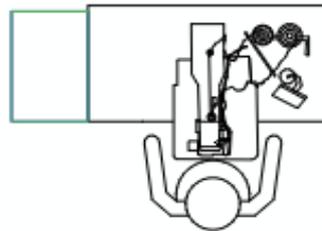


Figura 3.7: Postazione per la cucitura di tenuta.



Figura 3.8: Postazione per la cucitura di tenuta per eseguire le cuciture con il filo leggero.

**CUCITURA DI TENUTA
P.40E**



Macchina da cucito lineare

La stazione **30C**, adibita alle cuciture estetiche o lineari, è dotata di un sostegno per i rocchetti dei fili, di una sorgente luminosa montata in macchina, di un ripiano occupato dagli strumenti per la pulizia delle cuciture dagli eccessi di filo e di una sede dove riporre le etichette prelevate da scaffalatura impiegate successivamente per la cucitura. Le unità presenti in linea sono due e si distinguono in:

- singolo trasporto, per cucire gli orlini sui lembi della cintura;
- triplice trasporto, in Figura 3.9, per cucire le etichette e gli optional.

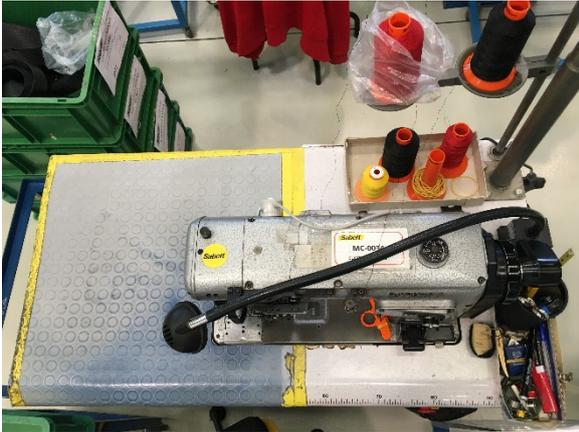
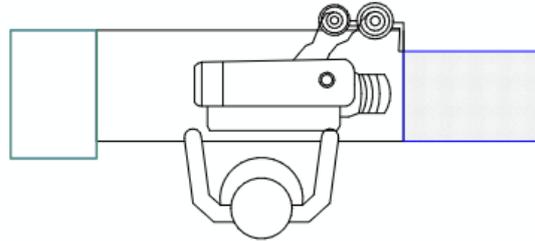


Figura 3.9: Banco per la cucitura lineare.

CUCITURA LINEARE P.30C



Macchina da cucito lineare pesante

La stazione **30F** per le cuciture lineari pesanti è dotata di un sostegno per i rocchetti dei fili, di una sorgente luminosa montata in macchina e di un ripiano occupato dagli strumenti per la pulizia delle cuciture dagli eccessi di filo. L'unità operatrice, riportata in Figura 3.10, esegue le cuciture dei *pad* sugli addominali, illustrati in Figura 3.11, su un ristretto numero di famiglie cinture come le *FORMULA* e le *CLUBMAN*.

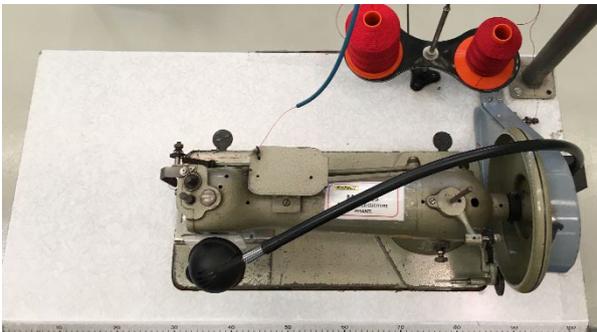


Figura 3.10: Macchina per cuciture lineari pesanti.

CUCITURA LINEARE PESANTE P.30F

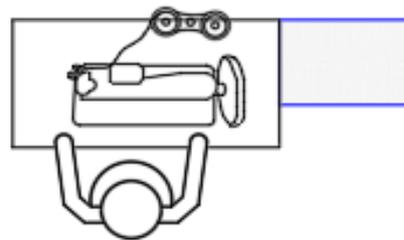


Figura 3.11: Cintura FORMULA e CLUBMAN con elementi pad rispettivamente in nero e in giallo.

Banco di collaudo delle cinture

La postazione **50**, mostrata in Figura 3.12, è adibita al montaggio e al collaudo delle cinture prima di deliberarle al magazzino. La stazione è composta da tre banchi dove l'operatrice prepara le scatole per l'imballaggio, assembla le cinture ed esegue il collaudo verificando la conformità e l'assenza di difetti. È presente un PC per registrare i seriali delle cinture prodotte verificando la conformità e l'assenza di difetti.



COLLAUDO & IMBALLAGGIO

P. 50

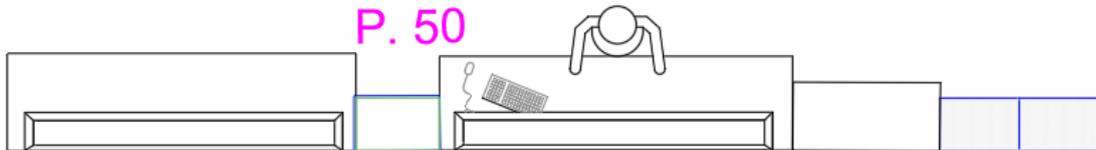
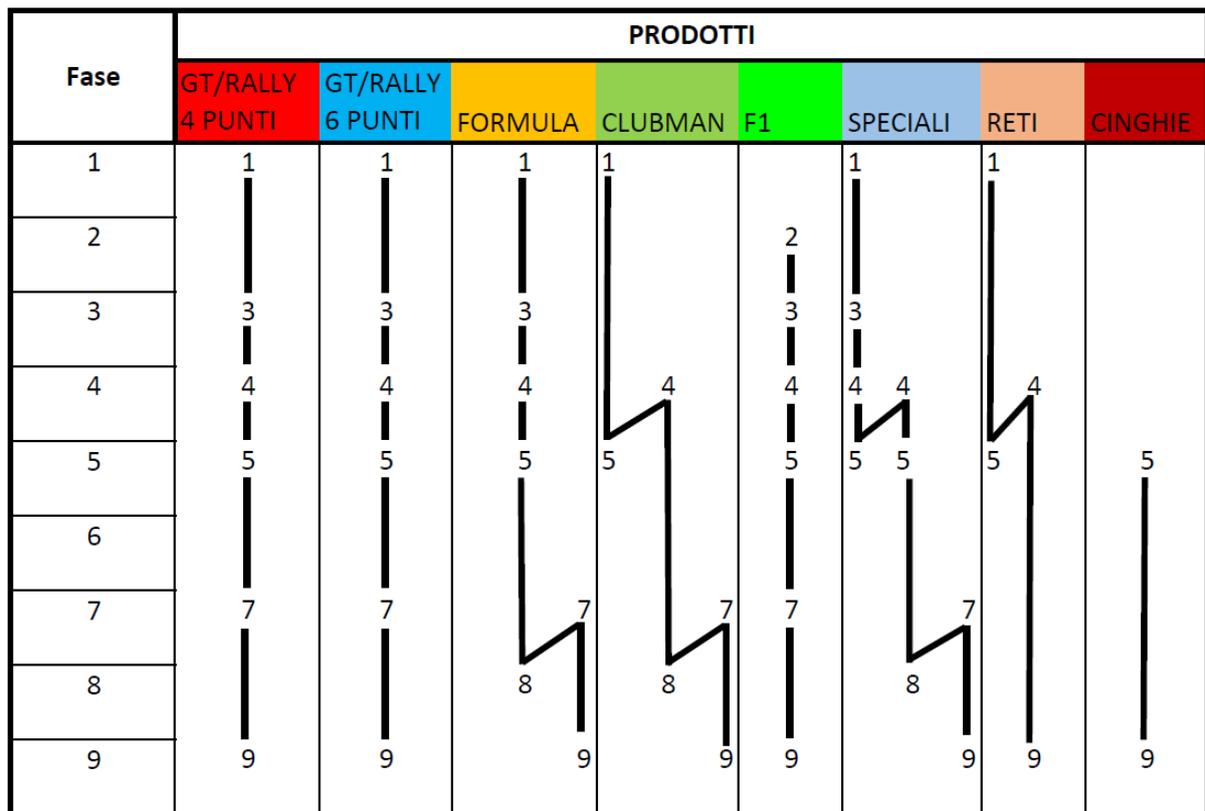


Figura 3.12: Banco di collaudo e di creazione packaging delle cinture.

3.3 Flusso produttivo AS IS

A seconda della famiglia di prodotto scelta è possibile tracciare un flusso produttivo che evidenzia tutte le fasi a cui il prodotto è sottoposto. Difatti, esistono tipologie di cinture che seguiranno un flusso di lavorazione diverso in funzione della tipologia di nastro, della tipologia di fibbie che montano e della presenza o meno dei *pad*.

In Figura 3.13, sono schematizzati i cicli di lavorazione per tutti i prodotti lavorati nella linea cinture.



1: Taglio primario	4: Pre-montaggio	7: Cucitura lineare
2: Taglio secondario	5: Cucitura di tenuta	8: Cucitura lineare pesante
3: Assemblaggio fibbie	6: Cucitura per cinghietto	9: Collaudo e imballaggio

Figura 3.13: Cicli di lavorazione per i prodotti della linea cinture.

In Tabella 6 e Tabella 7, vengono esposti i flussi produttivi per ciascuna famiglia di prodotto riportati successivamente negli Allegati 10-16.

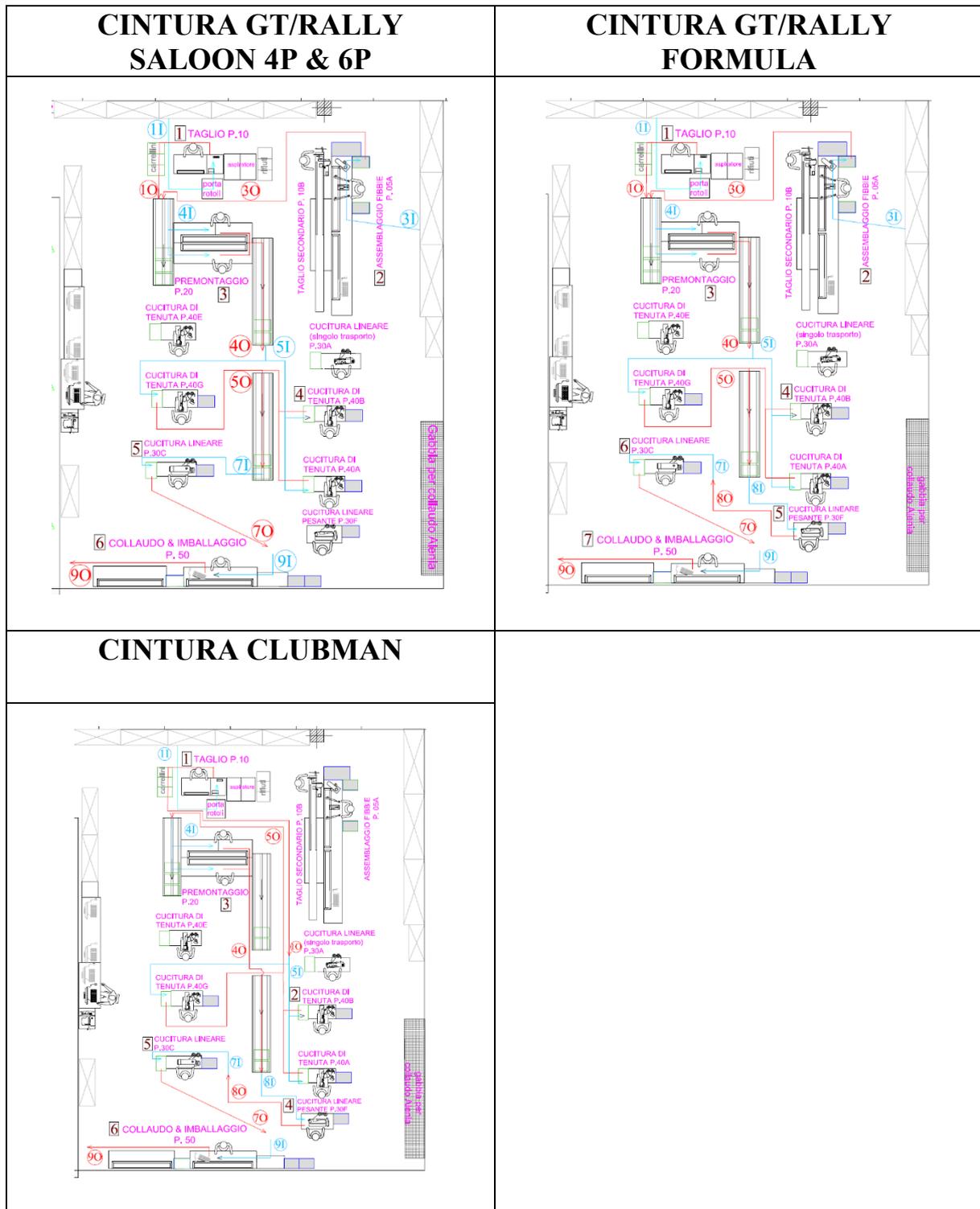


Tabella 6: Flusso produttivo per le cinture a catalogo.

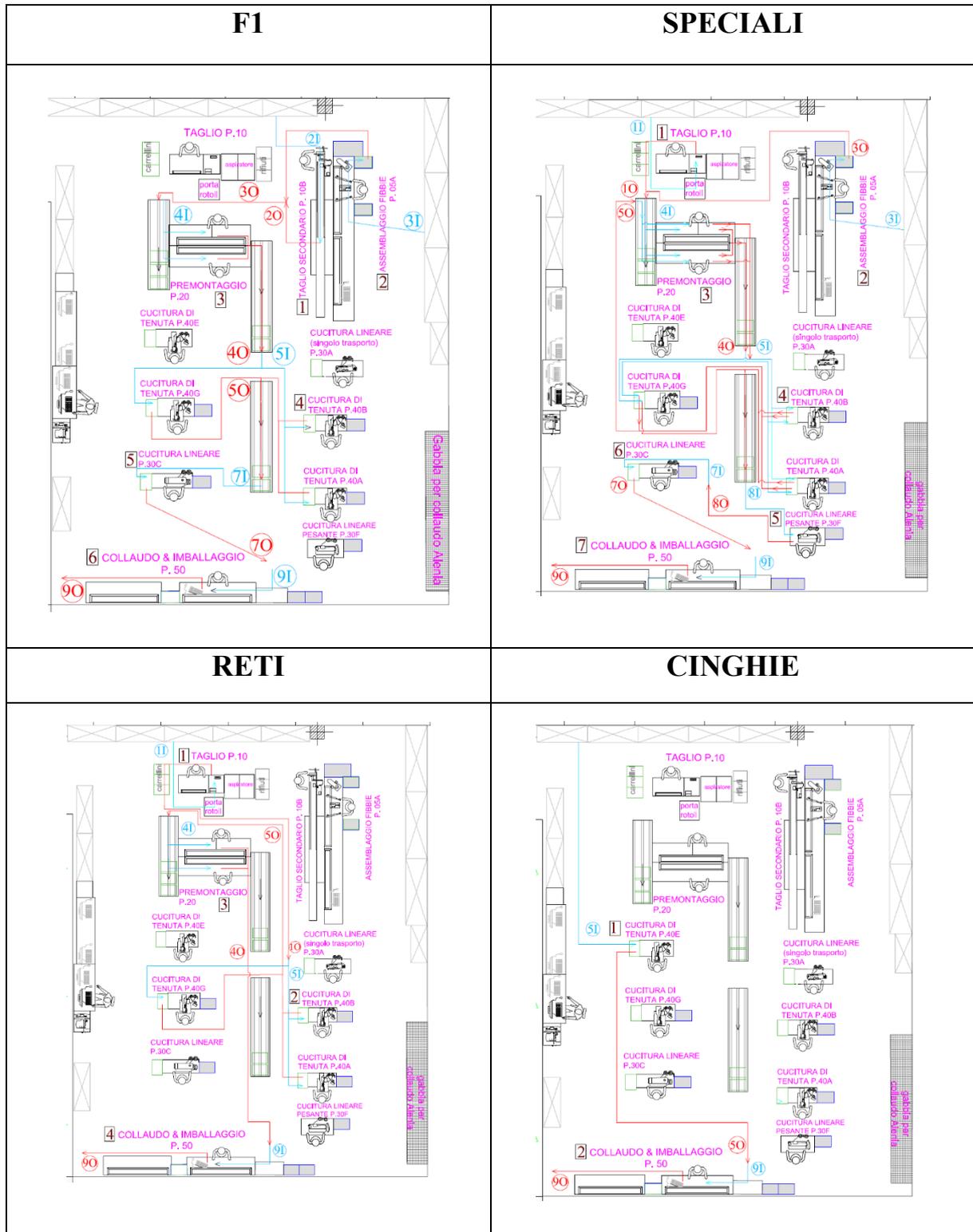


Tabella 7: Flusso produttivo per le altre tipologie di prodotti.

I flussi vengono contraddistinti dal seguente standard:

- linee di colore azzurro e rosso per identificare rispettivamente l'inizio e la fine delle fasi di lavorazione;
- lettere (Input e Output) e numeri (1-9) inseriti dentro ai bollini di colore azzurro e rosso, così come stabilito al punto precedente, che richiamano rispettivamente l'ingresso e l'uscita dalle postazioni di lavoro interessate dalle fasi e le fasi stesse definite precedentemente in Figura 3.13;
- numeri inseriti dentro rettangoli per definire la successione delle operazioni.

In Figura 3.14, è rappresentato un focus sulla postazione dedicata al taglio per le cinture *SPECIALI*.

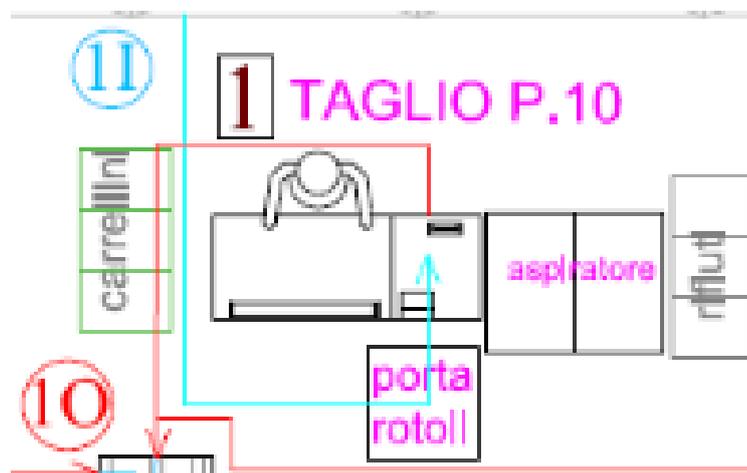


Figura 3.14: Focus sulla fase di taglio per le cinture *SPECIALI*.

Sul sistema ERP dell'azienda sono registrati i tempi ciclo per tutti gli articoli delle famiglie riportate in Figura 3.13.

Un limite del software impiegato in azienda è quello di non permettere l'inserimento di nuovi progetti, o codici, se non è noto il tempo ciclo per produrli. Dunque, per consentire all'Ente Commerciale di procedere con l'elaborazione dell'offerta al Cliente, solitamente l'Ente Manufacturing stima il tempo ciclo dell'articolo da realizzare confrontando il disegno tecnico con quello di cinture simili in base al n° dei tagliati, delle cuciture o di componenti da premontare aggiungendo o sottraendo minuti di lavorazione. L'approvazione e l'inserimento a sistema di un tempo *stimato*, piuttosto che rilevato a seguito di più misurazioni in linea, può portare alla registrazione di un *dato sovrastimato* o *sottostimato*: nei capitoli 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4 e 3.3.5 viene analizzato il caso per le quattro famiglie di cinture riportate a catalogo.

Per implementare la *lean production* e il *continuous improvement*, è essenziale avere una comprensione globale dello stato *AS IS* della linea cinture elaborando e valutando i dati di cui si dispone al fine di introdurre azioni migliorative.

Il primo step è verificare che i tempi ciclo delle cinture registrati sul sistema ERP dell'azienda rispecchino la tempistica richiesta per produrli e, nel caso di valori diversi, valutarne lo scostamento.

A causa dell'elevata personalizzazione e dell'alto numero dei codici identificativi delle cinture, è stata condotta una campagna di raccolta dati sui tempi ciclo delle cinture decidendo di trattare solo quelle a catalogo, in Figura 2.10 e Figura 2.11, sotto le voci:

- FIA 8853-2016 GT/RALLY 6PUNTI;
- FIA 8853-2016 FORMULA 6PUNTI;
- FIA 8854/98 GT/RALLY 4PUNTI;
- ECE16 CLUBMAN;

3.3.1 Definizione modalità conduzione analisi

L'ipotesi fatta è stata quella di osservare una cintura per famiglia e di estendere approssimativamente il tempo rilevato anche alle altre cinture della stessa famiglia.

La campagna dati è stata condotta osservando gli operatori della linea cinture riportate sulla matrice di polivalenza, identificati come Operatore 1-9 per motivi di privacy. Ciascun addetto avrà un valore di polivalenza in funzione delle caratteristiche descritte precedentemente al capitolo 2.2.1 e riportate nella legenda dell'Allegato 7.

Per mezzo di un cronometro sono stati registrati i tempi, con un'approssimazione al centesimo di secondo, ripetendo la misurazione almeno cinque volte al fine di ricavare un tempo medio quanto più affidabile.

La valutazione quantitativa dei tempi è stata portata avanti seguendo, uno per volta, il primo lotto produttivo di inizio turno. Il motivo di tale scelta deriva da ragioni prettamente psicofisiche degli operatori in linea: all'inizio del turno di lavoro, infatti, gli addetti mostrano un livello di energie psico-fisiche più alto che diminuisce sempre più durante il turno di lavoro man mano che le attività vengono svolte e vengono processati più prodotti. Motivo per cui, al fine di poter esprimere un tempo ciclo reale, si è deciso di incentrare la raccolta dati il più possibile durante le ore più *energetiche* del personale in linea, durante la fascia oraria 8-12.

Inoltre, con il Manufacturing Engineer è stato concordato di rilevare i tempi non soltanto alle operatrici con alti valori di polivalenza, ma anche al personale di linea che possiede valori più bassi (escludendo il personale in addestramento, valore pari a uno sulla matrice di polivalenza) per tenere conto del diverso grado di formazione e segnare così tempi realistici.

Per ciascuna delle famiglie in esame, vengono di seguito riportate:

1. Il flow-chart del processo produttivo;
2. La matrice di polivalenza con i soli operatori coinvolti per la realizzazione della cintura e il corrispettivo lv di polivalenza rappresentato su scala cromatica, in accordo alla Figura 2.8;

La tabella comprensiva di sotto-fase, operazioni elementari e tempi richiesti per eseguirle su ciascuna stazione di lavoro. Inoltre, la distinzione cromatica per le celle delle operazioni elementari permette di discernere le attività in cui l'operatore è attivamente coinvolto nello svolgimento delle operazioni (celle a sfondo bianco) da quelle in cui è in attesa (sfondo giallo), come la fine della lavorazione in macchina.

3.3.2 Cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI

Nelle Figure sottostanti, vengono illustrati i dati elaborati a seguito della raccolta dei tempi ciclo per la cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI.

CCS433SRDN	FASE						
NOME OPERATORE	TAGLIO (P. 10A)	ASSEMBLAGGIO FIBBIA (P.05)	PREMONTAGGIO (P. 20)	CUCITURA AUTOMATICA (P. 40)	CUCITURA LINEARE (P. 30)	CUCITURA LINEARE PESANTE (P. 30F)	EOL + IMBALLO (P. 50)
TEAM LEADER							
OPERATORE 1							X
OPERATORE 2		X					
OPERATORE 4				X			
OPERATORE 5					X		
OPERATORE 9	X		X				

Figura 3.15: Polivalenza degli operatori osservati per la produzione della cintura GT/RALLY 4PUNTI.

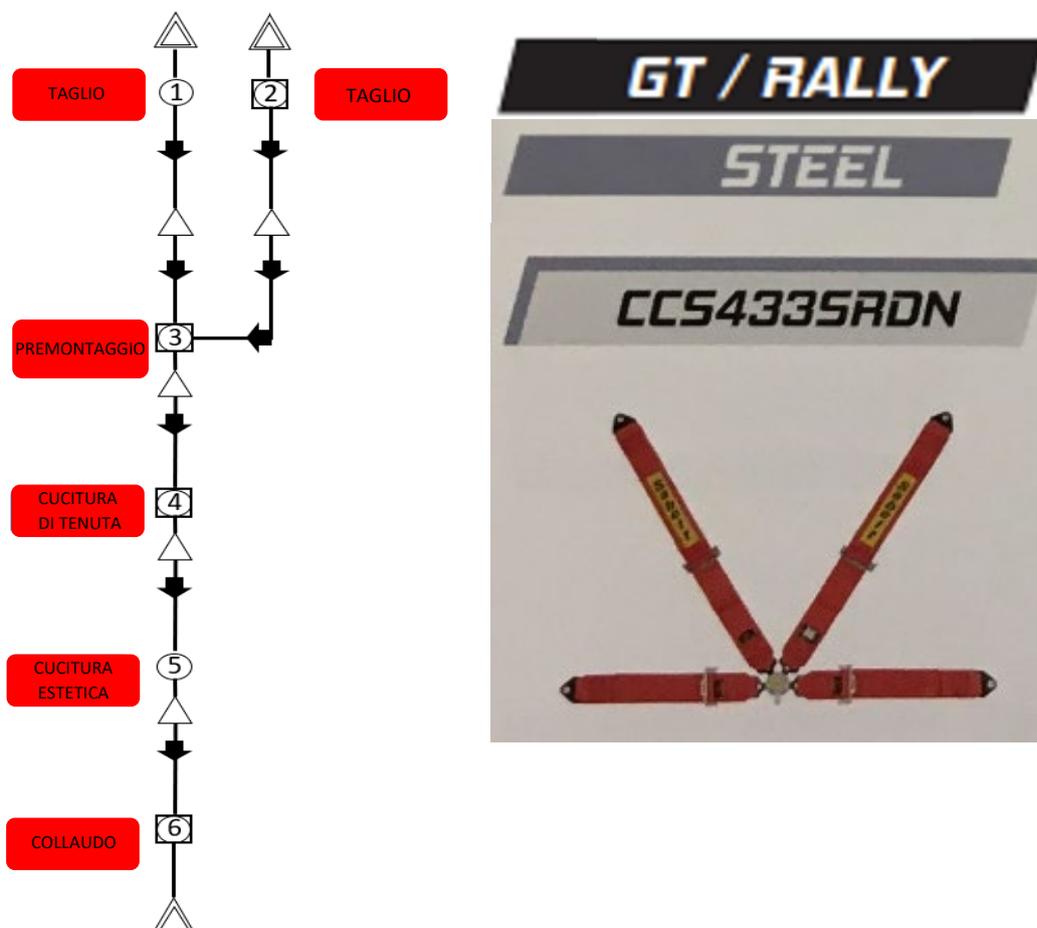


Figura 3.16: Flusso produttivo per la cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI.

CINTURA CCS433SRDN		
STAZIONE 10 - TAGLIO		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo Rintracciabilità	15,70
BRETELLA FISSA	Taglio schede SIP	35,55
	Check taglio pre-test	20,10
	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	50,95
	Taglio	7,35
	Check quantità + inserimento in cassetta	4,40
BRETELLA REGOLABILE	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	20,15
	Taglio	8,00
	Check quantità + inserimento in cassetta	15,30
ADDOMINALE REGOLABILE	Check taglio pre-test	10,20
	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	60,00
	Taglio	11,00
	Check quantità + inserimento in cassetta	11,20
ADDOMINALE FISSO	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	18,65
	Taglio	6,75
	Check quantità + inserimento in cassetta	15,15
STAZIONE 05A - ASSEMBLAGGIO FIBBIA		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	14,00
CORPO INF	Prelevare corpo inferiore e porlo sul tavolo di montaggio	4,85
	Prelevare espulsori e molle	3,15
	Bagnare un estremo delle molle nel grasso	6,55

	Inserire le molle dentro le sedi degli espulsori	9,25
	Inserire molle ed espulsori nelle sedi ricavate sul corpo inferiore	5,20
	Prelevare la sfera e inserirla nella sede ricavata nel corpo inferiore	3,00
CORPO SUP	Prelevare corpo superiore e porlo sul tavolo di montaggio	5,00
	Prelevare scrocchi, falsi scrocchi e molle	3,05
	Bagnare un estremo delle molle nel grasso	6,85
	Inserire molle, dal lato ingrassato, dentro scrocchi e falsi scrocchi	7,80
	Posizionare scrocchi&falsi scrocchi sulle sedi del corpo superiore	8,65
	Prelevare e inserire la molla conica al centro del corpo superiore	4,40
	Prelevare e inserire la raggiera	3,25
	Prelevare e inserire l'alberino	4,65
	Prelevare rondella e vite lingua	8,70
	Precaricare il corpo inferiore con una chiave a T	6,90
	Ingrassare le pareti del corpo superiore	8,95
	Inserire il piatto fisso	6,35
	Predisporre gli assiemi al matrimonio	5,00
MATRIMONIO	Inserire dadi su posaggio	6,10
	Posizionare corpo inferiore su posaggio	4,05
	Prelevare corpo superiore e chiuderlo sul corpo inferiore	4,80
	Inserire lingua nello slot della fibbia	5,75
	Fissare l'assemblato con la macchina	3,20
	Prelevare n°5 viti e bagnare le punte nel frena filetto verde	7,90
	Avvitare le viti sul corpo superiore con avvitatore pneumatico	10,85
	Azionare la macchina per liberare l'assemblato dal posaggio	3,35
	Svitare vite centrale ponendola da parte	3,00
	Marcare settimana e anno di produzione sulla marcatrice	3,00

	Riprendere la vita precedentemente svitata e bagnarla nel frena filetto blu	5,80
	Avvitare la vite nella sede centrale della fibbia	4,45
TEST	Effettuare collaudo leva	28,35
	Effettuare collaudo sgancio lingue	25,00
	Applicare l'adesivo Sabelt	5,35
	Porre la fibbia dentro il pluriball	4,00
STAZIONE 20 - PREMONTAGGIO		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
ADDOMINALE FISSO	Piegare l'addominale fisso e inserirlo nella lingua piegata	11,00
	Piegare l'addominale fisso e inserirlo nella fibbia	14,15
ADDOMINALE REGOLABILE	Piegare in 2 l'ADDOMINALE REGOLABILE e inserirlo dentro l'asola della staffa + check da disegno	20,25
	Piegare in 2 l'ADDOMINALE REGOLABILE e inserirlo dentro l'asola della staffa + check da disegno	13,50
BRETELLA REGOLABILE	Lingua dritta su BRETELLA REG. + 1°check e in cassetta (1-10)	11,55
	Lingua piegata su BRETELLA REG. + 1°check e in cassetta (11-20)	10,00
BRETELLA FISSA	Rondella su vite + staffa + rondella elastica + distanziale + rondella di ritegno + chiave press	26,15
	Piegare la bretella fissa e inserirla dentro l'asola della staffa	41,00
STAZIONE 40A/B/G CUCITURA AUTOMATICA		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
ADDOMINALE FISSO	Posizionamento omologa + regolatore	24,00
	Avviare cucitura di tenuta	12,10
	Posizionamento omologa + regolatore	21,20
	Avviare cucitura di tenuta	15,35
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	18,00
	Reinserire fibbie nel pluriball e chiudere con l'elastico	10,70
	Avviare cucitura di tenuta lato staffa	38,90

ADDOMINALE REGOLABILE	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	15,05
BRETELLA REGOLABILE	Posizionamento etichetta seriale, ologramma su lembo bretella regolabile	28,65
	Avviare cucitura di tenuta	15,30
	Posizionamento omologa su lembo bretella regolabile	21,35
	Avviare cucitura di tenuta	15,70
	Pulizia cuciture	14,35
BRETELLA FISSA	Avviare cucitura di tenuta lato staffa	38,30
	Inserire regolatore su bretella fissa	14,10
	Avviare cucitura di tenuta lato regolatore	30,00
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	28,25
STAZIONE 30C CUCITURA LINEARE		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
BRETELLE REGOLABILI	Eeguire gli orlini ripiegando i lembi delle bretelle regolabili	31,20
	Cucire l'etichetta SABELT sulle bretelle regolabili	29,05
ADDOMINALI REGOLABILI	Eeguire gli orlini ripiegando i lembi degli addominali regolabili	52,01
STAZIONE 50 - IMBALLO		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione modulo delibera	40,00
	Rintracciabilità	15,10
	Bollino verde su etichette	40,45
	n°CDI su rintracciabilità	10,55
INTERFACCIA INFORMATICA	Stampa etichette da PC + scannerizzazione rintracciabilità	30,00
	Compilazione modulo EOL	10,30
COLLAUDO	Assemblaggio BRETELLA FISSA con BRETELLA REGOLABILE dove ho l'ologramma	16,85
	Assemblaggio BRETELLA FISSA con BRETELLA REGOLABILE dove non ho l'ologramma	18,75
	Assemblaggio ADDOMINALE REGOLABILE con ADDOMINALE FISSO lato fibbia	17,35

	Assemblaggio ADDOMINALE REGOLABILE con ADDOMINALE FISSO lato lingua	18,20	
	Segnare n°ologramma, n°seriale su delibera prodotto	20,00	
	Check lunghezze BRETELLE REGOLABILI BRETELLE FISSE x2	40,00	
	Check lunghezze ADDOMINALI REGOLABILI ADDOMINALI FISSI x2	38,30	
PREPARAZIONE SCATOLE	Packaging	46,45	
	Imballaggio	56,70	
CINTURA CCS433SRDN			
FASE	STAZIONE	Tempo [s]	Saturazione stazione
TAGLIO	10	310,45	19%
ASSEMBLAGGIO FIBBIE	5	250,50	16%
PREMONTAGGIO	20	147,60	9%
CUCITURA DI TENUTA	40	361,30	23%
CUCITURA LINEARE	30	112,26	7%
COLLAUDO & IMBALLAGGIO	50	419,00	26%
Totale tempo ciclo		1601,11	100%
Tempo ciclo a sistema		1200,00	/

Tabella 8: Tempo ciclo misurato per ciascuna operazione elementare svolta sulle stazioni di lavoro interessate.

