

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in
Ingegneria della Produzione Industriale e dell'Innovazione Tecnologica



Tesi di Laurea Magistrale

*Studio e progettazione di un banco di montaggio per
gruppo termico-motore, garantendo flessibilità,
sicurezza e produttività.*

Relatore

Prof.ssa Eleonora Atzeni

Candidato

Camilla Grosso

Luglio 2020

Sommario

Introduzione	3
1 L'azienda.....	5
1.1 Storia	5
1.2 Vision e Mission	7
1.3 Ente di svolgimento del tirocinio: Process Development.....	8
2 Progetto.....	10
2.1 Storia e caratteristiche del prodotto	10
2.2 Struttura del progetto	14
2.3 Problema da cui è nata la necessità di questo progetto	15
2.4 Idea concepita inizialmente per risolvere il problema.....	19
2.5 Studio dell'idea e del layout.....	22
2.5.1 Layout di: linea, stabilimento e asservimento di materiali	22
2.5.2 Valutazione sul tempo e il ciclo di montaggio.....	27
2.6 Studio analitico dei volumi con il nuovo concept	28
2.7 Scrittura delle specifiche tecniche	31
2.8 Richiesta di un'offerta.....	44
2.8.1 Collaborazione con l'ufficio acquisti	44
2.8.2 Formulazione richiesta d'offerta ufficiale	46
3 Risultati.....	48
3.1 Valutazione dell'offerta ricevuta	48
3.2 Confronto tra l'offerta e i costi di partenza	52
3.3 Scelta del processo.....	54
3.4 Storia futura del processo.....	55
4 Conclusioni	58
4.1 Generali	58
4.2 Personali	59
Ringraziamenti	60
Sitografia.....	62

Introduzione

Il progetto analizzato in questo elaborato è stato portato avanti durante un tirocinio svolto in uno dei distaccamenti di Denso Corporation, produttore internazionale di sistemi integrati e componenti automobilistici, conosciuto come Denso Thermal System S.p.A.. Più precisamente nella sede centrale di quest'ultimo, il sito produttivo di Poirino (TO, Italy), il quale, oltre ad essere un notevole impianto produttivo, ospita la direzione centrale, gli uffici amministrativi e quelli dell'R&D.

La Denso Thermal System S.p.A. però vanta, in aggiunta ad altri due stabilimenti produttivi in Italia, uno ad Avellino e uno a Cassino, anche numerose unità produttive dislocate in tutto il mondo; per esempio in Spagna, Portogallo, Polonia, Argentina, India e Brasile. Questa grande azienda, tuttavia, è solo una piccola parte del gruppo giapponese che ha infatti all'attivo più di 212 filiali in tutto il mondo. La multinazionale, con sede a Kariya, in Giappone, è infatti leader mondiale nel settore della climatizzazione e fa parte del gruppo Toyota.

Il tirocinio è stato svolto nel dipartimento di sviluppo di processo, che si occupa della costruzione di linee di produzione, o dell'adattamento di linee già esistenti, per poter processare nuovi prodotti dei propri clienti.

Durante questo periodo ho ricoperto il ruolo di assembly specialist, affiancando i miei colleghi principalmente in tre progetti: l'adattamento di due banchi già esistenti per la produzione di un nuovo modello di radiatore e di un nuovo modello di *water-condenser*, la creazione di una linea per processare la nuova gamma di prodotti B-Platform e la creazione di un sistema in grado di processare un nuovo prodotto, chiamato PPE, per un cliente importante nell'ambito *automotive*.

Quest'ultimo, è stato, però, il progetto principale a cui mi sono dedicata, infatti, i progettisti di quest'azienda hanno sviluppato un gruppo innovativo, in collaborazione col dipartimento R&D della DENSO, e per la sua produzione sarà necessario costruire una nuova linea di produzione. La collocazione della stessa sarà presso la fabbrica polacca di **Tychy**.

Normalmente, la DENSO realizza una tipologia di linea abbastanza standardizzata, conosciuta come LUM, la quale è rappresentata da una linea di montaggio a pallet. Quest'ultimo passando postazione per postazione consente l'assemblaggio del prodotto. In questo caso specifico, per un problema che verrà descritto in seguito, è stato necessario ideare e progettare una tipologia di linea alternativa, che chiameremo "banco unico".

Lo scopo di questa tesi è, dopo aver fornito una panoramica dettagliata della situazione, analizzare le due opzioni e fornire dati sufficienti a supportare la scelta dell'uno o dell'altro concept.

L'elaborato sarà diviso in tre parti, che seguiranno questa introduzione. Una descrizione generale dell'azienda e dei suoi valori, che sarà seguita dalla parte centrale dell'elaborato, ovvero la descrizione e l'analisi del progetto seguito.

La parte principale sarà seguita da un capitolo, denominato Risultati, in cui saranno presentati gli *outcome* del progetto e verranno spiegate le fasi future a cui andrà in contro il processo. In ultimo ci sarà un paragrafo in cui saranno riassunte le conclusioni, raggiunte al termine di questa esperienza, sia da un punto di vista generale, che da uno personale.

1 L'azienda

1.1 Storia

La storia dell'azienda in cui è stato svolto il tirocinio inizia negli anni '80 quando il Gruppo Fiat, dopo aver valutato il business della climatizzazione dei veicoli, decise di scorporare una serie di attività mirate da una società di Villastellone e trasferirle in uno stabilimento di Poirino, dando così origine alla Riscaldatori s.r.l.

Dopo alcuni anni, nel 1987, il Gruppo Fiat, insieme alla Magneti Marelli, costituì una Divisione di Prodotto nello stabilimento di Poirino, chiamata come Magneti Marelli Climatizzazione, entrando così attivamente nel neo-settore della climatizzazione del veicolo.

Seguì un periodo di assestamento del business, fin quando nel 1992 l'azienda stipulò un accordo con DENSO Corporation, allora conosciuta come Nippondenso, dando origine a una joint venture. Questa unione terminerà nel 2001 con l'acquisizione totale da parte del colosso giapponese.

L'obiettivo di questa collaborazione era quello di dare un impulso di crescita al settore utilizzando il mercato della Magneti Marelli e l'ampio *know-how* di un'azienda già leader a livello mondiale. Le aspettative furono confermate dalla realtà, infatti, durante quegli anni, l'azienda attraversò un periodo di forte crescita. Tutte le strutture di ricerca, e non solo, furono potenziate. Inoltre, cominciò l'espansione della Magneti Marelli Climatizzazione, che, oltre a confermarsi sui mercati europei con nuove attività e siti produttivi, cominciò l'espansione globalmente con concessioni in Turchia, Marocco e Sud Africa. La globalizzazione però non si fermò ai mercati, ma furono costruiti nuovi siti produttivi in Polonia, Argentina, Brasile e India.

