



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

A.a. 2022/2023

Sessione di Laurea Dicembre 2023

Analisi del Takt Time

Introduzione a un caso aziendale

Relatore:

Giulio Mangano

Candidata:

Martina Loccisano

Indice

1. Introduzione	3
2. Il Takt Time	5
2.1 Introduzione al Takt Time.....	5
2.2 Il calcolo del Takt Time	7
2.3 Vantaggi e svantaggi.....	8
2.4 Sviluppo del Takt Time	9
2.5 Diminuzione e aumento della produttività	10
2.6 Relazione con il Tempo Ciclo	11
2.7 Bottleneck.....	12
2.8 Takt Time e Automazione.....	13
2.9 Takt Time e cambiamento layout.....	14
2.10 Takt Time e forza lavoro	15
3. Il caso studio Martur.....	16
3.1 Introduzione al caso studio	16
3.1.2 Analisi MTM.....	17
3.2 Analisi situazione attuale.....	19
3.2.1 Cushion Frame Preparation Area	19
3.2.2 Front Line Area	27
3.2.3 Rear Seat Area	39
4. Conclusioni.....	43
5. Bibliografia.....	44
6. Sitografia.....	45

1. Introduzione

Nella visione moderna l'efficienza e la produttività nelle industrie sono diventati i concetti fondamentali per la crescita aziendale. Per affrontare i miglioramenti dei processi produttivi e per poter ottenere una linea di produzione che mira alla costante riduzione degli sprechi il concetto di Lean Manufacturing rappresenta una delle principali metodologie di gestione adottate dalle aziende.

Tra i concetti centrali di questa filosofia, un ruolo centrale è dato dal Takt Time che rappresenta il ritmo che deve sostenere la produzione per completare un'unità di prodotto al fine di soddisfare la domanda nel cliente. Questo parametro all'interno del contesto aziendale svolge un ruolo fondamentale, in quanto, in base ad esso si impostano le varie operazioni nella linea, vengono allocate le risorse e vengono definiti i ritmi che devono essere sostenuti nelle varie stazioni di lavoro.

Tuttavia, quando si affronta un'importante variazione della produttività è necessario effettuare un cambiamento per quanto riguarda i ritmi da imporre alla produzione e, quindi, riconsiderare i processi produttivi.

Nel presente lavoro di tesi si propone di approfondire il concetto del Takt Time e della sua rilevanza nella Lean Manufacturing con applicazione nell'azienda Martur Fompak Italy che si occupa della produzione dei sedili auto della 500 elettrica. Verrà esaminato l'utilizzo del Takt Time nell'industria e come è necessario rivedere e adattare questo parametro per riuscire a far fronte alle variazioni della domanda. Tramite uno studio approfondito, verrà analizzata la linea di produzione nella situazione attuale e verranno effettuate proposte per ottimizzare i tempi rispettando il nuovo Takt Time andando a garantire la soddisfazione del cliente.

Inoltre, saranno descritti i vari cambiamenti effettuati lungo la linea di produzione quali la riallocazione delle operazioni di lavoro, l'inserimento di nuove stazioni, l'automatizzazione di alcune operazioni e, quando necessario, l'introduzione di nuove risorse sulla linea per sostenere il ritmo produttivo imposto. Per analizzare questi processi, verrà utilizzata la tecnica MTM (Methods-Time-Measurement). Questa metodologia viene utilizzata per migliorare l'efficienza dei processi produttivi e si avvale della determinazione di tempi standard definiti analizzando e suddividendo le operazioni manuali o i metodi in movimenti elementari richiesti nelle stazioni di lavoro necessari per l'esecuzione. A ciascuno di questi movimenti sono assegnati tempi

standard predeterminati, calcolati in base al movimento e alle condizioni in cui esso è eseguito.

Si prevede che il lavoro svolto possa fornire una chiara comprensione dell'importanza del Takt Time nella Lean Manufacturing e che tramite un suo ottimale utilizzo esso possa rispondere positivamente ai cambiamenti della domanda.

2. Il Takt Time

2.1 Introduzione al Takt Time

Il Takt Time trova contesto tra i concetti fondamentali della Lean Manufacturing, filosofia introdotta da Toyota. Si è sviluppato nell'industria automobilistica giapponese tra gli anni '50 e gli anni '60 con l'introduzione del sistema di produzione noto come: Toyota Product System.

“Il metodo Toyota è un modo ragionevole di produrre, in quanto elimina completamente quanto c'è di superfluo nella produzione, al fine di ridurre i costi”.

Gli obiettivi principali di questo sistema sono il raggiungimento dei risultati e il miglioramento continuo della produttività e dell'efficienza con particolare attenzione all'eliminazione degli sprechi, al fine di “fare di più con meno”.

Spesso il Toyota Product System è rappresentato con una figura che raffigura un tempio, piantato su due pilastri: il Just in Time, che mira a mantenere zero scorte, e il Jidoka, che si concentra sulla riduzione dei difetti.

Il tetto del tempio rappresenta il raggiungimento degli obiettivi con la migliore qualità, il prezzo più basso e il tempo minimo, grazie all'eliminazione dei “Muda”, ovvero i tipi di sprechi che possono verificarsi. Infine, le fondamenta richiedono stabilità, standardizzazione e il principio del Kaizen un concetto che promuove il miglioramento continuo. Ogni standard raggiunto rappresenta qualcosa che può sempre essere migliorato attraverso piccoli passi (Liker, 2001).

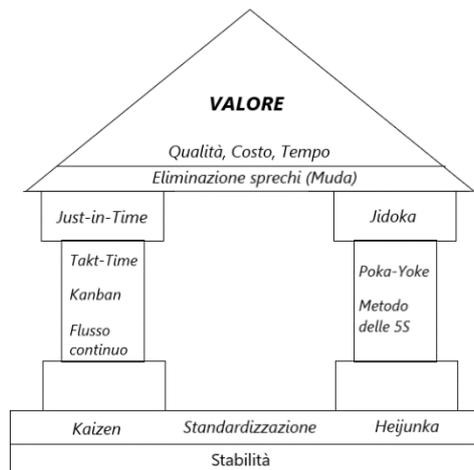


Figura 1: Tempio Toyota Product System

Il Takt Time trova contesto nel primo pilastro del Toyota Product System ovvero quando la produzione si basa sul Just in Time.

Il Just-in-Time ha permesso alle aziende la produzione di solamente ciò che è richiesto dal cliente e solo quando è necessario. Tra i vantaggi dell'applicazione di questo approccio si trova la riduzione della formazione di scorte in magazzino, che comportano costi immobilizzati e che non apportano benefici all'azienda. Come sostenuto da Taiichi Ohno, artefice del sistema Toyota: *“Più materiale c'è a magazzino, meno probabilità c'è che si trovi ciò di cui si ha bisogno”*.

Lo strumento che governa il sistema del Just in Time è il Kanban un sistema di gestione della produzione basato su un approccio visivo, che permette, di pianificare, controllare e ottimizzare i processi. Vengono utilizzate schede visive per rappresentare il lavoro da svolgere, viene utilizzato un sistema in cui la produzione si muove in base alla richiesta effettiva e permette di rispondere alla domanda del cliente, creando un flusso di lavoro continuo.

Il Takt Time trova contesto in un'azienda che lavora in Just In Time poiché permette la definizione del ritmo di produzione in base alla domanda diretta del cliente e del mercato. Infatti, il JIT implica la produzione e la consegna degli ordini dei clienti esattamente quando essi sono richiesti e il Takt Time definisce il ritmo ideale per raggiungere questo obiettivo. Ridurre il tempo di attesa alla vendita è essenziale rispetto a un'attesa di arrivo della domanda. Questo contribuisce ad una diminuzione dei costi legati ai materiali immobilizzati. Il sistema non si basa più su una produzione che supera la domanda effettiva, ma lavora in sinergia con essa, evitando sia la sovrapproduzione che la sottoproduzione.

Il concetto di Takt Time costituisce un elemento essenziale all'interno del contesto della Lean Manufacturing, con l'obiettivo di snellire il flusso di lavoro e ottimizzare le risorse nella linea produttiva e nei processi associati. Il termine della tecnica deriva dalla parola tedesca "Taktzeit" che significa "tempo di battito" che, nella filosofia Lean, indica il ritmo che deve seguire la produzione per rispondere alla domanda e soddisfare le richieste dei clienti al momento opportuno. Viene definito come il "battito" dell'azienda in quanto una sua gestione ottimale ne migliora il flusso di lavoro, minimizzando gli errori di produzione e massimizzando l'efficienza complessiva. Per definirlo al meglio bisogna tenere conto che questo non debba essere troppo lento altrimenti si correrebbe il rischio di non riuscire a soddisfare la richiesta del cliente e nemmeno troppo veloce poiché si rischierebbe di avere un eccesso di stock che comporterebbe un aumento dei costi. Inoltre, aiuta a migliorare l'efficienza in alcune aree che risultano particolarmente complesse nella gestione dei tempi.

Bisogna tenere conto che può variare in base a diversi fattori, come la stagionalità della domanda e l'efficienza delle operazioni interne all'azienda. Tuttavia, una gestione accurata permette di avere sotto controllo ciascun passaggio nella catena di produzione in modo che vengano identificati e ridotti gli sprechi ottenendo la riduzione dei costi operativi e migliorando la competitività dell'azienda sul mercato. La sua applicazione comporta una pianificazione attenta, una supervisione continua e un impegno costante per il miglioramento ma si può ottenere un beneficio significativo.

2.2 Il calcolo del Takt Time

Il Takt Time viene calcolato in base alla domanda del mercato e in base al tempo a disposizione per la produzione. Rappresenta il tasso di produzione necessario a soddisfare il mercato (Alvarez & Antunes Jr, 2001). Viene utilizzato per individuare il tempo ciclo necessario per la produzione di un'unità (o il tempo ciclo per ciascuna operazione che devo svolgere in linea) che devo eseguire per far sì che la mia domanda sia soddisfatta.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di produzione netto}}{\text{Numero medio di unità ordinate al giorno}}$$

Ad esempio, considerando un turno di 8 ore (450 minuti netti, escludendo le pause) e una richiesta giornaliera di 150 unità di prodotto:

$$Takt\ time = \frac{450\ minuti}{150\ unità} = 3\ \frac{minuti}{unità}$$

Questo calcolo rileva che per soddisfare la domanda del cliente è necessario mantenere un ritmo di produzione di tre minuti ogni unità. Si utilizza la richiesta media giornaliera poiché la domanda del cliente, in linea di massima, non è mai costante ma subisce variazioni. Nei prossimi paragrafi spiegheremo cosa succede se sono presenti sostanziali cambiamenti di domanda.

2.3 Vantaggi e svantaggi

Oltre ai vantaggi precedentemente menzionati, dopo aver ottenuto un Takt Time il più possibile ottimale, si migliora indirettamente la produttività attraverso la regolamentazione e la standardizzazione del lavoro garantendo un alto grado di efficienza. La standardizzazione del lavoro rappresenta un altro pilastro del Toyota Product System che aiuta a raggiungere l'obiettivo del miglioramento continuo.

Avendo, quindi, un Takt Time molto vicino all'ottimo si riesce a produrre il più velocemente possibile e ciò comporta un miglioramento anche sul Time to Market, ovvero, si riesce a portare le unità prodotte sul mercato con una consapevolezza maggiore dell'obiettivo giornaliero per il soddisfacimento della domanda.

La riduzione del Time to Market è conseguente all'introduzione della Lean Manufacturing in cui si riesce a produrre in periodi brevi, cercando di rispondere alle esigenze del mercato (J.P. & D.T., 1996).

Come già detto, il Takt Time si basa sulla domanda del cliente in un dato periodo di tempo e, in base ad essa, si imposta il ritmo da dare alla produzione. La domanda non è sempre costante e, se subisce improvvisi cambiamenti, non è possibile seguire il ritmo impostato poiché cambierebbero gli equilibri e i carichi di lavoro sulla linea. Inoltre, bisogna pensare che in alcuni settori sono presenti prodotti differenti che richiedono tempi di produzione diversi tra loro a causa delle fasi di produzione o dei componenti che richiedono; possono essere presenti processi in cui la tecnologia utilizzata o l'attrezzatura non sono conformi per sostenere il ritmo impostato; un altro fattore da tenere in considerazione è la pressione dovuta alla standardizzazione del processo, infatti, mantenere un ritmo costante e rapido può portare le risorse a lavorare sotto pressione con possibili conseguenze sulla qualità del lavoro e sulla soddisfazione dei dipendenti. Detto ciò, il raggiungimento del processo ottimale per seguire il ritmo

del cliente necessita di un'adeguata strategia di gestione della produzione in modo che non ci siano problemi di inefficienza e che le sfide operative vengano superate, facendo sì che possano portare solo vantaggi a lungo termine.