Il tempo ciclo rilevato per la cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI è di poco superiore a **1600s**, contro i **1200s** registrati a sistema, di cui per circa **198s** l'operatore è in attesa della fine lavorazione delle unità operative.

CCS433SRDN	SISTEMA	AS IS
TEMPO [s]	1200,00	1601,11
TOTALE COSTO INDUSTRIALE [€]	/	6%

Tabella 9: Tempi e costi industriali per cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI.

La riduzione/l'incremento dei costi legata al tempo ciclo viene espressa in punti percentuali per non diffondere dati interni e sensibili Considerando:

- il costo orario della manodopera, fissato a 23€ come parametro aziendale;
- il GMM (Gross Margin Minimum) richiesto dall'azienda pari almeno al 30%;
- le voci di costo limitate solo a lavorazioni uomo/macchina e alle materie prime;

si registra uno scostamento di **401,11s** rispetto al tempo ciclo registrato a sistema con un incremento del costo industriale pari al **6%** nello scenario AS IS con un tempo ciclo di **1601,11s**.

Nel capitolo 4 si valuterà quanto le implementazioni *lean* adottate in linea abbiano ridotto le voci di perdita di marginalità.

I grafici in Figura 3.20 per la cintura GT/RALLY SALOON 4 PUNTI, mostrano quanto le operazioni elementari svolte durante le fasi di *cucitura di tenuta* e *collaudo & imballo* siano quelle che impattino maggiormente sul tempo ciclo.

I tempi alti durante la fase di *cucitura di tenuta* sono dovuti ad un fenomeno che si verifica spesso su queste macchine e che ne costituisce anche un limite. Tali unità operative, infatti, sono sprovviste di un sensore che avvisa la macchinista quando il filo avvolto nella spoletta è insufficiente per eseguire la cucitura di tenuta e, quando ciò si verifica per esempio su una bretella regolabile, la macchinista è chiamata a scucire la cucitura interrotta e a rilavorare la bretella se non è già stata lavorata in precedenza. In caso contrario, viene destinata agli scarti e una nuova bretella regolabile con le medesime caratteristiche viene riprodotta a partire dalla fase di *taglio*.

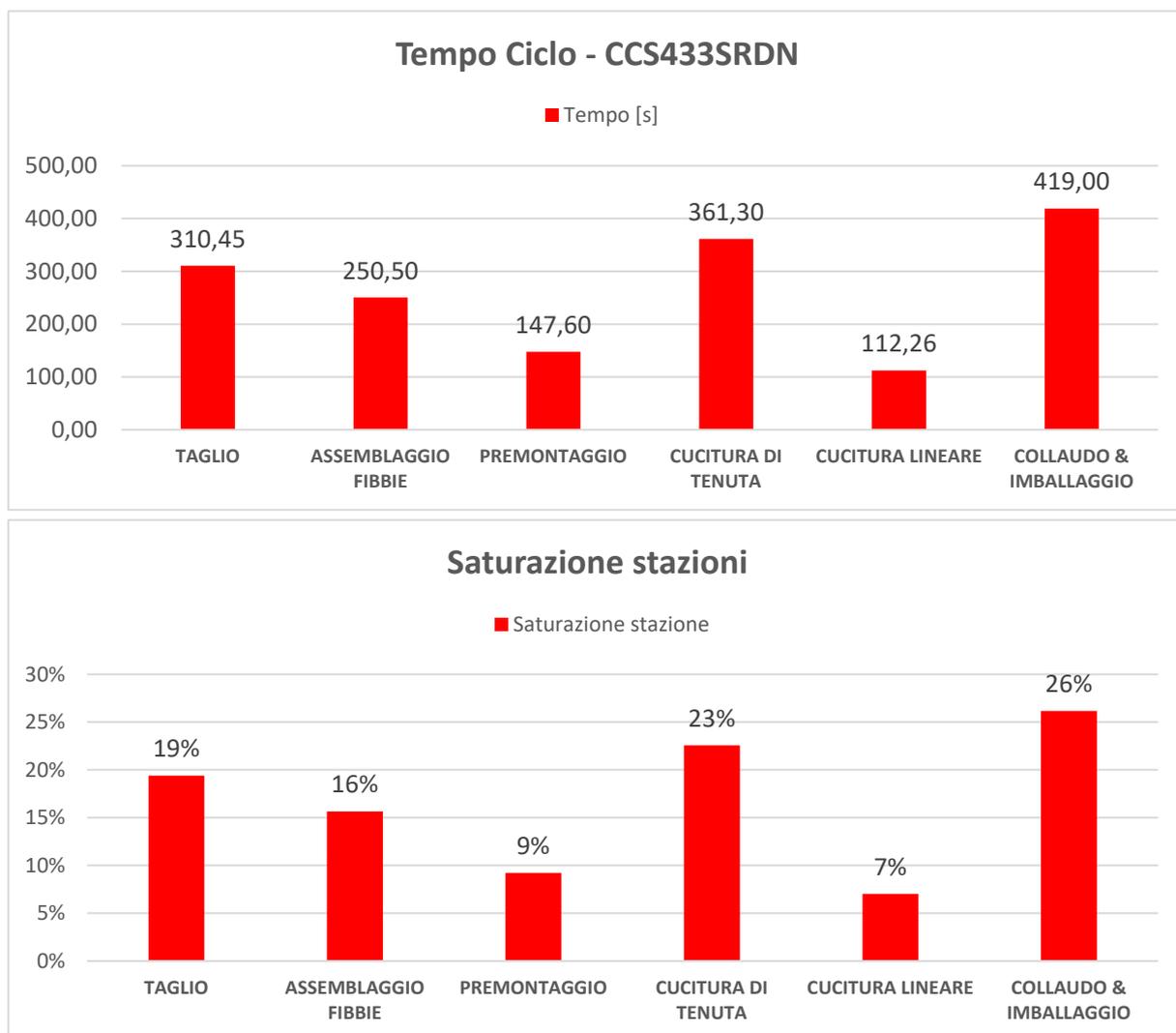


Figura 3.17: Tempo ciclo e saturazione delle stazioni per produrre la cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI.

Invece, tra le attività osservate durante la fase del collaudo, il montaggio delle parti costituenti la cintura è la più critica dal punto di vista ergonomico: l'assemblaggio delle bretelle, così come avviene per gli addominali, prevede l'applicazione di una forza agli estremi superiori e inferiori del regolatore il quale, schiacciandosi, aumenta la luce per permettere così l'assemblaggio della bretella fissa con la bretella regolabile. Mantenere un ritmo alto nello svolgere questa operazione può portare l'addetto ad accusare problemi alle articolazioni delle mani e conseguentemente impiegherà più tempo per svolgere l'attività.

3.3.3 Cintura GT/RALLY 6PUNTI

Nelle Figure sottostanti, vengono illustrati i dati elaborati a seguito della raccolta dei tempi ciclo per la cintura GT/RALLY 6PUNTI.

CCS622SRUN	FASE						
NOME OPERATORE	TAGLIO (P. 10A)	ASSEMBLAGGIO FIBBIA (P.05)	PREMONTAGGIO (P. 20)	CUCITURA AUTOMATICA (P. 40)	CUCITURA LINEARE (P. 30)	CUCITURA LINEARE PESANTE (P. 30F)	EOL + IMBALLO (P. 50)
TEAM LEADER							
OPERATORE 1							X
OPERATORE 2		X					
OPERATORE 4				X			
OPERATORE 5					X		
OPERATORE 9	X		X				

Figura 3.18: Polivalenza degli operatori osservati per la produzione della cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI.

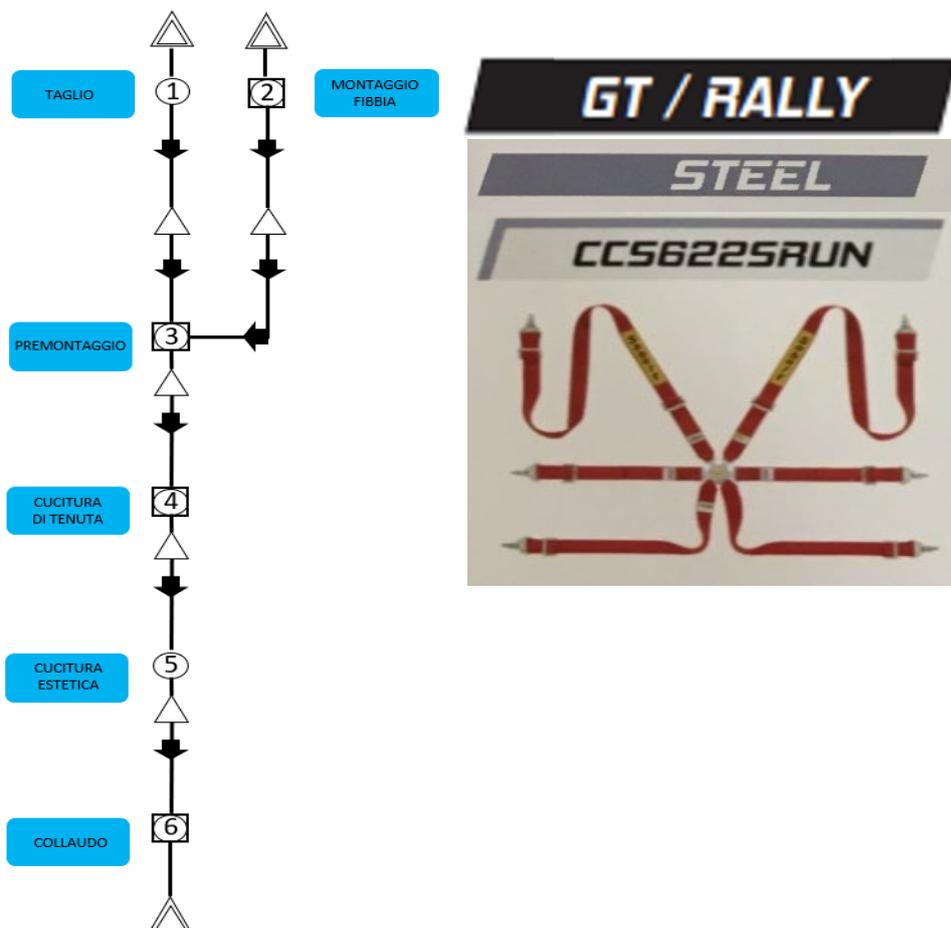


Figura 3.19: Flusso produttivo per la cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI.

CINTURA 6P SALOON CCS622SRUN		
STAZIONE 10 - TAGLIO		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	15,80
BRETELLA FISSA	Taglio schede SIP	15,21
	Check taglio pre-test	20,10
	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	50,15
	Taglio	4,65
	Check quantità + inserimento in cassetta	50,20
BRETELLA REGOLABILE	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	30,40
	Taglio	3,30
	Check quantità + inserimento in cassetta	10,15
COSCIALE	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	30,65
	Taglio	4,70
	Check quantità + inserimento in cassetta	10,40
ADDOMINALE REGOLABILE	Check taglio pre-test	20,65
	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	25,20
	Taglio	4,20
	Check quantità + inserimento in cassetta	15,00
ADDOMINALE FISSO	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	18,40
	Taglio	4,70
	Check quantità + inserimento in cassetta	10,00
STAZIONE 05A - ASSEMBLAGGIO FIBBIE		

Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	20,55
CORPO INF	Prelevare corpo inferiore e porlo sul tavolo di montaggio	4,50
	Prelevare espulsori e molle	3,15
	Bagnare un estremo delle molle nel grasso	6,25
	Inserire le molle dentro le sedi degli espulsori	9,70
	Inserire molle ed espulsori nelle sedi ricavate sul corpo inferiore	5,10
	Prelevare la sfera e inserirla nella sede ricavata nel corpo inferiore	3,65
CORPO SUP	Prelevare corpo superiore e porlo sul tavolo di montaggio	5,80
	Prelevare scrocchi, falsi scrocchi e molle	3,30
	Bagnare un estremo delle molle nel grasso	7,00
	Inserire molle, dal lato ingrassato, dentro scrocchi e falsi scrocchi	9,00
	Posizionare scrocchi&falsi scrocchi sulle sedi del corpo superiore	10,40
	Prelevare e inserire la molla conica al centro del corpo superiore	4,20
	Prelevare e inserire la raggiera	3,10
	Prelevare e inserire l'alberino	4,40
	Prelevare rondella e vite lingua	8,90
	Precaricare il corpo inferiore con una chiave a T	6,80
	Ingrassare le pareti del corpo superiore	10,50
	Inserire il piatto fisso	6,60
	Predisporre gli assiemi al matrimonio	5,25
	MATRIMONIO	Inserire dadi su posaggio

	Posizionare corpo inferiore su posaggio	4,00
	Prelevare corpo superiore e chiuderlo sul corpo inferiore	4,15
	Inserire lingua nello slot della fibbia	5,20
	Fissare l'assemblato con la macchina	3,00
	Prelevare n°5 viti e bagnare le punte nel frena filetto verde	7,00
	Avvitare le viti sul corpo superiore con avvitatore pneumatico	10,10
	Azionare la macchina per liberare l'assemblato dal posaggio	3,15
	Svitare vite centrale ponendola da parte	3,30
	Marcare settimana e anno di produzione sulla marcatrice	3,15
	Riprendere la vite precedentemente svitata e bagnarla nel frena filetto blu	5,15
	Avvitare la vite nella sede centrale della fibbia	4,00
TEST	Effettuare collaudo leva	30,00
	Effettuare collaudo sgancio lingue	25,25
	Applicare l'adesivo Sabelt	5,90
	Porre la fibbia dentro il pluriball	4,40
STAZIONE 20 - PREMONTAGGIO		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	15,35
ADDOMINALI FISSI	Inserimento addominale fisso su moschettone piegato	6,65
	Inserimento addominale fisso su moschettone diritto	5,80
ADDOMINALI REGOLABILI	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	15,20

	Inserimento lingua piegata su addominale reg	33,10
BRETELLE REGOLABILI	Lingua dritta su BRETELLA REG. + 1°check e in cassetta (1-20)	14,45
	Lingua dritta su BRETELLA REG. + 1°check e in cassetta (21-40)	15,30
COSCIALI	Inserimento tribar, moschettone su COSCIALE con fibbia	41,50
	Inserimento tribar e moschettone su COSCIALE senza fibbia	30,10
BRETELLE FISSE	Inserimento tribar e moschettone su bretella fissa	56,65
STAZIONE 40A/B/G CUCITURA AUTOMATICA		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	15,30
ADDOMINALE FISSO	Inserire il regolatore, piegare le estremità	10,75
	Avviare la macchina per la cucitura di tenuta	9,15
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	11,60
	Inserire il regolatore, piegare le estremità e avviare il programma di cucitura	9,05
	Avviare la macchina per la cucitura di tenuta	9,10
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	10,30
ADDOMINALI REGOLABILI	Prelevare omologa e inserirla tra i lembi	49,10
	Avviare la macchina per la cucitura di tenuta	9,05
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	20,25

BRETELLE REGOLABILI	Check da disegno + inserire tra i lembi di nastro l'omologa + l'ologramma	24,25
	Avviare la macchina per la cucitura di tenuta	9,15
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	14,35
	Check da disegno + inserire tra i lembi di nastro l'omologa	15,00
	Avviare la macchina per la cucitura di tenuta	9,25
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	11,20
COSCIALI	Prelevare cosciale con fibbia, inserire l'omologa tra i lembi	14,15
	Avviare la cucitura di tenuta	9,35
	Prelevare cosciale senza fibbia e inserirlo nell'asola della lingua della fibbia	12,10
	Avviare la cucitura di tenuta	9,15
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	23,40
	Reinserire le fibbie nel pluriball e chiudere con l'elastico	10,05
	Prelevare cosciale con fibbia, inserire l'omologa tra i lembi	14,70
	Avviare la cucitura di tenuta	9,15
	Prelevare cosciale senza fibbia e inserirlo nell'asola della lingua della fibbia	12,05
	Avviare nuovamente la cucitura di tenuta	9,00
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	21,45
	Reinserire le fibbie nel pluriball e chiudere con l'elastico	9,30
BRETELLE FISSE	Inserire regolatore (piega a 70mm)	9,50

	Avviare la macchina per la cucitura di tenuta	9,30
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	11,35
	Inserire regolatore (piega a 70mm)	7,00
	Avviare la macchina per la cucitura di tenuta	9,00
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	10,10
STAZIONE 30C CUCITURA LINEARE		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
BRETELLE REGOLABILI	Eeguire gli orlini ripiegando i lembi delle bretelle regolabili	36,15
	Cucire l'etichetta SABELT sulle bretelle regolabili	93,05
ADDOMINALI REGOLABILI	Eeguire gli orlini ripiegando i lembi degli addominali regolabili	38,00
STAZIONE 50 - COLLAUDO + IMBALLO		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione modulo EOL	22,60
	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	20,20
INTERFACCIA INFORMATICA	Stampa etichette da PC	45,40
	Scannerizzare la rintracciabilità	25,50
COLLAUDO	Premontaggio BRETELLA FISSA con BRETELLA REGOLABILE dx&sx	18,35
	Premontaggio ADDOMINALE REGOLABILE (con omologa) con ADDOMINALE FISSO + pulizia	20,05
	Collaudo lunghezze	210,30
PREPARAZIONE SCATOLE	Boxing	50,35
	Imballaggio	51,20

CINTURA 6P SALOON CCS622SRUN			
FASE	STAZIONE	Tempo [s]	Saturazione stazione
TAGLIO	10	343,86	18%
ASSEMBLAGGIO FIBBIE	5	263,20	14%
PREMONTAGGIO	20	234,10	12%
CUCITURA DI TENUTA	40	446,95	23%
CUCITURA LINEARE	30	167,20	9%
COLLAUDO & IMBALLAGGIO	50	463,96	24%
Totale tempo ciclo		1919,27	100%
Tempo ciclo a sistema		1200,00	/

Tabella 10: Tempo ciclo misurato per ciascuna operazione elementare svolta sulle stazioni di lavoro interessate.

Il tempo ciclo rilevato per la cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI è di quasi **1919s** contro i **1200s** registrati a sistema, di cui per circa **120s** l'operatore è in attesa della fine lavorazione delle unità operative.

CCS622SRUN	SISTEMA	AS IS
TEMPO [s]	1320,00	1919,27
TOTALE COSTO INDUSTRIALE [€]	/	7%

Tabella 11: Tempi e costi industriali per cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI.

Rispetto al tempo ciclo registrato a sistema, si rileva uno scostamento di quasi **600s**, pari ad un costo industriale di **+7%** nello scenario AS IS con un tempo ciclo pari a **1919,27s**.

Particolarmente interessante è vedere come per la rilevazione dei tempi per la cintura SALOON 4PUNTI e SALOON 6 PUNTI siano stati osservati i medesimi operatori (vedi Figura 3.15 e Figura 3.18) e, dal momento che le due famiglie subiscono lo stesso ciclo di lavorazione (vedi Figura 3.13), è possibile passare in rassegna le differenze con la cintura 6PUNTI. Trattandosi di una cintura a sei punti di vincolo, in aggiunta a bretelle e addominali, si avranno anche i cosciali da lavorare e questo comporta un aumento generale dei tempi di esecuzione distribuiti sulle stazioni.

In particolar modo, nella stazione adibita all'assemblaggio della fibbia, l'operatore monterà una fibbia specifica per questa tipologia di cintura con un piatto fisso dotato di due asole per premontare i cosciali con la fibbia stessa. Successivamente verranno sottoposti alla cucitura di tenuta e infine al collaudo

finale registrando un gap complessivo pari a **318s** rispetto alla tipologia 4PUNTI: **1601,11s**.

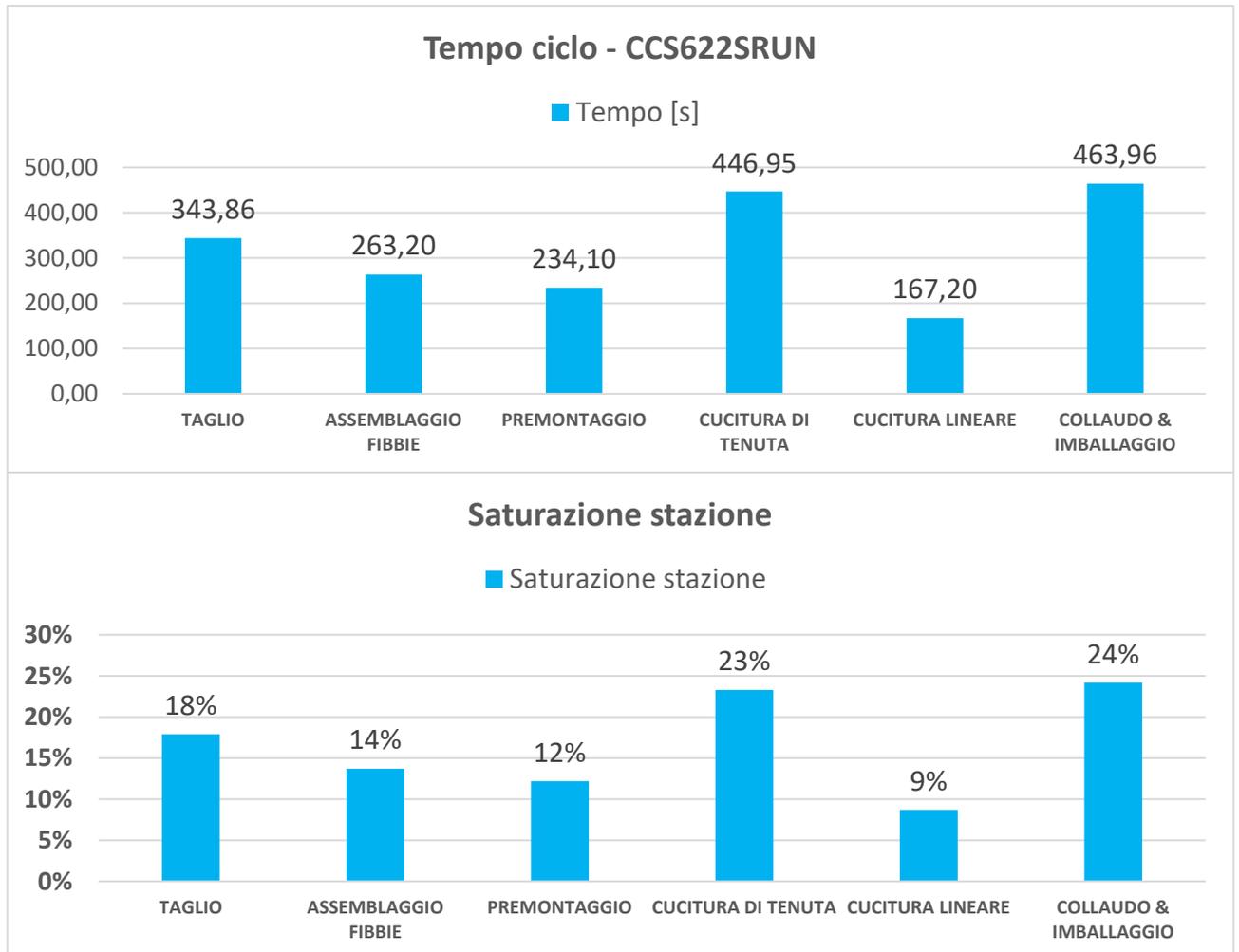


Figura 3.20: Tempo ciclo e saturazione delle stazioni per produrre la cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI.

3.3.4 Cintura FORMULA

Nelle Figure sottostanti, vengono illustrati i dati elaborati a seguito della raccolta dei tempi ciclo per la cintura FORMULA.

CCS622FRUN	FASE						
NOME OPERATORE	TAGLIO (P. 10A)	ASSEMBLAGGIO FIBBIA (P.05)	PREMONTAGGIO (P. 20)	CUCITURA AUTOMATICA (P. 40)	CUCITURA LINEARE (P. 30)	CUCITURA LINEARE PESANTE (P. 30F)	EOL + IMBALLO (P. 50)
TEAM LEADER							
OPERATORE 2							X
OPERATORE 5					X	X	
OPERATORE 6	X						
OPERATORE 7				X			
OPERATORE 9		X					

Figura 3.21: Polivalenza degli operatori osservati per la produzione della cintura GT/RALLY FORMULA.

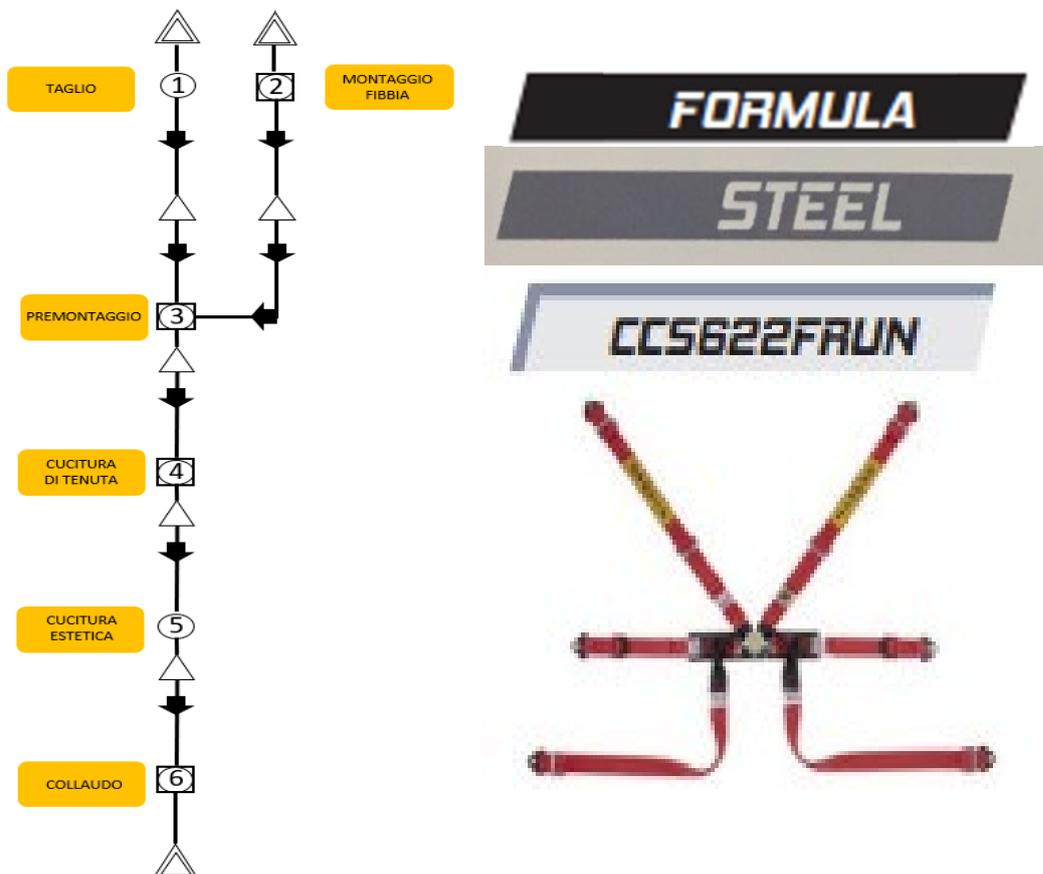


Figura 3.22: Flusso produttivo per cintura FORMULA.

CINTURA 6P FORMULA CCS622FRUN		
STAZIONE 10 - TAGLIO		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	36,10
	Taglio schede SIP	20,05
BRETELLA FISSA	Check taglio pre-test	10,30
	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	50,00
	Taglio	7,10
	Check quantità + inserimento in cassetta	15,30
BRETELLA REGOLABILE	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	30,55
	Taglio	6,75
	Check quantità + inserimento in cassetta	10,05
COSCIALE	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	50,00
	Taglio	10,00
	Check quantità + inserimento in cassetta	10,65
LOOP COSCIALE	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	50,60
	Taglio	7,10
	Check quantità + inserimento in cassetta	10,15
LOOP ADDOMINALE	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	25,30
	Taglio	4,70
	Check quantità + inserimento in cassetta	15,90

ADDOMINALE REGOLABILE	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	50,40
	Taglio	5,00
	Check quantità	15,00
ADDOMINALE FISSO	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	50,00
	Taglio	5,30
	Check quantità + inserimento in cassetta	13,20
PAD	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	50,35
	Taglio	4,45
	Check quantità + inserimento in cassetta	12,60
STAZIONE 05A - ASSEMBLAGGIO FIBBIE		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	20,00
CORPO INF	Prelevare corpo inferiore e porlo sul tavolo di montaggio	4,00
	Prelevare espulsori e molle	3,00
	Bagnare un estremo delle molle nel grasso	6,15
	Inserire le molle dentro le sedi degli espulsori	9,50
	Inserire molle ed espulsori nelle sedi ricavate sul corpo inferiore	5,60
	Prelevare la sfera e inserirla nella sede ricavata nel corpo inferiore	3,35
CORPO SUP	Prelevare corpo superiore e porlo sul tavolo di montaggio	5,50
	Prelevare scrocchi, falsi scrocchi e molle	4,40
	Bagnare un estremo delle molle nel grasso	7,20
	Inserire molle, dal lato ingrassato, dentro scrocchi e falsi scrocchi	10,05
	Posizionare scrocchi&falsi scrocchi sulle sedi del corpo superiore	15,10

	Prelevare e inserire la molla conica al centro del corpo superiore	4,30
	Prelevare e inserire la raggiera	5,25
	Prelevare e inserire l'alberino	4,30
	Prelevare rondella e vite lingua	8,00
	Precaricare il corpo inferiore con una chiave a T	10,00
	Ingrassare le pareti del corpo superiore	12,05
	Inserire il piatto fisso	6,10
	Predisporre gli assiemi al matrimonio	9,75
MATRIMONIO	Inserire dadi su posaggio	10,55
	Posizionare corpo inferiore su posaggio	5,00
	Prelevare corpo superiore e chiuderlo sul corpo inferiore	4,00
	Inserire lingua nello slot della fibbia	5,10
	Fissare l'assemblato con la macchina	5,25
	Prelevare n°5 viti e bagnare le punte nel frena filetto verde	7,75
	Avvitare le viti sul corpo superiore con avvitatore pneumatico	18,20
	Azionare la macchina per liberare l'assemblato dal posaggio	5,30
	Svitare vite centrale ponendola da parte	5,75
	Marcare settimana e anno di produzione sulla marcatrice	6,70
	Riprendere la vite precedentemente svitata e bagnarla nel frena filetto blu	6,20
	Avvitare la vite nella sede centrale della fibbia	8,10
TEST	Effettuare collaudo leva	27,15
	Effettuare collaudo sgancio lingue	25,10
	Applicare l'adesivo Sabelt	5,30
	Porre la fibbia dentro il pluriball	4,00
STAZIONE 40A/B/G CUCITURA AUTOMATICA		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	15,20
COSCIALE	Prelevare etichetta omologa, ologramma e regolatori	16,70

	Con la dima, segnare riferimento e a 45mm sul cosciale	14,80
	Cucire i loop sui cosciali richiamando il programma di cucitura specificato a disegno	86,70
	Pulizia cuciture	50,20
ADDOMINALE FISSO	Eseguire la cucitura di tenuta sugli addominali fissi	48,20
	Pulire gli eccessi di filo	20,05
ADDOMINALE REGOLABILE	Piegare gli estremi dell'addominale regolabile lato lingua a 75mm ed eseguire la cucitura di tenuta	21,10
	Pulire gli eccessi di filo	8,10
	Piegare gli estremi dell'addominale regolabile lato fibbia a 75mm ed eseguire la cucitura di tenuta	16,05
	Pulire gli eccessi di filo	10,40
	Accoppiare le 2 parti	3,20
	Segnare riferiemento a 170mm tramite dima	14,15
	Pulizia cuciture: rimuovere gli eccessi di filo	10,00
BRETELLA REGOLABILE	Posizionamento omologa, ologramma su bretella regolabile sx ed eseguire cucitura di tenuta	32,00
	Posizionamento omologa su bretella regolabile dx ed eseguire cucitura di tenuta	26,00
	Pulizia eccessi di filo	9,90
BRETELLA FISSA	Inserire regolatore ed eseguire la cucitura di tenuta sulle bretelle fisse	36,50
	Pulire gli eccessi di filo	20,40
ANELLO PASSA COSCIALE	Eseguire cucitura di tenuta sugli anelli passa cosciale	89,05
	Pulire gli eccessi di filo	40,25
	Imbustare le fibbie col pluriball e chiudere con l'elastico	8,35
STAZIONE 20 - PREMONTAGGIO		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	35,70

ADDOMINALI FISSI	Staffa con addominale fisso: verso della staffa in giù	15,80
ADDOMINALI REGOLABILI	Rimuovere la fibbia dal pluriball e inserire l'addominale regolabile nella lingua della fibbia	15,85
	Reinserire gli addominali regolabili con la fibbia nel pluriball	5,90
COSCIALI	Premontare il cosciale con la staffa e il regolatore tribar: verificare che la piega della staffa sia in su	52,30
BRETELLE REGOLABILI	Piegare il lembo delle bretelle regolabili e inserirlo nell'asola della lingua	32,20
BRETELLE FISSE	Regolatore 3bar, bretella fissa e staffa con la piega in giù	25,10
	Piegare la bretella fissa e inserirla dentro l'asola della staffa	24,30
PREMONTAGGIO MINUTERIA	Premontaggio minuteria: ADDOMINALI FISSI	50,20
	Premontaggio minuteria: COSCIALI	56,65
	Premontaggio minuteria: BRETELLE FISSE	60,90
STAZIONE 30F CUCITURA LINEARE PESANTE		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
ADDOMINALI REGOLABILI	Eeguire la cucitura lineare pesante dei PAD sugli addominali regolabili	52,00
STAZIONE 30C CUCITURA LINEARE		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
ADDOMINALI REGOLABILI	Montare i due addominali regolabili lato lingua ed eseguire gli orlini	34,35
	Pulire gli eccessi di filo	7,25
	Montaggio dei 2 addominali regolabili + orlini + pulizia lato fibbia	27,90
	Pulire gli eccessi di filo	10,10
BRETELLE REGOLABILI	Orlini + pulizia	14,00
	Pulire gli eccessi di filo	12,00
BRETELLA FISSA	Cucitura logo SABELT	85,15
STAZIONE 50 - IMBALLO		

Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]	
MODULISTICA	Compilazione modulo delibera	40,35	
	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	15,20	
	Compilazione modulo EOL	10,10	
COLLAUDO	Assemblaggio bretella fissa con bretella regolabile dove ho l'ologramma	10,00	
	Assemblaggio bretella fissa con bretella regolabile dove non ho l'ologramma	10,00	
	Assemblaggio addominale regolabile con addominale fisso lato fibbia	7,65	
	Assemblaggio addominale regolabile con addominale fisso lato lingua	8,60	
	Segnare n°ologramma, n°seriale su delibera prodotto	20,30	
	Check lunghezze bretelle regolabili bretelle fisse	80,70	
	Check lunghezze addominali regolabili e addominali fissi	75,00	
	Check lunghezze cosciali	75,00	
MODULISTICA	n°CDI su rintracciabilità	10,05	
PREPARAZIONE SCATOLE	Packaging	19,35	
	Imballaggio	56,20	
CINTURA 6P FORMULA CCS622FRUN			
FASE	STAZIONE	Tempo [s]	Saturazione stazione
TAGLIO	10	576,90	23%
ASSEMBLAGGIO FIBBIE	5	303,05	12%
PREMONTAGGIO	20	374,90	15%
CUCITURA DI TENUTA	40	597,30	24%
CUCITURA LINEARE PESANTE	30F	52,00	2%
CUCITURA LINEARE	30	190,75	8%
COLLAUDO & IMBALLAGGIO	50	438,50	16%
Totale tempo ciclo		2533,40	100%
Tempo ciclo a sistema		1200,00	/

Tabella 12: Tempo ciclo misurato per ciascuna operazione elementare svolta sulle stazioni di lavoro interessate.