Con l'acquisizione completa da parte di DENSO Corporation, la società entra a far parte del Gruppo DENSO a tutti gli effetti e cambia il suo nome in DENSO Thermal Systems S.p.A..

A partire da questo momento, l'azienda comincia anche a diversificare le proprie attività, arrivando pochi anni dopo all'inaugurazione di due Business Units totalmente dedicate, una all'*Aftermarket* e una ai progetti per Veicoli Speciali e Off Road (O.R.S.A.). In seguito all'avvio di questi progetti nascono nuovi stabilimenti in Spagna, Marocco, Serbia, Francia e Italia.

In questi anni l'azienda si è evoluta costantemente sotto ogni punto di vista. Ad oggi l'azienda progetta, sviluppa, produce e vende sistemi di condizionamento, di raffreddamento motore, radiatori e compressori e scambiatori di calore alla maggior parte dei grandi produttori di autoveicoli e mezzi speciali. Infatti, i principali clienti della DENSO Thermal Systems S.p.A. sono rispettivamente Alfa Romeo, Audi, Citroën, Ferrari, Fiat, General Motors, Iveco, Lancia, Maserati, Mercedes, Opel, Peugeot, Renault, Scania, Seat, Toyota, Volkswagen e Caterpillar, CNH Case New Holland, Lamborghini, Massey Ferguson, Piaggio e Same.

Oltre ai propri prodotti, l'azienda si è anche specializzata nell'assemblaggio finale di Moduli Plancia e Moduli Frontali per alcuni dei propri clienti, i quali poi li collocano in vettura.

La crescita costante e l'espansione inesorabile hanno caratterizzato (e continuano a farlo) la storia di questa azienda, che ha focalizzato ogni suo sforzo, non solo nella ricerca e sviluppo dei propri prodotti e nella loro continua innovazione, ma anche in una minuziosa attenzione alla Qualità.

Tutto questo ha permesso alla DENSO Thermal Systems S.p.A. di trasformarsi nella multinazionale che è oggi. L'azienda, ma più in generale il gruppo giapponese, può infatti vantare un posto tra le più potenti, stabili e fruttifere società al mondo, con un fatturato che supera i 42 miliardi di euro e un organico di circa 170.000 dipendenti.

1.2 Vision e Mission

La filosofia del colosso giapponese, che ha come obiettivo principale quello di assicurare al gruppo la fiducia delle persone in tutto il mondo, è sintetizzata nel motto dell'azienda *“Contributing to a better world by creating value together with a vision for the future”*. In queste parole è contenuta la base su cui DENSO Corporation fonda tutta la propria strategia.

Infatti, non solo è una tra le aziende più riconosciute e importanti per quanto riguarda l'attenzione all'ambiente, ma è anche una delle corporation che mette il maggior impegno nel contribuire ad un mondo migliore. Al contrario di molte istituzioni, l'impegno della DENSO non si ferma a grandi campagne di sensibilizzazione, che rimangono comunque fondamentali, ma crea dei veri e propri piani strategici con obiettivi chiari e ben descritti, per poter contribuire attivamente alla salvaguardia ambientale. Ne è un esempio esplicativo il piano *“Eco Vision 2025”*, approvato dal management dell'azienda che pone traguardi notevoli su temi sensibili, come la riduzione delle emissioni e del consumo energetico.

L'intero gruppo, a partire dai più alti livelli del management basa le proprie decisioni e azioni su un approccio coscienzioso, che appare chiaro dalle parole del CEO, Koji Arima¹, *“To deliver a better future to the next generation, we will reconfirm our significance to society and accelerate efforts toward sustainability management, which has acted as our management ideology since our inception.”*.

Oltre alla dedizione ambientale, un importante aspetto del gruppo è l'attenzione al miglioramento continuo in ogni aspetto aziendale. Infatti, la DENSO, per la guida dell'azienda, utilizza l'approccio Lean Management, ovvero una filosofia produttiva coniata in Giappone il cui obiettivo è quello di minimizzare gli sprechi, fino, se possibile, alla loro eliminazione.

Le linee guida manageriali del gruppo giapponese hanno come obiettivo principale quello di contribuire alla sostenibilità aumentando l'efficienza e riducendo l'impatto ambientale.

1.3 Ente di svolgimento del tirocinio: Process Development

Il tirocinio analizzato è stato svolto nel dipartimento di *Process Development* (PD), nel distaccamento *assembly*.

Più nel dettaglio lo sviluppo di processo riguarda la creazione di un metodo o uno strumento per produrre un determinato prodotto in una determinata quantità. Esso comporta la selezione e la sequenza delle fasi del processo da un gruppo di operazioni unitarie.

Infatti, attraverso le attività del PD si dovrebbe riuscire a definire la combinazione delle diverse variabili e parametri di processo necessarie alla produzione di un determinato prodotto. Variabili come, per esempio, la tipologia di processo, gli standard qualitativi richiesti, l'asservimento di materie prime e i volumi richiesti dal cliente; da queste variabili vengono poi estrapolati alcuni parametri, come la quantità necessaria di pezzi al giorno e il tempo ciclo che ne deriva⁶.

Al giorno d'oggi risulta chiaro che la qualità dei prodotti non dev'essere testata solo alla fine del processo di produzione o addirittura dal cliente stesso, ma bensì dev'essere garantita durante tutto il percorso di produzione al fine di compensare l'effetto *bullwhip*. Proprio per questa ragione, durante il processo di sviluppo, basato su metodi e procedure ben definiti, in contemporanea vengono portate avanti diverse attività di gestione del rischio.

Il processo che viene ideato, quindi, deve dimostrare non solo di essere in grado di produrre i volumi richiesti con la massima efficienza possibile, ma anche di rispettare quelli che vengono chiamati requisiti minimi di qualità, stabili dal cliente stesso. Per questo motivo, al quale si aggiunge la varietà di prodotti e volumi, la diversità dei materiali richiesti e la diversa collocazione della linea di produzione con i propri limiti di layout, ogni nuovo prodotto richiede un team dedicato che si occupi del progetto, dalla presa in carico della progettazione all'implementazione della linea nello stabilimento di destinazione della nuova linea.

L'attività principale dei team di sviluppo dei processi (PD) è quindi quella di selezionare “la tecnologia di produzione del futuro, si spera in buon coordinamento con le unità di produzione e di regolamentazione della loro azienda.”, tenendo in considerazione sia gli ultimi sviluppi tecnologici sia il loro rapporto costo/prestazione⁷. L’aspetto tecnologico e quello economico caratterizzano i progetti portati avanti dal dipartimento.

In quanto, durante il tirocinio, è stata ricoperta la figura di *assembly specialist* all’interno del team PD *Assy*, le principali attività svolte hanno riguardato lo studio e l’analisi tecnica ed economica della parte di assemblaggio di alcuni progetti in particolare. Per esempio, quello per il gruppo termico motore PPE o la modifica dei banchi di produzione per un nuovo modello di radiatore e di *water condenser*.