2.4 Sviluppo del Takt Time

Prima di procedere con il calcolo del Takt Time è necessario conoscere la linea di produzione dell'azienda in cui verrà applicato. Viene effettuata un'analisi dettagliata di tutte le operazioni, tra cui il tempo di alimentazione della linea. Per portare miglioramenti è necessaria la conoscenza della propria linea di produzione in modo da individuare i possibili "bottleneck" e trovare la migliore soluzione (Soliman, 2020). Come prima fase bisogna comprendere i movimenti di ogni singola operazione ed eliminare quelli non necessari che comportano solo un aumento degli sprechi. Ciò porta ad una diminuzione dei tempi ed a una standardizzazione dei movimenti e dei processi di lavoro. Con un'accurata standardizzazione ed una gestione del tempo si può produrre al ritmo necessario per soddisfare la domanda del cliente. Come aiuto aggiuntivo, nella Lean Manufacturing, per poter seguire un determinato ritmo vengono poste nelle varie stazioni delle "Istruzioni di lavoro" in modo che l'operatore possa comprendere visivamente ciò che deve essere svolto durante il processo di produzione. Queste istruzioni nella Lean Manufacturing vengono definite come Kanban e sono elementi visivi che descrivono il processo. Per far sì che queste schede funzionino al meglio, devono essere poste in ogni stazione di lavoro e devono contenere tutte le fasi necessarie a completare l'operazione.

Infine, un altro metodo che aiuta nel miglioramento del Takt Time e che fa parte dei metodi della Lean Manufacturing è il "miglioramento continuo", ovvero, un processo che pone alla base la ricerca di azioni che portino alla semplificazione del processo produttivo. Questi metodi favoriscono il miglioramento del Takt Time poiché, adottandoli, è possibile migliorare le condizioni della linea produttiva e regolamentare i movimenti dell'operatore diminuendone il tempo necessario per la produzione. (J.P. & D.T., 1996)

2.5 Diminuzione e aumento della produttività

L'inserimento del concetto di Takt Time all'interno del contesto aziendale può comportare l'eventualità di osservare una riduzione delle performance produttive o la percezione soggettiva di tale declino.

Un primo fattore da tenere in considerazione consiste nell'adeguata formazione del personale coinvolto in quanto, l'adozione del Takt Time, implica un mutamento nei processi e nella cadenza stessa della produzione, elementi che potrebbero concorrere a generare un periodo iniziale di adattamento da parte dei lavoratori. Inoltre, i lavoratori spesso sono restii al cambiamento poiché si aspettano mole di lavoro più alte.

Successivamente all'introduzione del Takt Time, un altro fattore da tenere in considerazione potrebbe essere un'errata implementazione o pianificazione della linea di produzione che potrebbe portare a cambiamenti radicali nei processi ma senza un'adeguata preparazione ad essi. Si arriverebbe ad un'introduzione non efficiente e ad un'implementazione errata del ritmo da seguire della produzione e ciò comporterebbe problemi nei processi produttivi.

Se, invece, viene introdotto un tempo troppo aggressivo o le risorse risultano essere insufficienti per il ritmo fissato, si potrebbe verificare una diminuzione della produttività. Il sovraccarico di lavoro porta, nella maggior parte dei casi, ad una qualità inferiore e ad un aumento dei rischi di errori nella produzione (Rother & Harris, 2001).

In sintesi, sebbene il Takt Time venga progettato per migliorare la produttività, possono insorgere momenti in cui si ha una diminuzione temporanea di essa. Bisogna considerare ogni fattore durante l'implementazione in modo da evitare errori, infatti, un passo molto importante da considerare è il coinvolgimento dei lavoratori e la flessibilità al cambiamento in modo da massimizzare i benefici.

Può succedere, dopo l'introduzione del Takt Time, di incorrere nell'eventualità di osservare un aumento della produttività in un'azienda che utilizza i metodi della Lean Manufacturing. Esso, infatti, è collegato alla variazione della produzione ed è necessario adottare metodi per continuare ad avere una produzione che lavora allo stesso ritmo della domanda del cliente.

Se si dovesse verificare un aumento della domanda, l'azienda per poter incrementare l'efficienza produttiva avrebbe bisogno di diminuire il Takt Time. Per diminuirlo, prima di procedere con cambiamenti sulla linea che comporterebbero costi aggiuntivi, si cerca di effettuare una nuova pianificazione della produzione riducendo sprechi quali, ad

esempio, un miglioramento nei movimenti dell'operatore o un'allocazione delle risorse il più possibile ottimale.

Se i metodi appena descritti non dovessero bastare, si potrebbe pensare di inserire all'interno della linea nuovi macchinari o sistemi automatizzati per ridurre i tempi di produzione, migliorare la qualità e avere una produzione continua. L'automazione aiuta in modo notevole ad aumentare la produttività e a soddisfare una domanda più elevata nello stesso tempo di Takt.

In sintesi, tramite l'ottimizzazione delle risorse e l'automatizzazione dei processi è possibile produrre una quantità maggiore di unità nello stesso Takt Time, migliorando l'efficienza e l'efficacia del processo produttivo.

2.6 Relazione con il Tempo Ciclo

Come già detto, il Takt Time è la velocità a cui bisogna lavorare per soddisfare la domanda del cliente. Dopo aver introdotto il Takt Time e tutto ciò che ne comporta è necessaria la conoscenza della velocità con cui avviene la produzione per ogni unità di prodotto.

“La durata di un ciclo è data dal periodo trascorso tra la ripetizione dello stesso evento che caratterizza l'inizio o la fine di quel ciclo”

(Alvarez & Antunes Jr, 2001)

L'obiettivo che si cerca di raggiungere è far coincidere il tempo ciclo con il Takt Time. Il tempo ciclo viene calcolato come il rapporto tra il tempo di produzione (si considera un tempo di produzione al netto delle pause) e le unità prodotte nel dato periodo.

$$\text{Cycle time} = \frac{\text{Tempo di produzione turno}}{\text{Unità prodotte turno}}$$

Ciò che bisogna fare per far coincidere il tempo ciclo con il Takt Time è quello di apportare modifiche al flusso di lavoro in modo che si adatti al Takt Time. È necessario tenere conto che in generale nelle stazioni di lavoro alcune operazioni contengono movimenti non necessari e si ottiene un tempo ciclo non ottimale e, con le risorse che si hanno a disposizione, è difficile rispettare il tempo di Takt ma saranno necessarie più risorse del dovuto.

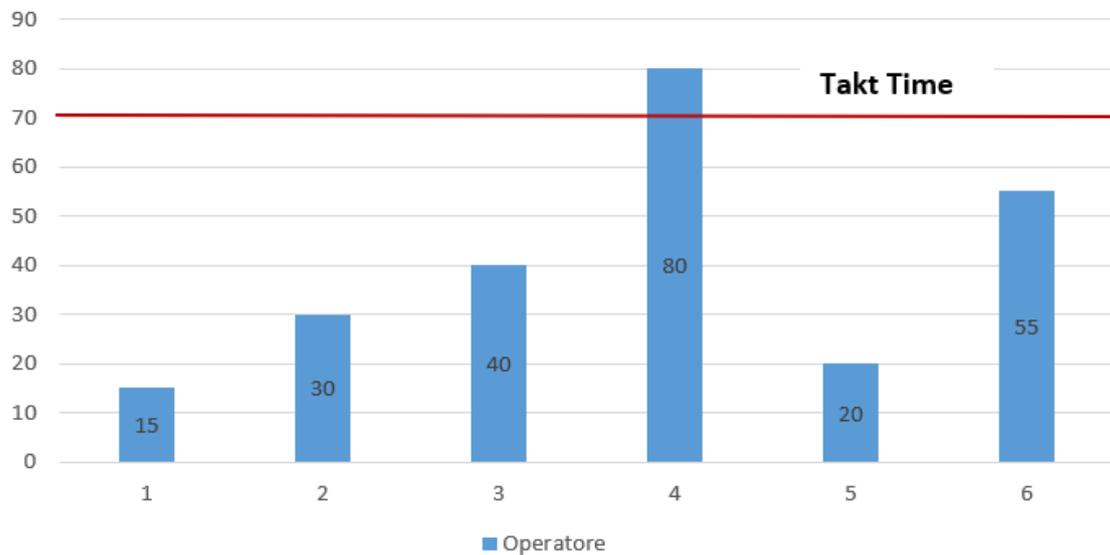


Figura 2: Esempio linea di lavoro

La figura mostra una linea di lavoro che si occupa dello stesso prodotto ma che necessita del passaggio in sei diverse postazioni di lavoro. Come si può notare, il tempo ciclo, nella maggior parte delle stazioni, è molto lontano dal tempo di Takt eccetto per una stazione in cui è presente un collo di bottiglia. Per eliminare le attese, i ritardi, problemi di magazzino e difficoltà nella gestione delle stazioni in cui il tempo ciclo è maggiore del tempo di Takt, bisogna calcolare il numero di operatori necessari per avere un flusso di processo continuo e più efficiente. Per il calcolo è necessario sommare il tempo ciclo di tutte le operazioni (si ottiene un tempo totale di 240 secondi) e dividerlo per il tempo di Takt (70 secondi). Saranno necessarie, pertanto, 3,42 risorse per ottimizzare la linea di produzione.

In ciò che è stato appena descritto non sono stati tenuti in considerazione possibili guasti dei macchinari o eventuali tempi di recupero per problemi durante la produzione. È necessario che il tempo ciclo sia, pertanto, leggermente inferiore al Takt Time per non rischiare di non soddisfare la domanda ma avere del tempo per recuperare quando si riscontrano problemi (Soliman, 2020).

2.7 Bottleneck

Un collo di bottiglia è un punto critico nel flusso di produzione in cui sono presenti inefficienze, ritardi e accumuli di lavoro. Con l'utilizzo del Takt Time si possono

identificare e, di conseguenza, riuscire a gestire i bottleneck. Infatti, a seguito della sua introduzione e a seguito dell'analisi della linea di produzione è possibile individuare stazioni nella linea in cui si verificano rallentamenti e stazioni che non riescono a rispettare il "tempo di ritmo". Una volta identificati bisogna gestirli in modo che tutte le stazioni rispettino i tempi previsti per il soddisfacimento della domanda del cliente. Una volta analizzata la linea e individuate le stazioni critiche bisogna individuare la strategia adeguata a gestirli. Un primo approccio consigliabile è quello di riuscire ad individuare attività che potrebbero essere parallelizzate, in modo da rendere il lavoro più distribuito tra le diverse risorse o decidere di utilizzare stazioni di lavoro multiple. In alcuni casi potrebbe essere sufficiente la semplificazione o la redistribuzione delle operazioni in modo da eliminare gli sprechi, ciò può essere possibile analizzando il processo con l'obiettivo di ottimizzarlo, individuando gli sprechi e le inefficienze nel flusso produttivo. Per ridurre il carico di lavoro, inoltre, potrebbe essere una soluzione la riallocazione delle risorse da altre fasi del processo che non hanno lo stesso carico di lavoro in modo da ridurre i ritardi nella stazione critica. Infine, un'altra strategia è quella di aumentare la capacità del processo con l'inserimento di attrezzature o risorse per ridurre i ritardi e aumentare la produttività (Soliman, 2020).

La strategia più utilizzata è quella del bilanciamento delle operazioni di lavoro poiché, all'interno del processo produttivo, si riesce a ridurre gli squilibri aiutando l'operatore ad avere un carico di lavoro equilibrato e di conseguenza un flusso di lavoro in linea con il ritmo della domanda in modo da rispondere al meglio alle esigenze del mercato e da ottenere una linea con il minor numero di sprechi possibile.

2.8 Takt Time e Automazione

In molti casi, durante il processo di bilanciamento della linea di produzione, è comune individuare i bottleneck. Per affrontare questo problema spesso si ricorre all'automazione delle stazioni di lavoro, un approccio che prevede l'impiego di macchinari, di tecnologie avanzate e di sistemi automatizzati per eseguire le operazioni senza richiedere un intervento diretto da parte dei dipendenti.

L'introduzione di tali tecnologie nelle stazioni di lavoro ha come risultato una produzione continua della linea senza interruzioni significative. Detto ciò, l'automazione consente la riduzione dei tempi di attesa tra le diverse fasi del processo produttivo, facilita la regolazione del Takt Time e permette di stabilire con precisione i tempi richiesti per ciascun passaggio all'interno del processo. Un altro aspetto fondamentale

dell'automazione è la sua insensibilità agli errori umani che possono derivare da fattori come la distrazione, la pressione e lo stress che possono influenzare negativamente le prestazioni di un dipendente (Liker, 2001).

Inoltre, le macchine automatizzate sono in grado di adattarsi in tempo reale ai cambiamenti della produzione rendendo il processo più flessibile ed efficiente. Queste macchine consentono anche la raccolta e il monitoraggio continuo dei dati operativi, offrendo così un prezioso contributo all'ottimizzazione dei processi produttivi.

2.9 Takt Time e cambiamento layout

Oltre ai collegamenti precedentemente evidenziati, è importante considerare il concetto di Takt Time in relazione ai cambiamenti nel layout della produzione poiché questo rappresenta un elemento fondamentale della filosofia Lean. Il Takt Time, essendo intrinsecamente legato a una produzione snella per il raggiungimento dei suoi obiettivi, richiede che la linea di produzione segua un flusso continuo e senza interruzioni.

Una distribuzione efficace delle stazioni di lavoro può contribuire notevolmente al conseguimento di questo obiettivo, riducendo le distanze di spostamento, le attese e gli sprechi derivanti da una disposizione inadeguata delle stazioni di lavoro. Questo aspetto diventa particolarmente critico quando il Takt Time è breve, poiché è essenziale posizionare le stazioni in modo tale che i componenti e i prodotti possano fluire attraverso il processo senza incontrare ostacoli.