Il tempo ciclo rilevato per la cintura GT/RALLY FORMULA è di poco superiore a **2530s** contro i **1200s** registrati a sistema, di cui per circa **400s** l'operatore è in attesa della fine lavorazione delle unità operative.

FORMULA	SISTEMA	AS IS
TEMPO [s]	2100,00	2533,40
TOTALE COSTO INDUSTRIALE [€]	/	10%

Tabella 13: Tempi e costi industriali per cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI.

Rispetto al tempo ciclo registrato a sistema, si consta uno scostamento pari a **433,33s** pari ad un costo industriale di **+10%** nello scenario AS IS con un tempo ciclo pari a **2533,33s**.

La cintura FORMULA non soltanto richiede tempi più lunghi per essere processata, ma è anche la più laboriosa per via delle numerose parti che la compongono (loop addominale, loop cosciale e pad), come giustificato dall'alta percentuale di saturazione nella stazione di *taglio*.

Come si evince dalla Tabella 8, la fase del *taglio* è la seconda fase che richiede un alto carico di lavoro (**23%**) con **576,90s**.

La *cucitura di tenuta* si conferma essere ancora una volta la fase più lunga per processare una cintura, specialmente se si tratta di una cintura FORMULA sfiorando i 600s.

A differenza delle precedenti tipologie di cinture, la FORMULA, insieme alla cintura CLUBMAN, richiede una lavorazione intermedia prima di subire la *cucitura lineare*: la *cucitura lineare pesante*. In Figura 3.12 sono indicati gli elementi che verranno cuciti direttamente sugli addominali regolabili della cintura. Nonostante la macchina con cui eseguire questa operazione, riportata in Figura 3.11, sia obsoleta e priva di qualsiasi centralina in grado di assistere la macchinista durante la lavorazione, continua ad essere impiegata in linea cinture per operazioni specifiche, come la cucitura dei *pad* sugli addominali (Figura 3.12), sui prodotti appartenenti alla categoria delle cinture FORMULA, CLUBMAN e SPECIALI.

La discrepanza tra i due tempi è da ricercare *in primis* sulle stime superficiali in merito alla lavorazione a cui è soggetta la cintura FORMULA.

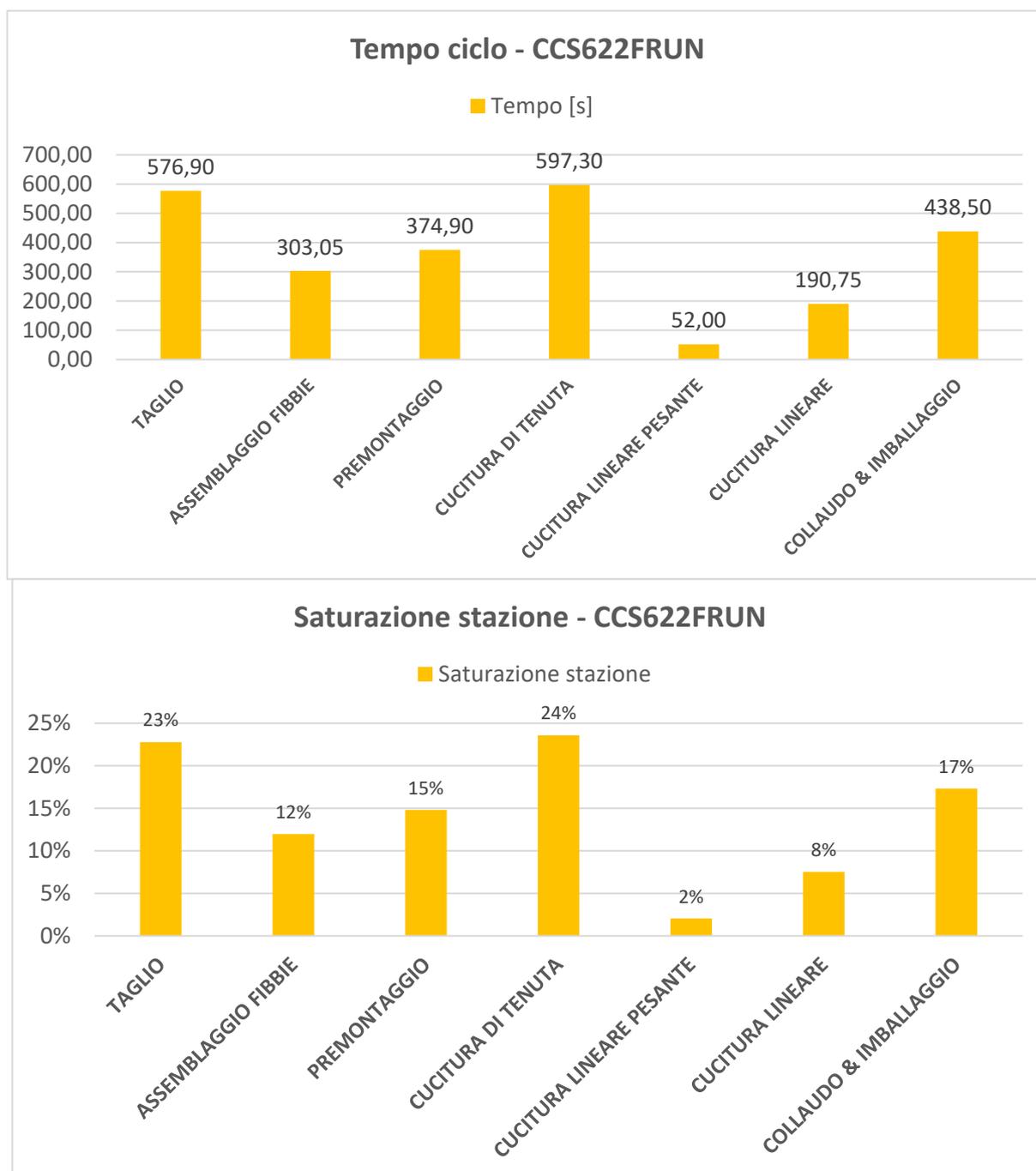


Figura 3.23: Tempo ciclo e saturazione delle stazioni per produrre la cintura GT/RALLY FORMULA.

3.3.5 Cintura CLUBMAN

Nelle Figure sottostanti, vengono illustrati i dati elaborati a seguito della raccolta dei tempi ciclo per la cintura CLUBMAN.

CFCC904002NP_A	FASE						
	TAGLIO (P. 10A)	ASSEMBLAGGIO FIBBIA (P.05)	PREMONTAGGIO (P. 20)	CUCITURA AUTOMATICA (P. 40)	CUCITURA LINEARE (P. 30)	CUCITURA LINEARE PESANTE (P. 30F)	EOL + IMBALLO (P. 50)
TEAM LEADER							
OPERATORE 1							X
OPERATORE 3	X						
OPERATORE 5					X	X	
OPERATORE 6				X			
OPERATORE 8			X				

Figura 3.24: Polivalenza degli operatori osservati per la produzione della cintura CLUBMAN.

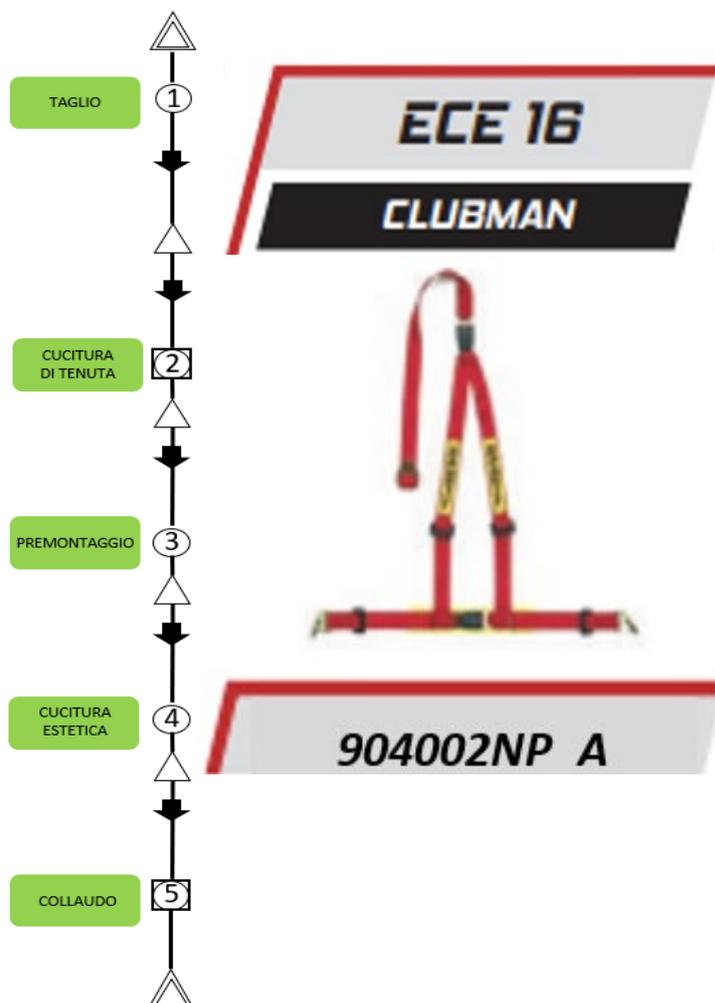


Figura 3.25: Flusso produttivo per cintura CLUBMAN.

CINTURA CLUBMAN CFCC904002NP_A		
STAZIONE 10 - TAGLIO		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	25,10
BRETELLA FISSA	Taglio delle schede SIP e applicazione sulle cassette	50,00
	Check taglio pre-test	20,00
	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	25,35
	Taglio	5,10
	Check quantità + inserimento in cassetta	18,20
BRETELLA REGOLABILE	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	15,45
	Taglio	3,15
	Taglio	3,75
	Check quantità + inserimento in cassetta	20,70
BRETELLA Y	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	25,80
	Taglio	5,10
	Check quantità + inserimento in cassetta	15,05
ADDOMINALE REGOLABILE	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	25,95
	Taglio	3,65
	Taglio	3,45
	Check quantità + inserimento in cassetta	20,10
ADDOMINALE FISSO	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	50,35
	Taglio	2,00

	Taglio	2,75
	Check quantità + inserimento in cassetta	20,45
PAD	Impostaz. parametri su macchina di taglio + test 1° taglio	23,20
	Taglio PAD da 160mm	2,15
	Taglio PAD da 230mm	2,55
	Check quantità + inserimento in cassetta	15,45
MINUTERIA	Prelevare la minuteria + la fibbia e inserirle nelle cassette corrispondenti	50,00
MODULISTICA	Rintracciabilità	10,15
STAZIONE 20 - PREMONTAGGIO		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	60,00
ADDOMINALE FISSO	Piegare l'estremo degli addominali fissi e inserirli su staffa terminale (lato dx)	9,90
	Piegare l'estremo degli addominali fissi e inserirli su staffa terminale (lato sx)	9,45
ADDOMINALE REGOLABILE	Piegare addominali regolabili e inserirli dentro l'asola della fibbia	11,50
	Inserire addominali regolabili dentro l'asola della lingua	9,30
BRETELLA Y	Inserire bretella Y sul regolatore tribar	13,15
BRETELLA FISSA	Preparazione staffa con vite, rondella e chiudere con la chiave press	31,20
	Premontaggio bretella fissa su regolatore tribar	49,10
ADDOMINALI FISSI	Prelevare e disporre minuteria sul banco	9,00
	Inserire vite nella staffa, distanziale rondella elastica e poi premere con la chiave press	20,05
STAZIONE 40A/B/G CUCITURA AUTOMATICA		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
MODULISTICA	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	15,15
BRETELLA Y	Effettuare cucitura lineare	17,10
	Inserire bretella y nel buflug	23,25

	Avviare cucitura di tenuta	20,30
	Pulizia delle cuciture lineari e di tenuta	30,10
BRETELLA FISSA + BRETELLA Y	Assemblaggio bretella fissa su bretella Y tramite regolatore tribar	15,10
BRETELLA FISSA + BRETELLA Y	Avviare cucitura di tenuta	9,70
	Pulire gli eccessi di filo della cucitura	3,00
ADDOMINALI FISSI	Prelevare addominali fissi e inserire buflug	18,00
	Ripiegare gli estremi e avviare la cucitura di tenuta	15,80
	Pulire gli eccessi di filo della cucitura di tenuta	22,00
BRETELLA REGOLABILE	Piegare l'estremo e avviare cucitura di tenuta	39,00
	Pulizia delle cuciture di tenuta	38,20
ADDOMIINALI REGOLABILI	Inserire addomiinali regolabili dentro le buste delle bretelle regolabili	14,10
	Ripiegare l'estremo lato lingua nella busta e avviare cucitura di tenuta	16,30
	Pulizia delle cuciture di tenuta	8,40
	Inserire addomiinali regolabili dentro le buste delle bretelle regolabili	20,20
	Ripiegare l'estremo lato fibbia nella busta e avviare cucitura di tenuta	17,05
	Pulizia delle cuciture di tenuta	12,00
STAZIONE 30F CUCITURA LINEARE PESANTE		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
ADDOMINALI REGOLABILI SU BRETELLE REGOLABILI	Cucitura pad 230mm su addominale regolabile lato fibbia	24,00
	Cucitura pad 160mm su addominale regolabile lato lingua	26,30
STAZIONE 30C CUCITURA LINEARE		
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]
BRETELLA FISSA SU BRETELLA Y	Cucitura etichette SABELT su bretella Y pulizia	80,15
	Pulire eccessi di filo	23,20
	Effettuare orlini sulle bretelle	13,50
FINALE	Montaggio lingua su fibbia	3,45

	Pulizia cucitura pad	29,80	
	Assemblaggio con addominali fissi e bretella Y + bretella regolabile	34,10	
	Effettuare orlini	36,55	
	Pulizia orlini	17,00	
STAZIONE 50 - IMBALLO			
Sottofase	Operazione elementare	Tempo [s]	
MODULISTICA	Compilazione modulo EOL	26,80	
	Compilazione Modulo di Rintracciabilità	20,40	
	Compilazione modulo delibera	40,45	
	n°CDI su rintracciabilità	10,00	
INTERFACCIA INFORMATICA	Stampa etichette da PC + scannerizzazione rintracciabilità	45,00	
COLLAUDO	Check lunghezze bretelle regolabili	20,00	
	Check lunghezze bretelle fisse	20,15	
	Check lunghezza bretelle Y	20,25	
	Check lunghezze addominali regolabili	20,20	
	Check lunghezze addominali fissi	15,50	
	Check di tutte le cuciture sulla cintura	32,15	
PREPARAZIONE SCATOLE	Prelevare PAD e inserirli in scatola	8,00	
	Packaging	20,00	
	Imballaggio	56,25	
	Etichette sulle scatole	4,10	
CINTURA CLUBMAN CFCC904002NP_A			
FASE	STAZIONE	Tempo [s]	Saturazione stazione
TAGLIO	10	464,95	28%
PREMONTAGGIO	20	222,65	13%
CUCITURA DI TENUTA	40	354,75	21%
CUCITURA LINEARE PESANTE	30F	50,30	3%
CUCITURA LINEARE	30	237,75	14%
COLLAUDO & IMBALLAGGIO	50	359,25	21%
Totale tempo ciclo		1689,65	100%
Tempo ciclo a sistema		1200,00	/

Tabella 14: Tempo ciclo misurato per ciascuna operazione elementare svolta sulle stazioni di lavoro interessate.

Il tempo ciclo rilevato per la cintura CLUBMAN è di **1689,65s**, contro i **1200s** registrati a sistema, di cui per **201,80s** l'operatore è in attesa della fine lavorazione delle unità operative.

CLUBMAN	SISTEMA	AS IS
TEMPO [s]	1200,00	1689,65
TOTALE COSTO INDUSTRIALE [€]	-	5%

Tabella 15: Tempi e costi industriali per cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI.

Rispetto al tempo ciclo registrato a sistema, si consta uno scostamento pari a **410,11s** pari ad un costo industriale di **+5%** nello scenario AS IS con un tempo ciclo pari a **1610,11s**.

Come rappresentato in Figura 3.18, le cinture appartenenti a questa famiglia non subiscono la fase di *assemblaggio fibbia*, come le cinture precedenti in quanto la stessa non possiede un'omologazione FiA (cinture da competizioni racing) ma ECE (cinture per vetture stradali). Pertanto, al termine della fase di taglio, la fibbia viene prelevata direttamente dalla cassetta posta sulla scaffalatura e destinata, insieme ai tagliati, alla stazione del *premontaggio*.

Così come le cinture FORMULA, anche le cinture CLUBMAN vengono lavorate presso la stazione 30F per subire il processo di *cucitura lineare pesante* impegnando l'unità operativa solo per il 3% del tempo ciclo.

Inoltre, tra le 4 famiglie analizzate, la cintura CLUBMAN è quella che fa registrare il più alto carico macchina per quanto riguarda la *cucitura lineare*. Questo avviene perché l'operazione di montaggio delle parti della cintura non viene più svolta durante la fase di *collaudo & imballaggio* ma durante la fase di *cucitura lineare* e, pertanto, si avrà che la percentuale di carico macchina di *collaudo & imballaggio* sarà minore rispetto ai casi precedenti.

La macro-fase di cucitura estetica per la cintura CLUBMAN avviene in tre step. Viene dapprima cucita e assemblata la bretella Y (così chiamata poiché l'assemblato assume la forma di una Y) sulla bretella fissa. Successivamente si esegue la *cucitura lineare pesante* alla stazione 30F accoppiando i *pad* agli addominali (come per le cinture FORMULA) e infine si ritorna alla stazione iniziale dove la cintura viene montata, inserendo la lingua dentro la fibbia, e assemblata con le bretelle prima di procedere alla cucitura degli orlini. Il montaggio della cintura in questa stazione giustifica il valore di percentuale carico macchina più alto tra le cinture analizzate, **14%** impiegando **237,75s**.

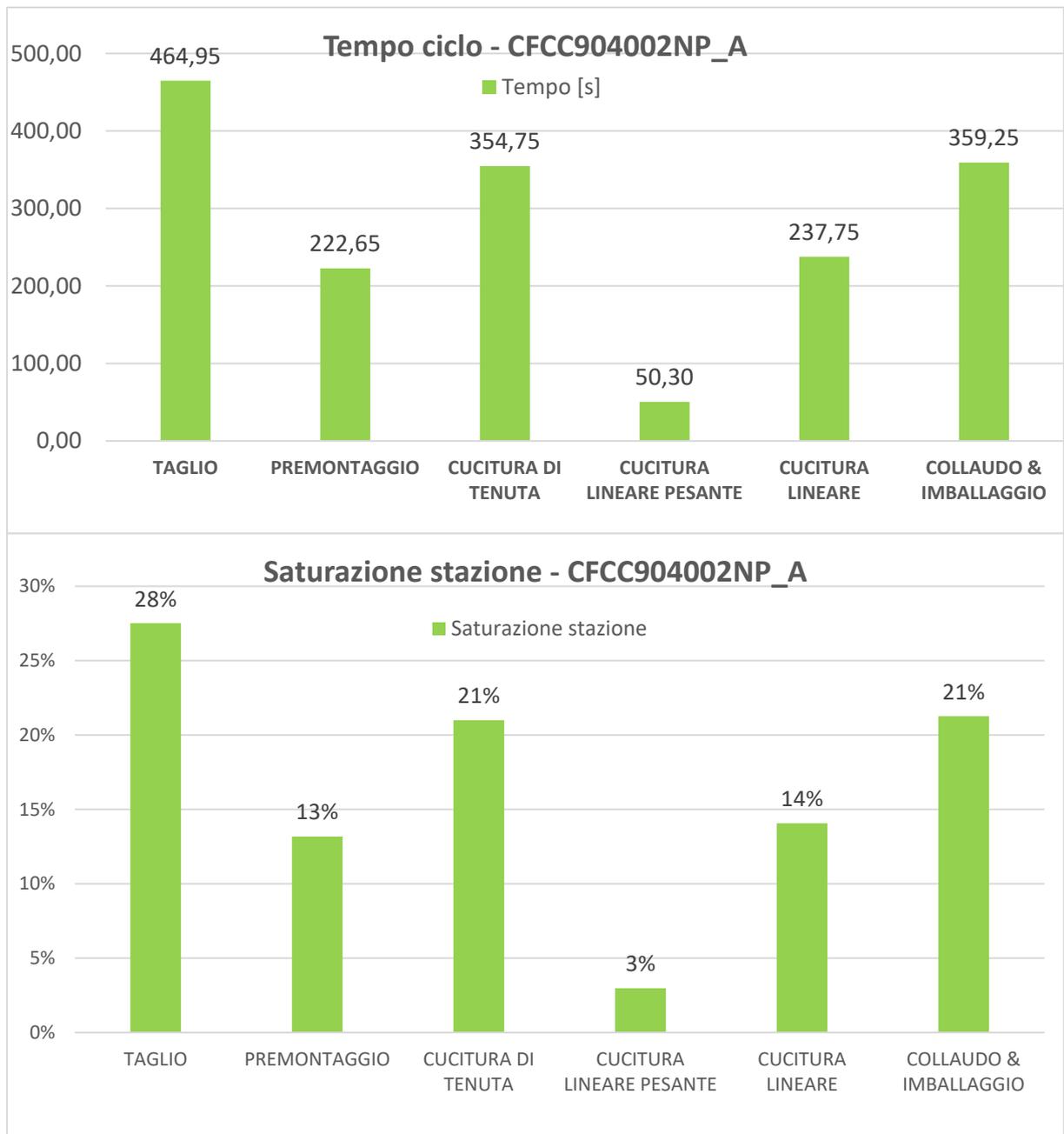


Figura 3.26: Tempo ciclo e saturazione delle stazioni per produrre la cintura CLUBMAN.

	4P SALOON	6P SALOON	6P FORMULA	CLUBMAN	F1	SPECIALE	RETE	CINGHIA
TEMPO SISTEMA [s]	1200,00	1320,00	2100,00	1290,00	3600,00	2100,00	2040,00	720,00
TEMPO RILEVATO [s]	1601,11	1919,27	2533,40	1689,65	4500,00	2434,20	2116,80	525,00
TEMPO PASSIVO [s]	198,75	122,20	406,00	201,80				

Tabella 16: Confronto tempi rilevati e tempi a sistema.

Riassumendo i dati illustrati in Tabella 16, si nota come, per le famiglie oggetto della campagna dati, si rilevino degli evidenti scostamenti tra il tempo reale richiesto per processarle e quello presente a sistema.

Complessivamente, le fasi di *cucitura di tenuta* e *collaudo & imballo* sono le più critiche per le cinture analizzate. Per implementare azioni di miglioramento continuo in linea cinture, verranno introdotti gli strumenti della *lean production* e verrà rivisto il layout attuale della linea allo scopo di ridurre gli sprechi dovuti a inefficienze.

3.4 Inefficienze

Da un'accurata osservazione condotta sulla linea cinture, sono state individuate molteplici criticità che impattano sulla continuità del flusso produttivo.

3.4.1 Fattore umano in fase di progettazione

La linea cinture è un'area produttiva dove viene richiesta grande manualità agli operatori anche quando ci si interfaccia con unità operative quali la macchina di taglio o le macchine da cucito. Se da un lato è vero che gli operatori devono essere formati sia per evitare di produrre pezzi fuori tolleranza che di rilevare semilavorati di scarto durante le fasi di lavorazione, dall'altro lato ci si interfaccia con prodotti che sono stati progettati solo in piccola parte in ottica *poka yoke*, cioè a prova di errore: è il caso delle fibbie dove l'inserimento degli *scrocchi* e *falsiscrocchi* nel *corpo inferiore* della fibbia stessa non può essere casuale trattandosi di un dispositivo di sicurezza.

La mancanza di una progettazione e di una produzione a prova di errore costituisce una variabile costante e onnipresente nella linea di produzione delle cinture. Inoltre, anche le informazioni non corrette riportate dal disegno tecnico,

come una distinta base imprecisa o quote dimensionali impossibili da rispettare durante le lavorazioni, influenza la produzione. Tutto questo genera confusione tra l'Ente Tecnico, l'Ente Manufacturing, l'Ente Qualità, il personale in produzione e gli addetti del magazzino, incaricati di approvvigionare il materiale in linea, quando ricevono la richiesta dal team leader riscontrando una non correlazione di codici e descrizioni degli articoli tra DBA a disegno e DBA caricata sul portale di sistema.

In sintesi, ritardi di approvvigionamento, di lavorazione e di spedizione dell'articolo verso il cliente finale gravano sulla catena produttiva.

3.4.2 Fattore umano in fase di produzione

L'aumento significativo dei progetti, correlato ad un alto grado di personalizzazione sui prodotti, porta saltuariamente al verificarsi di semilavorati non conformi in produzione. La causa è da ricercarsi principalmente su disattenzioni e non curanza da parte degli operatori nel non seguire le indicazioni riportate sul disegno agendo *a memoria* nell'esecuzione del prodotto.

Un esempio riscontrato durante la rilevazione dei tempi è la non sostituzione della piastra nella macchina per le cuciture di tenuta. Quando viene richiamato un programma di cucitura, generalmente, viene richiesta la sostituzione della piastra in favore di quella con cui eseguire la lavorazione: in Tabella 17 è riportato, per ciascuna delle famiglie di cinture analizzate, il n° di cambi piastra per l'esecuzione delle cuciture riportate sul disegno tecnico e a quanto ammonta il tempo per effettuare il setup. Dall'osservazione del flusso produttivo, è emerso come questa operazione sia, per lo più, ignorata dalle macchiniste per non aumentare i tempi di lavorazione del lotto e procedere senza interruzioni all'operazione successiva aumentando, di contro, la percentuale di rischio di lavorare una parte che dovrà essere rilavorata.

CINTURA	CAMBI PIASTRA	TEMPI SETUP [s]
GT/RALLY 4PUNTI	2	320
GT/RALLY 6PUNTI	3	480
FORMULA	4	640
CLUBMAN	3	480

Tabella 17: Tempi di setup richiesti per le cinture a catalogo.

O ancora, l'inefficienza può essere dovuta al non aver verificato che il quantitativo di filo presente nella spoletta fosse insufficiente per eseguire la cucitura. Durante la rilevazione dei tempi, è capitato di frequente di osservare le operatrici rilavorare una parte a causa di tale negligenza ma anche per un limite della macchina incapace di comunicare che il filo avvolto nella spoletta si sta esaurendo: nel capitolo 4.3.2, verrà presentata una soluzione ricercata con il fornitore dell'unità operativa.

In generale, nonostante la formazione e l'esperienza maturata negli anni da parte delle macchiniste, si tratta comunque di operazioni delicate per cui se non si seguono le direttive dettate dalla produzione, è facile che la cintura sia non conforme o fuori tolleranza costringendo ad una rilavorazione e ad un aumento dei costi operativi.

Per garantire il funzionamento della cintura nello scenario più critico, durante un impatto della vettura, l'Ente Manufacturing e Qualità hanno redatto un documento che illustra gli step da seguire nel caso in cui si presentasse uno degli scenari fin qui descritti. In generale, tutte le famiglie di cinture possono ammettere una sola rilavorazione della parte, ad esclusione delle cinture *F1* e *reti* per applicazioni *avio*, le quali, per la tipologia di nastro diverso, non ammettono alcun tipo di rilavorazione: nel caso in cui dovesse finire il filo nella spoletta durante la cucitura di una parte, la stessa viene scartata e una nuova porzione di nastro viene processata a partire dalla fase di taglio.

Lo scopo è quello di preservare le specifiche tecniche di tenuta della cintura e garantire la sicurezza di chi la indossa.

3.4.3 Mancanza di polivalenza sulla linea

Nel condurre la campagna di raccolta dati, oltre all'analisi delle operazioni che apportano valore aggiunto al prodotto, si è posta attenzione anche agli operatori "intervistati" e al loro grado di formazione.

Nel caso della linea delle cinture le mansioni sono le seguenti:

- TAGLIO;
- ASSEMBLAGGIO FIBBIE;
- PREMONTAGGIO;
- CUCITURA DI TENUTA;
- CUCITURA LINEARE PESANTE;
- CUCITURA LINEARE;
- COLLAUDO & IMBALLO.

Alla luce dei dati raccolti, si evince come nella linea cintura ci sia una scarsa polivalenza: operatori che tagliano o premontano non hanno competenza alcuna in materia di cucito né viene mostrata da parte loro una predisposizione per l'apprendimento di queste macchine. Lo stesso, si riscontra anche per le macchiniste, ostinate a mantenere le proprie competenze limitate alla sola cucitura o, al più, al collaudo.

Come dato di fatto, queste resistenze si traducono in difficoltà e scarsa flessibilità da gestire con ripercussioni sull'intera catena specialmente quando una o più operatrici sono assenti dalla linea.

3.4.4 Soggezione degli osservati durante l'esecuzione

La campagna di raccolta dati per l'elaborazione dei tempi ciclo è stata condotta concentrandosi non soltanto sull'osservazione del valore che viene apportato al prodotto ma valutando sia le modalità con cui le istruzioni sono state eseguite sia analizzando la formazione degli operatori in linea. In particolare, i tempi rilevati non sono stati presi sugli stessi operatori e questo ha portato ad una dispersione e anche ad un'alterazione dei dati discernendo tra operatori più giovani in fase di formazione e operatori con un livello più alto di formazione.

Inoltre, non è da trascurare un fattore prettamente soggettivo ma che accomuna tutti gli addetti in linea, ovvero il sentirsi in soggezione durante la rilevazione dei tempi. Marcato o meno, è una variabile da non trascurare in fase di definizione

dei tempi ciclo in quanto influenza significativamente il ritmo che l'osservato sostiene, soprattutto se si è ancora in fase di addestramento.

Complessivamente, le fasi di *cucitura di tenuta* e *collaudo & imballo* sono le più critiche per le cinture analizzate. Per implementare azioni di miglioramento continuo in linea cinture, verranno introdotti gli strumenti della lean production atte proporre un re-layout della linea, a bilanciare il carico di lavoro tra le stazioni, e a migliorare lo stato delle postazioni di lavoro in cui gli operatori svolgono le operazioni elementari.

3.4.5 Saturazione delle macchine

Nei grafici precedenti sono stati presentati i carichi macchina per ciascuna famiglia di cintura come unico prodotto in lavorazione. Durante la produzione, però, vengono processati prodotti diversi tra loro che al di là della famiglia di appartenenza, possono richiamare anche le lavorazioni degli optional, riportati in Figura 3.27, su richiesta del Cliente alterando le percentuali di saturazione delle stazioni di lavoro.



Figura 3.27: *Optional selezionabili su richiesta del cliente.*

È interessante notare come, considerando anche queste lavorazioni extra, i carichi macchina *effettivi* rivelino dei colli di bottiglia prima non rilevati.

Supponendo di produrre, in una giornata produttiva, un totale di ottanta cinture suddivise nelle quattro tipologie di cinture presenti a catalogo e nelle quantità specificate nelle tabelle, si distinguono tre casi di interesse:

- 1) Lavorazione delle quattro famiglie a catalogo & nessuna personalizzazione
 Rappresenta il caso più semplice tra quelli in esame, Tabella 18. Le cinture inserite a programma vengono processate come cinture a catalogo. Si evince già uno squilibrio tra le fasi per la *cucitura di tenuta* e la *cucitura lineare*;

COD.	TIPOLOGIA / FAMIGLIA	Quantità	Saturazione cucitura di tenuta	Sat cucitura di tenuta tot	Saturazione cucitura lineare	Sat cucitura lineare tot
CCS433SRDN	FIA 8854/98 SALOON/RALLY 4PUNTI	20	8%	36%	11%	55%
CCS622SBUN	FIA 8853-2016/SALOON/RALLY 6PUNTI	20	8%		12%	
CCS622FRUN	FIA 8853-2016/FORMULA 6PUNTI	20	13%		14%	
CFCC904002NP_A	ECE CLUBMAN	20	7%		18%	

Tabella 18: Nessuna personalizzazione per le cinture da produrre.

- 2) Lavorazione delle quattro famiglie a catalogo & personalizzazione per le cinture FORMULA e CLUBMAN

In Tabella 19 si riscontra un marcato sbilanciamento tra le fasi di *cucitura di tenuta* e di *cucitura lineare* con implicazioni significative sulla linea produttiva. In queste condizioni si assiste ad un notevole incremento del *tempo in coda*: tempo che un semilavorato attende davanti ad una risorsa in attesa che questa finisca la lavorazione del particolare precedente

COD.	TIPOLOGIA / FAMIGLIA	Quantità	Saturazione cucitura di tenuta	Sat cucitura di tenuta tot	Saturazione cucitura lineare	Sat cucitura lineare tot
CCS433SRDN	FIA 8854/98 SALOON/RALLY 4PUNTI	20	8%	39%	11%	94%
CCS622SBUN	FIA 8853-2016/SALOON/RALLY 6PUNTI	20	8%		12%	
CCS622FRUN	FIA 8853-2016/FORMULA 6PUNTI	20	14%		33%	
CFCC904002NP_A	ECE CLUBMAN	20	9%		38%	

Tabella 19: Personalizzazione prevista per le sole cinture FORMULA e CLUBMAN.