Il dipartimento Process Development South Europe, con *headquarter* a Poirino (TO), diretto dall’ingegner Lorenzo Allione, presenta una divisione interna in diversi distaccamenti. Questo, ha fatto sì che nascessero team inter-funzionali altamente specializzati, che collaborano tra loro con unico obiettivo quello di completare al meglio ogni progetto affidatogli.

Il team dove è stato svolto il tirocinio, diretto dall’ingegner Massimo Cozzani, è quello che si dedica alla parte di assemblaggio, per tanto si occupa di tutti gli aspetti tecnici della linea su cui verrà montato il prodotto.

Questo distaccamento lavora fianco a fianco con il team di *Total Flow Management & NPI*, che trova il suo responsabile nell’ingegner Davide Sola. A sua volta quest’ultimo sotto-dipartimento si divide in tre macro-aree che si occupano di Total flow management, Metodi e Pilota. Ognuna di esse ha un responsabile a cui fare riferimento.

La collaborazione tra le parti risulta essere fondamentale per la buona riuscita del progetto. Infatti, contemporaneamente vengono portate avanti molteplici attività, quali: lo studio delle azioni necessarie al montaggio del pezzo, il tempo richiesto per esse e la loro ergonomia, le modalità di asservimento della linea, con relativo flow di materiali e layout generale, le misure di sicurezza necessarie a tutelare chi lavorerà sulla linea e le tecnologie necessarie a controllare che gli standard di qualità siano rispettati e certificarlo.

2 Progetto

2.1 Storia e caratteristiche del prodotto

Il progetto analizzato, come anticipato sopra, riguarda il nuovo gruppo termico motore PPE, sviluppato in collaborazione tra i progettisti della DENSO e quelli del cliente.

Per una migliore comprensione del processo, è importante conoscere a fondo il prodotto e la sua composizione.

Il gruppo termico motore è un sistema di raffreddamento utilizzato nei veicoli per abbassare la temperatura o mantenerla costante a valori relativamente bassi. A tal fine un insieme di componenti sono assemblati all'interno di un frame, che una volta completato sarà montato nel vano motore del veicolo.

La necessità di un impianto di raffreddamento nasce dal fatto che quando l'energia contenuta nel carburante si trasforma in potenza disponibile, durante il funzionamento del motore, una parte di essa si disperde sotto forma di calore. Il processo di trasformazione, infatti, fa sì che, per combustione, quasi il 30% dell'energia si disperda. Di per sé questo non sarebbe un problema, ma il motore è stato progettato con determinate caratteristiche strutturali, il che significa che se la temperatura non è controllata questo potrebbe compromettere l'integrità strutturale del motore. Il mantenimento della temperatura, al di sotto di certi limiti, serve a garantire, non solo l'affidabilità del motore, ma anche le prestazioni previste.

Gli scambiatori di calore, come per esempio un radiatore (vedere figura 1), sono di fatto i componenti principali del gruppo. Il loro compito è quello di cedere all'atmosfera il calore in eccesso, e sono formati da un fascio di piccoli tubi nei quali viene fatto scorrere il liquido da raffreddare. Per aumentare la dissipazione del calore, ad essi sono fissate delle alette di metallo che, assorbendo calore dai tubi per conduzione, lo diffondono nell'ambiente per convezione. Il metallo che costituisce tubi e alette, normalmente alluminio e rame, deve offrire non solo leggerezza e lavorabilità quando lo spessore è ridotto, ma soprattutto buona conducibilità termica.



Figura 1 - Radiatore

La DENSO produce internamente gli scambiatori di calore utilizzando i due processi disponibili:

1. Saldobrasatura, che come dice la parola stessa realizza il contatto con una saldatura utilizzando forni continui ad atmosfera controllata
2. Mandrinatura, che realizza il contatto per deformazione meccanica su linee automatiche

Nel primo caso il contatto è più stretto e ciò garantisce una trasmissione del calore più efficiente, ma i costi di produzione sono molto più elevati rispetto alla seconda tipologia. Questo fa sì che i radiatori per mandrinatura abbiano un rapporto prestazioni/costo migliore. La capacità di DENSO di stimare in anticipo le prestazioni permette di scegliere gli scambiatori più adatti ad ogni veicolo. Il tutto può essere poi verificato grazie a moderne attrezzature di prova.

In particolare, la necessità di sviluppare un nuovo prodotto innovativo ed efficiente, nasce dal fatto che negli anni la dimensione del vano motore sono andate via via riducendosi. Questo sommato alle grandi quantità di calore che è necessario dissipare, ha complicato la costruzione del gruppo, rendendo di fatto sempre più difficile la disposizione dei componenti interni.

Da questi problemi, il team R&D di DENSO North Europe, basandosi sulle specifiche, scritte da un cliente importante del settore *automotive*, ha sviluppato PPE, gruppo che innovativo che rispetta tutti gli standard richiesti e che entrerà nel mercato sui nuovi veicoli del cliente.

PPE è costituito da pochi, ma fondamentali, elementi visibili in figura 2:

1. Supporting Frame, scatola stampata all'interno della quale verranno inseriti gli elementi principali
2. Complessivo ventola-motore, che serve ad aumentare il flusso d'aria
3. Air Guide Back, che servirà a guidare l'aria in uscita, ed è formato da due sottocomponenti stampate montate in sequenza, I e II
4. Condensatore
5. Radiatore
6. Air Guide Back Front, frame stampato che serve a chiudere la scatola inferiore, per fermare i componenti interni, e a veicolare l'aria in entrata