Quando si integra il Takt Time nella linea produttiva, è importante tenere presente che i movimenti tra le stazioni richiedono tempo da parte dei lavoratori, il che potrebbe compromettere la capacità di mantenere il ritmo di produzione inizialmente stabilito (Liker, 2001). Pertanto, è essenziale che ogni postazione sia equipaggiata con le attrezzature e con i componenti necessari per l'assemblaggio e la lavorazione del prodotto, posizionati strategicamente per facilitare movimenti rapidi ed ergonomici. Questo garantisce che ogni fase del processo venga eseguita nel tempo previsto in modo ottimale.

In situazioni in cui il Takt Time subisce cambiamenti repentini, è fondamentale avere un layout facilmente adattabile alle nuove esigenze. La flessibilità nella configurazione delle strutture può aiutare a gestire i cambiamenti in modo efficiente, evitando la necessità di effettuare modifiche strutturali complesse. Un layout ben progettato agevola il rispetto del Takt Time e contribuisce a mantenere un flusso di produzione costante, contribuendo alla riduzione degli sprechi come, ad esempio, i tempi di attesa.

In conclusione, un layout adeguatamente progettato svolge un ruolo molto importante nel consentire il rispetto del Takt Time e nel mantenere un flusso di produzione costante, contribuendo così all'efficienza complessiva del processo produttivo e alla riduzione degli sprechi.

2.10 Takt Time e forza lavoro

Un altro aspetto fondamentale da tenere in considerazione quando si introduce il Takt Time è la decisione di aumentare/diminuire la forza lavoro.

Il fattore che può concorrere alla scelta dell'aumento della forza lavoro riguarda un Takt Time di una durata inferiore al tempo necessario al completamento dell'attività. A ciò consegue un aumento della forza lavoro in modo da poter aumentare il ritmo produttivo e stare al passo del cliente.

Al contrario, avere un Takt Time di una durata superiore al tempo previsto per il completamento dell'attività potrebbe indicare una sovracapacità di manodopera. La diminuzione del personale, in questo caso, permette un allineamento della produzione con la domanda effettiva.

Bisogna, in entrambi i casi, trovare l'equilibrio tra la forza lavoro e il ritmo stabilito della linea produttiva. Un ritmo troppo breve potrebbe creare l'insorgere degli errori umani dovuti a maggiore pressione e stress; un ritmo troppo lungo, invece, potrebbe comportare inefficienze, sprechi di tempo e costi aggiuntivi. Se la domanda del cliente varia in modo continuo, si potrebbe pensare di utilizzare personale in modo temporaneo, che aiuti a coprire i periodi in cui sono presenti picchi di domanda, mantenendo, invece, una forza di lavoro costante nei periodi di attività inferiore.

3. Il caso studio Martur

3.1 Introduzione al caso studio

Nel presente capitolo, verrà esaminata l'applicazione della tecnica del Takt Time in risposta ad un prossimo aumento della produttività, motivato da un aumento della domanda da parte del cliente, presso lo stabilimento Martur Fompak Italy di Grugliasco. Attualmente, la produzione giornaliera nello stabilimento ammonta a 400 kit al giorno che costituiscono la domanda media giornaliera del cliente. Questi kit comprendono il sedile del guidatore, il sedile del passeggero e i sedili posteriori della 500 elettrica. Martur opera su due turni, producendo quindi 200 kit per turno.

Il Takt Time attuale del cliente viene calcolato come segue:

$$\text{Customer Takt Time: } \frac{430 \frac{\text{minuti}}{\text{turno}} \times 60}{200 \frac{\text{kit}}{\text{turno}}} = 129 \frac{\text{secondi}}{\text{kit}}$$

La linea di produzione attuale è bilanciata per soddisfare la domanda del cliente ma, a causa della necessità di aumentare l'efficienza della produzione, nasce il progetto in esame. L'obiettivo finale è mantenere o ridurre gli errori durante la produzione, garantendo al contempo il soddisfacimento della nuova richiesta del cliente.

La domanda del cliente subirà un aumento di circa 30.000 unità annue a partire dal prossimo gennaio. Quindi, la linea di produzione dovrà fornire 280 kit/turno.

Il nuovo Takt Time sarà il seguente:

$$\text{New Customer Takt Time: } \frac{430 \frac{\text{minuti}}{\text{turno}} \times 60}{280 \frac{\text{kit}}{\text{turno}}} = 92 \frac{\text{secondi}}{\text{kit}}$$

Verrà analizzata la linea di produzione nella situazione attuale, i cambiamenti già apportati per affrontare il cambiamento futuro della domanda, i problemi che potrebbero insorgere con la nuova richiesta e quali potrebbero essere le nuove soluzioni.

3.1.2 Analisi MTM

L'analisi MTM (Methods-Time Measurement) è una tecnica utilizzata per migliorare l'efficienza dei processi produttivi, il cui obiettivo è la determinazione del tempo standard richiesto per eseguire un'attività o un compito specifico tenendo conto dei metodi e degli strumenti utilizzati. La tecnica è stata pubblicata con il libro "Methods-Time Measurement" nel 1948 ed è stata presentata come un sistema di predeterminazione dei tempi di esecuzione del lavoro.

“La misurazione del tempo dei metodi è una procedura che analizza qualsiasi operazione o metodo manuale nei movimenti di base necessari per eseguirlo e assegna a ciascun movimento uno standard di tempo predeterminato che è determinato dalla natura del movimento e dalle condizioni in cui viene effettuato”.

(Maynard, Stegemerten, & Schwab, 1948)

Methods-Time rappresenta la connessione tra il tempo che viene richiesto dall'attività per poterla svolgere e il metodo che viene eseguito per poter svolgere tale attività. Infatti, secondo gli autori, il tempo e il metodo sono correlati al punto che il tempo viene considerato privo di significato se non è associato a un metodo definito e identificabile. Un metodo consiste in una sequenza di movimenti eseguiti al fine di ottenere l'effetto desiderato durante la produzione in una stazione di lavoro. Solo successivamente alla decisione dell'impostazione del metodo si può assegnare un tempo per poter svolgere un'attività (Karger & Bayha, 1987).

Come già detto, lo stabilimento Martur ha allineato la sua produzione con un tempo di Takt pari a 129 secondi. Per ottenere questo risultato ha dovuto allineare il tempo standard richiesto per ciascun elemento di lavoro all'interno della produzione con il Takt Time.

Per effettuare l'analisi è necessario decomporre un compito complesso in fasi di lavoro più piccole valutando il tempo richiesto per completare ciascuna fase di lavoro. Viene utilizzata come unità di misura il TMU (Time Measurement Unit: 1 TMU = 0.036 secondi).

Con questa analisi si ricavano i tempi standard di ogni attrezzatura o movimentazione senza necessariamente utilizzare il cronometro. Un esempio può essere una rotazione della mano, il posizionamento di un componente del prodotto, gli spostamenti all'interno della stazione di lavoro e tutto ciò che viene svolto all'interno di essa. Una

volta determinati i tempi standard per ogni operazione, questi devono essere sommati per ottenere il tempo necessario al completamento di un'unità di prodotto o, ancor più spesso, si sommano per ottenere il tempo di ciclo di ogni stazione nella linea produttiva.

Inoltre, ogni movimento del processo produttivo viene suddiviso in: movimenti che portano valore aggiunto, movimenti che non portano valore aggiunto ma sono necessari per la realizzazione del prodotto finale e movimenti che non portano alcun valore aggiunto. L'obiettivo di questa suddivisione è la minimizzazione di tutte le operazioni che non portano valore aggiunto alla realizzazione del prodotto in modo da rendere il tempo di produzione ottimale riducendo gli sprechi.

I tempi ottenuti per ogni stazione devono essere necessariamente inferiori al tempo di Takt altrimenti il processo non è in grado di soddisfare la domanda del cliente. Se i tempi ottenuti sono superiori al Takt Time solamente in alcune stazioni, si può bilanciare la linea spostando alcune operazioni in altre stazioni in modo che si ottenga una linea il più possibile efficiente.

3.2 Analisi situazione attuale

Prima di procedere con la richiesta dell'aumento della produttività nella linea di produzione di Martur Fompak si analizza la linea di produzione nella situazione attuale.

Per comodità, si è deciso di dividere la linea di produzione in tre macroaree:

- Cushion Frame Preparation Area
- Front Line Area
- Rear Area.

Di seguito si spiegano i processi.

3.2.1 Cushion Frame Preparation Area

Quest'area di produzione è responsabile della creazione del frame (struttura base) del cuscino che fornirà supporto al sedile anteriore. L'area è composta da sette macchinari e necessita del supporto di sei risorse per rispettare i tempi richiesti dal cliente.

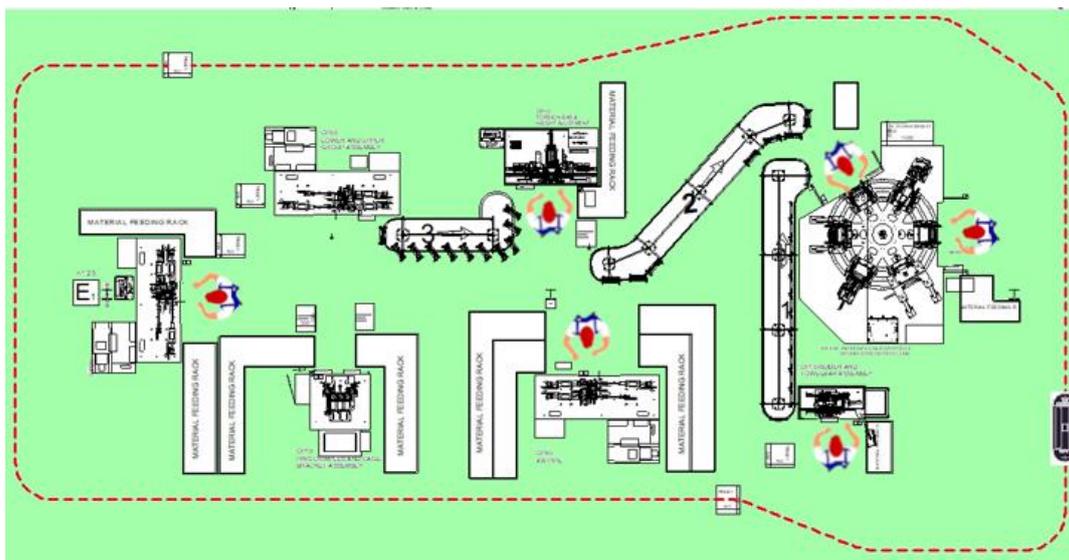


Figura 3: Layout Cushion Frame Preparation Area

Siccome esistono due tipologie di sedili anteriori si deve fare una divisione nelle preparazioni del frame: sedile 6-way e sedile 4-way. I sedili differiscono in base al numero di regolazioni delle posizioni che possono offrire.

Generalmente, i sedili 6-way vengono aggiunti come optional dal lato del guidatore e rappresentano circa il 40% della produzione di Martur. La suddivisione è necessaria poiché tra i due frame è presente un tempo di produzione differente e vengono utilizzati macchinari differenti per la produzione del frame 6-way e quella del frame 4-way.

L'attuale disposizione dell'area di preparazione del frame è descritta come segue:

1. OP 10 Track Assembly: in questa stazione di lavoro viene effettuato l'assemblaggio del gruppo guide, che comprende i meccanismi per la regolazione dei sedili. Questa postazione è tra le più critiche in quanto presenta un tempo ciclo pari a 123 secondi;
2. OP 15 6W Perno Swaging: questa postazione di lavoro è indispensabile per la preparazione del telaio 6W, nel quale vengono fissate parti della struttura. Vengono preparati i fianchetti del frame, destinati all'impiego nella stazione successiva. Inoltre, viene preparato un ulteriore componente chiamato "cage bracket" che sarà necessario in un'altra stazione di lavoro.
3. OP 20 6W Tube Swaging: in questa stazione, i fianchetti precedentemente assemblati vengono prelevati e inseriti nel macchinario, quindi fissati tra loro mediante l'utilizzo di due tubi. Il risultato di questo processo è rappresentato da un semilavorato che costituirà la parte superiore del frame finale.
4. OP30 6W Up-Lower Group Assembly: si realizza l'assemblaggio del gruppo guide precedentemente menzionato, ottenuto nella stazione OP10, con il semilavorato ottenuto nella stazione OP20.
5. OP 40 6W Mech-Torsion Bar Assembly: in questa stazione, all'interno del telaio 6W precedentemente assemblato, viene posizionato il meccanismo alza sedile.
6. OP 50 4W Tube Swaging: questa stazione si occupa del telaio 4W e, nello specifico, della preparazione della struttura superiore del frame.
7. OP 60.1 6W/4W Lower-Upper Group Pre-Assembly: La stazione OP 60 è configurata come una tavola rotante. All'inizio, viene posizionato il telaio superiore e quello inferiore se si tratta del frame 4W mentre viene posizionato il telaio completo se si tratta del frame 6W. Pertanto, vengono effettuate anche le operazioni di assemblaggio per il sedile 4W. Dopo aver eseguito le operazioni nelle stazioni successive, il telaio completo ritorna nella stazione e si procede all'inserimento del pullmaflex e delle cover delle guide.