Si configura come un caso intermedio, non distante dalla realtà produttiva, e già a questo stadio invita i responsabili della produzione alla ricerca di azioni correttive mirate a ristabilire il bilanciamento tra le stazioni.

3) Lavorazione & personalizzazione delle quattro famiglie a catalogo

Il terzo caso, rappresentato in Tabella 20, è un caso limite e si configura come oggetto di studio volto alla definizione della capacità produttiva della linea nel gestire ordini con un elevato tasso di personalizzazione.

COD.	TIPOLOGIA / FAMIGLIA	Quantità	Saturazione cucitura di tenuta	Sat cucitura di tenuta tot	Saturazione cucitura lineare	Sat cucitura lineare tot
CCS433SRDN	FIA 8854/98 SALOON/RALLY 4PUNTI	20	10%	43%	30%	133%
CCS622SBUN	FIA 8853-2016/SALOON/RALLY 6PUNTI	20	10%		32%	
CCS622FRUN	FIA 8853-2016/FORMULA 6PUNTI	20	14%		33%	
CFCC904002NP_A	ECE CLUBMAN	20	9%		38%	

Tabella 20: Caso limite in cui tutte le cinture da produrre montano tutti gli optional.

Alla luce dei tre casi sopra descritti, si evince come introducendo variabili al flusso produttivo, tra cui la personalizzazione dei prodotti con gli optional, il carico macchina sulla stazione per la *cucitura lineare* ne risenta drasticamente. Quando il tempo di arrivo dei lotti da produrre non è regolare, ci si può imbattere da un lato nell'accumulo di unità da lavorare e dall'altro lato nel sottoutilizzo delle risorse. Nella pratica, quello che si osserva in linea è una crescita di semilavorati in attesa di giungere alla stazione 30 per la *cucitura lineare*.

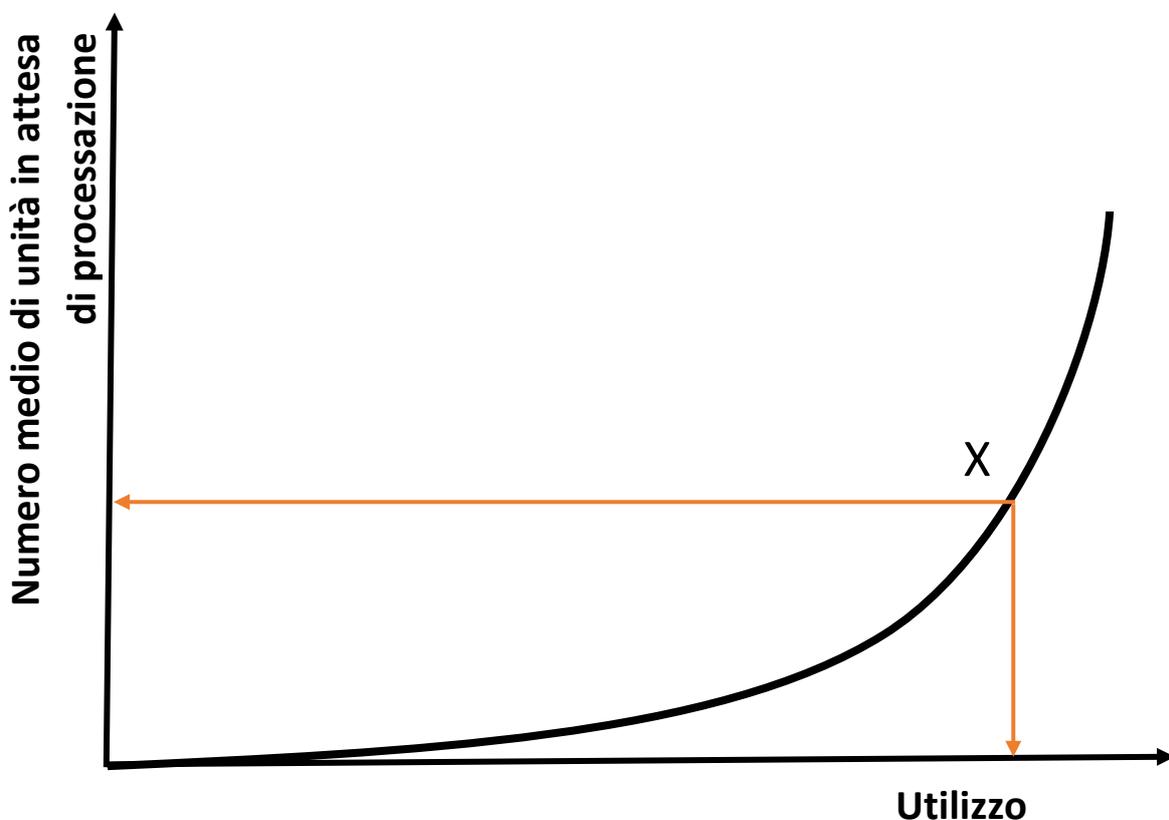


Figura.3.28: Relazione tra utilizzo del processo e numero di unità in attesa di essere processate per tempi variabili di arrivo e di attività. Figura tratta da "Gestione delle operations e dei processi" N. Slack, A. Brandon-Jones, P. Danese, P. Romano, A. Vinelli con modifiche.

Volendo rappresentare la situazione su un grafico, come quello in Figura 3.28, si ha sull'asse delle ascisse l'*utilizzo* della risorsa e sull'asse delle ordinate il n° medio di unità in attesa di essere lavorate.

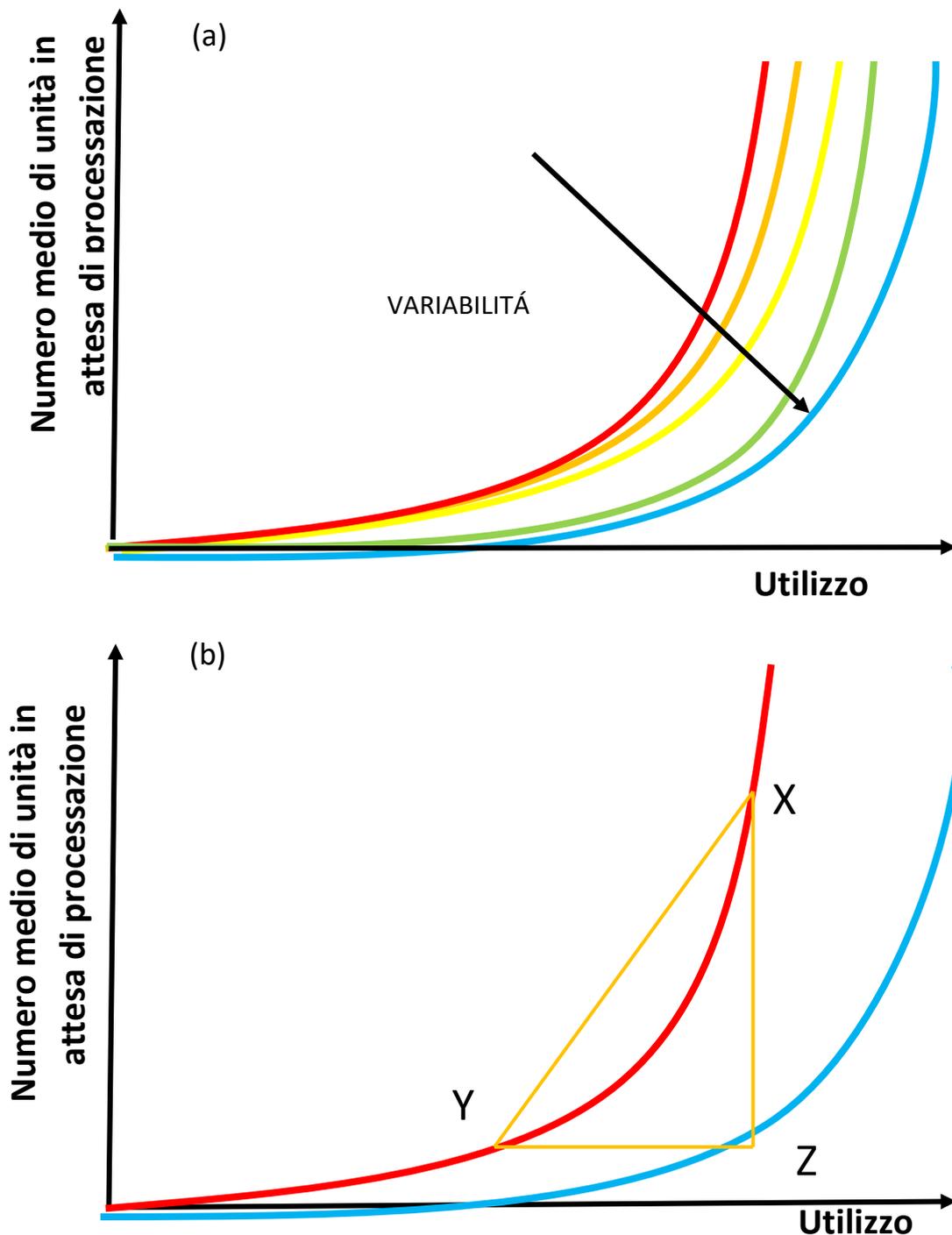


Figura.3.29: Relazione tra utilizzo del processo e numero di unità in attesa di processazione per tempi variabili di arrivo e di attività: a) La variabilità decrescente consente un maggior utilizzo del processo senza lunghi tempi di attesa; b) Gestione delle capacità e/o della variabilità. [Figura tratta da "Gestione delle operations e dei processi" N. Slack, A. Brandon-Jones, P. Danese, P. Romano, A.]

Più aumenta il tasso di saturazione per l'esecuzione della *cucitura lineare* e più alto sarà il tempo medio di attesa. È per questo che, ai fini strategici, nella progettazione di un processo produttivo ci si dovrebbe domandare se è di primaria importanza avere un tempo rapido di attraversamento della linea oppure un elevato utilizzo delle risorse. Come illustrato in Figura 3.29, l'unico modo per far sì che vengano sfruttate a pieno le risorse in linea e, al tempo stesso, contenere i tempi di processo è, per esempio, quello di ridurre la variabilità dei prodotti (Niger Slack 2019).

3.5 Criticità postazioni di lavoro

Perseguendo nello sviluppo dell'analisi AS IS, si sono riscontrate delle criticità riguardanti anche sia le postazioni di lavoro.

Gli incidenti che si manifestano sul luogo di lavoro costituiscono un aspetto su cui le aziende si sono attivate e impegnate nel tempo per sviluppare misure di protezione atte a tutelare i propri lavoratori. Vengono qui di seguito illustrate le problematiche riscontrate sulla linea cinture.

3.5.1 Banco di taglio secondario

Il banco secondario di taglio, già descritto nel capitolo 3.2, rappresenta un altro esempio di criticità per la sicurezza degli operatori in linea.



Figura 3.30: Centralina elettrica banco di taglio secondario.

Le criticità per la sicurezza che si riscontrano sul banco sono molteplici. La prima interessa la centralina elettrica installata sul banco che alimenta l'utensile con lama a caldo: come si può notare nel focus in Figura 3.30, il coperchio della centralina è fissato alla stessa mediante l'impiego di nastro scotch dove sono

presenti prese elettriche mostrando l'assieme globale come non rispettoso delle normative in materia di sicurezza.

Inizialmente, si era scelto di adottare con il costruttore una soluzione che permettesse di eseguire l'operazione di taglio una volta montato e steso il nastro sul tavolo di lavoro.

Tuttavia, la necessità di eseguire un taglio che non fosse lasciato alla manualità



Figura 3.31: Banco di taglio secondario.

d'esecuzione degli addetti in linea, e incorrere così in tagli storti, ha spinto verso la ricerca di soluzioni alternative. È per questo che per consentire agli operatori di eseguire un taglio diritto, si è scelto di tenere attivo l'interruttore di azionamento presente sull'apparecchio tramite fascette di plastica e di optare per l'installazione di una slitta a cui è connesso un braccio ergonomico. All'interno di questo braccio passano cavi elettrici, collegati direttamente alla centralina tramite il connettore grigio e, premendo l'interruttore rosso posto sulla presa ergonomica, l'operatore è in grado di chiudere il circuito e di attivare l'utensile in Figura 3.31.

Attualmente gli utensili impiegati su questo banco sono la sega a disco, dotata di una schermatura dal disco rotante, in Figura 3.32, scongiurando danni gravissimi per gli operatori in linea, e la taglierina a caldo, in Figura 3.33, sprovvista di qualsiasi sistema di sicurezza. posto sulla centralina

Durante la giornata produttiva, però, può capitare che venga richiesta la sostituzione dell'utensile in favore dell'altro per eseguire il taglio. Con l'attuale meccanismo di funzionamento del quadro elettrico, se non si è accorti nella sostituzione e si commette l'errore di invertire le prese di corrente dei due dispositivi, quindi collegare la presa dell'utensile direttamente nella presa a muro anziché collegarla in quella posta sopra la centralina, ecco che l'apparecchio entrerà automaticamente in funzione by-passando l'interruttore di sicurezza rosso posto sulla centralina. Questo accade perché per agevolare l'operazione del taglio in termini di movimento, sono state applicate delle fascette di plastica nere che vanno a premere direttamente sulle sull'interruttore di accensione del dispositivo.

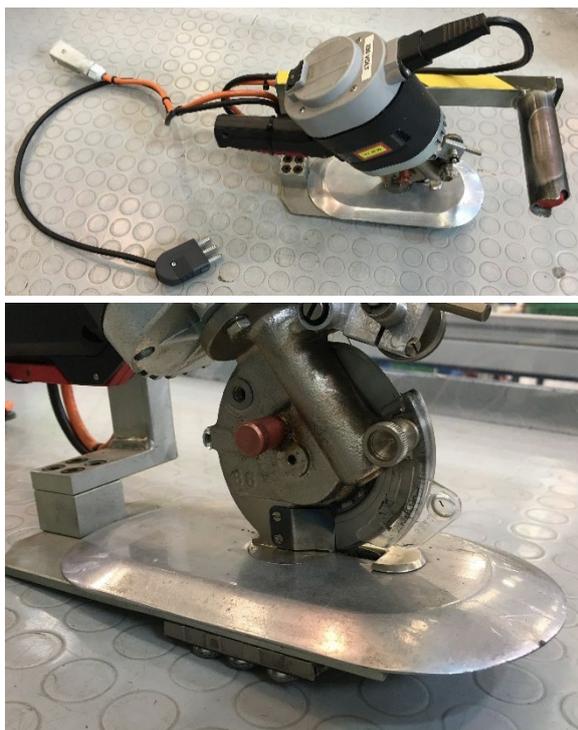


Figura 3.32: Taglia nastro con sega a disco.



Figura 3.33: Taglia nastro con lama a caldo.

3.5.2 Illuminazione dei banchi di lavoro

L'illuminazione è un tema molto sensibile negli impianti industriali e intervistando gli operatori sul comfort delle postazioni di lavoro sono emerse le seguenti criticità.

In Figura 3.34 è mostrata la postazione del banco di taglio secondario da una prospettiva tale per cui è possibile notare come non sia installata alcuna sorgente luminosa. La luminosità, infatti, arriva direttamente dalle lampade installate lungo



Figura 3.34: Visuale del banco di taglio secondario sprovvista di sorgenti luminose.

tutto il corrente del banco di assemblaggio delle fibbie creando delle zone d'ombra. Questo si traduce in una regolazione più ostica e difficoltosa del perno lungo la guida del banco per impostare la misura del nastro da tagliare: è il caso delle cinture F1 in accordo alla Tabella 7.



Figura 3.35: *Eccesso di illuminazione sulla postazione di lavoro.*

Un altro caso in cui si riscontra una problematica legata all'illuminazione delle postazioni riguarda la stazione del premontaggio delle cinture in Figura 3.35.

Contrariamente a quanto precedentemente descritto, in questa postazione si riscontra un eccesso di illuminazione. Di fatti, l'area adibita al premontaggio si compone di due banchi di lavoro, uno di fronte all'altro, ciascuno dei quali è dotato di 2 sorgenti luminose poste in alto lungo tutto il corrente del banco.

Le 2 lampade per banco di lavoro non sono dotate di alimentazione indipendente, questo vuol dire che quando l'operatrice attiva l'interruttore, evidenziato in verde in Figura 3.35, accende entrambe le lampade e un ampio fascio di luce investe tutta la superficie di lavoro.

Quando l'operatrice esegue la lavorazione di premontaggio al banco di lavoro, non sorprende vedere queste sorgenti luminose spente o, ancora, che ad essere accese invece siano le lampade poste nel banco di lavoro di fronte. Questo perché il fascio luminoso investe la minuteria metallica contenuta nelle cassette verdi sul banco e, riflettendo, crea disagi agli operatori.

Tutto questo perché non sono presenti né valvole di regolazione né regolatori di direzione che consentano di mettere a punto l'intensità luminosa e di ridurre così il disagio per gli addetti in linea.

4. TO BE LINEA CINTURE

4.1 Obiettivo miglioramento

L'obiettivo di questo progetto di tesi è quello di valutare il miglioramento apportato nella linea cinture a seguito dell'implementazione della *Lean Production* esaminando nuovamente i tempi ciclo per le cinture a catalogo rilevate nei capitoli 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3 e 3.3.4. Dall'esito di questa analisi si potranno valutare gli effetti benefici e i limiti degli strumenti *lean* riscontrati sulla linea cinture.

Nel corso degli anni, Sabelt ha fatto registrare un aumento della domanda stimata al 15% annuo per i propri prodotti di ritenuta e, considerando anche lo sviluppo di nuovi progetti, si sono resi necessari interventi strutturali volti a migliorare la produttività e a contenere le voci di scarto e di inefficienze. Tra queste ultime, quella più critica, riguarda le rilavorazioni dei semilavorati in quanto il processo è globalmente manuale e la linea è sprovvista di sistemi di controllo automatici: ad esempio, questo si riscontra quando la macchina per le cuciture di tenuta viene avviata ma la spoletta per il filo superiore e/o inferiore è scarica.

4.2 Lean Production

La *produzione snella* o *lean manufacturing* è un sistema di produzione che deriva dal Toyota Production System basato sulla creazione del valore e sul miglioramento della qualità produttiva che punta a minimizzare tempi, costi e sprechi produttivi.

Per comprendere meglio la metodologia *lean*, è opportuno presentare il contesto storico in cui è stata concepita.

Alla fine del secondo conflitto mondiale, il Giappone aveva riportato gravi danni e la situazione economica era disperata. Influenzata dalla presenza degli Stati Uniti sul proprio territorio, il Giappone incominciò ad avvicinarsi e ad interessarsi sempre di più ai modelli di produzione americani. Su tutti, quello di Henry Ford definito in seguito *push* e riassunto nella celebre frase “*il cliente può avere la macchina di qualsiasi colore, purchè sia nera*”.

La casa automobilistica Toyota, analizzando la metodologia americana alla produzione, si rese conto che l’implementazione di tale modello mal si prestava nel contesto giapponese perché:

- Il mercato, fortemente segnato dalla crisi, necessitava di registrare voci di effettiva vendita assecondando le richieste del cliente;
- I lavoratori incominciarono a sentirsi sempre più minacciati dagli ingressi in fabbrica delle macchine e a temere di essere sostituiti da queste;
- Società piccole, come l’allora Toyota, possedevano un budget ridotto e non potevano permettersi le tecnologie più recenti;

Fu così che in Toyota, Taiichi Ohno (tecnico giapponese) e Kiichiro Toyoda (storico presidente della casa automobilistica), avanzarono un modello di produzione basato sulla flessibilità e sull’essenza produttiva che convertiva il *dictat* produrre-vendere-consegnare, tipico della produzione di massa, in vendere-produrre-consegnare.

E così, forti della propria idea, in Toyota diedero vita ad un nuovo modo di intendere la produzione industriale basata sulla riduzione dei costi operativi e su alti valori di produttività.

Nacque così la *Lean Production*, filosofia industriale destinata a influenzare e a rivalutare i processi produttivi.

Il nuovo modello organizzativo non guarda più solo alla produzione, ma abbatte i muri perimetrali e si rivolge a tutte le sfere aziendali: dalla classe operativa a quella manageriale.

Le fondamenta su cui si basa la *Lean Production* sono le seguenti:

- Identificare cosa è veramente di valore per il cliente;
- Come fare a identificare il flusso di valore su ogni prodotto che viene realizzato;
- Trovato il flusso, assicurarsi che scorra in modo continuo;
- Rispondere alle effettive esigenze di mercato convertendo la produzione da logica *push* a logica *pull*;
- Non accontentarsi mai dello standard raggiunto e perseguire nell'implementazione di nuovi strumenti e tecniche per creare un processo di miglioramento continuo.

Nel corso degli anni, i Paesi dell'Occidente hanno mostrato curiosità e ammirazione verso il modo di intendere la produzione giapponese tentando di imitarlo e implementarlo nel proprio business. La motivazione principale per cui il modello produttivo giapponese ha riscontrato difficoltà a diffondersi nei Paesi d'Occidente è il concepire la produzione come una filosofia verso la quale progredire continuamente e non più l'avere a disposizione un modello già elaborato con strumenti da applicare nel proprio contesto industriale.

4.2.1 Toyota Production System

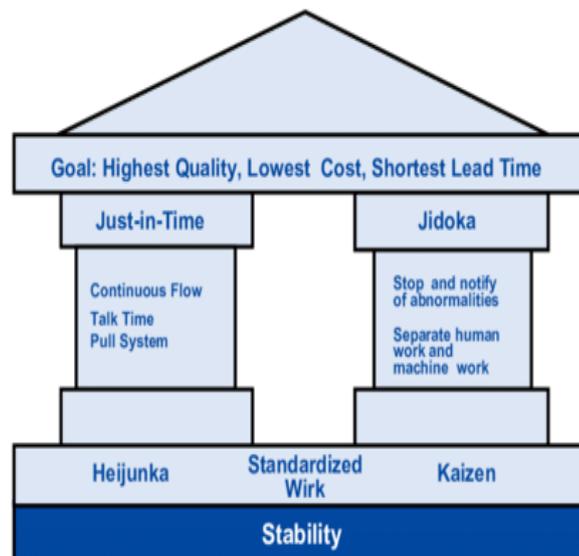


Figura 4.1: Principi cardine del Toyota Production System.

Il Toyota Production System (TPS), illustrato in Figura 4.1, trova le sue fondamenta sulla visione di distaccarsi dalla produzione intesa come catena di montaggio e di avvicinarsi, invece, ad un approccio mirato all'utilizzo delle proprie risorse e *know-how* nel modo più produttivo possibile: a partire dal coinvolgimento del personale nelle riunioni manageriali.

Il personale di linea, che vive quotidianamente la produzione, ricopre un ruolo determinante nel condividere i feedback con i manager. Viene quindi estirpata dalla radice la netta divisione tra gli operatori e i manager nelle posizioni più alte della scala gerarchica.

Non solo. Il rispetto per e tra le persone, il senso di responsabilità che viene affidato agli operatori, la diffusione di una cultura mirata al miglioramento continuo che accetta le sfide giornaliere ed elabora nuove metodologie risolutive, sono solo alcuni dei principi che se opportunamente implementati, possono rendere l'azienda più efficiente e produttiva.

4.2.1.1 JUST IN TIME

Il primo dei due pilastri del TPS è il *Just in time* (JIT), un modello che prevede la riorganizzazione del processo produttivo concentrandosi sull'avvio della produzione nel momento esatto in cui è richiesta e nelle quantità richieste. Operando secondo questa logica, si assiste ad una transizione da una gestione *push*, finalizzata allo stoccaggio dei prodotti finiti in magazzino in attesa di essere venduti, ad una gestione *pull* in cui è il cliente ad avviare la produzione nel momento in cui esercita la domanda per prodotto/i nelle quantità richieste.

L'obiettivo primario del JIT è quello di far sì che “ogni processo produca soltanto ciò che è necessario per il processo successivo, in un flusso continuo”, come riporta TOYOTA stessa sul suo sito web (TOYOTA s.d.), in modo tale da abbattere in maniera significativa le scorte e, al tempo stesso, ridurre il costo sull'immobilizzo del capitale.

L'espressione JIT viene utilizzata per mettere in risalto come la produzione dell'azienda sia orientata in funzione dei volumi richiesti e della domanda dettata dal mercato/cliente: di fatti, ipotizzando due postazioni in linea di produzione, tale logica fa sì che la postazione a monte produca solo ciò che viene richiesto dalla postazione a valle e simultaneamente quest'ultima trasmetterà l'informazione di avviare la produzione alla postazione a monte solamente quando il cliente effettua la domanda.

Nel Just in time il ruolo del cliente è centralizzato in quanto è lo stesso cliente a dettare la cadenza con la quale il sistema produttivo deve marciare.

4.2.1.2 JIDOKA

L'altro pilastro portante del TPS è il termine *jidoka* definito come “automazione con un tocco umano”. L'essenza di questo pilastro risiede nel dotare i macchinari in linea di sistemi in grado di interrompere in autonomia le lavorazioni non appena viene rilevato un'anomalia o un difetto al fine di garantire la qualità del processo produttivo riducendo le voci di spreco materiale e di rilavorazioni.

Una volta fermata la macchina, è compito dell'operatore intervenire sul guasto rilevato, analizzarne il problema fino alla radice ed elaborare una contromisura all'imprevisto. È per questo che di fianco ad un equipaggiamento macchina

intelligente deve essere presente comunque la figura del personale altamente qualificato e specializzato nel gestire la situazione.

Questo è ciò che meglio incarna il secondo pilastro del TPS: supportare il miglioramento continuo attraverso la risoluzione dei problemi (TOYOTA s.d.)

4.2.2 L'identificazione degli sprechi nella Lean Production

Un processo che non aggiunge valore al prodotto o al servizio per cui un cliente è disposto a pagare viene definito *spreco*. Nella filosofia giapponese, le attività non produttive vengono classificate come le “3 Mu”: Muda, Mura e Muri.

Muda



Figura 4.2: Le 7 tipologie di Muda.

La “Mu” più importante fra le 3 identifica 7 tipologie di sprechi, mostrate in Figura 4.2, quali:

1. *SOVRAPPRODUZIONE*: Tipica delle aziende che adottano una metodologia produttiva di tipo *push*, la sovrapproduzione di semilavorati si manifesta ogni qualvolta la capacità produttiva è più grande della domanda. La sovrapproduzione, però, non si limita solo alla quantità di materiale prodotto o in attesa di subire un processo a valore aggiunto, bensì anche a quei particolari che vengono lavorati con largo anticipo incrementando, di fatti, le scorte in magazzino e il capitale immobilizzato. Idealmente, la soluzione sarebbe quella di processare le quantità *giuste* per soddisfare la richiesta del cliente ma, per raggiungere questo obiettivo, le aziende sono chiamate a riesaminare la struttura organizzativa estendendo la partecipazione dagli organi decisionali più alti a quelli più bassi.
2. *TEMPO DI ATTESA*: il tempo si declina in molteplici forme tra cui tempo per attrezzaggio macchina, tempo di attesa in coda, ritardi nel processare un materiale poiché si attende l’arrivo di altri particolari da altre stazioni per essere lavorati insieme.
3. *SCORTA INUTILE*: come anticipato al punto due, le aziende tendono a riservarsi una scorta in casa per rispondere alla veloce variabilità del mercato. La scorta, però, non include solo i prodotti finiti stoccati in magazzino in attesa di essere spediti al cliente, ma comprendono anche le materie prime. Tutto ciò che viene prodotto e non lascia lo stabilimento è considerato dall’azienda come un costo non soltanto in termini economici ma anche e soprattutto in termini di spazio e di gestione delle scorte: diminuendo il livello di scorte, diminuisce anche l’impegno che viene richiesto nel gestirle.
4. *TRASPORTO*: Sotto questa voce di spreco ricadono gli spostamenti eccessivi del personale in linea e dei prodotti. Nel realizzare un flusso ottimale, ci si sforza nel minimizzare gli spostamenti non necessari e rendere il flusso più efficiente.
5. *MOVIMENTO INUTILE*: Qui ricadono i trasporti che si verificano tra un’area di lavoro e un’altra. Come già detto al punto precedente, maneggiare i semilavorati più del dovuto, aumenta il rischio di incidenti o danneggiamenti, motivo per cui vanno eliminati eccessivi spostamenti.
6. *PROCESSO INUTILE*: Forma di spreco insita nel processo stesso, comprende sprechi quali rallentamenti del flusso per code, scarti,

inefficienze organizzative, mancanza di materiali, carenza nella formazione del personale o ancora un'eccessiva variabilità dei prodotti da realizzare con un equipaggiamento inadeguato.

7. *DIFETTI*: Tutte le volte in cui si manifesta un errore d'esecuzione, una rilavorazione o, nel caso peggiore, uno scarto della parte durante il processo produttivo, si parla di difetto. Un'azienda tende sempre a tenere la voce difetti il più basso possibile poiché la loro presenza influenza l'intera filiera: le rilavorazioni comportano un aumento del Lead Time che a sua volta si traduce in un aumento dei costi operativi.

Mura

Questa forma di spreco richiama le irregolarità e le fluttuazioni che si registrano sia lato produzione (con i carichi macchina) sia per quanto riguarda la domanda dei clienti. Da uno studio approfondito di queste oscillazioni, si può evincere come alcune fasi di lavoro e alcune unità operative risultino soprassature con ripercussioni altamente negative per l'intero flusso produttivo.

Muri

Tradotto letteralmente in “sovraccarico delle persone o delle risorse”, questo spreco può provocare gravi danni agli operatori sia nel breve che nel lungo termine come il verificarsi di infortuni sul lavoro o, nello scenario peggiore, di malattie professionali dovuti a sforzi eccessivi sostenuti per un periodo di tempo prolungato. Per esempio, se un operatore è in mutua, l'assenza della sua esperienza dalla linea influenza inevitabilmente il flusso produttivo così come l'eccessivo utilizzo di macchinari per un lasso di tempo superiore agli standard raccomandati può portare alla rottura di specifici componenti che andranno sostituiti allungando, di fatti, il lead time. Ed è così che il sovraccarico del personale e/o delle unità operatrici apporta sì un beneficio temporaneo ma nel lungo periodo si tramuta in uno sperpero di energie e costi.

4.2.3 La metodologia 5S

La metodologia 5S applicata alla *lean production* è uno strumento che consente di migliorare le performance produttive e di ottimizzare gli standard di lavoro implementando una procedura volta alla gestione e alla pulizia delle postazioni di lavoro.

Il nome deriva dalle iniziali delle cinque parole giapponesi:

- **SEIRI: Separare** tutto ciò che è considerato superfluo e non necessario dall'area di lavoro. Sebbene possa apparire come un'attività semplice e ovvia, la prima *S* costituisce il primo punto di partenza verso l'introduzione di un nuovo standard produttivo che volge un occhio critico non soltanto ai processi produttivi, agli accumuli dei materiali e alla disposizione degli equipaggiamenti sui banchi di lavoro, ma anche alle unità operative impiegate. In particolare, da layout mostrato in Figura 3.1, in linea cinture si distinguono quattro macchine per l'esecuzione della cucitura di tenuta di cui una, in Figura 3.8, viene impiegata esclusivamente per la lavorazione delle manigliette apri-porta tramite il filo leggero. Dato il numero modesto di articoli da produrre in un anno, non è giustificata la presenza di tale unità produttiva in linea e pertanto si è proceduto prima a identificarla con un cartellino rosso e successivamente a rimuoverla dalla linea cinture.

Per permettere l'esecuzione delle cuciture estetiche col filo leggero su tali prodotti, è stato coinvolto il fornitore delle macchine da cucire che ha provveduto all'installazione del programma di cucitura su una delle restanti macchine per la cucitura di tenuta eseguendo delle prove su campioni di scarto.

La prima *S* ha dunque consentito di rilevare e rimuovere una forma di spreco dovendo però gestire una criticità nata in risposta a tale azione: filo leggero che viene montato su macchinari dedicati alla cucitura di tenuta con filo più spesso. Di fatti, senza alcun accorgimento, si corre il rischio di eseguire una cucitura di tenuta con il filo leggero, piuttosto che con il filo più pesante/spesso, compromettendo la funzionalità della cintura e la sicurezza del guidatore o passeggero che la indossa. A tale scopo, ci si è mossi su due strade:

- 1) Coinvolgendo sia l'Ente Acquisti dell'azienda sia i fornitori, si è optato per la definizione di uno standard circa la dimensione dei rocchetti dei fili: dimensione rocchetto più contenuta per il filo leggero (Nystar F) e dimensione rocchetto più grande per il filo più spesso (Nystar 200) rappresentati in Figura 4.3;

- 2) Definiti gli ingombri dimensionali dei rocchetti dei fili, con l'Ente Tecnico sono stati creati due posaggi *ad hoc*, tramite la stampante 3D, da montare sui sostegni dei banchi di lavoro per l'esecuzione delle cuciture di tenuta al fine di ridurre a zero la possibilità di scambiare erroneamente i due fili semplicemente tramite una non corrispondenza tra rocchetto e posaggio.



Figura 4.3: A sx rocchetti per filo spesso e leggero, a dx i posaggi per le due dimensioni dei rocchetti.

- **SEITON:** **Sistemare e mettere in ordine** gli strumenti sul banco di lavoro. Per applicare lo slogan 5S “*un posto per ogni cosa e ogni cosa al suo posto*”, occorre definire i criteri d'ordine della postazione di lavoro.

Le attività realizzate si sono focalizzate principalmente sul banco di assemblaggio delle fibbie e sulle scaffalature sia per la minuteria delle cinture che delle fibbie per il grande numero di articoli da gestire rispetto alle altre postazioni.

Banco assemblaggio fibbie

Sul banco di assemblaggio delle fibbie, **stazione 20:**

- le cassette della minuteria, contenenti il materiale da impiegare per il montaggio delle fibbie, sono state predisposte secondo l'ordine di impiego, illustrato in Figura 4.4, come riportato nelle istruzioni di lavoro;
- sul banco di lavoro, in Figura 4.4, sono presenti solo gli strumenti di lavoro necessari per eseguire la lavorazione del semilavorato: su una schiuma *impact absorber* di dimensioni 350x300x10mm, sono state ricavate le sedi per riporre gli attrezzi una volta impiegati per

l'assemblaggio della fibbia mantenendo così la postazione di lavoro pulita e in ordine;

- ogni cassetta, in Figura 4.5, è identificata da un'etichetta, i cui dettagli vengono meglio esposti al prossimo punto.