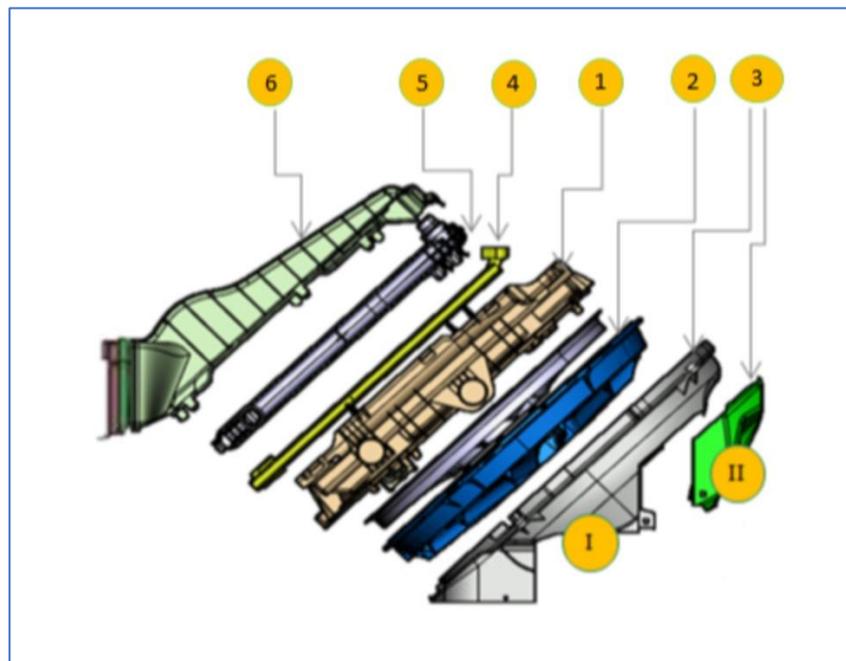


Figura 2 – Esploso del prodotto PPE

L'iter che segue la realizzazione di un nuovo prodotto, come questo, inizia ufficialmente quando il cliente fa richiesta di un nuovo prodotto fornendo determinate specifiche, per esempio prestazionali, a diversi fornitori. Se DENSO è tra questi, il dipartimento di R&D di riferimento (*North o South Europe* in base alla locazione del cliente) inizia a progettare e disegnare il prodotto, attenendosi a quanto richiesto. Una volta ideato, vengono costruiti alcuni campioni, su cui fare diverse verifiche. Il tutto per poter mostrare al cliente di aver creato esattamente ciò che desiderava.

Per coronare queste fasi viene poi emesso un preventivo da parte dell'azienda al cliente, che se accettato dà origine a una serie di fasi che culminano nella messa in produzione. La prima tra queste è l'affidamento al dipartimento di *process development* dell'industrializzazione del prodotto. Il PD di riferimento, *North o South Europe*, è deciso dalla locazione del *plant* che ospiterà la linea di produzione. Anche se molto spesso appartiene alla stessa divisione dell'R&D che ha sviluppato il progetto, in questo caso specifico, poiché il prodotto verrà assemblato in Polonia, di competenza del *process development South Europe*, se ne occuperà quest'ultimo.

Una volta congelato il prodotto, la DENSO, e aziende concorrenti, ipotizzano un ciclo di montaggio e un layout per la linea su cui produrre il nuovo prodotto. Da questo, creano un preventivo teorico del costo di realizzazione della linea, che tiene conto non solo del costo dei fornitori e della mano d'opera interna, ma anche di tutti i costi relativi alle tecnologie necessarie a rispettare gli standard dell'azienda produttrice e del cliente.

Quando viene confermato che la costruzione della nuova linea è affidata al dipartimento della DENSO, inizia la fase pratica di studio della situazione, del prodotto e delle diverse possibilità. Alcuni progetti sono facili e simili ad altri già portati avanti, altri invece presentano delle difficoltà notevoli. In ogni caso uno studio approfondito e accurato è effettuato su ogni progetto; al fine di garantire sempre la soluzione migliore sotto ogni punto di vista.

2.2 Struttura del progetto

Una volta visto nel dettaglio il prodotto intorno al quale si dovrà costruire la linea di produzione è stato sviluppato un piano di azione, che parte dal porsi la domanda essenziale, che spiega la necessità di questo elaborato: il concept standard utilizzato dalla DENSO, ovvero la linea LUM, crea qualche problema? Poiché la risposta a questa domanda risulta essere positiva e verrà approfondita nel punto successivo, il 2.3, la ricerca di una soluzione alternativa per la produzione del prodotto PPE ha preso vita.

Il Flow chart in figura 3 è la rappresentazione grafica delle fasi che si sono susseguite per la progettazione di una soluzione alternativa.

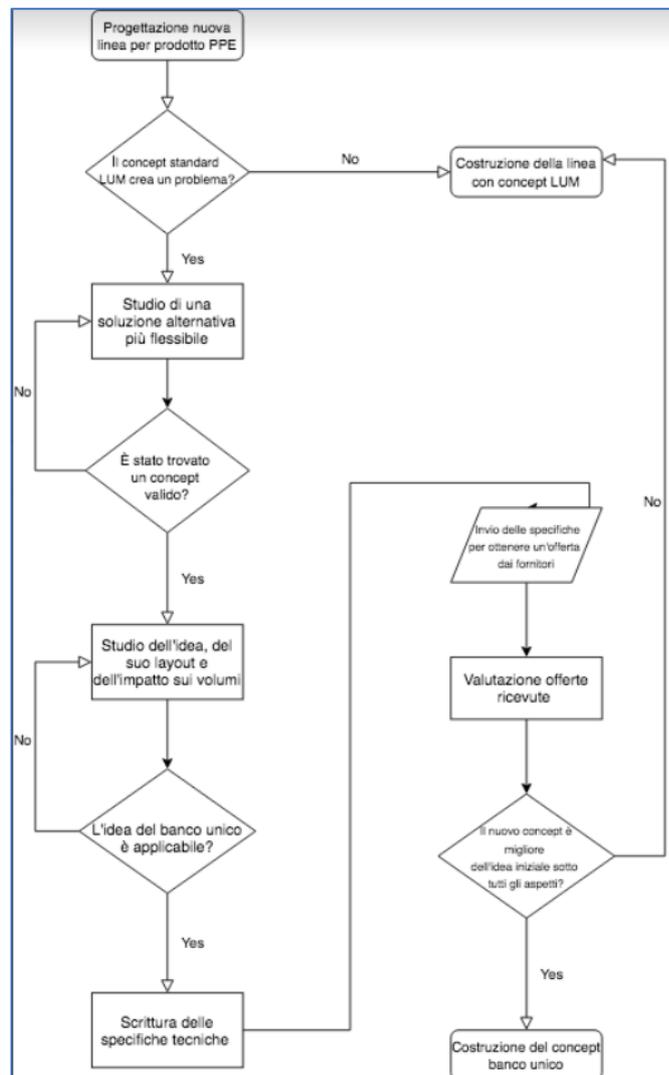


Figura 3 - Flowchart del progetto

2.3 Problema da cui è nata la necessità di questo progetto

La maggior parte delle linee, su cui attualmente Denso produce i propri gruppi, risultano essere molto simili tra loro e generalmente mostrano un concept unico, identificabile mediante una linea a pallet. Questi ultimi scorrendo tra le varie postazioni permettono a più operatori il montaggio delle parti necessari a produrre il finito. Questa tipologia è soprannominata LUM.

Nonostante i numerosi vantaggi che questo concept offre, in questo caso specifico si è presentato un problema dovuto ai volumi richiesti. Infatti, al fine di impostare il miglior tipo di processo è sempre necessario procedere con un'analisi dei volumi richiesti.

Per poter fare questa analisi si utilizza un file Excel (vedere figura 4), in cui viene confrontata la capacità produttiva annua per turno della linea, ottenuta partendo dal tempo ciclo e dai minuti di lavoro per turno, con la quantità di pezzi richiesta dal cliente annualmente.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							
31																							
32																							
33																							
34																							
35																							

Figura 4 - File Excel utilizzato per l'analisi dei volumi (versione LUM)

In questo caso i dati di partenza sono il tempo ciclo ricavato dal dipartimento di tempi e metodi che, dopo aver ideato una prima versione del ciclo di montaggio, stimano un primo ipotetico tempo di produzione a pezzo.