OP 60.3 Cushion Pan Assembly: in questa stazione di lavoro avviene l'assemblaggio del pan sul frame, ovvero, la parte del frame che fornisce il supporto al corpo e offre maggior comfort durante la guida.

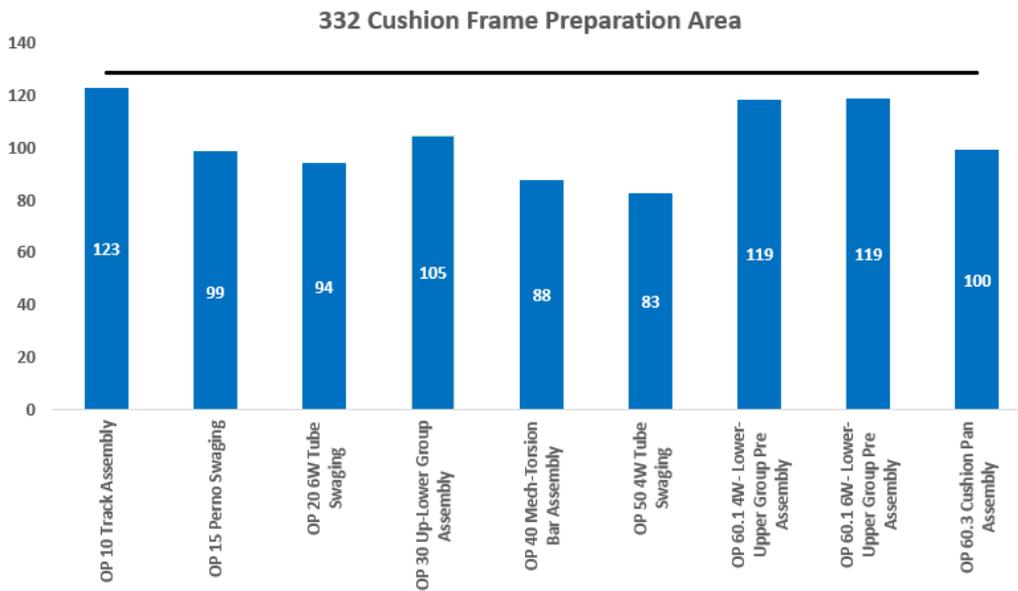


Figura 4: Cushion Frame Preparation Area

Come si può notare dalla Figura 4, la linea è strutturata in modo che il Takt Time sia rispettato in tutte le stazioni. Con l'aumento della produttività si avrebbe una sostanziale diminuzione del ritmo produttivo e dovremmo considerare un nuovo bilanciamento della linea.

Con il nuovo Takt Time pari a 92 secondi, se non si effettua alcun cambiamento nella linea, si arriva a una situazione simile a quella della figura 5.

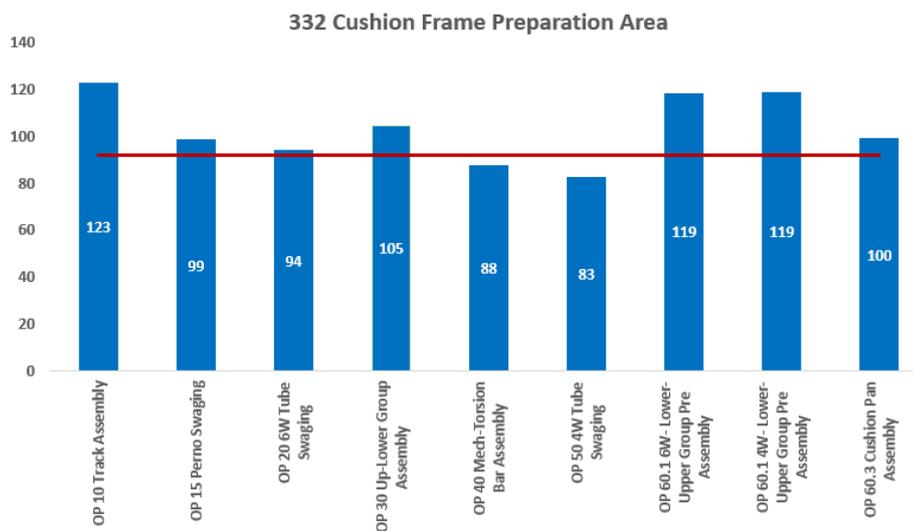


Figura 5: Cushion Frame Area con nuovo Takt Time

Con gli attuali macchinari, le risorse e l'organizzazione della linea odierna non si può affrontare il cambiamento poiché non si riuscirebbe, quasi in nessuna stazione, a rispettare la domanda del cliente.

I passi principali per poter affrontare il cambiamento della domanda sono:

1. Definire il collo di bottiglia e individuare nella linea quali stazioni potrebbero causare rallentamenti;
2. Provare a ribilanciare le operazioni lungo la linea spostando le operazioni dalle stazioni in cui sono presenti rallentamenti in stazioni che non presentano questo problema;
3. Nel caso in cui non fosse possibile bilanciare le operazioni o se ciò non dovesse bastare, si dovrebbe procedere con l'aggiunta di automazioni in modo da migliorare la produzione continua e da velocizzare la produzione;
4. Se il problema dovesse persistere, allora, bisognerà aggiungere personale.

Di seguito, si introdurranno le principali decisioni affrontate dallo stabilimento per affrontare la nuova richiesta e quali potrebbero essere le future soluzioni da affrontare per la linea di preparazione del frame.

3.2.1.1 Introduzione OP 10 BIS e OP 60 BIS

Nel caso della stazione OP10 Track Assembly, il bilanciamento delle operazioni su altre stazioni non può essere effettuato poiché si tratta di operazioni svolte totalmente dal macchinario, pertanto, sarà necessaria l'introduzione di una nuova stazione di lavoro automatizzata per sostenere l'aumento della produzione. Per raggiungere questo obiettivo è stato introdotto in azienda un nuovo macchinario: la nuova stazione "OP 10 BIS Track Assembly".



Figura 6: OP 10 BIS Track Assembly

Nella situazione attuale la nuova stazione di lavoro ha sostituito totalmente la prima stazione in quanto impiega un tempo ciclo pari a 109 secondi, tempo particolarmente inferiore rispetto a quello precedente.

Per quanto riguarda la stazione OP 60 (tavola rotante) richiede l'utilizzo di due risorse, una nella OP 60.1 e una per la OP 60.3. Per diminuire il numero di risorse e ottimizzare i tempi di questa stazione, si è deciso di introdurre nello stabilimento un macchinario che necessita l'utilizzo di una sola risorsa con tempi ciclo pari a 102 secondi per il sedile 6-way e 114 secondi per il sedile 4-way. Come si può notare, non solo sono diminuiti i tempi della stazione ma si è passati da due postazioni di lavoro a una.



Figura 7: OP 60 BIS Lower-Upper Group Pre Assembly

Con questi cambiamenti, la linea della Cushion Frame Preparation Area permette di avere una produzione snella e, con i tempi sostanzialmente inferiori al tempo di Takt.

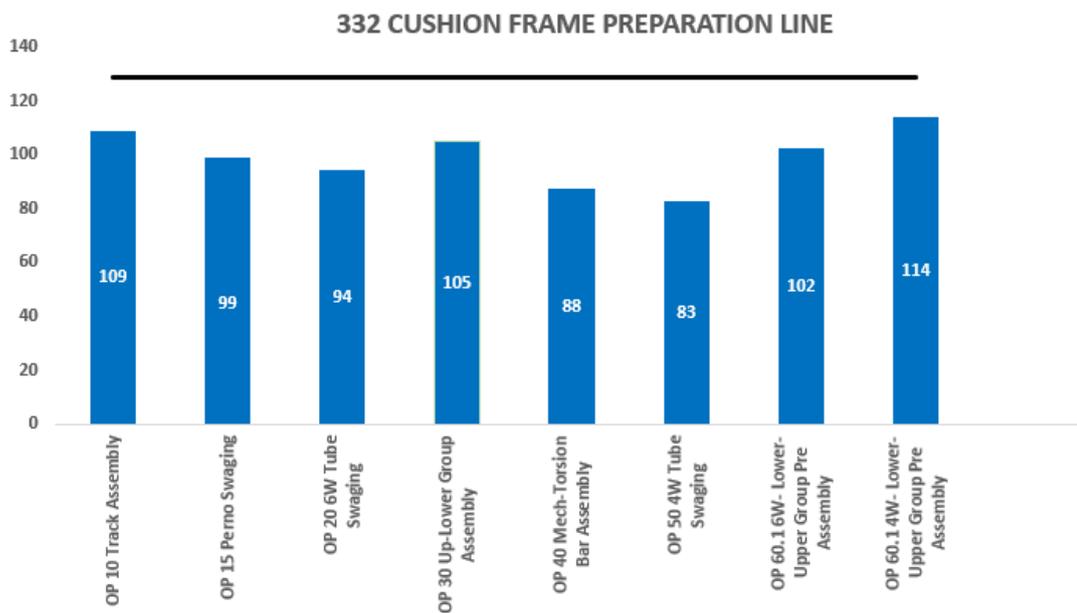


Figura 8: Cushion Frame Area con nuove stazioni di lavoro

Nella figura 8 viene rappresentato il nuovo andamento della linea ottenuta che ha permesso la riduzione delle risorse di una unità. Naturalmente, ogni tempo ciclo è calcolato in base al numero di risorse assegnate per ogni stazione, tenendo in considerazione che le risorse che non lavorano full time su una stazione ma che ruotano, a seconda della necessità, tra una stazione e l'altra. Infatti, le risorse assegnate in questa struttura di layout con i nuovi macchinari sono cinque e lavorano in base ai work-order.

3.2.1.2 Cambiamenti dovuti all'aumento della produzione

I cambiamenti che dovrà affrontare la linea per consentire l'adeguamento della produzione al nuovo Takt Time sono i seguenti:

- Operazione Track Assembly: verranno utilizzate sia la OP 10 che la nuova OP 10 BIS con la differenza che la nuova stazione di lavoro si occuperà dell'80% della produzione dei frame sei sedili anteriori mentre, il rimanente 20% verrà prodotta nella OP 10 con una risorsa che si alternerà nella OP 15;
- Operazione Perno Swaging: la stazione rimane nella situazione precedente con la differenza che la risorsa lavorerà per un tempo maggiore sulla stazione;
- Operazioni 6W Tube Swaging e Up-Lower Group Assembly: le stazioni rimangono nella situazione precedente ma, a causa della diminuzione del Takt Time, sarà necessario che la risorsa opererà nella stazione di lavoro per un tempo maggiorato del 20% rispetto alla situazione attuale;
- Operazione Mech-Torsion Bar Assembly: rispetto alla situazione precedente non cambia nulla, la risorsa sarà occupata per la totalità del tempo nella stazione di lavoro;
- Operazione Tube Swaging: situazione identica alla precedente, la risorsa occupa il 50% del tempo nella stazione e, nei tempi di attesa, si alternerà nelle stazioni in cui è necessaria manodopera;
- Operazioni OP 60 e Op 60 BIS: le due stazioni svolgeranno entrambe la stessa mole di lavoro e saranno necessari un totale di 3 operai.

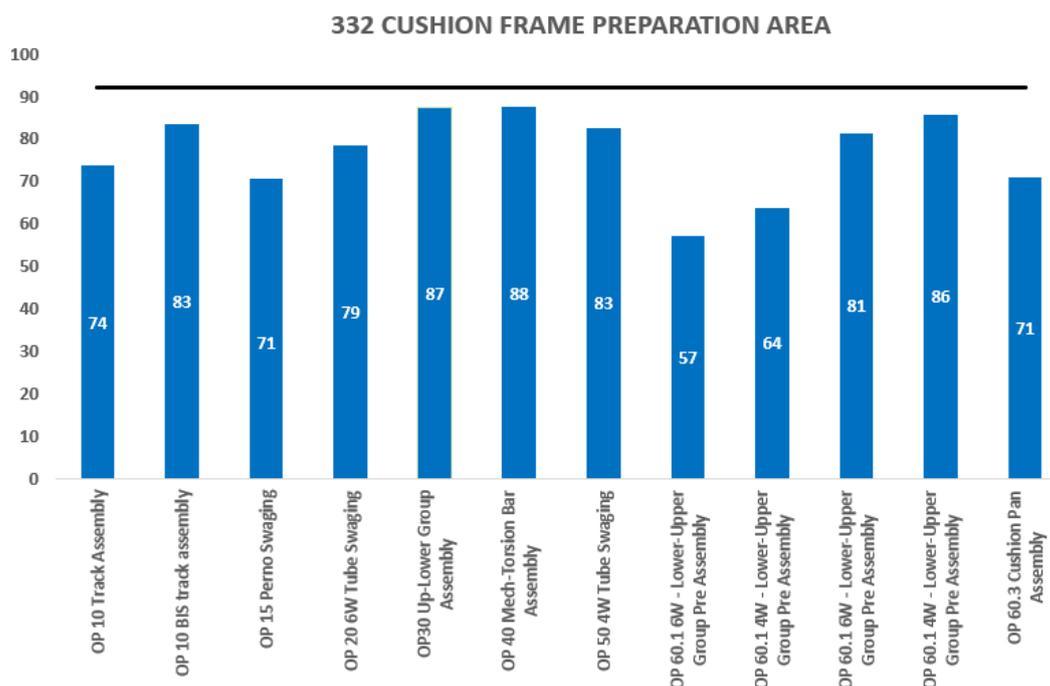


Figura 9: Nuova Linea Cushion Frame con nuovo Takt Time

In conclusione, apportando tutte le modifiche appena citate, si avrà una situazione simile a quella riportata nella figura 9.