SITUAZIONE ANTE SEITON



SITUAZIONE POST SEITON

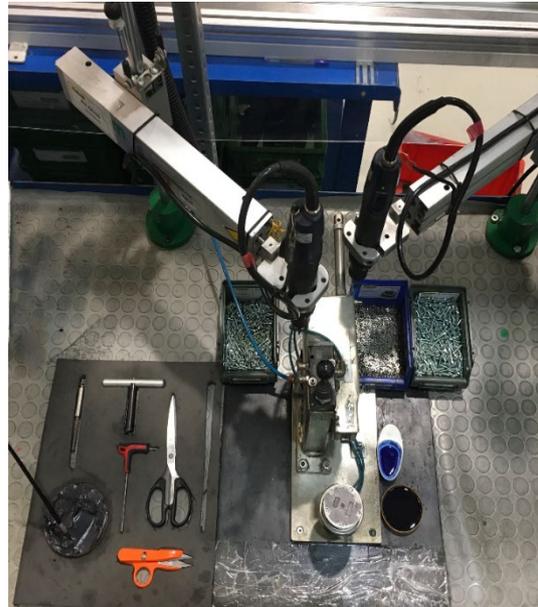


Figura 4.4: Implementazione della terza S sul banco di lavoro per l'assemblaggio delle fibbie.

SITUAZIONE ANTE SEITON



SITUAZIONE POST SEITON



Figura 4.5: Casette della minuteria predisposte sulla postazione per l'assemblaggio delle fibbie.

Scaffalature per minuteria

Le cassette verdi odette poste sulle scaffalature per la minuteria, sia delle fibbie che delle cinture, prima dell'implementazione di questo principio erano identificate tramite il C.D.I. (che riporta il codice del componente, la descrizione dello stesso e altri campi che identificano la quantità versata in linea di produzione, la data di ingresso in stabilimento e l'allocazione in magazzino), riportato in Allegato 6, applicato sulle cassette stesse come mostrato in Figura 4.6.



Figura 4.6: Cassetta odette verde identificata tramite C.D.I.

Per semplificare il prelievo degli oggetti da scaffalatura durante le fasi di premontaggio e assemblaggio, sono state generate etichette identificative, come in Figura 4.7, in cui sono riportate le informazioni essenziali per l'operatore quali il codice, la descrizione e un'immagine del componente stesso e come siano state applicate sulle cassette odette, in Figura 4.8.

Sabelft	SEATBELTS	
CODICE	DESCRIZIONE	
CCMO0002	MOLLA ESPULSIONE FIBBIA	

Figura 4.7: Etichetta di identificazione materiale post SEITON.



Figura 4.8: Cassetta odette verde identificata tramite etichetta post SEITON.

Il risultato finale è illustrato in Figura 4.9, per la scaffalatura per la minuteria delle cinture e in Figura 4.10 per la scaffalatura per la minuteria delle fibbie.

SITUAZIONE ANTE SEITON



SITUAZIONE POST SEITON



Figura 4.9: Implementazione della terza S sulla scaffalatura per la minuteria delle cinture.

SITUAZIONE ANTE SEITON



SITUAZIONE POST SEITON



Figura 4.10: Implementazione della terza S sulla scaffalatura per la minuteria delle fibbie.

Inoltre, in Figura 4.5, è possibile notare come anche le cassette poste sul banco di lavoro per l'assemblaggio delle fibbie siano state identificate secondo questo nuovo standard.

-SEISO: Splendere. Dopo aver implementato le precedenti S, il passo successivo consiste nel controllare e mantenere l'ordine creato. Il vantaggio di questo principio consiste nel responsabilizzare gli operai in linea e nel trasmettere loro che la postazione di lavoro non è personale bensì di tutti coloro che la occupano. Osservare e rispettare questa idea permette di stimolare e responsabilizzare gli operatori, rendere la linea produttiva un luogo più sicuro, ridurre il numero di pezzi difettosi (che una linea disordinata tende a generare), aumentare l'efficienza, rilevare anomalie (sui macchinari e sul flusso) e soprattutto mettere in evidenza lo sporco.



Figura 4.11:
Identificazione area pulizie.

In linea cinture è stata identificata un'area limitrofa alla linea produttiva, mostrata in Figura 4.11, da cui le operatrici prelevano gli strumenti resi loro a disposizione per mantenere l'ambiente pulito. Dieci minuti prima della fine del turno, le operatrici sospendono l'attività in corso per dedicarsi alla pulizia della linea di produzione.

Inoltre, a causa della pandemia da CoVid-19, la messa in atto della terza S si è rivelata di estremo beneficio per tutto lo stabilimento identificando punti per disinfettare le mani tramite i dispenser e fissando anche cartelli sulle postazioni di lavoro, vedi Figura 4.12, per ricordare agli operatori di pulire e disinfettare la postazione di lavoro e tutti gli attrezzi

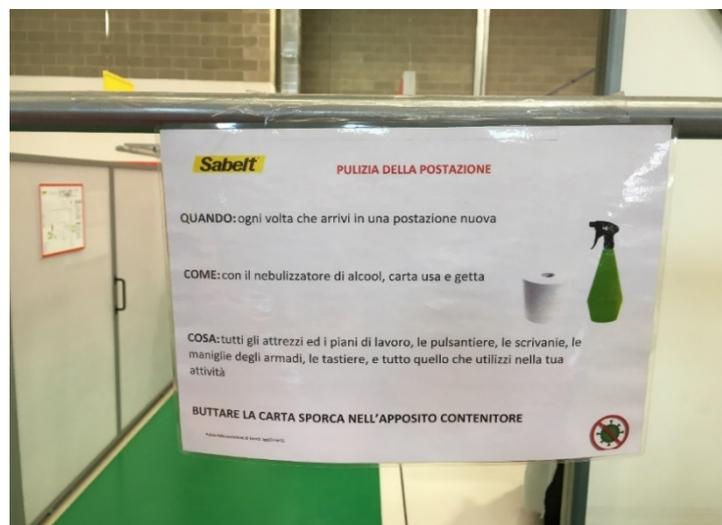


Figura 4.12: Dispenser e cartello per la sanificazione e pulizia dell'ambiente di lavoro.

prima e dopo aver svolto l'attività. Questo per limitare il numero di contagi del virus ed evitare ripercussioni negative sulla gestione della linea.

- **SEIKETSU: Standardizzare.** Al fine di garantire l'osservanza delle precedenti S, è essenziale che ciascun operatore sia a conoscenza delle responsabilità che il proprio ruolo richiede: *cosa* deve essere eseguito, *dove* deve essere eseguito e *come* deve essere eseguito.

Un modo per favorire il mantenimento nel tempo dello standard raggiunto con le prime tre S, è quello di elaborare e fissare in linea *visual aid* che illustrino gli step da seguire per mantenere in ordine e pulita la postazione di lavoro.

Un altro modo per assicurare il rispetto delle S precedenti è quello di introdurre a cadenza settimanale la revisione dei risultati qualitativi riportati dalle checklist 5S.

- **SHITSUKE: Sostenere.** L'ultima S, illustrata in Figura 4.13, pone come obiettivo quello di far sì che le migliorie introdotte nei punti precedenti, vengano condivise e sostenute nel tempo da parte di tutti, dal top



Figura 4.13: Metodo 5S.

management agli addetti, fino a consolidarsi e diventare parte integrante della cultura aziendale.

4.2.4 Visual Management

In ottica *lean*, al fine di migliorare la comunicazione delle informazioni e avere una visibilità globale sullo stato di avanzamento dei lotti produttivi, è stata implementata la gestione di segnali visivi piuttosto che istruzioni scritte.

La metodologia del *Visual Management* si serve di molteplici strumenti come cartellini, strisce adesive colorate, grafici o schemi opportunamente illustrati e resi accessibili in linea per facilitare e allineare gli operatori nello svolgimento delle mansioni da effettuare.

In linea cinture si è scelto di introdurre soluzioni come il cartello stradale “*diritto di precedenza*” da allegare insieme ai documenti illustrati nel capitolo 2.2.1, per informare l’intera linea che quel lotto ha acquisito priorità rispetto agli altri in stato di attesa per essere processati dalle postazioni a valle, come illustrato in Figura 4.14.



Figura 4.14: Implementazione sulla linea cinture degli strumenti tipici del *Visual Management*.

È un metodo tanto semplice quanto efficace per avvertire tutti gli addetti in linea sulle modifiche apportate alla programmazione della giornata produttiva.

La creazione di un ambiente di lavoro in grado di parlare da solo richiede l’adozione di strumenti atti a mettere in evidenza le aree produttive. Per questo motivo, è stato effettuato lo *zoning* in linea cinture.

L'applicazione consiste nell'introdurre nastri di colori differenti:

- il blu indica l'area a lato delle postazioni di cucitura dove porre il carrello, Figura 4.15;
- il giallo indica il semilavorato in attesa di essere collaudato, Figura 4.16;
- il verde indica l'area di prelievo del prodotto finito da parte degli addetti della logistica, Figura 4.17;
- il rosso indica l'area dove destinare i prodotti di scarto, Figura 4.18.



Figura 4.15: Zoning per identificare la posizione in cui porre il carrello a lato delle postazioni di cucitura.



Figura 4.16: Semilavorato in attesa di essere sottoposto a collaudo.



Figura 2.17: Prodotti finiti allocati sull'area verde in attesa di essere prelevati dagli addetti della Logistica.



Figura 4.18: Contenitore rosso con i semilavorati di scarto identificato dall'area rossa.

4.3 Implementazione

Nella conduzione della campagna dati, con lo scopo di rilevare i tempi ciclo delle cinture, è stata condotta in parallelo un'altra attività volta a registrare i feedback degli operatori nell'eseguire le operazioni. Questo ha portato al confronto tra il personale di produzione e gli Enti Manufacturing, Tecnico e Qualità, con l'obiettivo di ricercare nuove migliorie da apportare al flusso produttivo e a sensibilizzare le attività manuali svolte dagli operatori.

4.3.1 Premontaggio

Il montaggio della staffa, piegata o diritta, prevede il montaggio di numerosi componenti da minuteria come viti, rondelle di ritegno e distanziali.



Figura 4.19: A sx il nuovo componente progettato in sostituzione della staffa con la minuteria illustrato a dx.

Sulla base delle interviste effettuate agli operatori, l'Ente Tecnico ha sviluppato una staffa che replica la stessa funzionalità di quella mostrata a dx in Figura 4.19, ma semplificata dal punto di vista dei componenti.

Il vantaggio nell'applicazione di questa soluzione è tangibile sia da un punto di vista di riduzione dei tempi ciclo sia nella rimozione della fase di prelievo della minuteria da assemblare dalla scaffalatura con il rischio di montare componenti non conformi sulla cintura.

4.3.2 Rework cuciture di tenuta

Durante la rilevazione dei tempi, è capitato frequentemente di osservare rilavorazioni di un semilavorato a causa della negligenza delle operatrici, ma anche per limiti intrinseci della macchina non dotata di sistemi di allarme. L'errore è da ricercarsi principalmente nel non aver verificato che il quantitativo di filo presente nelle spolette, sia sopra che sotto, fosse sufficiente per eseguire la cucitura.

A differenza di quanto già anticipato per le cinture *avio* e *F1*, le cinture analizzate nei capitoli 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4 3.3.5, ammettono al massimo una sola rilavorazione. Difatti, è stato redatto un protocollo condiviso tra l'Ente Industrializzazione, l'Ente Qualità e le operatrici in linea, nel quale viene sancito che per rilavorare la parte bisogna ottenere il benestare da tali organi aziendali. Una volta approvato, la parte in esame viene scucita, pulita dagli eccessi di filo e predisposta nuovamente in macchina per essere lavorata.

Coinvolgendo il fornitore delle macchine da cucito in merito alle criticità rilevate dagli operatori, sono state implementate due soluzioni:

-la prima è una centralina, in Figura 4.20, contenente un circuito con due sensori, installata di lato alla macchina che intercetta il filo superiore e ne rileva la presenza. Se il filo non viene rilevato, ad esempio perché si spezza, la macchina automaticamente arresta l'esecuzione della cucitura emettendo un suono per allarmare l'operatrice;



Figura 4.20: Centralina per rilevare la presenza del filo superiore durante la cucitura.

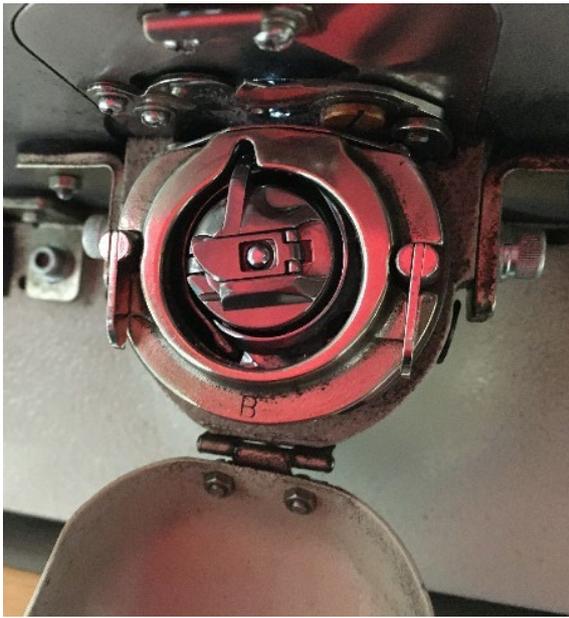


Figura 4.21: Spoletta per il filo inferiore della macchina per cuciture di tenuta.

-la seconda è stata quella di intervenire sul software del pannello macchina, con il quale vengono impostati i programmi di cucitura, integrandolo con la possibilità di inserire manualmente la quantità delle cuciture da realizzare. Una volta eseguite le cuciture con le quantità precedentemente impostate, la macchina emette un suono che avvisa l'operatrice di verificare il quantitativo di filo restante nella spoletta, illustrata in Figura 4.21, prima di procedere alla prossima cucitura di tenuta.

Tuttavia, è una soluzione che, a differenza della prima, non interviene in caso di anomalia riscontrata e che non

esclude dunque la possibilità di incorrere in errori umani e scarti. Il motivo per cui sia stata comunque implementata questa scelta è anche frutto di mancanza di alternative se non di espedienti troppo complessi che per i prodotti e i volumi realizzati dall'azienda richiederebbero tempi lunghi per rientrare dall'investimento.

4.3.3 Collaudo & imballo

L'operazione di assemblaggio delle parti costituenti la cintura, eseguita alla postazione di collaudo e imballo, richiede una grande manualità: l'attività prevede che si vada ad agire sul regolatore schiacciando/abbassando la barretta per permettere l'inserimento del nastro della parte. Da un punto di vista ergonomico, questa azione sollecita sensibilmente le articolazioni delle mani e, se eseguita come un'operazione ripetitiva durante la giornata lavorativa, aumenta il rischio di contrarre una malattia sul posto di lavoro.

Per questo, al fine di prevenire questo scenario, è stata condivisa la criticità sia con la Responsabile interna della Sicurezza sia con i fornitori codificati con Sabelt per valutare l'acquisto di equipaggiamenti "human centered".

Gli strumenti ausiliari adottati per i nastri da due e tre pollici, in Figura 4.22 viene mostrato il caso per quest'ultimo, sono dotati di un posaggio per ospitare il

regolatore e di una leva che, azionata dall'operatrice, abbassa la barretta del regolatore per favorire l'inserimento della parte da assemblare.

Mostrano un duplice vantaggio:

- Riducono fortemente lo sforzo fisico richiesto alle articolazioni delle mani;
- Permettono una riduzione dei tempi nell'esecuzione dell'assemblaggio della cintura rispetto allo scenario privo di attrezzi.

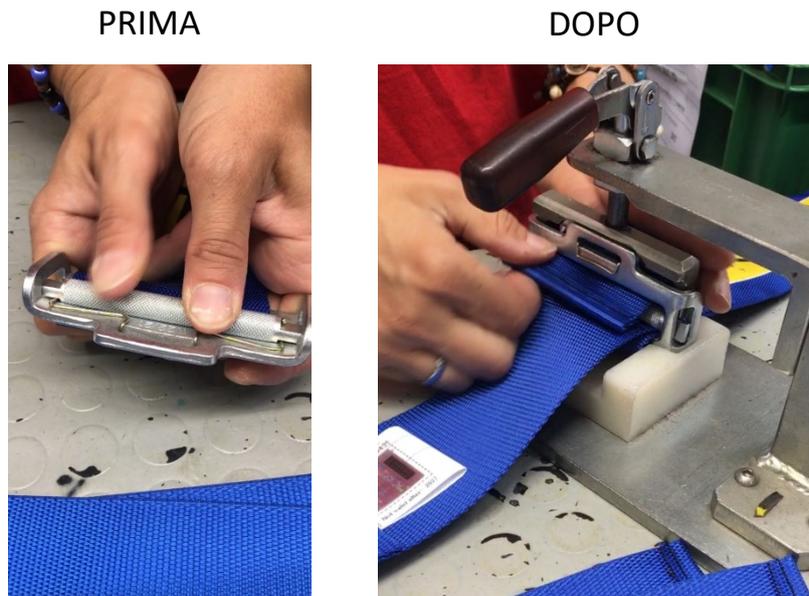


Figura 4.22: Status prima e dopo nel montaggio delle cinture da 3" con i regolatori.

4.4 Re-layout

Le modifiche introdotte con la lean production hanno indotto anche a revisionare il layout della linea, mostrato nell'ultima versione definitiva in Figura 4.23.

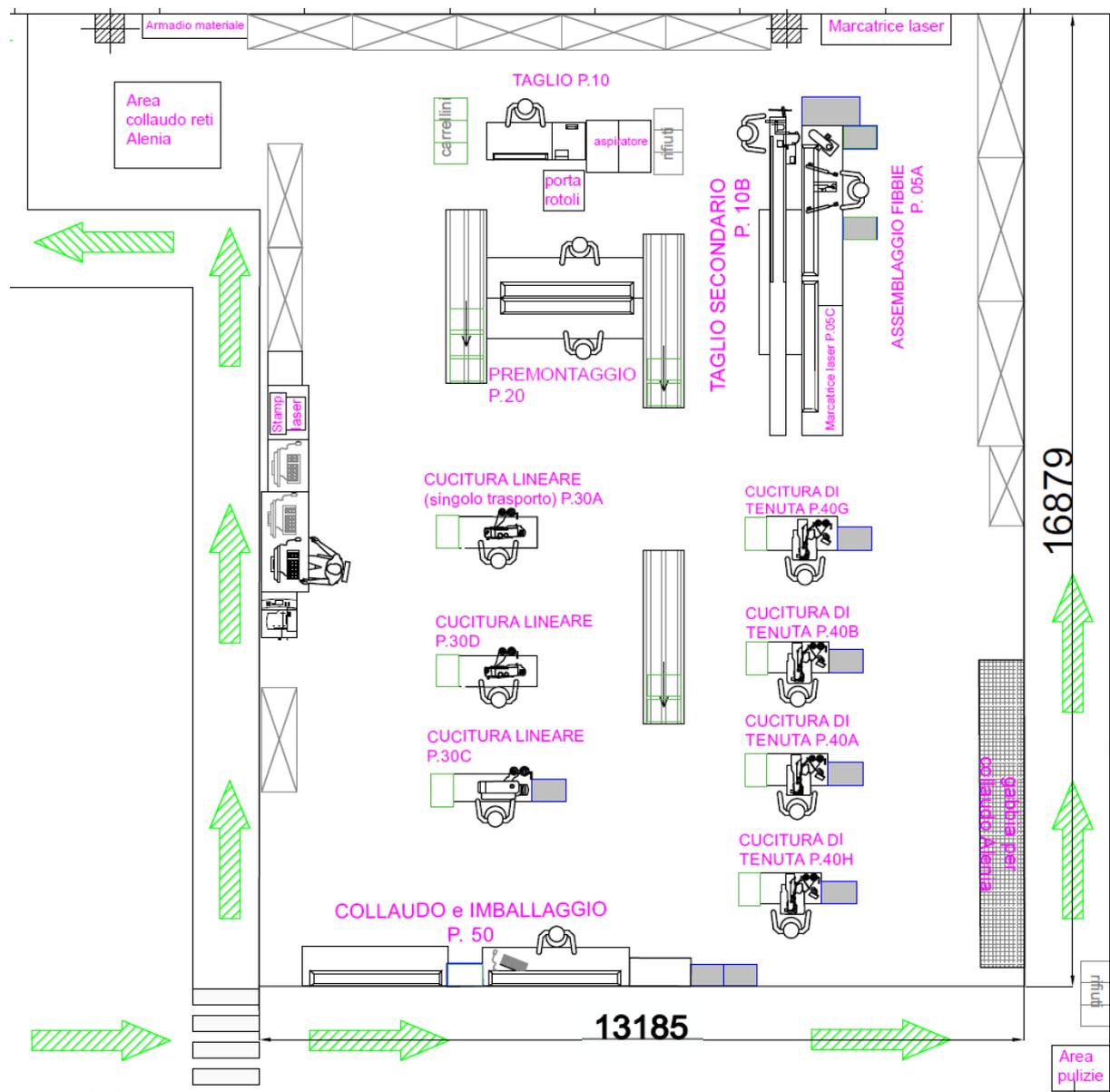


Figura 4.23: Layout linea cinture post implementazioni lean.

In particolare, rispetto alla configurazione *AS IS* mostrata in Figura 3.1, si nota che:

- è stata introdotta la marcatrice laser per le fibbie, che verrà meglio illustrata al capitolo 5.1;
- è stato rimosso il PC per la gestione delle presenze e collocato in un'area più centralizzata per tutti gli operatori dello stabilimento;

- sono state create due isole produttive dedite esclusivamente alla realizzazione di *cuciture di tenuta* e alle *cuciture lineari*.
- in linea è stata introdotta una nuova macchina per le cuciture lineari con lo scopo di abbassare la percentuale di carico macchina, evidenziato in Tabella 19, in una tipica giornata produttiva;
- la postazione P40G è stata scambiata con la postazione P30A anche per ridurre le distanze di prelievo materiale dalle scaffalature (quantificare il guadagno).

Quest'ultimo punto viene ora analizzato.

Le distanze, espresse in [mm], che gli operatori devono coprire per prelevare e/o marcare le etichette di identificazione nei casi *AS IS* e *TO BE*, sono rispettivamente illustrati in Figura 4.24 e Figura 4.25: in verde chiaro sono riportate le distanze coperte dall'operatore per procedere successivamente con la *cucitura lineare* e in verde scuro, invece, le distanze che l'operatore incaricato di eseguire la *cucitura di tenuta* percorre.

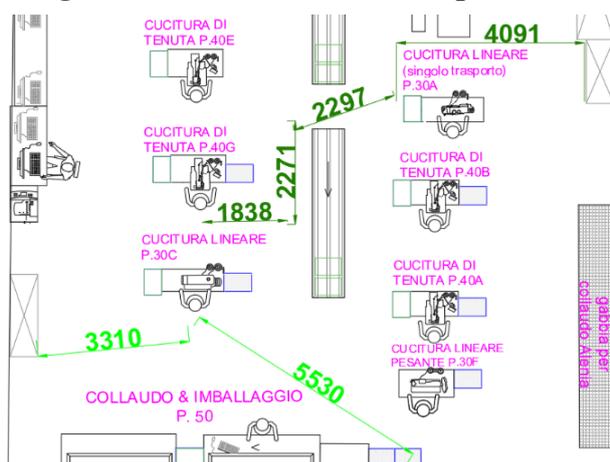


Figura 4.24: Distanza da percorrere per prelevare le etichette sia per le cuciture di tenuta sia per le cuciture lineari nel caso *AS IS*.

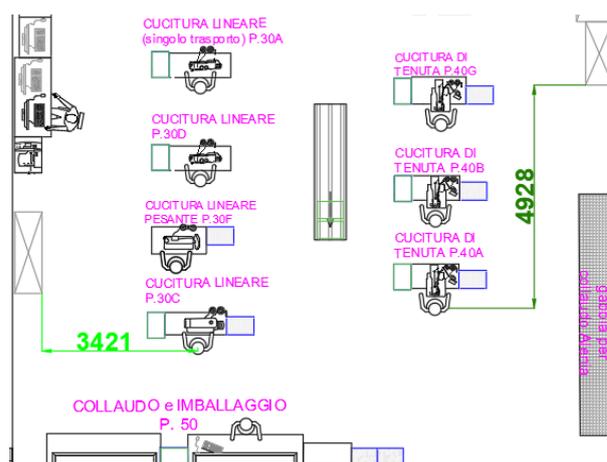


Figura 4.25: Distanza da percorrere per prelevare le etichette sia per le cuciture di tenuta sia per le cuciture lineari nel caso *TO BE*.

Le distanze sono state valutate prendendo come riferimento la postazione più lontana per eseguire la fase di lavorazione: postazione 40G per la *cucitura di tenuta* e postazione 30C per la *cucitura lineare*. In Tabella 21 vengono sintetizzati i valori rilevati e il risparmio di movimentazione degli operatori in termini percentuali è considerevole: il 53% e il 61% rispettivamente per le postazioni di cucitura di tenuta e lineare più lontane dalle scaffalature della linea.

	CUCITURA DI TENUTA	CUCITURA LINEARE
DISTANZA AS IS [mm]	10497	8840
DISTANZA TO BE [mm]	4928	3421
DIFFERENZA [mm]	5569	5419
RISPARMIO MOVIMENTO [%]	53 %	61%

Tabella 21: Confronto distanze percorse per la fase di cucitura di tenuta e di cucitura lineare negli scenari *AS IS* e *TO BE*.

4.5 Valutazione post implementazione Lean

Per valutare il nuovo stato della linea cinture, è stata condotta nuovamente una campagna di raccolta dati, replicando le modalità definite in precedenza nel capitolo 3.3.1, volta a rilevare, ove presenti, i benefici a seguito dell'implementazione *lean*.

Vengono qui di seguito riportate due tabelle, per ciascuna famiglia di cinture analizzate nei capitoli 3.3.2, 3.3.3, 3.3.4 e 3.3.5, dove vengono forniti rispettivamente:

- i tempi e le saturazioni delle stazioni precedentemente rilevati comprensive anche dello scenario *TO BE*;
- i risparmi in termini di tempo ciclo e costo di produzione.

Per determinare il prezzo finale di vendita, l'Ente Commerciale si interfaccia con un file in cui sono presenti dei valori percentuali applicati alle voci di seguito riportate e definiti dall'Amministrazione che, in quanto dati sensibili, non vengono resi noti(NF).

Lo strumento risulta strutturato in più sezioni da compilare con:

-COSTO MATERIALE: vengono inserite le voci di costo dei materiali, presenti sulla distinta base, a cui viene applicata una percentuale fissa (NF) comprensiva di scorte, trasporto, oscillazioni del mercato;

-COSTO LAVORAZIONI ESTERNE: viene inserito l'ammontare di denaro richiesto dal fornitore per l'esecuzione di particolari trattamenti. Nel caso delle cinture questa voce è pari a zero;

-TEMPO CICLO: viene inserito il tempo ciclo rilevato durante la campagna dati;

-COSTO LAVORAZIONI INTERNE: strettamente collegato al punto precedente, nei costi di lavorazioni interne rientra la voce della manodopera degli operatori come *ore lavorate* (valutato come il tempo ciclo rilevato diviso 3600s) moltiplicate per il costo della *tariffa diretta all'ora* (NF). Tale dato viene poi moltiplicato per una percentuale comprensiva del *tasso di utilizzo dei macchinari* (NF) per ricavare la valorizzazione delle lavorazioni dovuta alle unità operatrici. Alla voce di costo manodopera viene ulteriormente applicata un'aliquota (NF).

Dalla somma di queste tre voci di costo si ottiene il *costo industriale totale* che l'azienda sostiene per realizzare l'articolo in oggetto.

Inoltre, considerando che:

- una volta che la distinta base di un progetto è definita, sarà definita anche la voce relativa al *costo materiale*;

- le cinture non subiscono lavorazioni in esterna;

l'unico parametro che permette di abbassare la voce dei *costi industriali* è il *tempo ciclo*, con una diretta ripercussione sui *costi lavorazioni interne*. Per questo motivo l'azienda ha deciso di adottare nella linea cinture i principi cardine della *lean production* e valutarne i benefici apportati.

4.5.1 Cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI

Il tempo ciclo rilevato per la cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI, a seguito delle implementazioni *lean*, è in media di **1450,00s** con un guadagno sul tempo ciclo pari a circa **150s** rispetto allo scenario *AS IS*. Dalla Tabella 22, si evince come si sia registrato un leggero miglioramento nell'esecuzione delle fasi oggetto della *lean production*, quali *premontaggio*, *cucitura di tenuta* e *collaudo & imballo*.

CINTURA CCS433SRDN					
FASE	STAZIONE	Tempo AS IS [s]	Tempo TO BE [s]	Saturazione stazione AS IS	Saturazione stazione TO BE
TAGLIO	10	310,45	310,45	19%	21%
ASSEMBLAGGIO FIBBIE	5	250,50	249,39	16%	17%
PREMONTAGGIO	20	147,60	117,60	9%	8%
CUCITURA DI TENUTA	40	361,30	311,30	23%	21%
CUCITURA LINEARE	30	112,26	112,26	7%	8%
COLLAUDO & IMBALLAGGIO	50	419,00	349,00	26%	24%
Totale tempo ciclo		1601,11	1450,00	100%	
Tempo ciclo a sistema		1200,00		/	

Tabella 22: Analisi tempo ciclo post implementazione lean per la cintura GT/RALLY SALOON 4P.

CCS433SRDN	SISTEMA	AS IS	TO BE	DELTA
TEMPO [s]	1200,00	1601,11	1450,00	151,11
TOTALE COSTO INDUSTRIALE [€]	-	6%	4%	2%

Tabella 23: Confronto a sistema di tempo ciclo e costo produzione cintura GT/RALLY SALOON 4P nei casi AS IS e TO BE.

Il tempo ciclo rilevato per la cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI, a seguito delle implementazioni *lean*, è in media di **1450,00s** con un guadagno sul tempo ciclo pari a circa **150s** rispetto allo scenario *AS IS*. Dalla Tabella 22, si evince come si sia registrato un leggero miglioramento nell'esecuzione delle fasi oggetto della *lean production*, quali *premontaggio*, *cucitura di tenuta* e *collaudo & imballo*.

In Tabella 23 viene fornita una sintesi in merito al delta tempo ciclo nei tre scenari (sistema, AS IS e TO BE) e al costo industriale, quest'ultimo, espresso in punti percentuali. Da qui, è possibile notare quanto la *lean* abbia avuto conseguenze positive non solo sul tempo ciclo, ma anche sulla riduzione del 2% sul costo di produzione per realizzare tale cintura.

Questo perché la cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI è la cintura più semplice tra quelle presenti a catalogo e la *lean* ha complessivamente avuto un lieve impatto sulle modalità di processo del prodotto.

4.5.2 Cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI

CINTURA 6P SALOON CCS622SRUN					
FASE	STAZIONE	Tempo AS IS [s]	Tempo TO BE[s]	Saturazione stazione AS IS	Saturazione stazione TO BE
TAGLIO	10	343,86	328,86	18%	21%
ASSEMBLAGGIO FIBBIE	5	263,20	248,20	14%	16%
PREMONTAGGIO	20	234,10	164,10	12%	11%
CUCITURA DI TENUTA	40	446,95	316,40	23%	20%
CUCITURA LINEARE	30	167,20	144,12	9%	9%
COLLAUDO & IMBALLAGGIO	50	463,96	348,32	24%	22%
Totale tempo ciclo		1919,27	1550,00	100%	
Tempo ciclo a sistema		1320,00		/	

Tabella 24: Analisi tempo ciclo post implementazione lean per la cintura GT/RALLY SALOON 6P.

CCS622SRUN	SISTEMA	AS IS	TO BE	GUADAGNO
TEMPO [s]	1320,00	1919,27	1550,00	369,27
COSTO TEMPO CICLO [€]	-	7%	3%	4%

Tabella 25: Confronto a sistema di tempo ciclo e costo produzione cintura GT/RALLY SALOON 6P nei casi AS IS e TO BE.

Il tempo ciclo rilevato per la cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI, a seguito delle implementazioni *lean* è in media di **1550,00s** con un guadagno sul tempo ciclo di circa **370s** rispetto allo scenario *AS IS*: in Tabella 24 è possibile notare una riduzione del carico macchina per le fasi in oggetto.

La cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI si è rivelata la famiglia cinture a trarre maggiore beneficio dalle soluzioni *lean* adottate tanto da essere l'unica a far registrare una riduzione del tempo ciclo superiore ai **300s** e una riduzione del 4% sul costo di produzione per la realizzazione della cintura, come si evince dalla Tabella 25.

In particolare, le modifiche apportate alle cucitrici automatiche e l'adozione di strumenti ausiliari per agevolare il montaggio della cintura durante la fase di *collaudo & imballo*, hanno contribuito per più del 60% a diminuire il tempo ciclo della cintura.

4.5.3 Cintura GT/RALLY FORMULA

CINTURA 6P FORMULA CCS622FRUN					
FASE	STAZIONE	Tempo AS IS [s]	Tempo TO BE [s]	Saturazione stazione AS IS	Saturazione stazione TO BE
TAGLIO	10	576,90	576,90	23%	26%
ASSEMBLAGGIO FIBBIE	5	303,05	283,05	12%	13%
PREMONTAGGIO	20	374,90	313,75	15%	14%
CUCITURA DI TENUTA	40	597,30	476,45	24%	21%
CUCITURA LINEARE PESANTE	30F	52,00	52,00	2%	2%
CUCITURA LINEARE	30	190,75	190,75	8%	8%
COLLAUDO & IMBALLAGGIO	50	438,50	355,10	17%	16%
Totale tempo ciclo		2533,40	2248,00	100%	
Tempo ciclo a sistema		2100,00		/	

Tabella 26: Analisi tempo ciclo post implementazione lean per la cintura GT/RALLY FORMULA.

CCS622FRUN	SISTEMA	AS IS	TO BE	GUADAGNO
TEMPO [s]	2100,00	2533,33	2248,00	285,33
TOTALE COSTO INDUSTRIALE [€]	-	5%	2%	3%

Tabella 27: Analisi tempo ciclo post implementazione lean per la cintura GT/RALLY FORMULA.