Il tempo ciclo calcolato viene poi incrementato delle percentuali necessarie ergonomicamente per garantire le giuste condizioni di lavoro.

Nel nostro caso specifico il primo tempo ciclo calcolato è circa 42 secondi a pezzo.

A questo punto si può calcolare la produzione per turno: un turno dura 8 ore, ossia 480 min., a questo vanno sottratte le pause, che dipendono dal paese di produzione e considerato che la produzione sarà in Polonia dove sono autorizzati 30 min. di pausa a turno, i minuti disponibili per la produzione sono pari a 450 minuti/turno. Dividendo i minuti a disposizione per il tempo ciclo si ottiene che a turno la linea può produrre circa 643 pezzi. Per motivi ergonomici è necessario poi moltiplicare questo valore per il 95% di efficienza.

In ultimo, per poter calcolare la capacità produttiva annua al turno è necessario moltiplicare ancora il valore ottenuto in precedenza per 235 giorni lavorativi/anno, dato sempre relativo alla Polonia.

Per tanto, si ottiene che la linea, lavorando un turno al giorno, in un anno può produrre

$$643 \frac{pz}{turno} * 95\% \text{ eff} * 235 \frac{gg}{anno} = 143550 \text{ pezzi.}$$

Questo dato si può finalmente confrontare con i volumi annui richiesti dal cliente.

Per fare ciò, si è partito con un'analisi dei successivi undici anni dalla messa in produzione. Il problema principale, facilmente notabile dalla riga in cui sono inseriti i volumi annui (contrassegnata con un riquadro rosso in figura 3), è che questi non sono equamente distribuiti.

Per esempio, il primo anno sono richiesti 70938 pezzi, mentre il secondo anno i volumi sono triplicati, infatti sono richiesti 248501 pezzi, e così per gli anni successivi, la crescita si arresta il settimo anno con una richiesta di 745920 pezzi, che è più di 10 volte superiore alla richiesta iniziale. Dall'ottavo anno i volumi iniziano nuovamente a decrescere.

Questa variabilità è ciò che genera più problemi dal punto di vista produttivo, dato che la capacità della linea a turno rimane invariata, ad eccezione del numero di turni che la linea può lavorare al giorno.

Per poter calcolare quanti turni la linea dovrà lavorare al giorno per soddisfare la domanda, si procede incrociando i dati (vedere appendice 1): si moltiplica la capacità produttiva annua a turno per il numero di turni, rispettivamente 1,2 o 3 al giorno; a questo valore si sottrae poi la quantità di pezzi richiesti in quell'anno (colonna corrispondente).

Questa operazione può dare origine a due risultati $\begin{cases} x \geq 0 \\ x < 0 \end{cases}$:

Per quanto riguarda il primo caso non si presentano problemi, infatti se la differenza tra la capacità produttiva e i volumi richiesti è positiva significa che il processo produttivo è in grado di soddisfare la domanda richiesta dal cliente. Anche se è necessario sottolineare che è comunque raccomandabile un valore ne troppo vicino, ne troppo lontano dallo zero; infatti nel primo caso ci si imbatte in un maggior rischio di non riuscire a soddisfare i volumi, per via del piccolissimo margine di errore consentito, mentre nel secondo caso si va incontro a un surplus di finiti notevole, che porta con sé i rischi e i costi dovuti all'immobilizzato.

Il vero problema, però, si presenta nel secondo caso. Infatti, quando il calcolo da come esito un valore negativo appare chiaro che il processo non sia in grado di produrre la quantità di pezzi richiesta dal cliente.

Quando ci si trova in questo caso, la soluzione più facile e meno costosa è quella di aumentare il tempo di produzione da un turno al giorno a due, o a tre.

Infatti, dedicando maggior tempo alla produzione del gruppo, naturalmente i finiti prodotti al giorno aumenteranno.

Ciò che però si nota facilmente dal file è che, in questo caso specifico, il problema appare risolto, ma è solo stato tamponato per un paio d'anni. Questo è dimostrato dal fatto che il quarto anno non è più sufficiente nemmeno produrre su tutti e tre i turni disponibili al giorno.

L'unica soluzione rimasta è quella di duplicare la linea nella sua interezza, così da duplicare la capacità produttiva e riuscire a soddisfare quanto richiesto.

Da questo problema è nata la necessità di trovare un concept alternativo che permettesse di soddisfare la domanda senza la necessità di duplicare l'investimento per intero.

Un team di ingegneri, con differenti background, si è quindi riunito per trovare una soluzione che fosse efficiente ed efficace in questa specifica situazione.

Dopo aver vagliato varie idee esistenti, e non, si è pensato di creare delle unità produttive più piccole rispetto alla LUM, in modo da dover duplicare piccoli investimenti nel corso degli anni e rendere così i costi meno ingenti e meglio distribuiti.

2.4 Idea concepita inizialmente per risolvere il problema

Grazie al brainstorming del team dedicato a questo progetto (figura 5), sono state trovate diverse soluzioni, per esempio utilizzare un differente metodo di trasporto, o un diverso layout delle postazioni di montaggio.

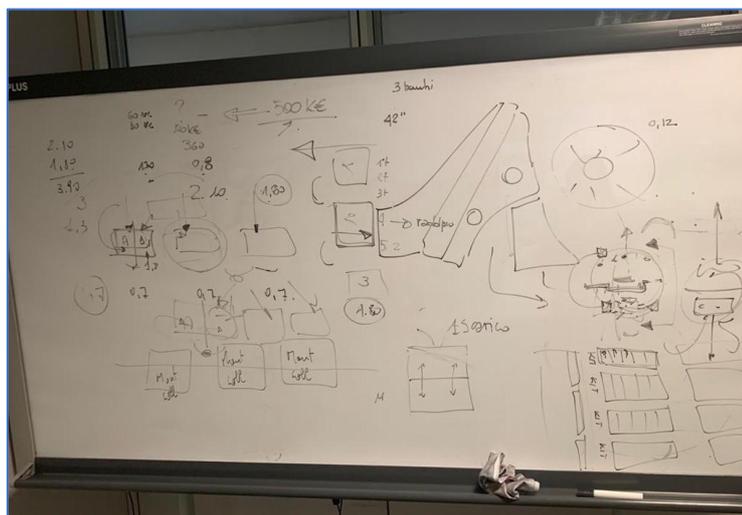


Figura 5 - Risultato finale del brainstorming

L'alternativa che però è apparsa la più innovativa e, allo stesso tempo, la più efficiente è stata l'idea di ricreare l'intera linea di produzione in un unico banco di lavoro, dotato di tavola rotante centrale in grado di spostare da un lato all'altro del banco il finito. (vedere figura 6).