Si può notare che è stata necessaria l'introduzione di due nuovi macchinari e l'inserimento di risorse aggiuntive. Il bilanciamento delle operazioni, trattandosi di una linea di macchinari, è risultato difficile da implementare e si è dovuti passare direttamente all'inserimento delle risorse e dei macchinari.

3.2.2 Front Line Area

La Front Line Area è responsabile della preparazione dei sedili del conducente e del passeggero che andranno a comporre il kit finale. In linea generale, il processo inizia con l'arrivo dei telai dei cuscini anteriori, ai quali vengono assemblate le personalizzazioni precedentemente create in base alle specifiche del cliente. Contestualmente vengono preparati anche gli schienali. Successivamente, questi componenti vengono assemblati tra loro attraverso una serie di operazioni necessarie per ottenere un sedile anteriore completo. Durante questo processo di assemblaggio, vengono eseguiti vari controlli al fine di garantire la massima qualità del prodotto finale.

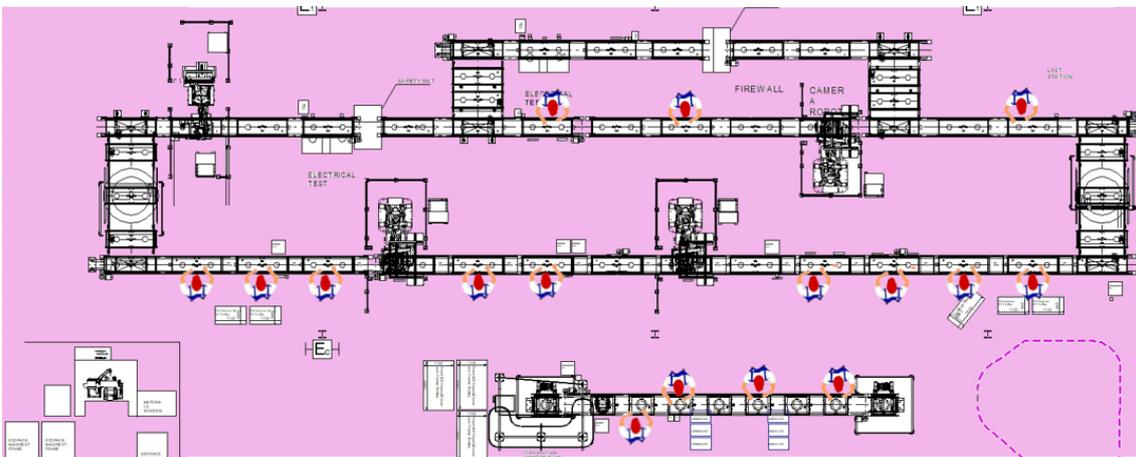


Figura 10: Front Line Area

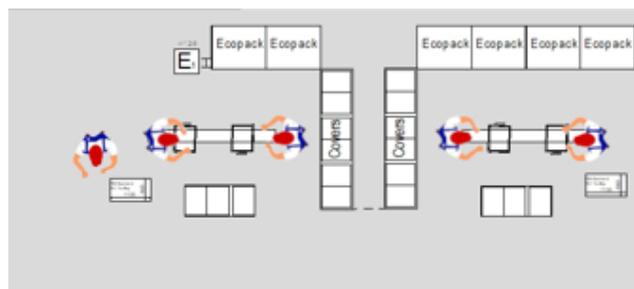


Figura 11: Front Line Area: Preparazione ordine

Per comodità si è deciso di dividere la linea di produzione in tre fasi distintive: la preparazione dello schienale, la preparazione del cuscino e l'accoppiamento tra i due componenti.

Al fine di soddisfare i requisiti di Takt Time, in queste stazioni di lavoro è fondamentale che vengano preparati simultaneamente due sedili, uno destinato al conducente e l'altro al passeggero, al fine di completare il kit finale in modo sincronizzato con i tempi di produzione richiesti.

3.2.2.1 Preparazione schienale

La linea di preparazione dello schienale è organizzata in diverse operazioni distinte, ognuna con un ruolo specifico nel processo di creazione del sedile. Ecco una descrizione dettagliata di ciascuna operazione:

- OP 10.1: in questa prima stazione, viene assemblato il kit che costituirà il sedile finale. Si andranno a preparare tutti gli elementi necessari: la schiuma, la fodera, l'airbag ed eventuale riscaldatore. Se presente, il riscaldatore viene applicato prima di avanzare alla stazione successiva.
- OP 10.2: In questa stazione, la fodera viene pinzata nella schiuma, garantendo così un corretto posizionamento e fissaggio.
- OP 20: In questa fase, avviene l'inserimento del pullmaflex nella struttura del sedile, insieme a una velina su cui sarà posta la schiuma con la fodera. Tutti questi componenti vengono disposti su un carrello, che è dotato di un Automated Guided Vehicle (AGV) che trasporta i componenti alla stazione successiva.
- OP 25: In questa stazione, i componenti vengono prelevati dal carrello e si procede con il posizionamento dell'airbag all'interno della tasca della fodera.
- OP 30: In questa fase, vengono fissati i cavi e viene eseguito il fissaggio dell'airbag al suo alloggiamento.
- OP 40: Se è presente un riscaldatore, in questa stazione avviene la connessione dello stesso. Inoltre, si effettua una prima rivoltatura del tessuto in modo che sia nella posizione corretta per il successivo posizionamento della leva easy entry.
- OP 50: In questa stazione, vengono posizionate le boccole per il posizionamento successivo del poggiatesta. Si procede anche alla chiusura delle cerniere e viene eseguito un primo controllo estetico.

Alla fine di queste operazioni, lo schienale viene posizionato in modo che sia agevole da afferrare nella stazione successiva in cui è richiesto il suo utilizzo come componente nel processo di produzione del sedile completo.

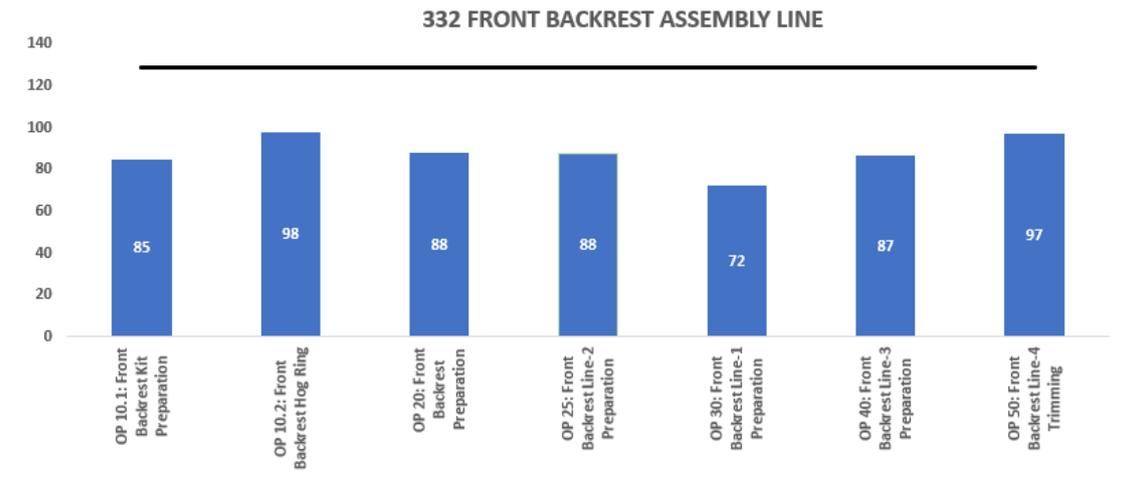


Figura 12: Front Line Area: Backrest Assembly Line

L'attuale situazione della linea di produzione è descritta nella figura 12. I tempi sono stati calcolati considerando che, approssimativamente, la metà dei kit richiesti include l'opzione del riscaldatore. In questo calcolo, si è tenuto conto di una media dei tempi di montaggio sia con che senza l'optional del riscaldatore. È importante notare che in questa parte della linea non si verificano colli di bottiglia e i tempi di attesa dell'Automated Guided Vehicle (AGV) non sono stati inclusi nelle considerazioni. Questo è dovuto al fatto che le prime tre stazioni di lavorazione preparano i componenti in sequenza, seguendo l'ordine di lavoro, mentre il carrello che trasporta i componenti può ospitare fino a 8 elementi, garantendo così che la linea sia costantemente in funzione senza interruzioni significative. Da ciò deriva una costante differenza di lavoro pari a 8 unità tra la stazione OP 25 e le stazioni precedenti. Nel caso in cui si dovesse pensare all'aumento della produttività, la situazione sarebbe come nella figura 13.

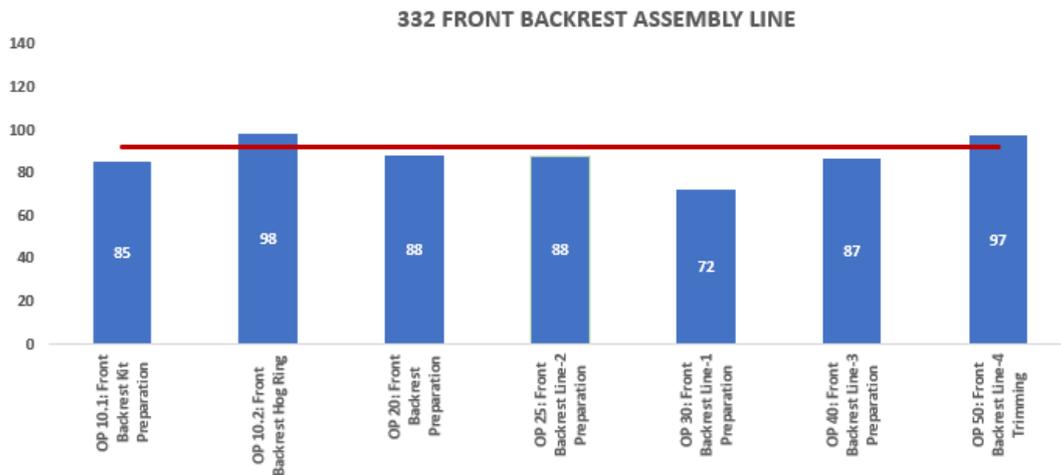


Figura 13: Front Line Area: Backrest Preparation Line con nuovo Takt Time

Le uniche stazioni che causerebbero un rallentamento della linea sono quindi la OP 10.2 e la OP 50. Risulterebbe, però, di facile risoluzione con il ribilanciamento delle operazioni:

- OP 10.2: Per affrontare il problema di OP 10.2, è stata modificata l'analisi MTM già effettuata sulla stazione andando a identificare opportunità di ottimizzazione dei tempi di lavoro. Sono state apportate modifiche al processo, concentrando gli sforzi sulla rimozione di operazioni non value-added e l'ottimizzazione della sequenza di lavoro. Inoltre, è stata riconsiderata la disposizione delle stazioni in modo che i componenti in uscita dalla stazione OP 10.1 fossero posizionati in modo ottimale per consentire all'operatore di lavorare in modo continuo senza doversi spostare dalla propria postazione. Questo ha portato a una riduzione dei tempi di lavoro, secondo l'analisi MTM, contribuendo così a ridurre il ritardo nella stazione OP 10.2.
- OP 50: Per affrontare il problema della stazione OP 50, si ritiene necessario introdurre una nuova risorsa che sarà assegnata a lavorare sia nella stazione OP 50 sia in una delle stazioni successive. Questo consentirà di distribuire il carico di lavoro in modo più equo e di accelerare il processo di produzione nella stazione OP 50. L'introduzione di questa nuova risorsa può contribuire a ridurre i tempi di elaborazione e ad evitare ritardi nel montaggio delle boccole per il posizionamento del poggiatesta, nonché nella chiusura delle cerniere e nei controlli estetici.

Queste modifiche dovrebbero contribuire a migliorare l'efficienza complessiva della linea di preparazione degli schienali e a garantire che i tempi di produzione siano

allineati alle richieste del cliente, riducendo al minimo i ritardi e migliorando la produttività complessiva del processo di preparazione dei sedili.