Il tempo ciclo rilevato per la cintura GT/RALLY FORMULA, a seguito delle implementazioni *lean* è di poco inferiore ai **2250,00s** con un guadagno sul tempo ciclo di poco superiore a **280s** rispetto allo scenario *AS IS*. Dalla Tabella 26, si evince come si sia registrato un miglioramento nell'esecuzione delle fasi oggetto della metodologia lean (quali *premontaggio*, *cucitura di tenuta* e *collaudo & imballo*) e come il guadagno in termini percentuali rispetto alla precedente rilevazione si attesti al 3%, come riportato in Tabella 27.

Dopo la cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI, è la cintura FORMULA ad aver tratto beneficio dalle soluzioni lean adottate, tanto da mostrare ancora potenziali margini di miglioramento se accompagnati da ulteriori e accurati studi di progetto e di processo.

4.5.4 Cintura CLUBMAN

CINTURA CLUBMAN CFCC904002NP_A					
FASE	STAZIONE	Tempo AS IS [s]	Tempo TO BE [s]	Saturazione stazione AS IS	Saturazione stazione TO BE
TAGLIO	10	464,95	455,95	28%	31%
PREMONTAGGIO	20	222,65	212,12	13%	14%
CUCITURA DI TENUTA	40	354,75	265,28	21%	18%
CUCITURA LINEARE PESANTE	30F	50,30	50,30	3%	3%
CUCITURA LINEARE	30	237,75	237,75	14%	16%
COLLAUDO & IMBALLAGGIO	50	359,25	258,60	21%	17%
Totale tempo ciclo		1689,65	1480,00	100%	
Tempo ciclo a sistema		1200,00		/	

Tabella 28: Analisi tempo ciclo post implementazione lean per la cintura CLUBMAN.

CFCC904002NP_A	SISTEMA	AS IS	TO BE	GUADAGNO
TEMPO [s]	1200,00	1689,65	1480,00	209,65
TOTALE COSTO INDUSTRIALE [€]	-	11%	4%	7%

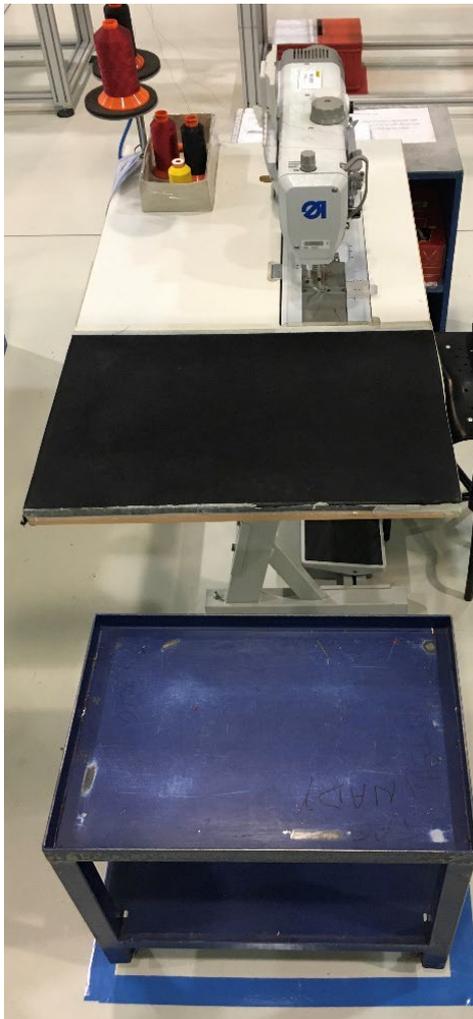
Tabella 29: Confronto a sistema di tempo ciclo e costo produzione cintura CLUBMAN nei casi AS IS e TO BE.

Il tempo ciclo rilevato per la cintura CLUBMAN, a seguito delle implementazioni *lean* è di **1480,00s** con un guadagno sul tempo ciclo superiore a **200s** rispetto allo scenario *AS IS*. Dalla Tabella 28, si evince come si sia registrato un miglioramento considerevole nell'esecuzione delle fasi oggetto della metodologia *lean* (quali *premontaggio*, *cucitura di tenuta* e *collaudo & imballo*) e come al tempo stesso sia l'unica ad aver fatto registrare il risparmio più alto in termini percentuali sul costo industriale, 7% come riportato in Tabella 29, rispetto alle altre famiglie di cinture.

4.6 SATURAZIONE LINEA POST LEAN

Dai grafici dei tempi ciclo per le cinture analizzate, riportate in Figura 3.17, Figura 3.20, Figura 3.23 e Figura 3.26, risulta evidente come la postazione dedicata alla *cucitura di tenuta* e quella dedicata a *collaudo & imballaggio* risultino le più critiche per la mole di attività da svolgere e, di conseguenza, anche quelle dove si registra un rallentamento del flusso.

Nel capitolo 3.4 sono stati illustrati tre casi che richiamano lo status dei carichi macchina focalizzando l'analisi sulle stazioni per la *cucitura di tenuta* e per la *cucitura lineare*. Dall'analisi condotta, sono stati inizialmente registrati fattori che hanno portato a ritardi e ad accumuli di materiale durante la giornata produttiva: ad esempio le rilavorazioni sulle parti costituenti la cintura e i limiti degli equipaggiamenti macchina.



Riprendendo i tre casi precedentemente illustrati, a seguito dell'indagine condotta, si è reso necessario l'acquisto di una nuova macchina per l'esecuzione delle cuciture lineari riportata in Figura 4.26.

Dalla Figura 4.27 qui riportata, si nota come l'introduzione di tale unità operativa abbia notevolmente abbattuto i tempi di attesa dei semilavorati posti sulle rulliere.

Figura 4.26: Postazione per cuciture lineari.

NESSUNA PERSONALIZZAZIONE

COD.	TIPOLOGIA / FAMIGLIA	Quantità	Saturazione cucitura di tenuta	Sat cucitura di tenuta tot	Saturazione cucitura lineare	Sat cucitura lineare tot
CCS433SRDN	FIA 8854/98 SALOON/RALLY 4PUNTI	20	6%	30%	5%	27%
CCS622SBUN	FIA 8853-2016/SALOON/RALLY 6PUNTI	20	6%		6%	
CCS622FRUN	FIA 8853-2016/FORMULA 6PUNTI	20	12%		7%	
CFCC904002NP_A	ECE CLUBMAN	20	6%		9%	

/	AS IS	TO BE	RISULTATO
Saturazione cucitura di tenuta	36%	30%	-17%
Saturazione cucitura lineare	55%	27%	-51%

PERSONALIZZAZIONE SU CINTURE FORMULA

COD.	TIPOLOGIA / FAMIGLIA	Quantità	Saturazione cucitura di tenuta	Sat cucitura di tenuta tot	Saturazione cucitura lineare	Sat cucitura lineare tot
CCS433SRDN	FIA 8854/98 SALOON/RALLY 4PUNTI	20	6%	33%	5%	47%
CCS622SBUN	FIA 8853-2016/SALOON/RALLY 6PUNTI	20	6%		6%	
CCS622FRUN	FIA 8853-2016/FORMULA 6PUNTI	20	13%		17%	
CFCC904002NP_A	ECE CLUBMAN	20	8%		19%	

/	AS IS	TO BE	RISULTATO
Saturazione cucitura di tenuta	39%	33%	-6%
Saturazione cucitura lineare	94%	47%	-50%

PERSONALIZZAZIONE SU TUTTE LE QUATTRO FAMIGLIE DI CINTURE

COD.	TIPOLOGIA / FAMIGLIA	Quantità	Saturazione cucitura di tenuta	Sat cucitura di tenuta tot	Saturazione cucitura lineare	Sat cucitura lineare tot
CCS433SRDN	FIA 8854/98 SALOON/RALLY 4PUNTI	20	9%	39%	15%	67%
CCS622SBUN	FIA 8853-2016/SALOON/RALLY 6PUNTI	20	9%		16%	
CCS622FRUN	FIA 8853-2016/FORMULA 6PUNTI	20	13%		17%	
CFCC904002NP_A	ECE CLUBMAN	20	8%		19%	

/	AS IS	TO BE	RISULTATO
Saturazione cucitura di tenuta	43%	39%	-10%
Saturazione cucitura lineare	133%	67%	-50%

Figura 4.27: Saturazione macchine post implementazione lean production.

4.7 Impatto economico sui rework post *lean*

Vengono ora proposti tre scenari di rilavorazioni, presentati in ordine di gravità crescente, a:

- 1) premontaggio eseguito (RWK 1);
- 2) cucitura di tenuta eseguita (RWK 2);
- 3) cucitura lineare eseguita (RWK 3);

negli scenari *pre-lean* (AS IS) e *post-lean* (TO BE), per le quattro famiglie di cinture analizzate evidenziando la gravità mediante una scala cromatica semaforica.

Nelle tabelle sottostanti, le fasi eseguite vengono identificate da una “x”.

Per evitare di diffondere dati sensibili dell’azienda, nelle seguenti tabelle vengono rappresentati le voci di costo di produzione su ciascuna postazione di lavoro e quanto le rilavorazioni impattino, in termini percentuali, su ciascun scenario.

Come già definito nel capitolo 4.5, la soluzione che permette di registrare una voce di *costi industriali* più bassa è quella di ridurre il tempo ciclo e di conseguenza anche i costi legati alle lavorazioni delle cinture.

A partire da:

- *costo lavorazioni interne*;
- tempo ciclo a sistema;
- tempo ciclo rilevato negli scenari *AS IS* e *TO BE*;

viene valutato l’apporto economico registrato su ciascuna postazione di lavoro.

4.7.1 Rilavorazioni su cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI

Nel caso della cintura GT/RALLY SALOON 4P, la lean production ha permesso di ridurre di poco meno del 10% l'impatto che la rilavorazione della cintura avrebbe nel caso più grave, ovvero quello di non conformità rilevata all'inizio della fase *collaudo & imballo*.

Inoltre, confrontando l'impatto che ha **RWK 1** nelle Tabelle 30-33, si rileva quanto per la cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI la percentuale extra di rilavorazione sia contenuta rispetto alle altre famiglie di cinture.

CCS433SRDN	SISTEMA	TAGLIO	ASSEMBLAGGIO FIBBIE	PREMONTAGGIO	CUCITURA DI TENUTA	CUCITURA LINEARE	COLLAUDO & IMBALLAGGIO	TOTALE
TEMPO AS IS [s]	/	310,45	250,50	147,60	361,30	112,26	419,00	1601,11
TEMPO TO BE [s]	/	310,45	249,39	117,60	311,30	112,26	349,00	1450,00
TOTALE COSTO INDUSTRIALE AS IS [€]	15,94 €	3,09	2,49	1,47	3,60	1,12	4,17	15,94
TOTALE COSTO INDUSTRIALE TO BE [€]	14,44 €	3,09	2,48	1,17	3,10	1,12	3,48	14,44
RWK 1 AS IS		x	x	x	/	/	/	38,16%
RWK 1 TO BE		x	x	x	/	/	/	35,67%
RWK 2 AS IS		x	x	x	x	/	/	68,26%
RWK 2 TO BE		x	x	x	x	/	/	61,61%
RWK 3 AS IS		x	x	x	x	x	/	98,48%
RWK 3 TO BE		x	x	x	x	x	/	91,75%

Tabella 30: Impatto delle rilavorazioni sui costi di produzione per la cintura GT/RALLY SALOON 4PUNTI.

4.7.2 Cintura GT/RALLY SALOON 6P

La cintura GT/RALLY SALOON 6P è l'articolo ad aver tratto maggior beneficio dalla lean production. Infatti, gli strumenti trattati nel capitolo 4.3, come la centralina (Figura 4.20) installata sulle macchine per le cuciture di tenuta, hanno contribuito a contenere le voci di rilavorazione facendo registrare un **-12%** nel caso di **RWK 2** e a ridurre per poco meno del **15%** i costi che le rilavorazioni apportano alla produzione dell'articolo nello scenario più grave, **RWK 3**.

CCS622SBUN	SISTEMA	TAGLIO	ASSEMBLAGGIO FIBBIE	PREMONTAGGIO	CUCITURA DI TENUTA	CUCITURA LINEARE	COLLAUDO & IMBALLAGGIO	TOTALE
TEMPO AS IS [s]	/	343,86	263,20	234,10	446,95	167,20	463,96	1919,27
TEMPO TO BE [s]	/	328,86	248,20	164,10	316,40	144,12	348,32	1550,00
TOTALE COSTO INDUSTRIALE AS IS [€]	19,11 €	3,42	2,62	2,33	4,45	1,66	4,62	19,11
TOTALE COSTO INDUSTRIALE TO BE [€]	15,43 €	3,27	2,47	1,63	3,15	1,43	3,47	15,94
RWK 1 AS IS	/	x	x	x	/	/	/	44%
RWK 1 TO BE		x	x	x	/	/	/	39%
RWK 2 AS IS		x	x	x	x	/	/	67%
RWK 2 TO BE		x	x	x	x	/	/	55%
RWK 3 AS IS		x	x	x	x	x	/	76%
RWK 3 TO BE		x	x	x	x	x	/	63%

Tabella 31: Impatto delle rilavorazioni sui costi di produzione per la cintura GT/RALLY SALOON 6PUNTI.

4.7.3 Cintura FORMULA

CCS622FRUN	SISTEMA	TAGLIO	ASSEMBLAGGIO FIBBIE	PREMONTAGGIO	CUCITURA DI TENUTA	CUC. LINEARE PESANTE	CUC. LINEARE	COLLAUDO & IMBALLAGGIO	TOTALE
TEMPO AS IS [s]	/	576,90	303,05	374,90	597,30	52,00	190,75	438,50	2533,40
TEMPO TO BE [s]	/	576,90	283,05	313,75	476,45	52,00	190,75	355,10	2248,00
TOTALE COSTO INDUSTRIALE AS IS [€]	25,22 €	5,74 €	3,02 €	3,73 €	5,95 €	0,52 €	1,90 €	4,37 €	25,22
TOTALE COSTO INDUSTRIALE TO BE [€]	22,40	5,74 €	2,82 €	3,12 €	4,74 €	0,52 €	1,90 €	3,54 €	22,38
RWK 1 AS IS	/	x	x	x	/	/	/	/	50%
RWK 1 TO BE		x	x	x	/	/	/	/	49%
RWK 2 AS IS		x	x	x	x	x	/	/	75%
RWK 2 TO BE		x	x	x	x	x	/	/	67%
RWK 3 AS IS		x	x	x	x	x	x	/	83%
RWK 3 TO BE		x	x	x	x	x	x	/	75%

Tabella 32: Impatto delle rilavorazioni sui costi di produzione per la cintura FORMULA.

Nel caso della cintura FORMULA, la lean production non ha fatto registrare sostanziali mutamenti nel caso di **RWK 1**.

Il beneficio si è invece registrato negli scenari di **RWK 2** e **RWK 3** con una riduzione in entrambi i casi del 12% sui costi di rilavorazione.

4.7.4 Cintura CLUBMAN

CFCC904002NP_A	SISTEMA	TAGLIO	PREMONTAGGIO	CUCITURA DI TENUTA	CUC. LINEARE PESANTE	CUC. LINEARE	COLLAUDO & IMBALLAGGIO	TOTALE
TEMPO AS IS [s]	/	464,95	222,65	354,75	50,30	237,75	359,25	1689,65
TEMPO TO BE [s]	/	464,95	192,28	266,09	50,30	237,75	238,63	1450,00
TOTALE COSTO INDUSTRIALE AS IS [€]	16,82 €	4,63	2,22	3,53	0,50	2,37	3,58	16,82
TOTALE COSTO INDUSTRIALE TO BE [€]	14,44 €	4,45	2,07	2,59	0,49	2,32	2,52	14,44
RWK 1 AS IS	/	x	x	x	/	/	/	62%
RWK 1 TO BE		x	x	x	/	/	/	54%
RWK 2 AS IS		x	x	x	x	x	/	65%
RWK 2 TO BE		x	x	x	x	x	/	66%
RWK 3 AS IS		x	x	x	x	x	/	79%
RWK 3 TO BE		x	x	x	x	x	/	83%

Tabella 33: Impatto delle rilavorazioni sui costi di produzione per la cintura CLUBMAN.

Nel caso della cintura CLUBMAN, la lean production ha fatto registrare delle voci di miglioramento contenute nei casi **RWK 2** e **RWK 3**, mentre ha permesso di ridurre di poco meno del 10% l'impatto che la rilavorazione della cintura avrebbe nel caso **RWK 1**, ovvero quello di non conformità rilevato all'inizio della fase di cucitura lineare pesante.

5 CONTINUOUS IMPROVEMENT

5.1 INDUSTRIA 4.0: Marcatrice laser

Nell'ultimo decennio, complice anche la pandemia da Covid-19, si è radicata sempre di più nelle PMI italiane il desiderio di innovarsi e di essere sempre più digitali e interconnesse.

Non a caso, nel 2016 il Governo italiano ha presentato il piano per l'Industria 4.0, oggi chiamato “*Piano nazionale industria 4.0*”, ponendosi come obiettivo la crescita e lo sviluppo delle aziende soprattutto in ambito digitale e Industria 4.0 (Maci 2022).

Tramite la concessione di sussidi, il Governo italiano ha di fatto spinto le aziende italiane a investire nella formazione del personale, nella ricerca e nello sviluppo e nell'acquisto di attrezzature tecnologiche riconosciute nel provvedimento, potendo godere così di importanti incentivi fiscali.

Sotto quest'ottica, Sabelt ha di recente acquistato una marcatrice laser per la serigrafia delle fibbie impiegate nelle cinture F1 e aerospace.

Attualmente l'attività di marcatura viene destinata in outsourcing ad un fornitore, con cui Sabelt ha consolidato i rapporti, specializzato in lavorazioni a laser. Una volta ricevuti i corpi inferiori, l'azienda esterna procede a serigrafare la superficie metallica dei componenti riportando le indicazioni dettate dall'ufficio Tecnico e previste dalla normativa FiA:



Figura 5.1: Corpo inferiore fibbia F1 marcata a laser con le informazioni previste da normativa FiA.

-Standard FiA;

-n° omologazione;

-Serial number: dato interno Sabelt per identificare il progressivo di produzione;

-Part number: può coincidere con il codice interno Sabelt oppure, come richiesto da alcune Scuderie del circuit F1, viene riportato il codice richiesto dal Cliente;

-L'anno di fine validità della fibbia.

È per questo motivo che sotto l'ottica di *Industria 4.0*, Sabelt ha deciso da un lato di investire sull'acquisto di una marcatrice laser propria con cui poter marcare i propri prodotti e dall'altro lato di gestire internamente i flussi associati alla lavorazione in esterna di questi prodotti.

Inizialmente, l'acquisto del macchinario è stato ponderato focalizzandosi esclusivamente sulla marcatura delle fibbie F1 e avio con l'obiettivo di estendere nel breve termine tale lavorazione a tutta la gamma di fibbie Sabelt e sostituire così la pressa a matrice in Figura 3.11 attualmente in uso su queste.

La marcatrice laser riportata in Figura 5.2, identificata nella postazione 05C della linea cinture, si compone di:

- PC per elaborare i programmi di marcatura;
- PLC per alimentare la sorgente laser;
- Aspiratore per risucchiare polveri e particelle che si liberano dentro l'ambiente di lavoro della macchina durante la lavorazione ed evitare così una dispersione nell'aria del capannone



Figura 5.2: Marcatrice laser collegata ad un'interfaccia PC e ad un aspiratore per evitare la diffusione di polveri durante le lavorazioni.

Sul PC è installato un software con il quale sono stati creati i programmi di marcatura per i team di F1 che hanno scelto Sabelt come partner per equipaggiare i propri piloti con sistemi di ritenuta all'avanguardia e innovativi.

5.1.1 Funzionamento marcatrice

L'interfaccia con la marcatrice laser avviene nelle seguenti modalità.

L'operatore accende il PLC della marcatrice tramite l'interruttore di avviamento I/O e lancia il software installato sul PC. Trattandosi di un dispositivo classificato come appartenente alla categoria *Industria 4.0*, la marcatrice a laser è dotata di sistemi di sicurezza intelligenti che ne impediscono il funzionamento in circostanze non previste a progetto. Per esempio, la macchina è abilitata a marcare **solo** dopo aver inserito e girato la chiave nel PLC e nel caso in cui la negligenza dell'operatore lo portasse a lasciare aperto lo sportello della marcatrice, anche premendo il bottone verde, la sorgente laser non emetterebbe alcun raggio laser poiché interviene il blocco macchina che riconosce che lo sportello è aperto.



Figura 5.3: Pannello protettivo ricavato sullo sportello della marcatrice laser.



Figura 5.4: Manovella della marcatrice laser per la regolazione della messa a fuoco.

Inoltre, sempre in ottica 4.0, la sicurezza degli addetti che operano sulla macchina è tutelata grazie ad una pellicola speciale applicata sulla finestra dello sportello stesso sia per proteggere la vista degli operatori dai raggi laser sia per osservare l'esecuzione nell'ambiente di lavoro (Figura 5.3).

Una volta avviato il software, l'operatore apre lo sportello per accedere all'area di lavoro, posiziona la fibbia al centro della piattaforma e richiama il programma di marcatura in cui sono riportati i campi voce da marcare sui corpi inferiori delle fibbie. Con la manovella mostrata in Figura 5.4 posta sopra la macchina, ne regola la messa a fuoco: per impostarla correttamente, bisogna agire sulla manovella finché i due puntatori laser di riferimento non sono allineati.

Prima di procedere alla marcatura, è possibile visualizzare un'anteprima del risultato finale interagendo con le impostazioni del software per verificare che i contorni dei campi siano in posizione corretta. Terminato anche questo check, l'operatore dà l'input alla macchina o tramite un clic da PC o schiacciando il tasto verde sul pannello macchina, si procede alla marcatura a laser del componente. In Figura 5.5 è possibile apprezzare dal punto di vista dell'operatore, quanto fin ora descritto:

- la vista dell'area di lavoro al di là del pannello protettivo;
- i due puntatori laser allineati per la messa a fuoco;
- i campi voce da riportare sul corpo inferiore della fibbia in accordo alla normativa FiA.



Figura 5.5: Vista dell'operatore sull'area di lavoro durante la marcatura a laser del componente metallico.

5.1.2 Estensione marcatura fibbie

L'introduzione della marcatrice laser in linea cinture permette di sostituire la modalità attualmente impiegata con cui vengono identificati alcuni prodotti, tra cui le cinture *CLUBMAN*.

In Figura 5.6 vengono illustrati gli strumenti per marcare le etichette identificative che verranno successivamente cucite sugli addominali delle cinture *CLUBMAN*: uno spruzzino, un tampone e un timbro per impostare la data nel formato ww/yy.



Figura 5.6: Sistema attualmente impiegato per marcare e identificare le cinture *CLUBMAN* tramite timbratura.

L'operatore preleva lo spruzzino, contenente una soluzione alcolica, e lo applica contro il tampone per inumidirne la superficie. Successivamente, regola il timbro, per impostare la settimana dell'anno e le ultime due cifre dell'anno, e lo

preme contro il tampone. Quindi marca l'etichetta con le informazioni prestabilite.

Come è possibile notare nell'immagine dx della Figura 5.6, la resa qualitativa di tale operazione mostra sbavature sull'etichetta e i caratteri non ben definiti. È per questo che, per rientrare più velocemente dall'investimento della marcatrice laser, si potrebbe pensare di estendere la marcatura anche sulle fibbie dell'intera gamma prodotti processati in linea cinture aprendo le porte anche alle personalizzazioni laser come, ad esempio, l'incisione del logo dell'azienda o altre richieste particolari dei Clienti da applicare direttamente sul corpo delle fibbie.



In Figura 5.7 è rappresentata una fibbia per cintura CLUBMAN marcata a laser con lo standard precedentemente descritto.

In questo caso, il laser agisce su una superficie polimerica motivo per cui l'impiego dell'aspiratore, connesso all'unità operatrice, è di fondamentale importanza per evitare il rilascio in ambiente di particelle dannose per la salute degli operatori quando si apre il portellone per prelevare il componente.

Figura 5.7: Marcatura laser su una fibbia per cintura CLUBMAN.

5.2 Banco fibbie

L'assemblaggio delle fibbie in linea cinture è svolto da personale esperto che nel tempo ha saputo formare le nuove risorse. Tuttavia, l'assemblaggio delle fibbie è una fase che, ad oggi, presenta una forte componente manuale priva di controlli di oggettivazione sulle operazioni che vengono svolte e la probabilità di omettere uno o più componenti che ne pregiudichino la funzionalità resta comunque alta: ad esempio, viti di chiusura non bagnate nel frena filetto che non mantengono il serraggio tra corpo superiore e corpo inferiore (con conseguente apertura della fibbia), corpo sferico assente nella sede del corpo inferiore che compromette la funzionalità della leva sgancio oppure assenza del piatto fisso nella fibbia.

Queste sono solo alcune delle voci ad alto punteggio che compaiono nella PFMEA (Process Failure Mode and Effects Analysis) redatta dall'Ente Manufacturing e condivisa con l'Ente Tecnico (incaricato di elaborare la Design FMEA), e che richiedono azioni correttive.

È per questo che, a seguito dei molteplici punti critici messi in luce dalla FMEA di processo e dei reclami dei Clienti volti ad assicurarsi di ricevere prodotti conformi, si sono rese necessarie modifiche atte a correggere le modalità con cui vengono realizzate le fibbie. L'azienda ha così deciso di adottare delle contromisure e di stanziare un budget investimenti per la linea cinture al fine di scongiurare la delibera di prodotti difettosi ai Clienti.

A tal scopo, l'Ente Manufacturing si è fatto carico di sondare il mercato per ricercare equipaggiamenti in grado di certificare l'oggettivazione delle operazioni più critiche nell'assemblaggio e vengono qui di seguito proposte tre soluzioni ricevute da un fornitore codificato con l'azienda.

1ª soluzione: banco assemblaggio oggettivato

Una potenziale soluzione è quella di introdurre sulla linea cinture una postazione di assemblaggio fibbie come quella attualmente presente sulla linea aviation riportata in Figura 5.8.

Il banco si mostra come una postazione lean in cui, ai lati del ripiano di lavoro, sono ricavate due strutture incernierate al ripiano stesso con due piccole mensoline, dove sono ubicate le cassette della minuteria in numero sufficiente per l'esecuzione del montaggio.

Il banco di lavoro è costituito da:

- un monitor (box azzurro) connesso ad un PC che illustra all'operatore le sequenze operative da compiere;
- un avvitatore a braccio, per ridurre il rischio di esposizione da vibrazioni e da contraccolpi all'operatore, connesso ad una centralina e tarato su un valore predefinito di coppia (box arancione);
- un posaggio per la fibbia, mostrato nel focus di Figura 5.8, con due piccoli recipienti contenenti due tipologie diversi di frena-filetti. Per oggettivare l'operazione delle viti con il frena filetto, alla base di questi recipienti sono presenti due celle di carico che danno l'input al PC a procedere con l'operazione successiva solo quando l'operatore bagna la punta delle viti esercitando una pressione sui sensori.
- un pannello comandi con cui l'operatore blocca/sblocca la fibbia dal posaggio premendo sui due pulsanti (boxes in rosso).

Sebbene questa soluzione possa garantire l'oggettivazione del prodotto, prevede comunque che sia l'operatore con la sua esperienza e sensibilità a giudicare l'esito positivo del collaudo, quale lo sgancio delle lingue, rendendo, di fatti, incompiuto ogni tentativo di oggettivazione globale del processo.

Il costo sul mercato di tale equipaggiamento è stimato intorno ai 20000€

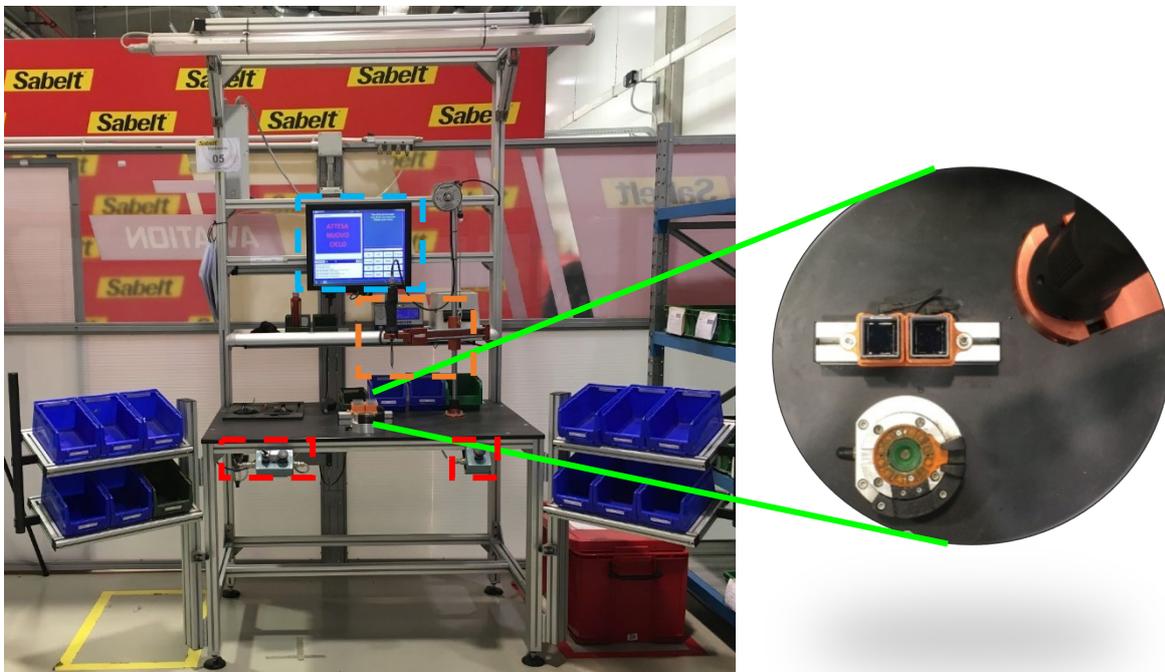


Figura 5.8: Banco montaggio fibbie per cinture di applicazione avio.

2ª soluzione: banco di collaudo fibbie

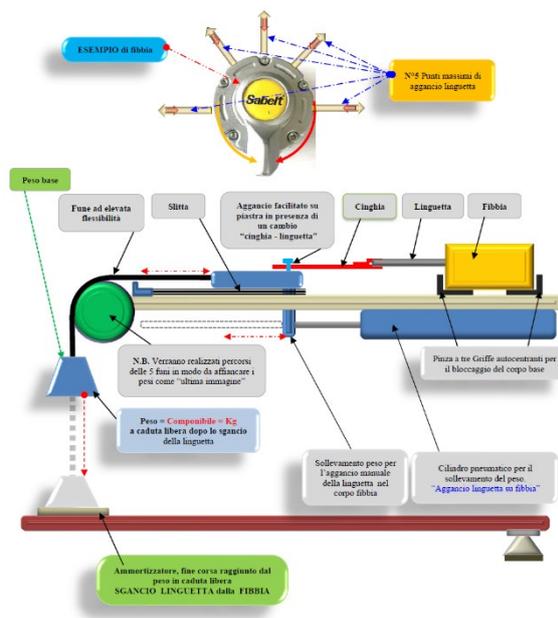


Figura 5.9: Schema banco collaudo fibbie.

sulla slitta. All'estremità della piastra vi è una fune dall'elevata flessibilità che sorregge un peso dalla massa variabile in funzione del test che si vuole replicare. A livello progettuale, il banco di collaudo qui presentato presenta forti analogie con quello già presente in Laboratorio, ma impiegato per le sole fibbie di F1 che richiedono dei test specifici imposti dalla FiA.

La valutazione di mercato del banco è di 47000€.

3ª soluzione: linea semiautomatica per assemblaggio fibbia

L'ultima soluzione proposta consiste in una linea semiautomatica computerizzata, illustrata in Figura 5.10 e riportata anche in Allegato 19, il cui output è quello di avere un prodotto che è collaudato, conforme e oggettivato in tutti i suoi componenti.

La linea è composta da più sottostazioni presidiate sia dall'operatore che da robot i quali rendono nullo il tasso di manualità richiesto all'operatore nell'assemblare la fibbia. In particolare, se l'operatore è incaricato di posizionare manualmente i componenti della fibbia su un *pallet* che viaggia lungo tutta la linea, i robot provvedono, in sequenza, a:

- controllare che tutti i componenti siano presenti sul pallet tramite un *checker*;

- prelevare i componenti posti sul pallet e a distinguere quali ingrassare tramite il *dispenser grasso* e quali no;
- montare i componenti di corpo inferiore e di corpo superiore della fibbia;
- assemblare e chiudere corpo inferiore su corpo superiore con le cinque viti poste sul pallet;
- serrare la leva sgancio, tramite la vite leva, sulla fibbia.

Gli step sopra descritti vengono eseguiti autonomamente da un software che impartisce le istruzioni da eseguire da monte a valle della linea fino alla stazione presieduta dall'operatore.

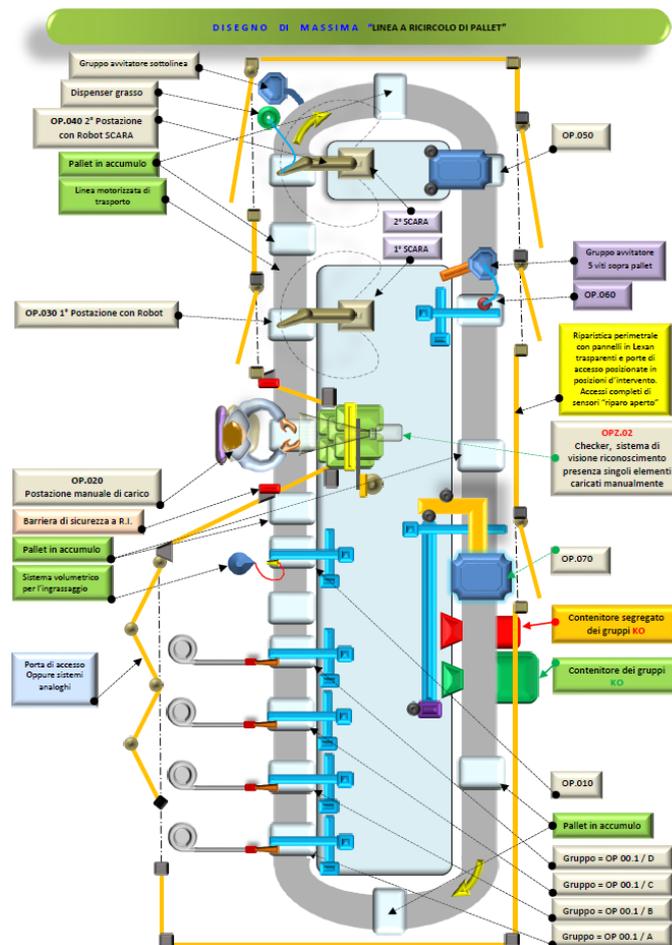


Figura 5.10: Schema linea semiautomatizzata per assemblaggio fibbie.