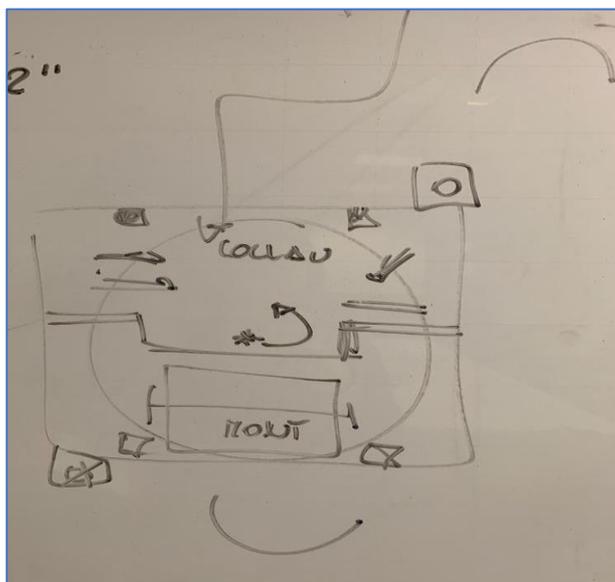


Figura 6 - Layout con tavola rotante

Questo sistema prevede il montaggio completo del pezzo in unica postazione, al termine del quale, con l'azionamento della tavola, il finito si sarebbe potuto spostare in una postazione posteriore in cui un secondo operatore avrebbe potuto procedere al collaudo e, ad esito positivo di quest'ultimo, all'imballo del pezzo.

L'idea del banco unico sembra essere molto più flessibile da un punto di vista economico, dato che l'investimento iniziale risulta inferiore, in quanto la costruzione di un unico banco prevede un costo minore rispetto a quello previsto per la costruzione di una linea. Nonostante quanto appena detto, quello che è apparso subito chiaro è che un sistema One-to-One, come questo, sia decisamente troppo poco flessibile da un punto di vista produttivo. Infatti, è sempre necessario considerare che durante la produzione è possibile il verificarsi di alcuni imprevisti che rallentano, e nel peggiore dei casi fermano una postazione, o addirittura la linea. Per questo motivo un sistema in cui sono disponibili

solo due postazioni, sempre occupate, non è in grado di gestire alcun imprevisto, fatto rischioso da un punto di vista gestionale.

Per compensare questo limite sono state pensate alcune modifiche che incrementassero a tre le postazioni disponibili dell'unico banco, in modo da avere un polmone per il sistema. Per questo motivo dal primo layout ipotizzato, cioè quello che prevedeva le postazioni a cavallo di una tavola rotante, è stato deciso, pur rimanendo su un banco unico con le due postazioni una di fronte all'altra, di implementare la soluzione con un sistema di trasporto dei pallet costruito intorno alle postazioni, vedere figura 7 (Layout ipotizzato).

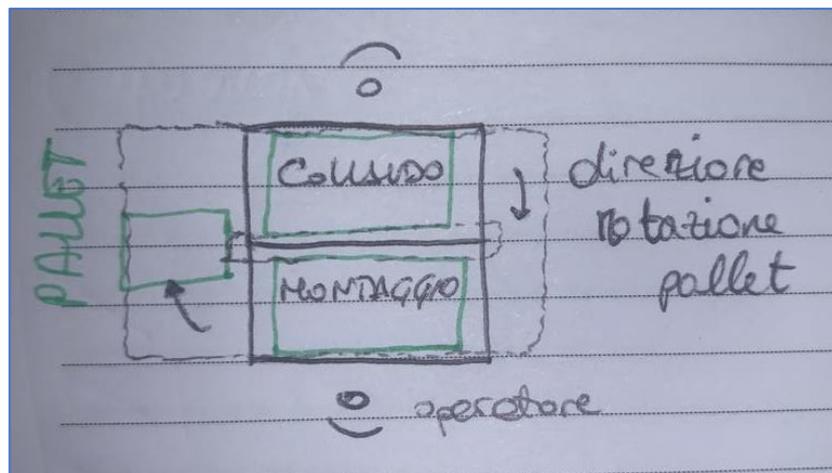


Figura 7 – Layout ipotizzato per il banco unico di montaggio

Sostanzialmente, il ciclo di lavoro del pezzo sul nuovo layout prevede che, al termine del montaggio nella postazione dedicata, l'operatore azioni, manualmente o automaticamente, lo spostamento del pallet lungo la struttura di rulli folli verso la postazione di collaudo. Raggiunta quest'ultima, l'operatore dedicato porta a sé, manualmente o automaticamente, il pallet con il finito per procedere al collaudo. Ad esito positivo, dopo aver scaricato e imballato il pezzo, sempre attraverso il sistema di trasporto il pallet può ritornare alla prima postazione, dove inizia il montaggio di un altro pezzo. Tutto il sistema, prevede ovviamente due postazioni polmone in cui il pallet può attendere, mentre le postazioni principali sono occupate, di accedere al collaudo o di ricominciare il ciclo.

2.5 Studio dell'idea e del layout

Una volta congelato il design, del nuovo concept per la produzione del gruppo, è necessario concentrarsi sui fattori che contornano la scelta di un nuovo sistema di produzione e ne influenzano il funzionamento. Come la disposizione in fabbrica dei banchi, il metodo e i flussi di asservimento di materiali e i cambiamenti sul ciclo e i tempi di montaggio.

2.5.1 Layout di: linea, stabilimento e asservimento di materiali

Un altro problema che è stato necessario affrontare riguarda l'asservimento di materiale al banco, infatti modificando notevolmente il layout della zona di produzione e quello del banco su cui viene assemblato il pezzo, è fondamentale capire come posizionare il materiale per garantire efficienza e rispetto delle norme ergonomiche all'operatore che si occuperà del montaggio.

Per fare ciò sono state schedate alcune riunioni insieme al team che si occupa di definire aspetti come quello del layout o del packaging.

Per prima cosa è stato discusso come posizionare i banchi unici nello spazio dedicato alla produzione del gruppo PPE.

Inizialmente era stato pensato di posizionare una linea con tre postazioni, alla fine della quale erano posti tre banchi stand-alone, per il collaudo del pezzo e da lì il finito veniva poi imballato per essere spedito. Dopo un paio di modifiche però, il layout definitivo per la versione LUM è stato identificato, sempre in una linea a tre postazioni di montaggio, ma seguite da due postazioni di collaudo in linea e una zona di controllo in dima posta alla fine della LUM stessa.

Dopo quest'ultimo controllo è poi possibile procedere all'imballo e alla spedizione dei pezzi (vedere figura 8).