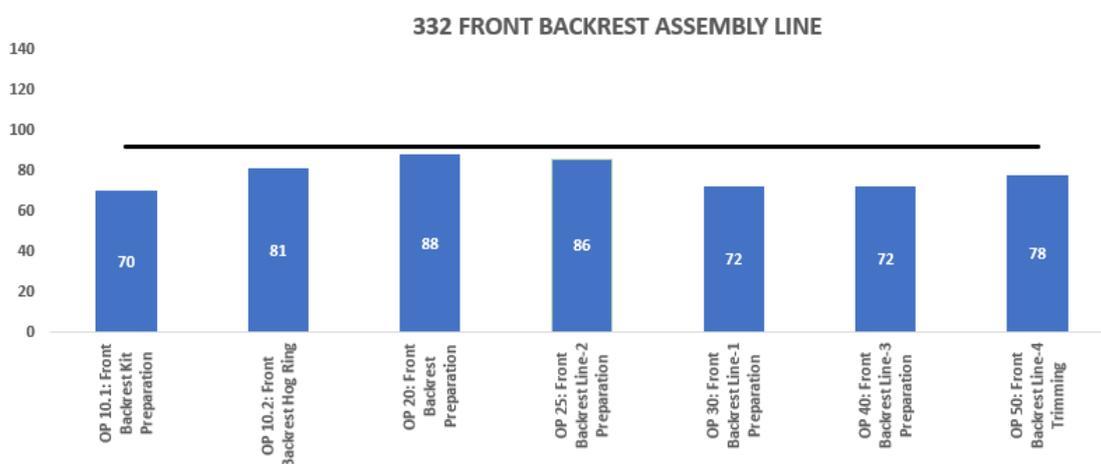


Figura 14: Nuova Front Backrest Assembly Line con Nuovo Takt Time

In sintesi, per raggiungere i tempi richiesti dal cliente nella linea di produzione, è stata necessaria l'introduzione di una nuova risorsa. Questa aggiunta di personale ha contribuito a ottimizzare il flusso di lavoro e a garantire che la produzione soddisfi gli obiettivi temporali prefissati.

3.2.2.3 Preparazione cuscino

La preparazione del cuscino anteriore richiede l'impiego di quattro stazioni, ognuna con ruoli specifici nel processo di produzione:

- OP 60.1: In questa stazione, vengono preparati tutti i componenti necessari in base all'ordine di lavoro. Questo processo include la preparazione della schiuma, della fodera, l'applicazione dell'SBR (Seat Belt Reminder) e, se richiesto, l'installazione del riscaldatore.
- OP 60.2: Questa stazione è dedicata alla pinzatura della fodera nella schiuma e alla successiva rivoltatura della fodera con l'inserimento di pinetti per il fissaggio.
- OP 70: In questa fase, i componenti preparati in precedenza, insieme a un kit contenente le plastiche, arrivano nella stazione tramite un Automated Guided Vehicle (AGV). Nella stazione OP 70, sono disponibili i frame precedentemente preparati nell'area di cushion frame. In questa stazione avviene l'assemblaggio dei due componenti.

In questa stazione avviene l'assemblaggio dei due componenti;

- OP 80: La stazione OP 80 è dedicata all'inserimento dell'isofix nel cuscino e alla realizzazione di una prima rifinitura delle parti assemblate. In questa fase, vengono apportate le ultime modifiche necessarie prima che il cuscino anteriore sia completato.

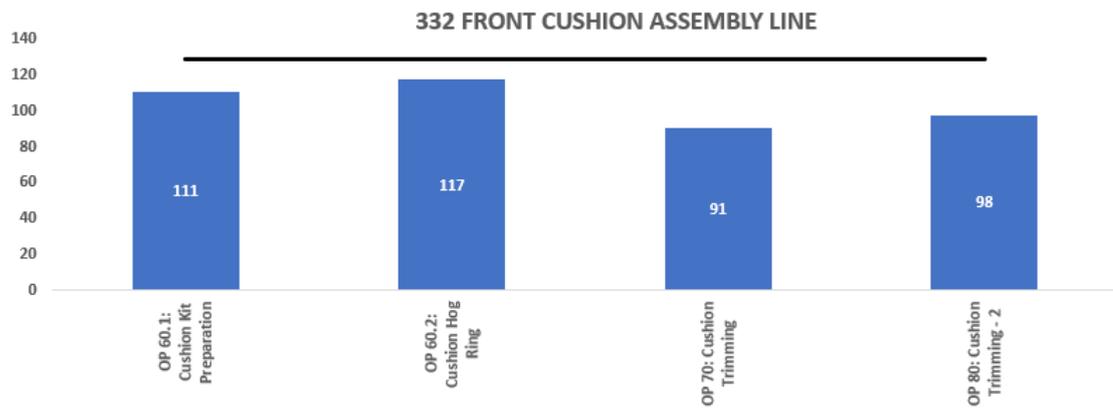


Figura 15: Front Line Area: Cuschion Assembly Line

Per ottimizzare il processo di preparazione del cuscino anteriore e adeguarsi ai requisiti del Takt Time, sono state prese in considerazione alcune modifiche e l'introduzione di una nuova stazione di lavoro:

- Introduzione di OP 60.3: Una nuova stazione di lavoro, OP 60.3, è stata introdotta per bilanciare le operazioni tra OP 60.1 e OP 60.2. In particolare, l'applicazione del riscaldatore è stata spostata nella stazione OP 60.2, mentre le operazioni di rivoltatura con l'inserimento dei pinetti verranno effettuate nella stazione OP 60.3. Questa modifica contribuirà a ridurre i tempi di elaborazione e a garantire che il processo sia allineato al Takt Time.
- Spostamento del montaggio delle boccole isofix: Si sta considerando il trasferimento del montaggio delle boccole isofix dalla stazione OP 80 alla stazione OP 90. Questa modifica consentirà di distribuire in modo più uniforme il carico di lavoro tra le diverse stazioni di lavoro e di evitare congestioni o ritardi nelle operazioni di rifinitura.

La nuova configurazione sarà simile a quella nella figura:

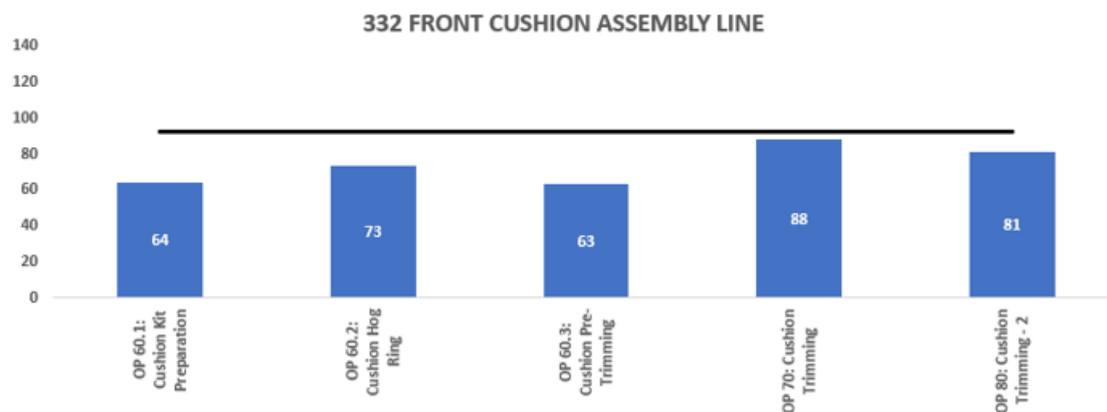


Figura 16: Front Line Area: Front Cushion Assembly Line con nuovo Takt Time

L'introduzione della nuova stazione ha portato la necessità di avere una nuova risorsa nella linea di produzione. La linea descritta nella figura 16 rappresenta l'attuale configurazione della linea di produzione (ad eccezione dei tempi della OP80). L'introduzione della OP 60.3 è stata già effettuata per avere una linea di produzione con tempi più snelli in vista del cambiamento che si dovrà effettuare.

3.2.2.3 Assemblaggio Schienale-Cuscino

Per concludere la Front Line Area verrà illustrata la parte in cui avviene l'assemblaggio tra schienale e cuscino e, infine tutti i controlli che avvengono lungo la linea prima di procedere con il completamento del kit e il posizionamento dei sedili nella bilancella in cui verranno, una volta inseriti i sedili posteriori, inviati al cliente.

Su questa parte della linea sono presenti robot che lavorano in modo autonomo e risorse.

Ecco una descrizione dettagliata di ciascuna stazione:

- OP 90: In questa stazione, vengono effettuate operazioni preliminari, tra cui una pre-avvitatura delle viti che assemblano lo schienale con il cuscino e l'assemblaggio del cavo bowden per il rilascio della leva easy entry.
- OP 100: In questa stazione, un robot si occupa dell'avvitatura delle viti per il completamento dell'assemblaggio del sedile.
- OP 110: In questa stazione, avviene l'inserimento e l'assemblaggio delle plastiche di rifinitura del sedile, così come il posizionamento e l'assemblaggio del ramo della cintura. Questa operazione è specifica per il sedile del conducente.

- OP 115: Questa stazione è analoga a OP 110, ma le operazioni sono effettuate per il sedile del passeggero.
- OP 120: Un robot si occupa del serraggio delle viti del recliner, garantendo la solidità dell'assemblaggio.
- OP 130: In questa stazione, avvengono diverse operazioni, comprese la connessione del connettore del cavo della cintura, la connessione del cablaggio per l'SBR e l'airbag (se presenti), un ciclo di controllo della posizione dei cavi tramite telecamera, l'aggancio dell'eltex e un pre-inserimento del poggiatesta. Poiché queste operazioni richiedono particolare attenzione, due risorse lavorano in questa postazione, una per il sedile del conducente e l'altra per il sedile del passeggero.
- OP 140: Questa stazione si concentra su operazioni estetiche, tra cui la distensione dei cadenini, la verifica del corretto posizionamento della fodera con le cuciture verso l'esterno, la stiratura dei sedili e la verifica del corretto inserimento del poggiatesta.
- OP 150: In questa stazione, un robot effettua un test per l'SBR utilizzando un cilindro a pressione controllata.
- OP 155: Si tratta di un ulteriore controllo estetico e di stiratura manuale nella parte anteriore per eliminare eventuali grinze.
- OP 160: In questa stazione, un robot esegue un controllo visivo finale per garantire la qualità del prodotto.
- OP 170: La stazione di controllo finale completo comprende il controllo delle movimentazioni del sedile, del poggiatesta, della leva easy entry, del recliner e l'inserimento degli stopper per agevolare il trasporto.
- OP 180: Nell'ultima stazione della Front Line, il cuscino viene coperto con un sacchetto, lo schienale viene coperto, e un manipolatore deposita il sedile all'interno della bilancella. Questo passaggio è essenziale per preparare i sedili per la stazione successiva, in cui verranno caricati i sedili posteriori, al fine di procedere all'invio al cliente.

I tempi della linea sono descritti nella figura seguente:

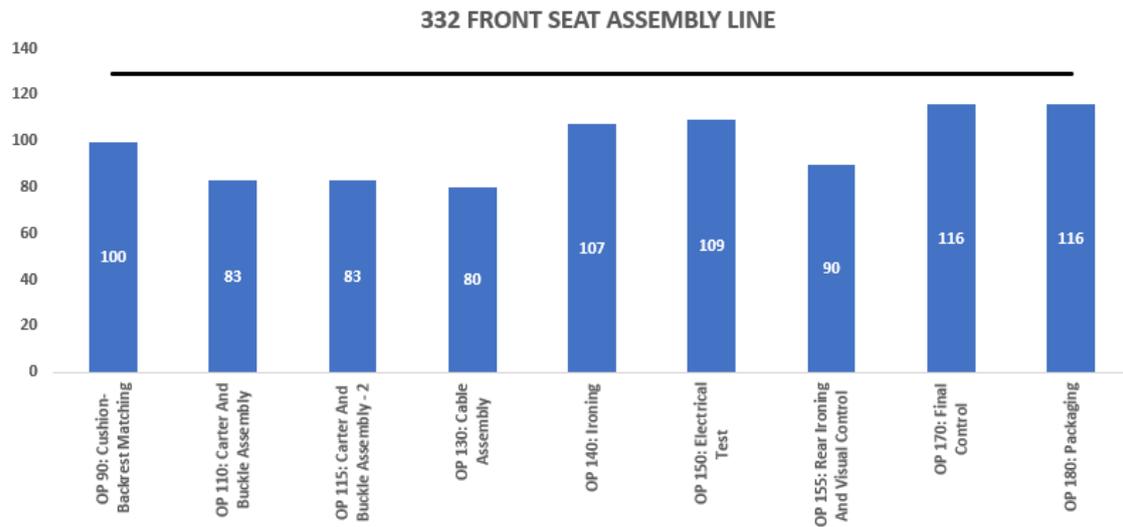


Figura 17: Front Line Area: Front Seat Assembly Line

Per adeguare la linea di produzione al nuovo Takt Time di 92 secondi, sono state proposte alcune modifiche alle stazioni OP 90, OP 140 e OP 150. Ecco una panoramica delle soluzioni proposte:

- OP 90: Per rispettare il nuovo Takt Time, è prevista l'aggiunta del processo di inserimento delle boccole isofix in questa stazione. Inoltre, per sostenere il ritmo di produzione, è necessario l'impiego di una risorsa principale e di una risorsa aggiuntiva per il 50% del tempo, che si alterneranno in base alle esigenze. Questa modifica consentirà di evitare rallentamenti nella stazione OP 90.
- OP 140: Per ridurre i tempi di ciclo, la stiratura della parte posteriore del sedile non verrà più effettuata in questa stazione ma verrà spostata nella stazione successiva. Questa modifica permetterà di accelerare il processo in OP 140.
- Op 150: Oltre all'aggiunta della stiratura posteriore del sedile, è prevista l'assegnazione di una risorsa aggiuntiva per affiancare il lavoro della risorsa principale. Questa risorsa aggiuntiva si alternerà nei momenti di necessità, garantendo che la produzione si svolga in modo efficiente e rispetti il nuovo Takt Time.

Le modifiche apportate a queste stazioni contribuiranno a ridurre i tempi di elaborazione e ad evitare rallentamenti, consentendo alla linea di produzione di mantenere il ritmo richiesto dal nuovo Takt Time.