Questa soluzione, tra le tre proposte, è quella che garantisce l'oggettivazione richiesta dall'azienda per tutelare la propria produzione di prodotti di sicurezza e tenere alto l'indice di soddisfazione dei propri Clienti, priorità assoluta.

Di seguito, viene proposta la valutazione economica per il banco semi-automatico.

Considerando:

- l'investimento da **350000€**;
- una riduzione del tempo ciclo da **320s** a **90s**;
- il costo della manodopera orario pari a **23€/h** (o **0,006€/s**);
- il 2019 come anno standard non affetto dalle conseguenze causate dal Covid con **11760pz** prodotti;

si avrà che il ritorno dell'investimento sarà superiore a 20anni.

Investimento [€]	Riduzione tempo ciclo [s]	Volumi annuali	Risparmio annuale	Pay Back Period [anni]
350000	230	11760	16228,80	21,56

Tabella 34: Valutazione investimento banco semi-automatico per l'assemblaggio delle fibbie.

Tuttavia, considerando che la produzione nello stabilimento è ancora lontana dall'essere definita *massive production*, l'esborso di tale investimento è incompatibile con i numeri attualmente registrati.

5.3 Modifiche banco di taglio secondario

Nel capitolo 3.5.1 sono state espone le criticità a cui vengono esposti gli operatori nell'effettuare i tagli sulla postazione 10B: tagli eseguiti su una ristretta gamma prodotti tra cui F1 e applicazioni speciali. Al fine di intraprendere un'azione correttiva, sono stati coinvolti sia il costruttore del banco che fornitori esterni per valutare quotazioni di breve e lungo periodo.

Dall'analisi *in loco* sono state ipotizzate le seguenti proposte:

- la prima consiste nel sostituire la presa posta sulla centralina del banco con una *presa a pin femmina* per evitare di bypassare l'interruttore posto sulla centralina stessa quando, erroneamente, gli operatori invertono le prese degli strumenti di taglio.
Inoltre, al fine di tutelare eventuali disattenzioni nell'esecuzione dell'operazione, si è reso necessario integrare il banco di taglio con uno scudo protettivo in policarbonato: questa soluzione offre un'ulteriore sicurezza all'operatore incaricato di eseguire la lavorazione mentre preme la leva contro il nastro per tenerlo in tensione.

Questa proposta si rivela essere la soluzione più rapida da implementare in attesa di ricevere altre quotazioni più industrializzate anche da parte degli altri fornitori coinvolti;

- la seconda proposta del costruttore è volta a rinnovare il banco di taglio. Il funzionamento è il seguente: l'operatore imposta, su un PLC connesso al banco di lavoro, i parametri di taglio (quota, velocità, temperatura) della parte da tagliare e, tramite un gancio libero di scorrere lungo la guida (simile a quello attualmente impiegato in Figura 3.4), viene srotolato il nastro per una quantità pari a quella specificata in macchina. Infine, l'operatore, tramite un bottone posto sul banco dà l'input alla macchina di avviare l'utensile con lama a caldo, o con sega a disco, facendolo scorrere lungo la slitta per tagliare le parti della cintura. Questa soluzione *semiautomatica* prevede la presenza dell'operatore a presidiare il banco di lavoro incaricato di azionare la macchina per permettere il taglio.

In attesa di ricevere le versioni definitive dei preventivi e sulla base delle criticità evidenziate all'inizio del capitolo 5.2, l'azienda sta mostrando un generale interesse nel migliorare da un punto di vista tecnologico tutte le operazioni che ad oggi vengono eseguite manualmente e, specialmente la seconda proposta, rientrerebbe nel budget investimenti stanziato con l'obiettivo di disporre in linea equipaggiamenti di livello superiore rispetto alla concorrenza.

5.4 Sistema rintracciabilità barcode

L'introduzione di un sistema di rintracciabilità tramite la lettura dei barcode posti sulle cassette di tutta la linea porterebbe i seguenti vantaggi:

- minor tempo nella compilazione dei documenti;
- tracciabilità elettronica che viene archiviata direttamente sui server aziendali una volta deliberato il prodotto implicando così un minor utilizzo di carta;
- maggior controllo & tracciabilità dei componenti prelevati e consumati;
- riduzione percentuale di errore nell'impiego dei componenti/filo: ad esempio, le macchine da cucire possono montare dei dispositivi aggiuntivi che se non registrano un flag positivo, quando si spara il codice a barre, non permettono alla macchina di procedere con la lavorazione;
- Evitare che venga cucito un filo leggero su una cucitura di tenuta;
- Evitare che vengano deliberati codici errati al collaudo.

In termini economici, considerando:

- l'investimento da **50000€**;
- una riduzione del tempo ciclo da **240s** a **60s**;
- il costo della manodopera orario pari a **23€/h** (o **0,006€**);
- il lotto medio da produrre pari a **10 cinture**;
- il delta tempo, in [s], sulla singola cintura pari a **18s**;
- il delta risparmio in [€] sulla singola cintura pari a **0,11€**;
- volumi annuali stimati di **25000 cinture**;

si avrà un ritorno dall'investimento superiore ai 18anni.

Investimento [€]	Delta tempo ciclo [s]	Lotto medio [pz]	Risparmio annuale	Pay Back Period [anni]
50000	180	10	2750	18,18

Tabella 35: Valutazione investimento banco semi-automatico per l'assemblaggio delle fibbie.

5.5 Illuminazione ambiente di lavoro

Nel capitolo 3.5.2 è stata riportata la criticità in merito all'illuminazione delle postazioni di lavoro e come su una di esse fosse totalmente assente: il banco secondario di taglio.

Tabella 3 – Principali tipologie lavorative – Indicazioni di illuminamento medio di esercizio				
Industrie	Grossolano 50 - 300 Lx	Medio 150 - 500 Lx	Fine 300 - 750 Lx	Finissimo 750 - 2000 Lx
Metalmecanica	Grosse fusioni, trafilatura, forgiature, pulizia grossolana	Fusioni piccole o di forma semplice, torni, frese, montaggi semplici	Fusioni complesse, trafilatura fine, fresatura, regolazione di macchine, montaggi fini, stampaggio	Lavori di precisione, incisioni, cesellatura, bobinatura, orologeria e simili
Chimica	Lavori al forno, macinazione, sedimentazione, essiccazione	Distillazione, filtrazione, cristallizzazione, essiccazione meccanica	Filtrazioni delicate, estrazioni, celle elettrolitiche	Misure colorimetriche, misure di precisione
Ceramica	Lavori al forno o con apparecchiature meccaniche	Formatura di grossi pezzi	Formatura di piccoli pezzi, pittura, tagliatura e pulitura del vetro	Lavorazioni di precisione su pezzi piccoli e sottili
Legno	Segatura meccanica	Segatura a mano, piallatura, fresatura, unione	Segatura di precisione, tornitura, scultura, finitura	Scultura di precisione
Tessile		Lavori di preparazione	Filatura, tessitura, taglio e cucitura di stoffe chiare, tintura, lavaggio, stiratura	Filatura, tessitura, taglio e cucitura di stoffe scure, rammendo
Elettrica	Caldaie, frantoi, trasporto carbone, trattamento ceneri	Sala macchine, trasformatori	Sala quadri di comando	
Grafica			Stampa	Regolazione stampanti, composizioni, controllo bozze
Cuoio e pelli	Conceria	Tagli grossi	Tagli, lavorazione alle macchine, tintura, cucitura	Lavorazioni di precisione su piccoli manufatti
Carta		Preparazione di cellulosa e pasta di legno	Finitura, controllo macchine	
Alimentare		Locali di lavoro	Verifiche, pesatura, imballaggio, lavori di laboratorio, pesatura	

Figura 5.11: Valori illuminamento raccomandati da normativa.

La normativa, EN 12464-1:2011 “Luce e Illuminazione - Illuminazione dei luoghi di lavoro - Parte 1: Luoghi di lavoro interni”, definisce gli intervalli di di illuminamento medio (espressi in lux) specificando il livello di precisione con cui eseguire le operazioni in funzione del settore industriale, come riportato in Figura 5.11.

Assicurare un livello di illuminamento a norma è condizione sufficiente per creare un ambiente di lavoro con buone condizioni visive, ma in generale andrebbero presi in

considerazione anche aspetti non prettamente di natura tecnica.

È per questo che nella progettazione dell'illuminazione degli ambienti di lavoro, oltre ai responsabili di Manutenzione e Sicurezza & Ergonomia dell'azienda, andrebbero consultate anche altre figure professionali esperte in medicina del lavoro, psicologia e illuminotecnica, per garantire il più alto contributo al progetto.

Infatti, la predisposizione e la collaborazione che dovrebbe crearsi tra queste figure professionali nel sensibilizzare il personale di linea nell'ambiente di lavoro, andrebbe condotta in parallelo allo studio prettamente tecnico, tramite l'erogazione di questionari agli addetti in linea per rilevare stress, disturbi ed effetti causati da una illuminazione non conforme.

6. CONCLUSIONI

L'esperienza di Apprendistato maturata in Sabelt ha permesso di entrare in contatto con la produzione dei prodotti di sicurezza appartenenti al settore dell'automotive e del motorsport per comprenderne ogni peculiarità progettuale e di processo.

Il focus principale del progetto, volto ad implementare i principi cardine della *lean production* sulla linea cinture, si è incentrato sull'analisi del flusso produttivo in ogni suo aspetto, al fine di introdurre il metodo 5S e ridurre così le forme di spreco illustrate.

Tuttavia, durante lo svolgimento del progetto, si sono riscontrate criticità che hanno influenzato l'intera filiera:

- la rilevazione dei tempi ciclo, a causa delle saturazioni delle stazioni a fondo linea e degli ordini di produzione che acquisivano priorità, non è stata condotta in maniera continua e questo ha creato difficoltà nell'analizzare il flusso produttivo del lotto;
- l'osservazione della situazione iniziale del processo produttivo ha messo in luce problematiche circa il disordine sulla linea, il sovraccarico delle stazioni di lavoro e anche aspetti di natura ergonomica (vedi Figura 4.22);
- la resistenza da parte dei lavoratori nell'apprendere nuove competenze, ed effettuare così rotazioni tra gli stessi addetti, ha impedito di rendere gli operatori polivalenti sull'esecuzione dei cicli di lavoro influenzando anche la matrice di polivalenza;
- nei mesi di Marzo e Aprile si sono registrati ritardi nella delibera dei prodotti a causa dello scoppio della guerra che ha influito pesantemente nell'approvvigionamento delle materie prime da parte dei fornitori.
- il crescente tasso di contagiosità da Covid-19, specialmente durante i mesi di Novembre e Dicembre.

Quest'ultimo ha ricoperto un ruolo negativo e onnipresente in linea: di fatti, si sono registrati casi di positivi tra gli operatori che hanno spinto il Manufacturing Manager a reagire spostando alcuni addetti dalle altre linee produttive in linea cinture e ad affiancarli a figure con più esperienza nello svolgimento delle fasi.

Tuttavia, è importante evidenziare come i benefici iniziali apportati dall'applicazione dello standard 5S, quali:

- Progettazione di un layout con la creazione di isole di cucitura;
- Revisione, in fase di progettazione, dei componenti da assemblare;
- Identificazione di un'area pulizia;
- Istruzioni e strumenti per mantenere la linea pulita e in ordine;

abbiano contribuito a far registrare un notevole miglioramento nell'esecuzione delle operazioni di lavoro e a creare un ambiente di lavoro più snello, più pulito e soprattutto standardizzato. Inoltre, considerando l'intenzione del top management di voler innovare la produzione e la predisposizione a investire su equipaggiamenti di *industria 4.0*, promettono ampi margini di miglioramento se combinati con un metodo lean sostenuto da tutte le figure interne all'azienda.

7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Niger Slack, Alistair Brandon-Jones, Pamela Danese, Pietro Romano, Andrea Vinelli, “*Gestione delle operations e dei processi*”, Pearson, 2019.

Anupinidi, R., Chopra, S., Deshmukh, S.d., Van Mieghem, J.A. e Zemel, E., “*Managing Business Process Flows*”, Prentice Hall, 1999.

Hammer, M., “*Reengineering work: don't automate, obliterate*”, Harvard Business Review, 1990.

Harrington H.J., “*Streamlines Process Improvement*”, McGraw Hill Professional, 2011.

Eliyahu M. Goldratt, Jeff Cox, “*The Goal, a process of ongoing improvement*”, 2004.

Alberto Galgano, “*Toyota –Perché l'industria italiana non progredisce*”, Editore Guerini & Associati.

Rick Harris, Chris Harris, Earl Wilson, Making Materials Flow , Editore The Lean Enterprise Institute.

Maister, D., “*The psychology of waiting lines*”, Harvard Business Review.

Alberto Galgano, Bruno Susio, “*Learning to see - La mappatura del flusso del valore per creare valore ed eliminare i muda*”, Editore Guerini & Associati

Slack, N e Lewis, M.A., “*Operations Strategy*”, Financial Times Prentice Hall.

Chopra, S. e Meindl, P., “*Supply Chain Management: Strategy, planning and operations*”, Prentice Hall, 2009.

Pil, F.K. e Holweg, M., “*Exploring scale: the advantages of thinking small*”, MIT Sloan Management Review.

Hill T., “*Manufacturing Operations Strategy*”, Palgrave Macmillan, 2006.

Keisuke Nakamura. «The transfer of the Toyota Production System: A case of Indonesia»

[https://geo.tesionline.it/geo/article.jsp?id=14689#:~:text=Grazie%20a%20un%20programma%20di,mondiale%20\(dopo%20gli%20USA\).](https://geo.tesionline.it/geo/article.jsp?id=14689#:~:text=Grazie%20a%20un%20programma%20di,mondiale%20(dopo%20gli%20USA).)

<https://www.easylean.it/336/Cosa-sono-Muda,-Mura-e-Muri?-Le-3-M-di-spreco-nella-Lean-Manufacturing.-E-come-rimuovere-gli-sprechi.>

[https://www.economyup.it/innovazione/cos-e-l-industria-40-e-perche-e-importante-saperla-affrontare/.](https://www.economyup.it/innovazione/cos-e-l-industria-40-e-perche-e-importante-saperla-affrontare/)

<https://www.sixsigmaperformance.it/muda.html>

<https://www.considi.it/lean-thinking-e-theory-of-constraint/>

<https://www.leanmanufacturing.it/strumenti/5s.html#shine>

<https://www.fia.com/presentation-forms-harnesses-according-fia-standard-8853-2016.>

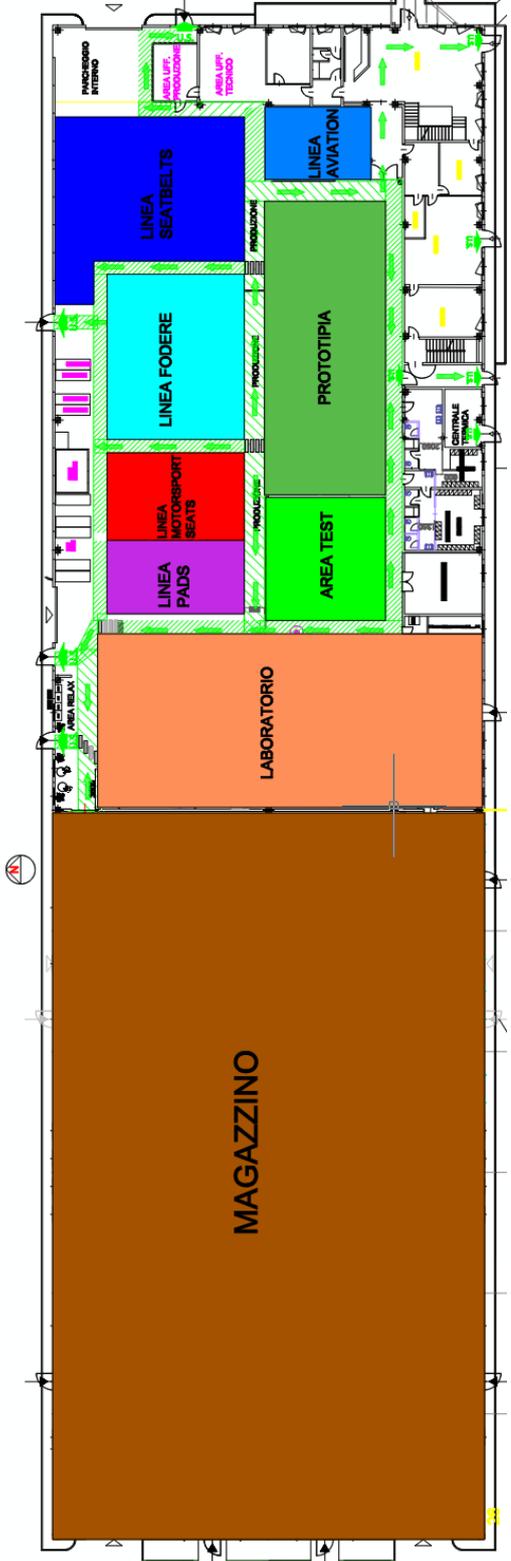
[https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/.](https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/)

Documenti aziendali:

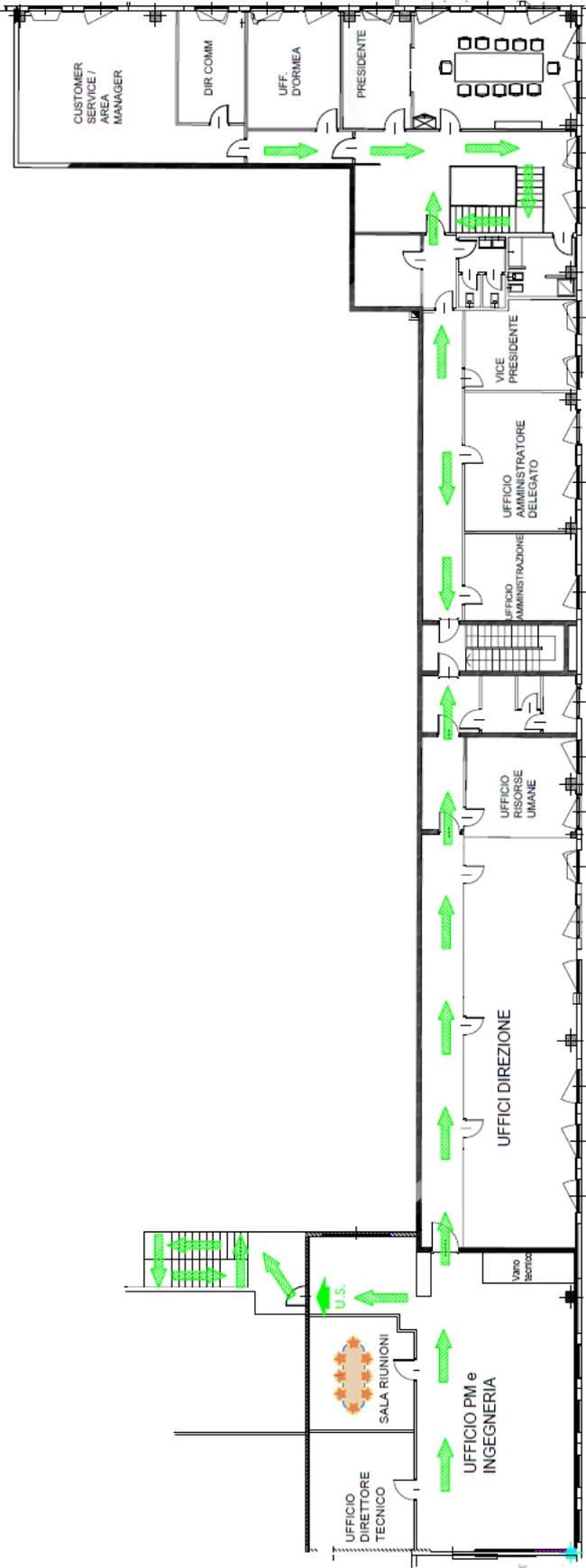
- Layout stabilimento M1;
- Modulo Benestare Avvio Produzione postazione di lavoro;
- Istruzioni di lavoro: FAOM;
- Visual Aid;
- Modulo di rintracciabilità;
- C.D.I.;
- Matrice di polivalenza;
- Registro dell'affiancamento;
- Layout linea cinture.

8. ALLEGATI

ALLEGATO 1a: Vista in pianta dello stabilimento di produzione M1: piano terra (stampare su A3)



ALLEGATO 1b: Vista in pianta dello stabilimento di produzione M1: lv.1
(stampare su A3)



ALLEGATO 2: MODULO BENESTARE AVVIO PRODUZIONE (BAP)

	BENESTARE AVVIO PRODUZIONE		CODIFICA M.BO.SA-212	REV: 1
			NUMERAZIONE BAP_003_14	
	CODICE PRODOTTO	POSTAZIONE		
CINTURA COMPETIZIONE				

Motivazione del Benestare Avvio Produzione:				Esito controlli				Avvio dopo guasto	
a) inizio turno di lavorazione									
DESCRIZIONE CONTROLLO	METODO	FREQUENZA	APPLICABILE		1° controllo		2° Cont.	ESITO DOPO GUASTO	NOTE
			SI	NO	OK	NO OK	OK dopo interv.	OK	
Esecuzione attività manutenzione primo livello	Visivo	Avvio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Disponibilità componenti per il montaggio	Visivo	Avvio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Presenza cicli di controllo	Visivo	Avvio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Presenza istruzioni di montaggio	Visivo	Avvio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Corretto montaggio componenti	Visivo	Avvio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Corretta identificazione del prodotto finito	Visivo	Avvio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Presenza scheda rintracciabilità	Visivo	Avvio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Disponibilità programma di cucitura	Visivo	Avvio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

1. BENESTARE AVVIO PRODUZIONE PER: a) inizio turno		
FIRMA OPERATORE	DATA	ORA

2. BENESTARE AVVIO PRODUZIONE PER: b) cambio operatore		
FIRMA OPERATORE	DATA	ORA

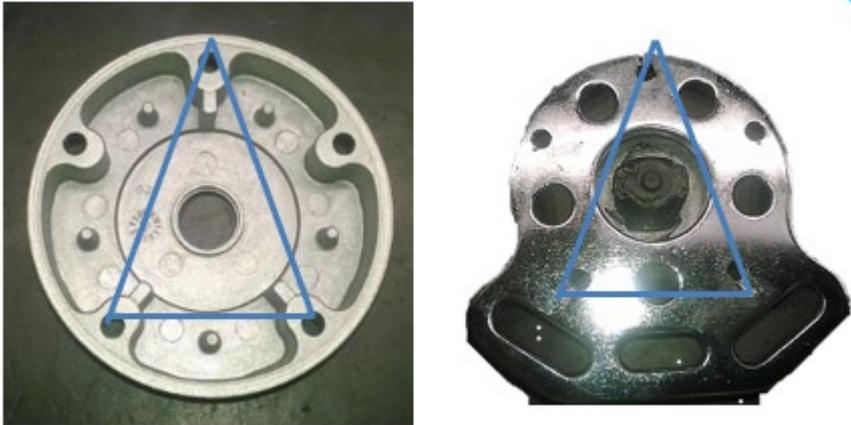
3. BENESTARE AVVIO PRODUZIONE PER: b) cambio operatore		
FIRMA OPERATORE	DATA	ORA

ALLEGATO 3: Foglio Analisi Operazioni Manuali (FAOM)

	FAOM - XXXXXXXXXXXX			CODIFICA	Rev.
				Numerazione FAOM	FAOM Rev.
	PFMEA N°	PFMEA REV.	Manufacturing Engineering Sign:	STATION	Quality Engineering Sign:
TOOLS					
TOOLS	OPT	NOTE	STATION DESCRIPTION		
OPERATIONS DESCRIPTION					
PHASE	OP n°	DESCRIPTION	VISUAL		

ALLEGATO 4: VISUAL AID per il montaggio del piatto fisso sul corpo superiore.

Sabelt **Linea Cinture**
Visual Aid 05A/002 Assemblaggio corpo superiore



In fase di montaggio del piatto fisso, allineare le tacche con le corrispondenti sul corpo superiore

The image shows two views of a circular metal plate. The left view is a top-down perspective, and the right view is a side-on perspective. A blue triangle is overlaid on both views, with its vertices pointing to three specific notches or holes on the plate's circumference, indicating the alignment points for assembly.

ALLEGATO 5: MODULO DI RINTRACCIABILITÀ

RINTRACCIABILITÀ COMPONENTI CINTURE

DISEGNO: CCS623SRUN ORDINE PRODUZIONE: _____ QUANTITÀ: 20
 OMOLOGAZIONE: CCET0109 DATA APERTURA COMMESSA: _____ DATA CHIUSURA COMMESSA: _____

Componente	Post	Codice	Lotto						Pressa in carico postazione						
			lotto/1	lotto/1	lotto/1	lotto/1	lotto/1	lotto/1	Operatore	Data Inizio	Ora Inizio	Data Fine	Ora Fine		
Nastri	cod 1	420002B	lotto/1												
	cod 2	420052B	lotto/1												
	cod 3		lotto/1												
	cod 4		lotto/1												
	cod 5		lotto/1												
	cod 6		lotto/1												

Regolatori	cod 1	402176	lotto/1												
	cod 2	CCRE0008_A	lotto/1												
	cod 3		lotto/1												
Fissaggi	cod 1	CCST0013	lotto/1												
	cod 2		lotto/1												
	cod 3		lotto/1												
Lingua	cod 1	CCLI0004	lotto/1												
	cod 2		lotto/1												
	cod 3		lotto/1												
Fibbia	cod 1	CCFI0109	lotto/1												
	cod 2		lotto/1												
	cod 3		lotto/1												

Regolatore Cucito	cod 1	CCRE0012_A	lotto/1												
	cod 2		lotto/1												
	cod 3		lotto/1												
	cod 4		lotto/1												
Anello	cod 1		lotto/1												

Filo Cucitura Tenuta	cod 1	CCFL0001_B ROSSO	lotto/1												
	cod 2	SCFL0001_A NERO	lotto/1												
	cod 3	CCFL0005_B GRIGIO	lotto/1												

Collaudo	Operatore	Data
----------	-----------	------

ALLEGATO 6: C.D.I. (Codice di Identificazione)

C. D. I.		6/21/2022			
Articolo CCMI0008_A SCROCCO FALSO FIBBIA FORMULA					
E.M.		Ente Destinatario: 54255			
Quantità 4,500.00		Seriale		Colore	Um. Mis.: nr
Lotto 22248LAAK212					
Bolla 1.136		del 4/7/2022		CDI	
Quantità totale 20,850.00		Contenitore 1/1		Tipo	
Visto				Visto	
Codice CDI 228CDIACIP10			Ubicazione WP01 E430012_PR		
					

ALLEGATO 7: MATRICE DI POLIVALENZA



MATRICE POLIVALENZA CINTURE

LEGENDA

0 Nessuna abilità

1 Saper svolgere la mansione in affiancamento e Sicurezza

2 Assicurare la qualità - Esecuzione corretta dei cicli di controllo

3 Assicurare la produzione - Capacità di garantire la cadenza salvo imprevisti

4 Trasmettere le conoscenze - Capacità di addestrare nuovi assunti in affiancamento

Colore	GIALLO
Colore	ARANCIONE
Colore	VERDE
Colore	BLU

NOME LINEA	STAZIONI DI LAVORO											
	05A	10A	20	30A	40A	40B	30F	40E	30B	40G	30C	50
STAZIONE	05A	10A	20	30A	40A	40B	30F	40E	30B	40G	30C	50
NOME OPERATORE	ASSEMBLAGGIO FIBBIA	TAGLIO	MONTAGGIO	MACCHINA DA CUCIRE LINEARE	MACCHINA DA CUCIRE AUTOMATIC A DA TENUTA	MACCHINA DA CUCIRE AUTOMATIC A DA TENUTA	MACCHINA DA CUCIRE LINEARE FILO PESANTE	MACCHINA DA CUCIRE AUTOMATIC A DA FILO LEGGERO	MACCHINA DA CUCIRE LINEARE	MACCHINA DA CUCIRE AUTOMATIC A DA TENUTA	MACCHINA DA CUCIRE LINEARE	EDL + IMBALLO

ALLEGATO 8: REGISTRO DELL’AFFIANCAMENTO

		REGISTRAZIONE DELL’AFFIANCAMENTO		CODIFICA	REV.
Nominativo partecipante					
LINEA		Postazione			
operazione di sicurezza 	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	livello iniziale			
Nominativo del formatore:					

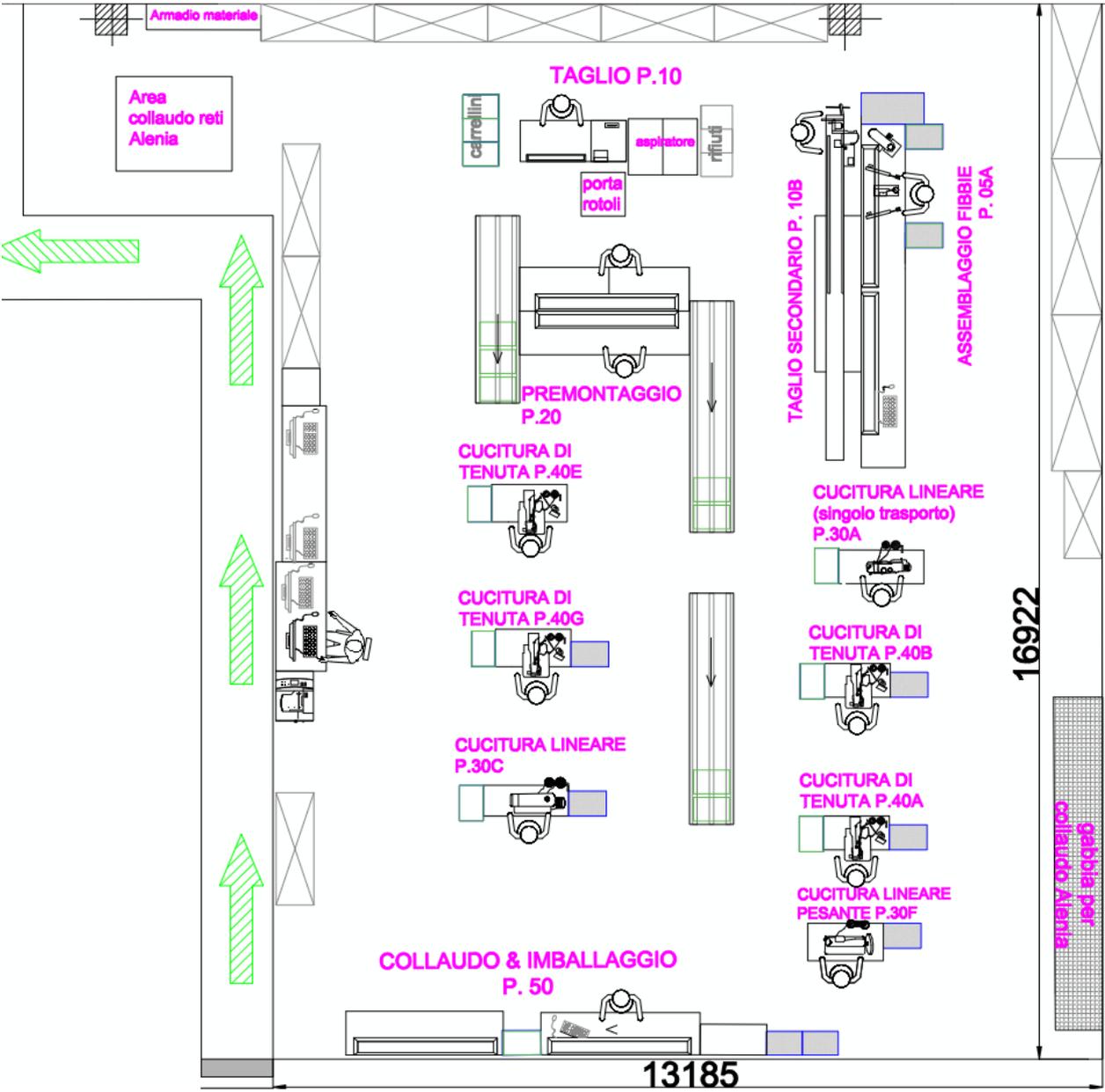
Periodo di affiancamento: da _____ a _____					
Affiancamento per linea / macchina /altro (specificare) :					

Aspetti analizzati :					