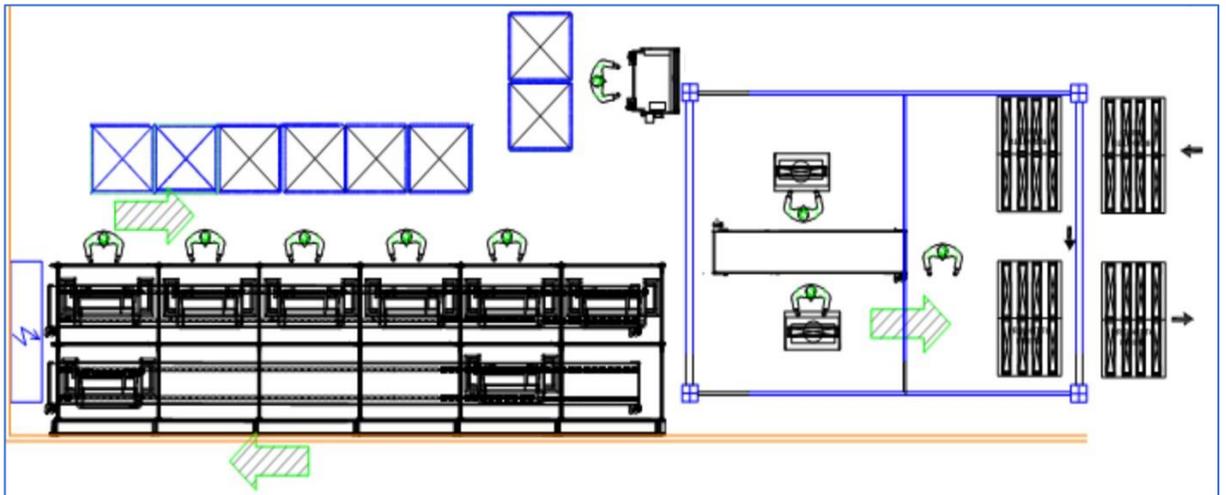


Figura 8 - Layout ipotizzato per la versione LUM

In questa soluzione il flusso di materiale è chiaro e semplice. Infatti, postazione per postazione l'operatore dietro di sé trova il materiale necessario alla produzione di un lotto di pezzi e può procedere alla produzione senza doversi preoccupare dell'asservimento dei componenti. Con la nuova soluzione, invece, è nato un problema di spazi. Questo è dovuto al fatto che tutto il materiale che in figura 6 si vede alle spalle degli operatori, in casse delineate con un riquadro blu, avrebbe dovuto trovarsi dietro ad un unico banco. Da ciò è nata la necessità di ridisegnare la zona e l'asservimento in modo da garantire un flusso, dalle materie prime alla spedizione del pezzo, che fosse il più efficiente possibile.

Per prima cosa, è stato studiato, partendo dalla mappa del *plant* di destinazione, un flusso che raggruppasse il necessario all'assemblaggio del gruppo PPE e lo portasse al banco di montaggio (vedere figura 9).

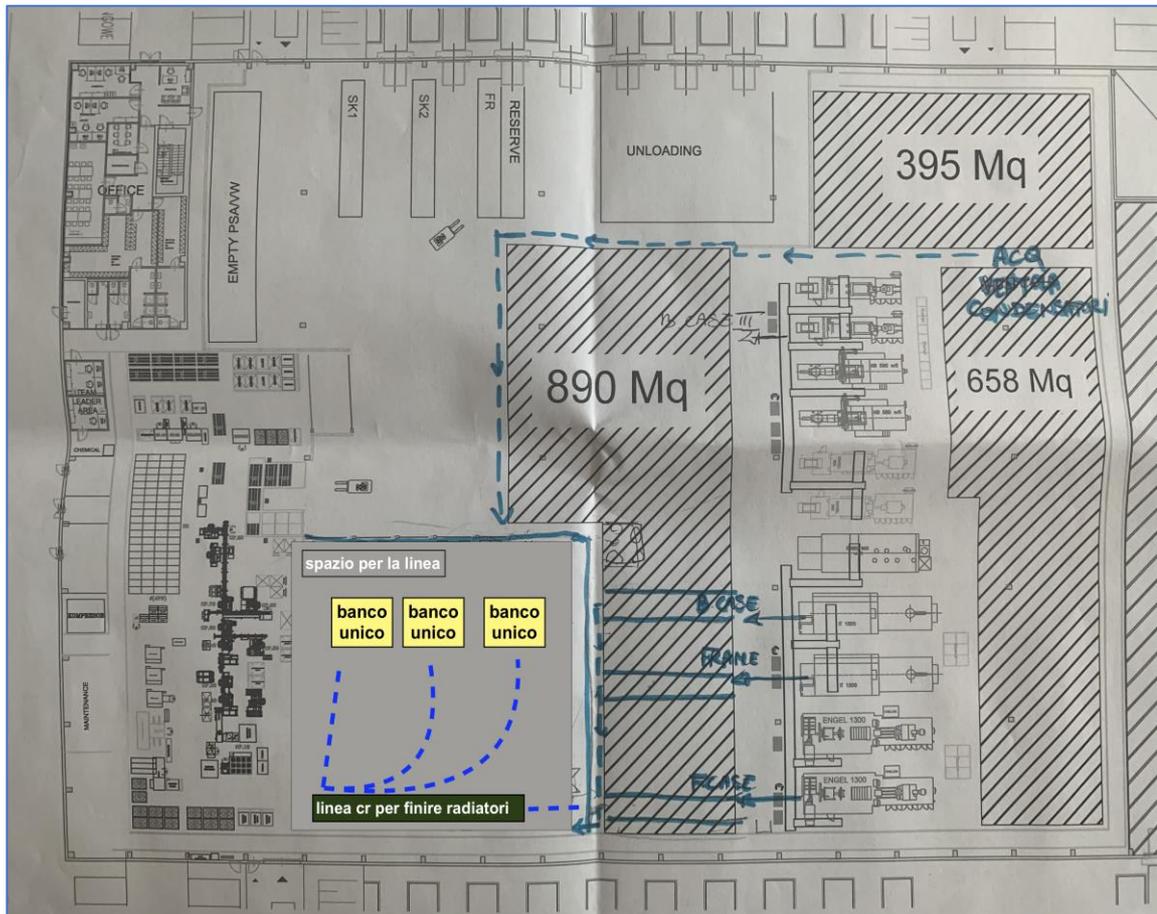


Figura 9 - Mappa del *plant* di destinazione con flow dei componenti

Man mano che veniva delineato il flusso, è però apparso chiaro un importante problema. Infatti, mentre in un layout in linea il materiale, come detto in precedenza, può essere raggruppato in grandi lotti posti alle spalle dell'operatore, nella nuova configurazione, tutto ciò impossibile risulta impossibile. Infatti, le dimensioni del packaging delle materie prime inizialmente disegnato, sono di gran lunga maggiori di quelle del banco unico. Per tanto, si è dovuta cercare un'alternativa. Inizialmente, si era pensato ad un flusso che

portasse tutto il materiale necessario alla produzione di un singolo pezzo al banco di montaggio.