Invece, per le stazioni OP 170 e OP 180 sono già stati iniziati i primi cambiamenti della linea di produzione che contribuiscono ulteriormente all'ottimizzazione:

- Introduzione Robot per scarico automatico

Le operazioni svolte nella stazione OP 170 rivestono un'importanza cruciale poiché rappresentano il controllo completo dei sedili assemblati per garantire la conformità ai requisiti del cliente. Questa stazione effettua sia controlli estetici che funzionali, verificando la qualità del prodotto e la corretta funzionalità dei meccanismi e degli scorrimenti del sedile.

Per garantire il rispetto del nuovo Takt Time, è fondamentale che tutte queste operazioni siano eseguite in modo accurato e tempestivo. Di conseguenza, sono state assegnate due risorse fisse alla stazione OP 170 per garantire che i controlli avvengano in modo puntuale e senza ritardi.

Inoltre, per semplificare il processo di trasporto e preparazione dei sedili per la spedizione, è stata eliminata la stazione OP 180, che causava rallentamenti dovuti all'uso di un manipolatore per lo sgancio dei sedili dai pallet e il loro posizionamento sulla bilancella.

Per iniziare, è stato già implementato un sistema che svincola i bloccaggi sui pallet. Il sedile non può essere sbloccato prima altrimenti risulterebbe molto probabile la caduta. Successivamente è stato introdotto un sistema di apertura dei bloccaggi della bilancella poiché non sempre arrivano aperti dopo l'arrivo dal cliente ed è necessario ovviare al problema altrimenti non sarebbe possibile implementare l'automazione.

Dopo aver introdotto sulla linea questi due sistemi sarà possibile procedere con l'introduzione del robot per lo scarico automatico. Questo robot sarà responsabile della presa dei sedili e del loro posizionamento sulla bilancella in modo efficiente e sicuro.

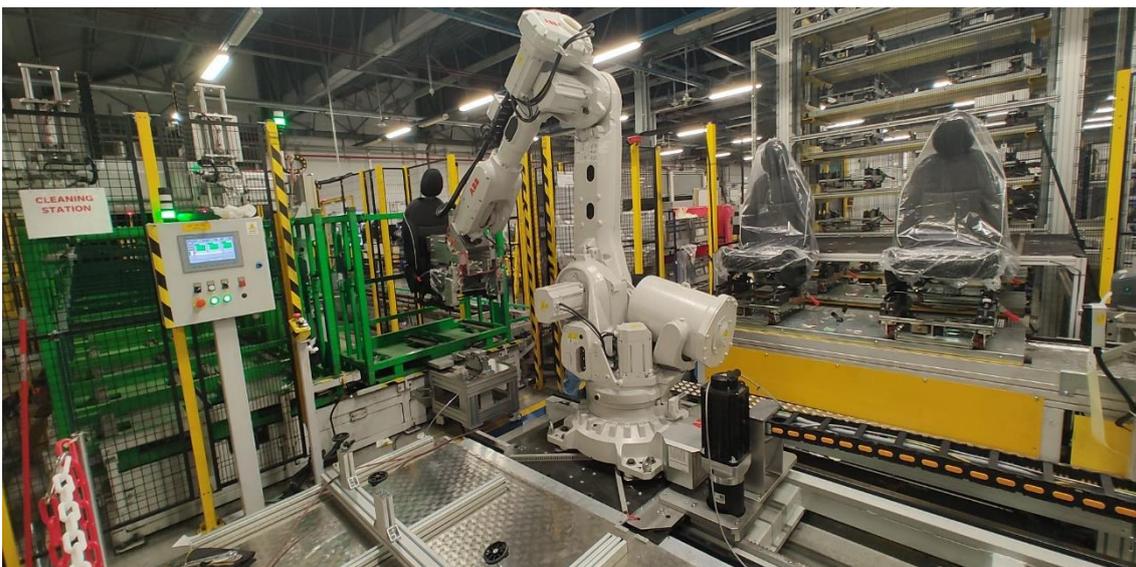


Figura 18: Robot per scarico automatico

L'introduzione del robot per lo scarico automatico dei sedili rappresenta un passo significativo verso l'automazione e l'ottimizzazione del processo di produzione. Grazie a questa automazione, i tempi si ridurranno notevolmente e l'efficienza complessiva della linea di produzione sarà migliorata in modo significativo. In particolare:

- **Rispetto dei Nuovi Tempi:** Il robot sarà in grado di rispettare i nuovi tempi richiesti (Takt Time) in modo preciso ed efficiente, contribuendo a evitare rallentamenti nella linea e a mantenere un flusso continuo di produzione.
- **Risparmio di Risorse Umane:** Poiché il robot eseguirà il compito di scaricare i sedili in modo automatizzato, non sarà necessario l'intervento umano in questa fase del processo. Questo ridurrà la dipendenza dalle risorse umane per queste operazioni specifiche e consentirà al personale di essere impiegato in altre fasi del processo in cui la loro presenza è essenziale.
- **Efficienza Migliorata:** L'automazione garantirà che il processo di scarico dei sedili sia eseguito in modo costante e senza errori. Ciò porterà a una maggiore efficienza complessiva, riducendo gli sprechi di tempo e risorse.
- **Flusso Continuo nella Linea:** La completa automatizzazione della stazione contribuirà a mantenere un flusso continuo nella linea di produzione. Questo è fondamentale per evitare interruzioni o accumuli di lavori in determinate fasi del processo.

In generale, l'automazione con l'uso di robot può portare a miglioramenti significativi in termini di produzione, qualità e tempi di consegna. La riduzione dei tempi morti e dei potenziali errori umani contribuirà a garantire che i sedili siano pronti per la spedizione in modo tempestivo e che soddisfino i requisiti di qualità del cliente.

La configurazione della linea con l'introduzione delle modifiche apportate sarà la seguente:

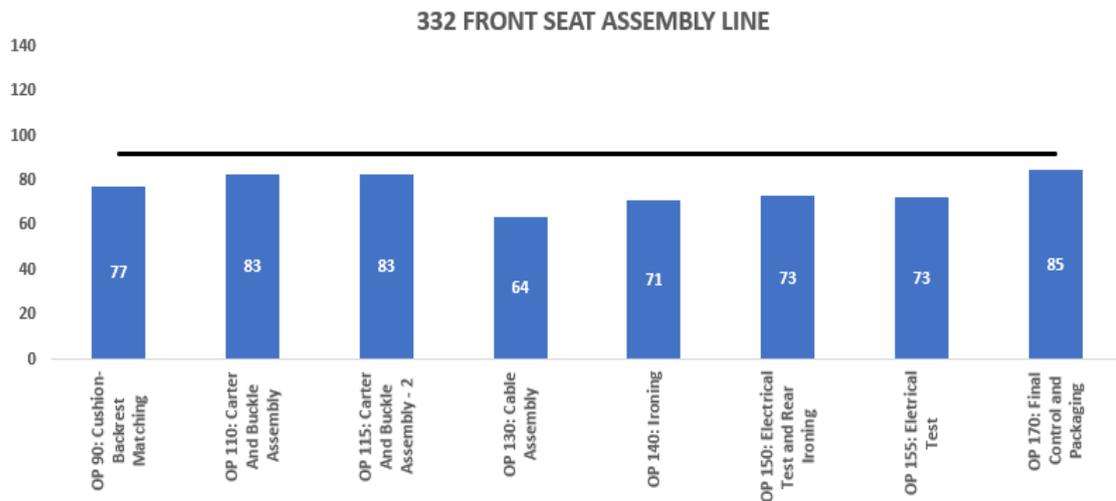


Figura 19: Front Seat Assembly Line con nuovo Takt Time

In conclusione, dopo aver analizzato e ottimizzato la linea di produzione Front Line Area che si occupa della preparazione dei sedili anteriori attraverso una serie di modifiche e tramite l'automatizzazione di alcune fasi, si è cercato di ottenere una linea che rispettasse in tutte le fasi i nuovi tempi di produzione, migliorandone l'efficienza, riducendone gli sprechi di tempo e garantendone la qualità dei prodotti finali.

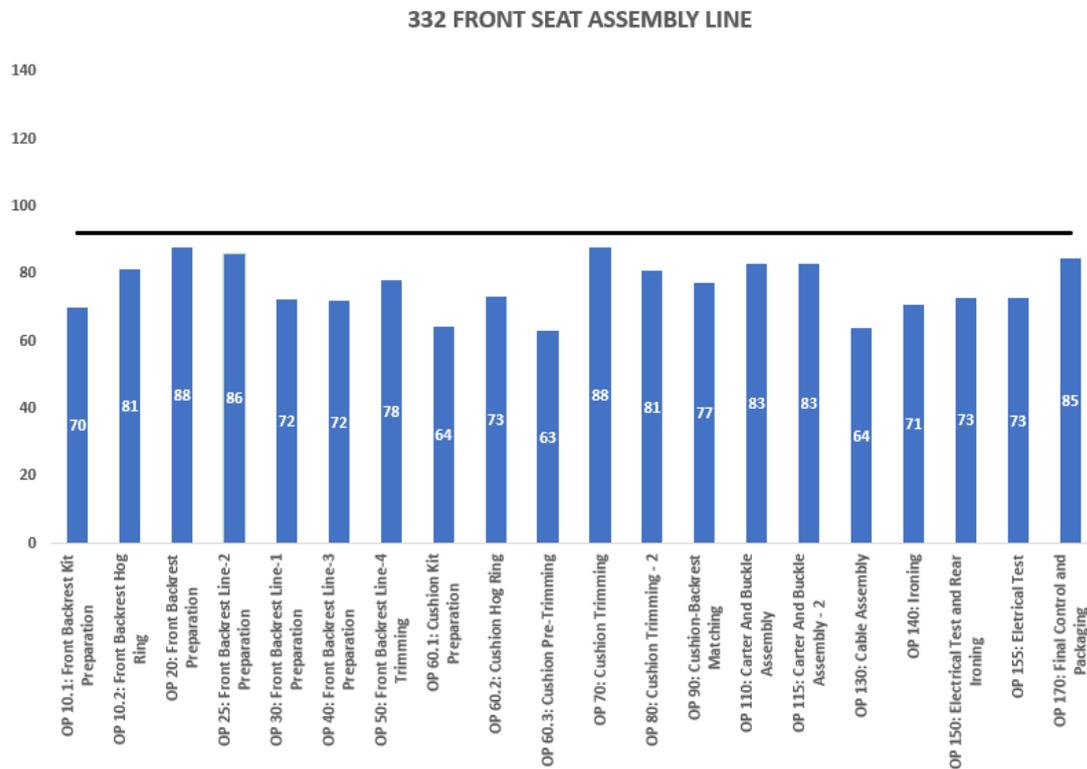


Figura 20: Nuova Front Line Area con Nuovo Takt Time

3.2.3 Rear Seat Area

L'ultima area di produzione presente per il completamento del kit è l'area di preparazione dei sedili posteriori. Nella linea dei posteriori il processo parte dalla preparazione del kit richiesto dal cliente, si crea la struttura e infine avviene tra di essi l'assemblaggio con i dovuti controlli finali e il packaging.