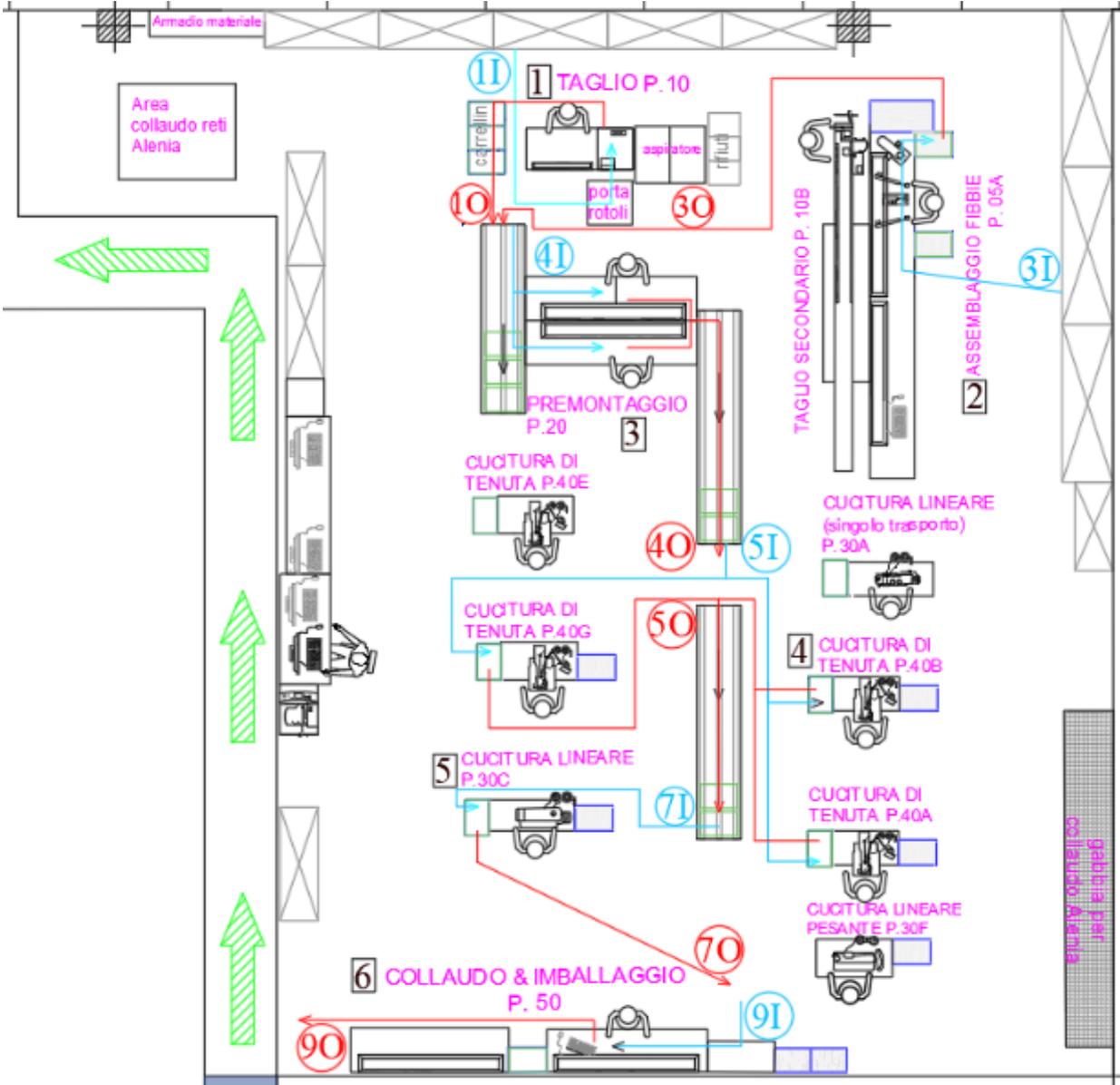
Aspetti di sicurezza analizzati :					
utilizzo DPI <input type="checkbox"/> rischi specifici <input type="checkbox"/> segnalazione rischi <input type="checkbox"/>					
altro _____					
Firma del partecipante: _____					
Firma del Responsabile *: _____					
Data: _____					
Si ritiene che la formazione ricevuta sia stata efficace? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> A risposta negativa ripetere la formazione fino al raggiungimento dell’obiettivo o destinare la persona ad altre attività				livello raggiunto	
Note:					

* Responsabile					
da livello 0 a livello 1	Team leader				
da livello 1 a livello 2	Internal Quality				
da livello 2 a livello 3	Manufacturing Engineer				
da livello 3 a livello 4	Manufacturing Manager e Quality Manager				

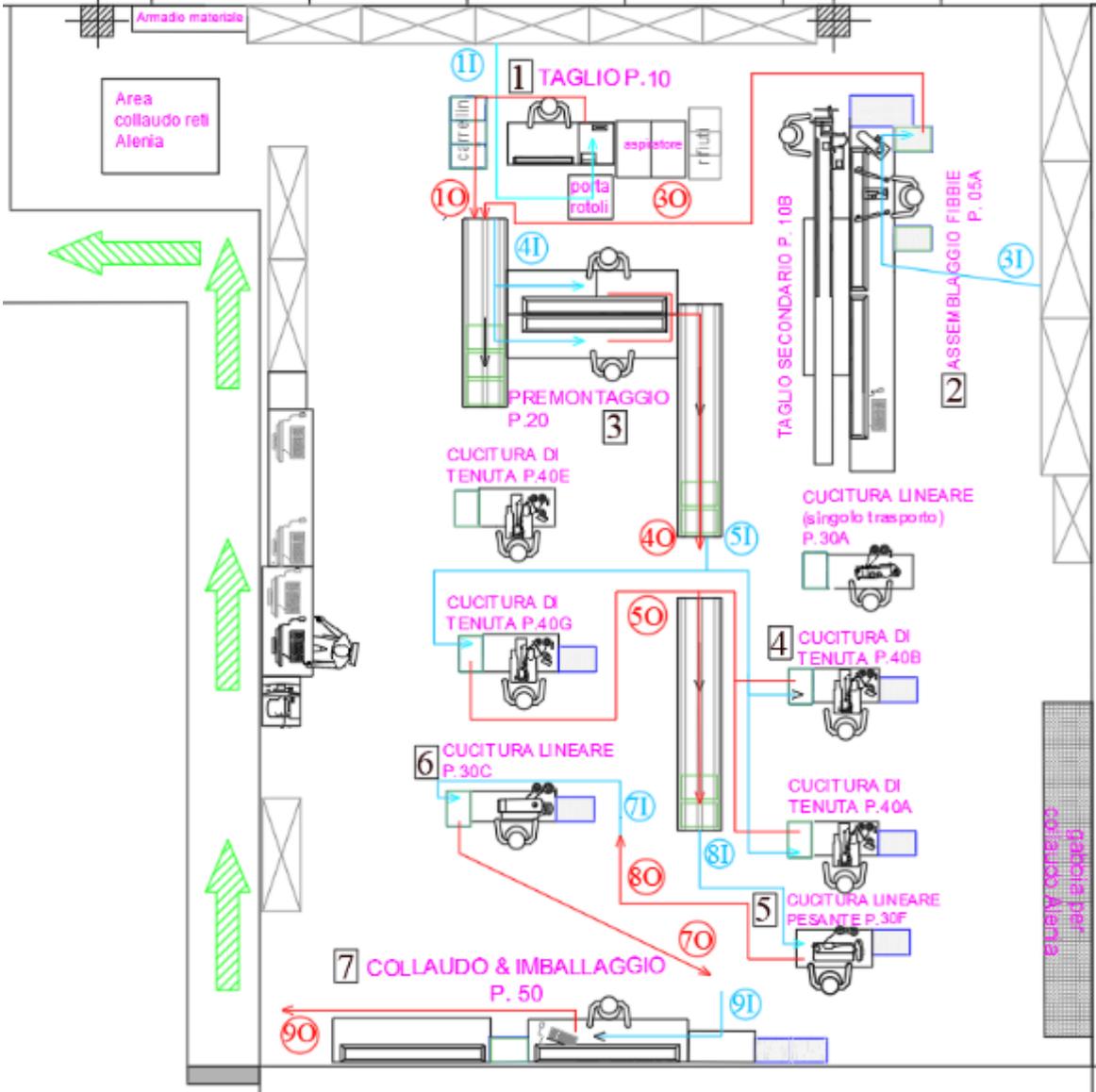
ALLEGATO 9: LAYOUT LINEA CINTURE AS IS



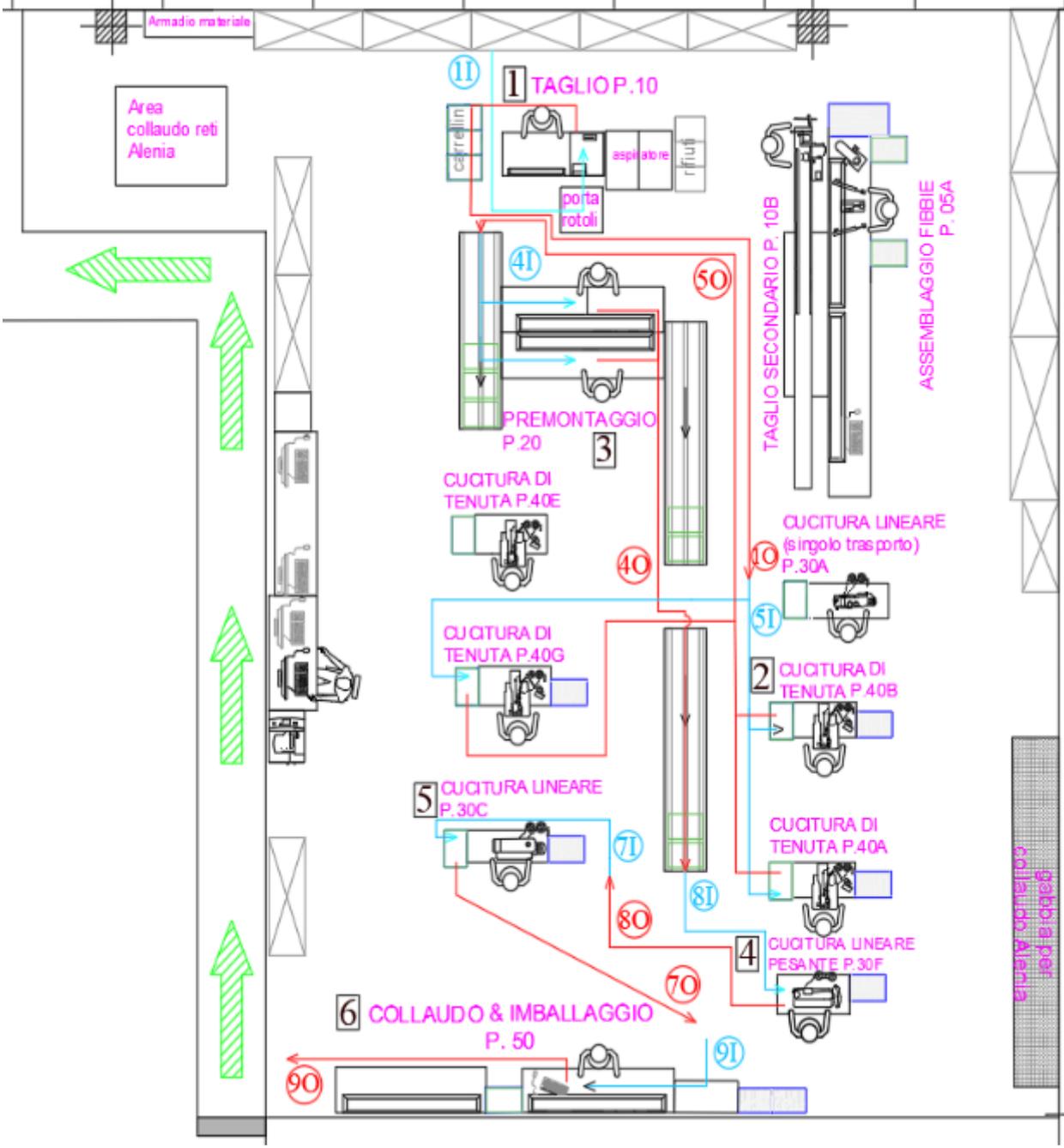
ALLEGATO 10: FLUSSO PRODUTTIVO CINTURA GT/RALLY SALOON 4P & 6P



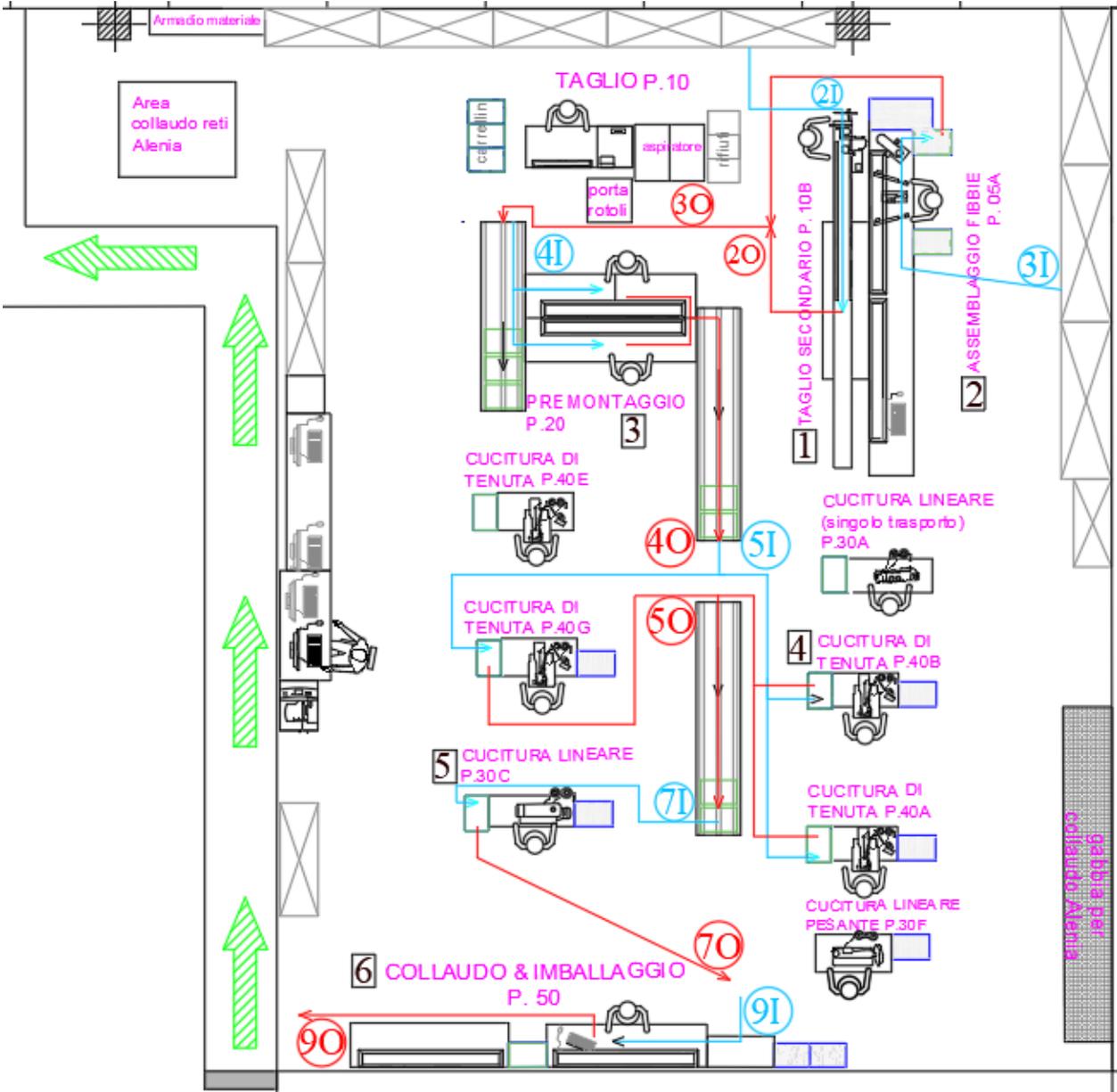
ALLEGATO 11: FLUSSO PRODUTTIVO CINTURA GT/RALLY FORMULA



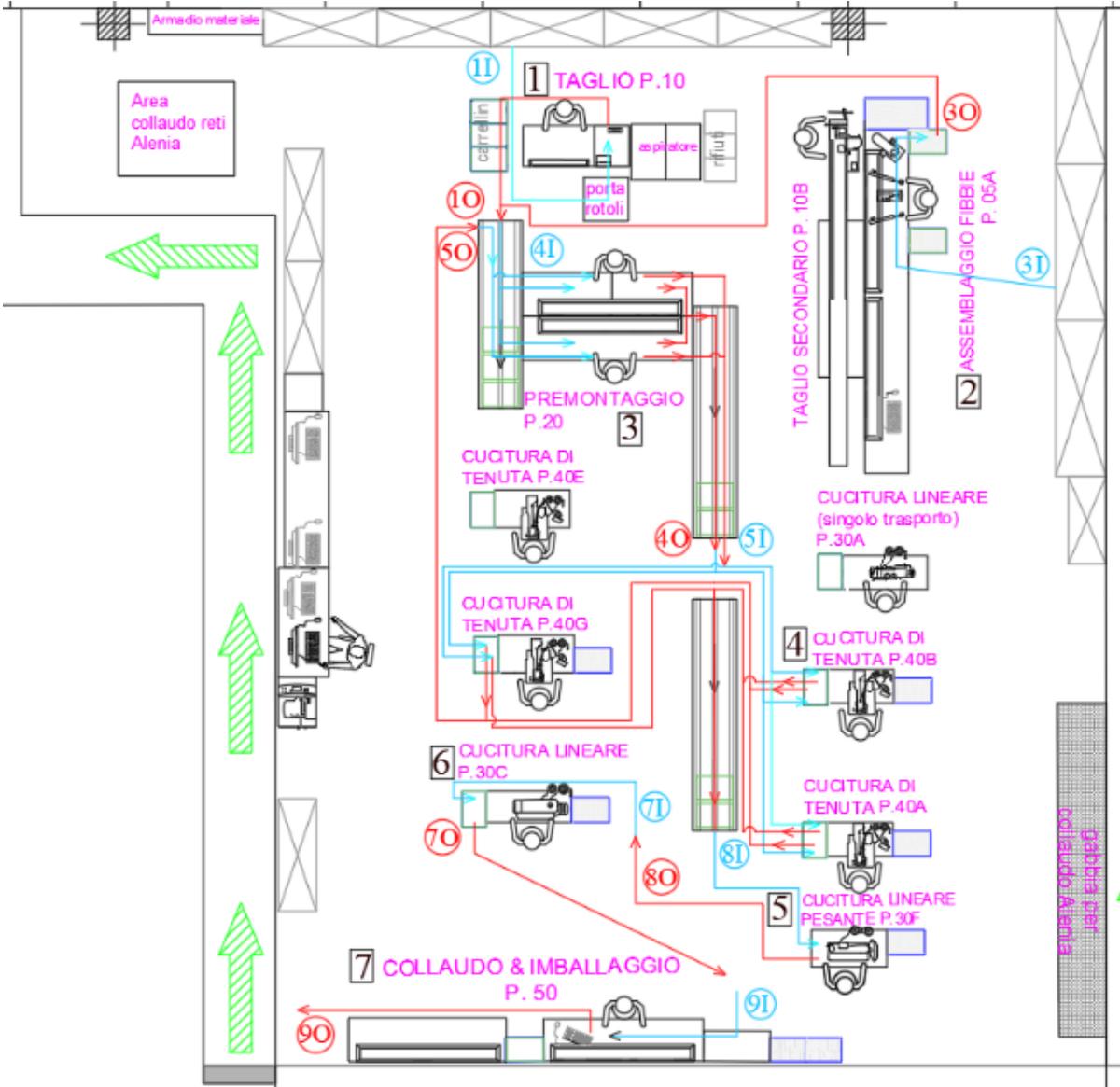
ALLEGATO 12: FLUSSO PRODUTTIVO CINTURA CLUBMAN



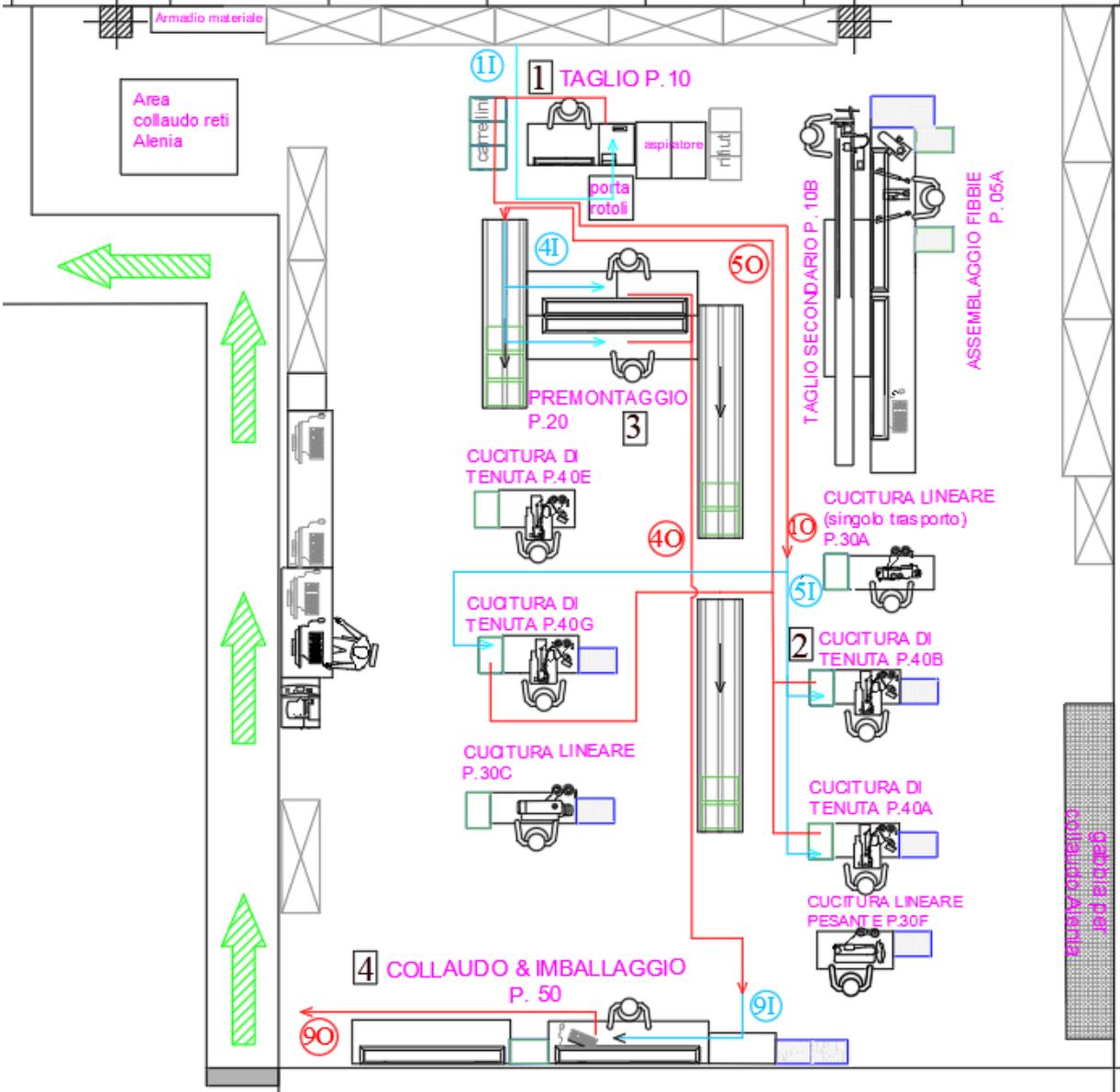
ALLEGATO 13: FLUSSO PRODUTTIVO CINTURA F1



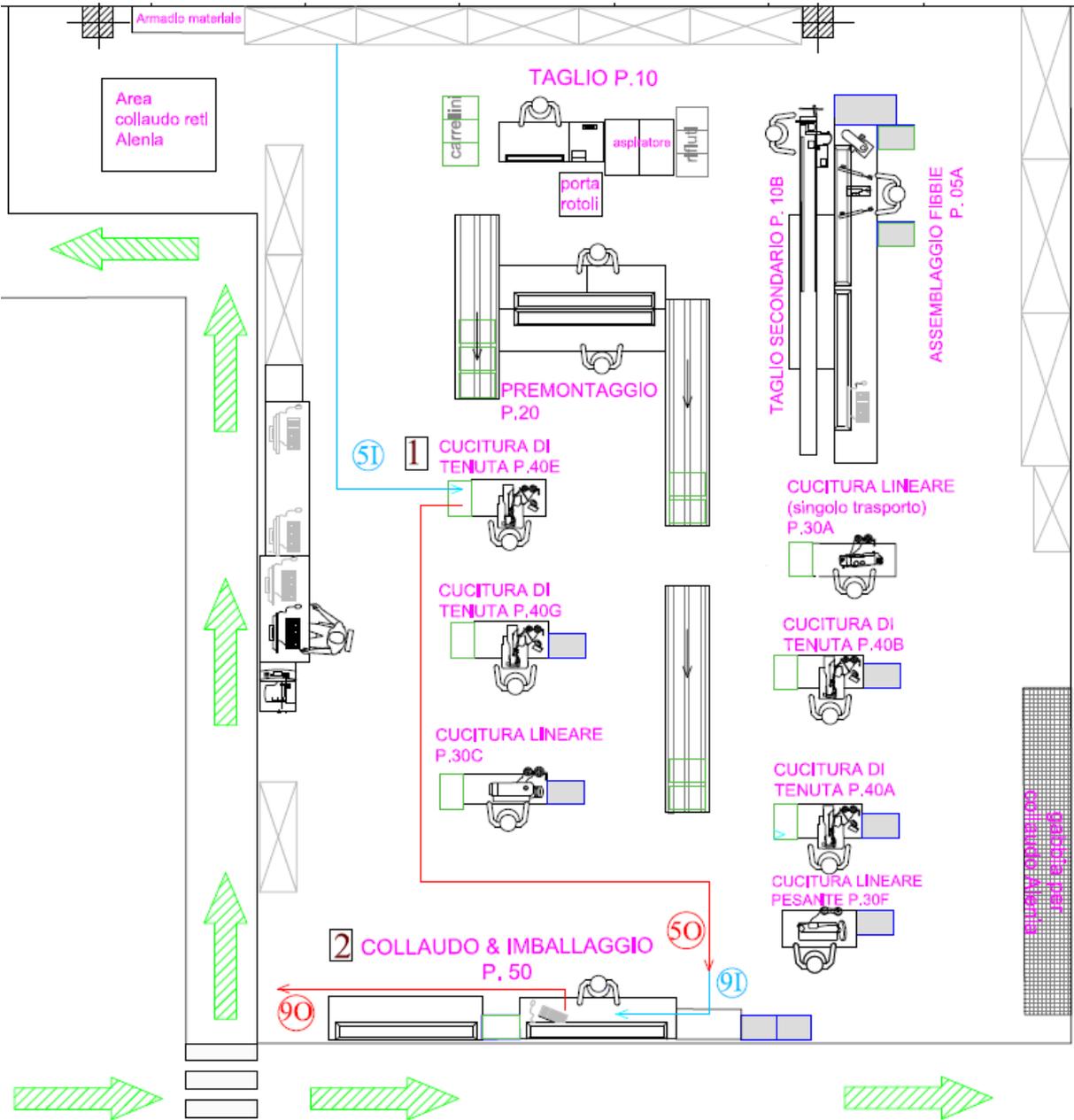
ALLEGATO 14: FLUSSO PRODUTTIVO CINTURA SPECIALI



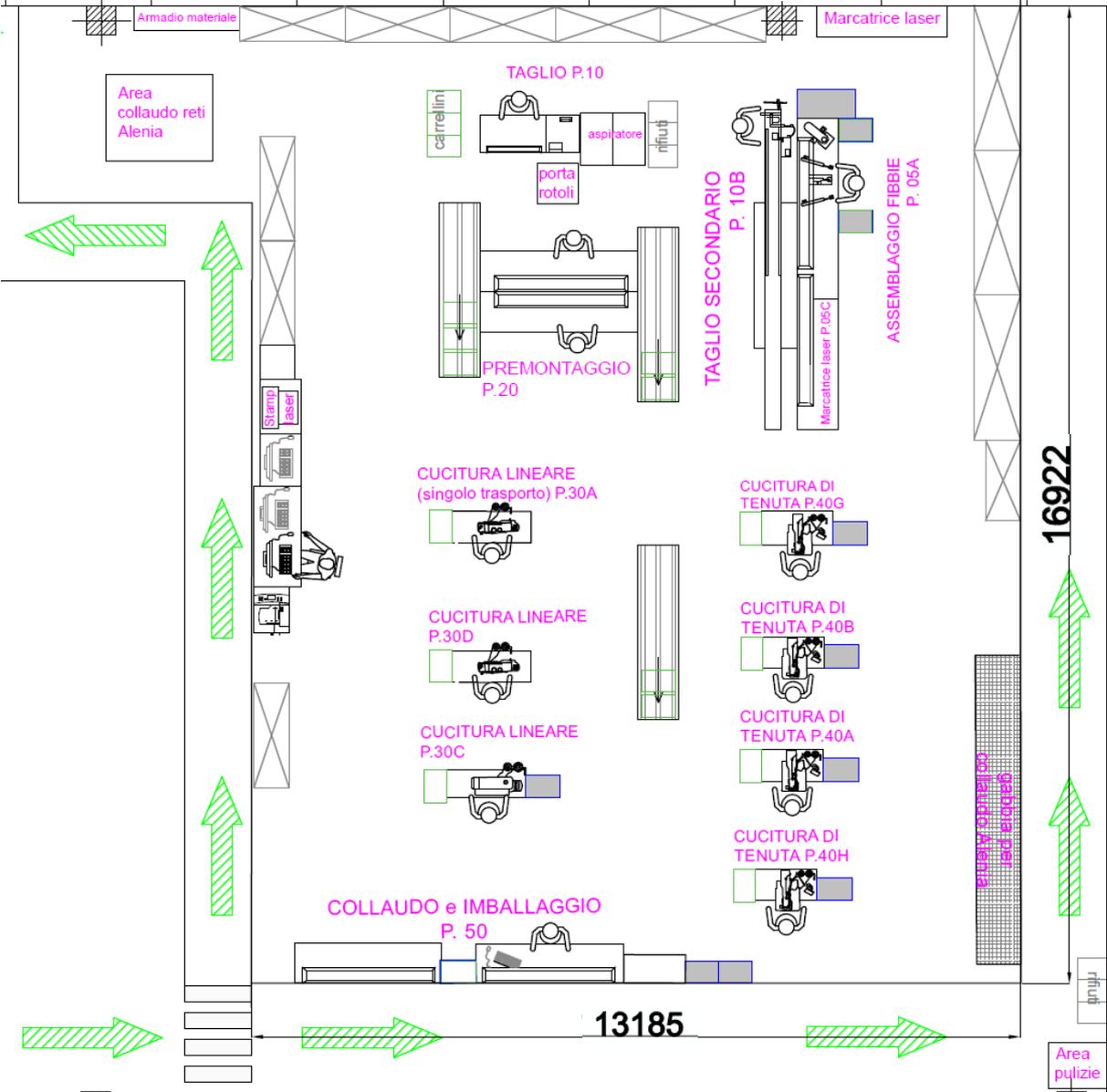
ALLEGATO 15: FLUSSO PRODUTTIVO CINTURA RETI



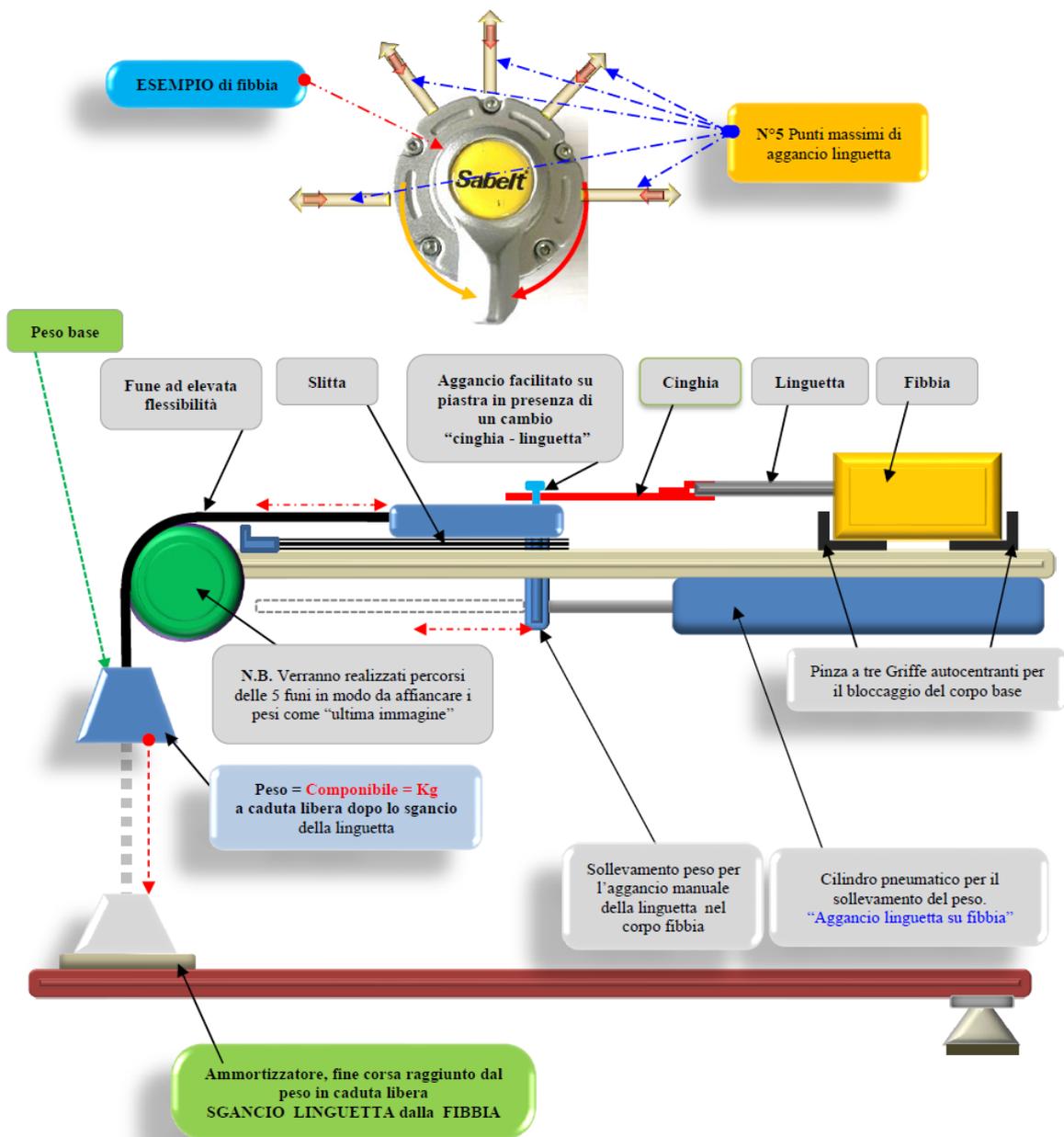
ALLEGATO 16: FLUSSO PRODUTTIVO CINGHIA



ALLEGATO 17: LAYOUT LINEA CINTURE TO BE



ALLEGATO 18: BANCO DI COLLAUDO FIBBIE



ALLEGATO 19: LINEA SEMIAUTOMATICA PER ASSEMBLAGGIO FIBBIA