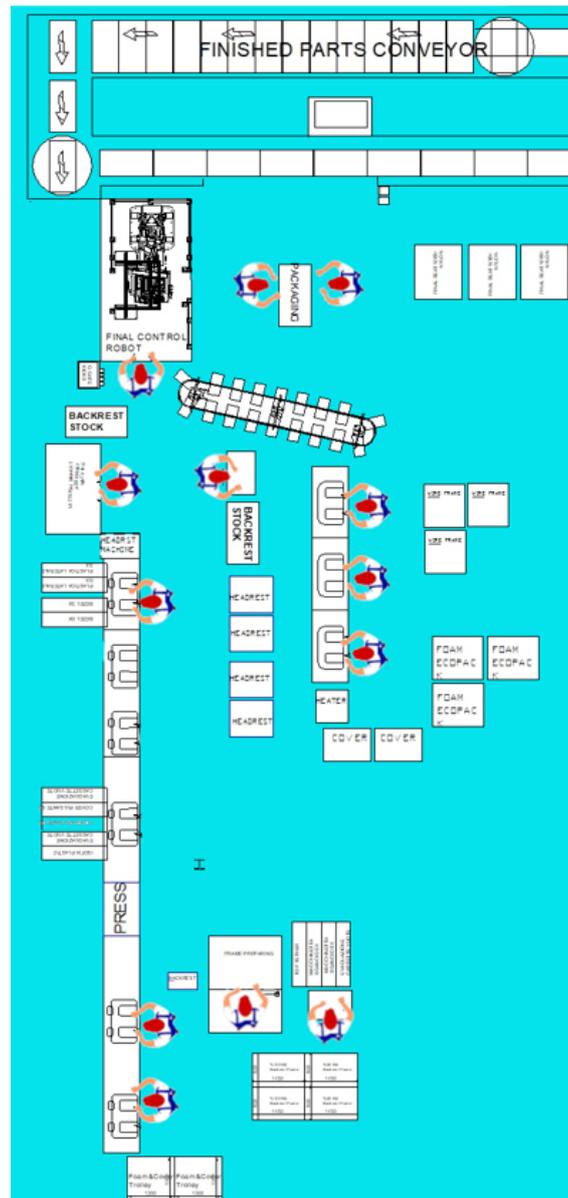


Figura 21: Rear Seat Area

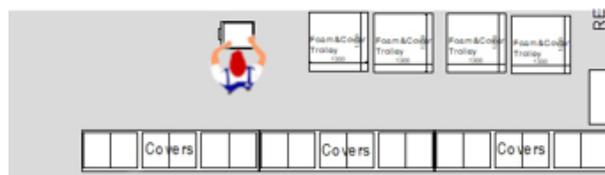
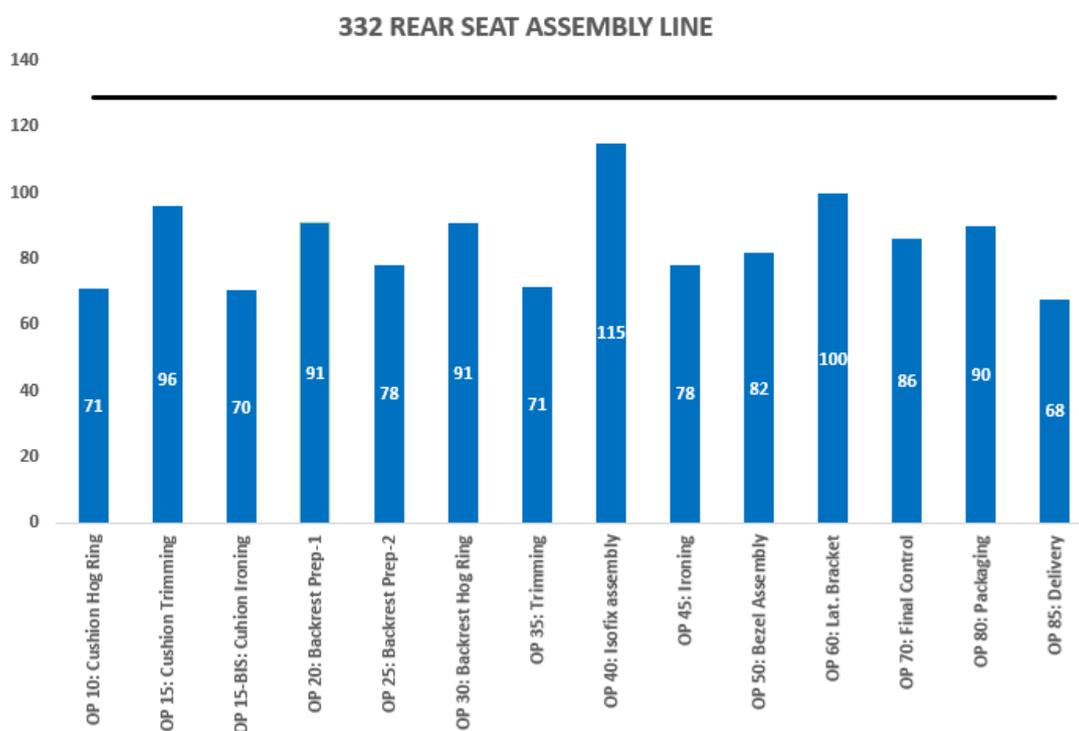


Figura 22: Rear Seat Area: Preparation

L'area dedicata alla preparazione dei sedili posteriori è organizzata in varie operazioni, ognuna con compiti specifici:

- OP 10: Inizia con la pinzatura della fodera sulla schiuma del cuscino posteriore.
- OP 15: Comprende la sellatura del cuscino con l'inserimento della struttura e la rivoltatura della fodera per agevolare l'aggancio degli eltex sulla struttura al fine di rifinire la fodera.
- OP 15-BIS: Qui avviene un controllo estetico del cuscino e una stiratura manuale.
- OP 20: Questa operazione si occupa della preparazione dello schienale del sedile posteriore, che può essere costituito da un singolo sedile o da due sedili. In base alla struttura, i tempi sono diversi, e verranno considerati i tempi medi. In questa stazione, si posiziona il cavo Bowden nel telaio e si monta il gruppo del pulsante di sgancio.
- OP 25: Si inserisce il telaio nella macchina e si avvita il pulsante di sgancio e i meccanismi.
- OP 30: Coinvolge la pinzatura della fodera nella schiuma per lo schienale
- OP 35: In questa postazione, lavorano due risorse contemporaneamente. Se si tratta di due schienali, ciascuna si occupa dell'inserimento della struttura nella schiuma. Se si tratta di uno schienale completo, l'inserimento viene effettuato da due risorse. Successivamente, si procede con la rivoltatura della fodera nella posizione corretta e con la chiusura delle cerniere.
- OP 40: Si effettua un controllo estetico, con eliminazione delle grinze e verifica del corretto posizionamento delle cuciture. Successivamente, avviene il montaggio e il bloccaggio dell'isofix.
- OP 45: Qui si esegue la stiratura dello schienale.
- OP 50: Nella stazione, vengono inserite le boccole con la mostrina estetica dotata di pulsanti sul lato sinistro e destro, e viene inserito il poggiatesta.
- OP 60: Comprende il montaggio delle staffe e il controllo del corretto funzionamento del poggiatesta.

- OP 70: Il sedile posteriore completo viene posizionato sul macchinario, e si procede con la verifica estetica e funzionale. Inoltre, il sistema riconosce che i componenti inseriti corrispondano al work order.
- OP 80: Questa fase riguarda l'imballaggio del cuscino e dello schienale.
- OP 85: Qui si posizionano i componenti terminati su una bilancella insieme ai sedili anteriori. Dopo aver effettuato il controllo dei work order dei sedili anteriori e posteriori per garantire che combacino, il sistema stampa una nuova etichetta di tracciabilità del kit e invia l'ordine completo al magazzino.



Per affrontare il cambiamento nella produzione sono state adottate le seguenti soluzioni:

- OP 15: Per migliorare il bilanciamento delle operazioni, è stata presa la decisione di spostare la fase di inserimento della struttura, precedentemente svolta nella OP 15, alla OP 10. Questo aggiustamento ha portato a un migliore equilibrio tra le due stazioni.
- OP 40: Inizialmente, per l'analisi del bilanciamento, è stata prevista una risorsa non a tempo pieno nella stazione. Tuttavia, per evitare problemi legati ai tempi e per garantire un flusso senza rallentamenti nella linea di produzione, si è

deciso di assegnare in modo fisso una risorsa a tempo pieno a questa postazione.

- OP 60: È stata introdotta una nuova risorsa, non a tempo pieno, che lavorerà nella stazione OP 60 quando necessario. Inoltre, in momenti di necessità, questa risorsa fornirà supporto ad altre stazioni del processo.

Nella Rear Area, sembra che non ci siano problemi significativi di rispetto dei tempi, il che è un segnale positivo per l'efficienza della produzione in questa parte del processo.

Il nuovo bilanciamento della linea di produzione è rappresentato nella figura seguente:

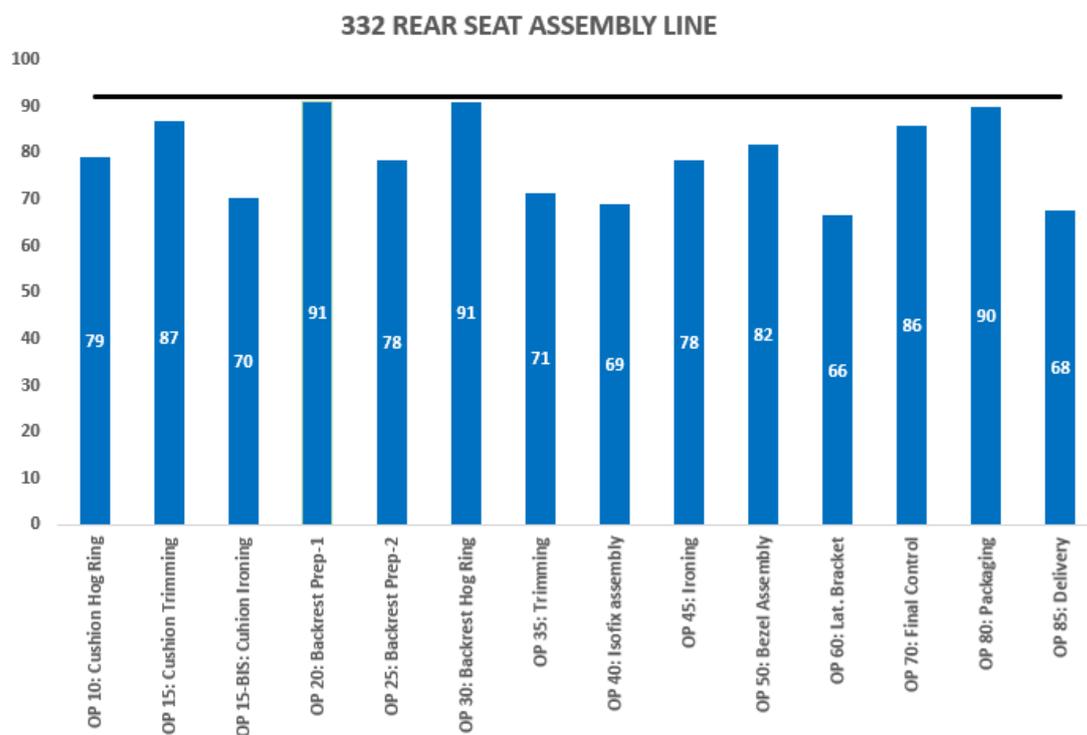


Figura 23: Rear Seat Area con nuovo Takt Time

L'aumento del Takt Time nell'area di produzione ha richiesto l'aggiunta di due unità di risorse rispetto alla configurazione precedente. Questo adeguamento delle risorse è stato necessario per adattare la produzione alla nuova velocità richiesta e garantire che i tempi di produzione siano rispettati in modo efficiente. L'allocazione di risorse aggiuntive può essere un passo importante per mantenere l'equilibrio della linea di produzione e garantire che le operazioni siano svolte in modo coerente con i nuovi requisiti di tempo.

4. Conclusioni

In conclusione, il presente lavoro di tesi si è concentrato sull'importanza dell'efficienza e della produttività nelle industrie moderne, evidenziando come il concetto di Lean Manufacturing sia cruciale per il successo aziendale. Nel contesto di questa filosofia, il Takt Time ha assunto un ruolo centrale come ritmo di produzione necessario per soddisfare la domanda dei clienti. È stata fornita una panoramica approfondita di questo concetto nell'ambito della produzione e dell'ottimizzazione dei processi. Si è giunti alla conclusione che il Takt Time è una metrica fondamentale per la sincronizzazione della produzione con la domanda del cliente, contribuendo alla riduzione degli sprechi e all'ottimizzazione delle risorse.

L'obiettivo principale della tesi è stato quello di esaminare l'applicazione del Takt Time nell'azienda Martur Fompak Italy, che si occupa della produzione dei sedili auto della 500 elettrica. In particolare, è stato necessario riconsiderare e adattare il Takt Time per far fronte alle variazioni della produttività. Questo adattamento ha richiesto una revisione dei processi produttivi, inclusi cambiamenti come la riallocazione delle operazioni di lavoro, l'inserimento di nuove stazioni, l'automatizzazione di alcune operazioni e l'introduzione di nuove risorse sulla linea.

Per analizzare e ottimizzare questi processi, è stata utilizzata la metodologia MTM (Methods-Time-Measurement), che ha consentito di determinare tempi standard predeterminati per le diverse operazioni e movimenti nelle stazioni di lavoro. L'obiettivo era garantire la soddisfazione del cliente attraverso una produzione efficiente.

In conclusione, il lavoro svolto ha evidenziato l'importanza del Takt Time nella Lean Manufacturing e ha dimostrato come un suo ottimale utilizzo possa contribuire positivamente all'aumento della produttività. La sua applicazione richiede un'attenta pianificazione e un monitoraggio costante, ma i benefici che può portare sono notevoli.

5. Bibliografia

Alvarez, R. D., & Antunes Jr, J. A. (2001). Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. *Gestão & Produção*, 1-18.

J.P., W., & D.T., J. (1996). *Lean Thinking. Banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Simon & Schuster.

Karger, D. W., & Bayha, F. H. (1987). *Engineered work measurement: the principles, techniques, and data of methods-time measurement background and foundations of work measurement and methods-time measurement, plus other related material*. Industrial Press Inc.

Liker, J. K. (2001). *Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill Education. McGraw-Hill Education.

Maynard, H. B., Stegemerten, G. J., & Schwab, J. L. (1948). *Methods-Time Measurement*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Rother, M., & Harris, R. (2001). *Creating Continuous Flow: An Action Guide for Managers, Engineers and Production Associates*. . Lean Enterprise Institute.

Soliman, M. H. (2020). *Takt Time: A Guide to the Very Basic Lean Calculation*.

6. Sitografia

<https://clockify.me/blog/business/takt-time-cycle-time-lead-time/>

<https://www.insidemarketing.it/glossario/definizione/just-in-time/>

<https://www.leanprove.com/it/news/il-lean-six-sigma-e-layout-produttivo/>

<https://www.doeconsulting.it/muda-sprechi-produzione-lean.aspx>

<https://www.headvisor.it/muda-trasporti>

<https://www.easylean.it/331/MTM-Methods-Time-Measurement>

https://www.fomir.it/uploads/catalog/dispensa_lean_production_edizione_1.2_022.pdf