Procedendo con i calcoli, però, si è notato che, così facendo, le tempistiche di asservimento risultavano superiori a quelle di produzione.

In effetti, il tempo necessario a produrre un gruppo è pari a 2,10 minuti, mentre utilizzando le dimensioni x-y del *plant* di destinazione (vedere figura 10) e un'ipotesi di tempi per lo spostamento e il carico/scarico del materiale, si è calcolato un tempo necessario di 2,19 min.

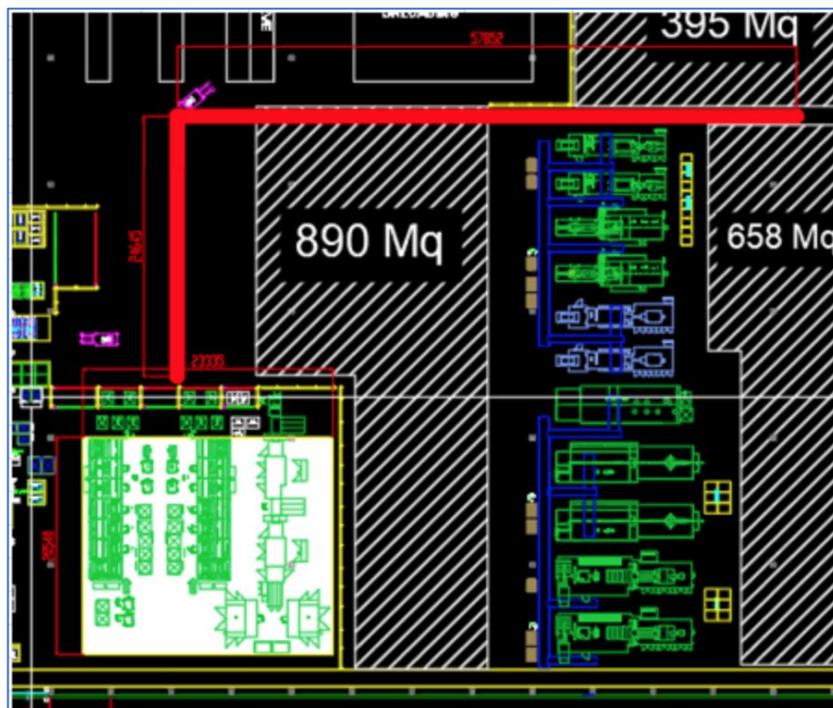


Figura 10 - Mappa CAD del plant utilizzata per le misure x-y

Questo fa sì che sia impossibile portare il materiale necessario alla produzione di un solo pezzo, dato che l'operatore si ritroverebbe a dover aspettare il materiale per iniziare a produrre il gruppo successivo.

Per tanto, dopo un confronto del team e molteplici calcoli, si è giunti alla conclusione che le tempistiche sarebbero state rispettando con un sistema di kit in cui raggruppare il materiale necessario a produrre tre gruppi PPE. Il tempo di produzione di tre pezzi è,

infatti, sufficiente a coprire il tempo di asservimento dei pezzi per i successivi tre gruppi, questo è sostenuto dai dati visibili in figura 11.

Una volta stabilito il metodo di asservimento, è iniziata una fase di studio per definire i dettagli del sistema di trasporto dei kit di asservimento. A tal fine, sono state eseguite le misurazioni dei vari componenti per poter ideare il carrello necessario al trasporto, come si può osservare in figura 11.

CARRELLO DA STAMPAGGIO E CR A LINEA			
prendo e posiziono	0,15		
passi singolo pz (6)	0,09		
<i>min/pz passi + prelievo</i>	0,24	1,44	
metri da stampaggio a linea	50		
min/metro	0,015	0,75	
		2,19	6,57
CARRELLO DA ACQ A LINEA			
metri da stampaggio a linea	83		
min/metro	0,015	1,245	
prendo e posiziono	0,15		
passi singolo pz (6)	0,09		
<i>min/pz passi + prelievo</i>	0,24	1,44	
		2,685	8,055

Figura 11 - tempi calcolati per il trasporto dei componenti

Per via delle differenti locazioni del materiale nell'impianto di produzione, visibili in figura 9, sono stati definiti, come è evidente anche dai dati in figura 11, due diversi carrelli. Il primo dei quali, trasporterà il radiatore (rappresentato in figura 12 con il numero 1), l'*air guide back* (rappresentato in figura 12 con il numero 2), il *supporting frame* (rappresentato in figura 12 con il numero 3) e l'*air guide front* (rappresentato in figura 12 con il numero 4). Questo perché i frame provengono tutti dal reparto stampaggio, e nelle sue vicinanze viene finito il condensatore sulla linea di crimpaggio, come appare chiaro osservando i flussi disegnati in figura 9.

Per la definizione del carrello in questione, sono state disegnate diverse possibilità, tra le quali è stata scelta quella in grado di sfruttare al meglio la forma dei componenti che verranno caricati, vedere figura 12.

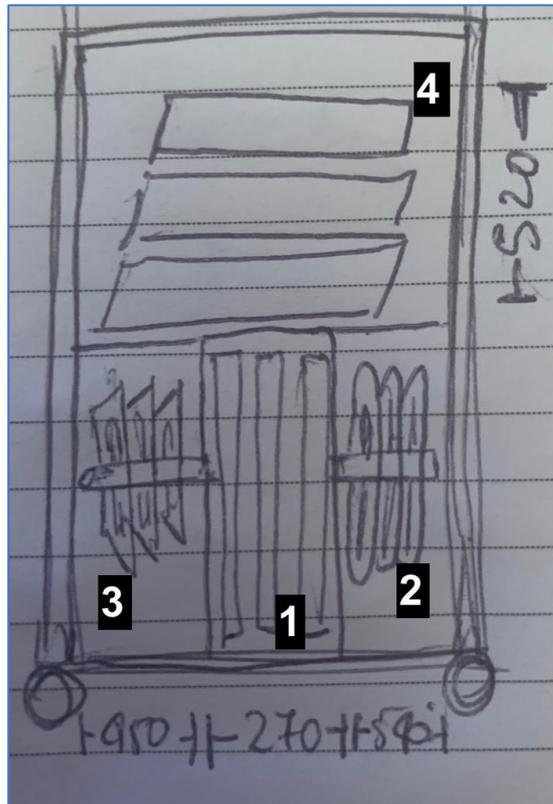


Figura 12 - Carrello dallo stampaggio al banco

Per quanto riguarda il secondo carrello, dovrà trasportare il condensatore e il complessivo elettro-ventola, provenienti entrambi dall'ACQ (magazzino prodotti acquistati). Questi due componenti non portano con sé problemi dimensionali, per tanto il relativo carrello non ha richiesto un disegno particolare. Si è optato per un semplice carrello che servisse al trasporto dei due componenti.

2.5.2 Valutazione sul tempo e il ciclo di montaggio

Un altro fattore che è fondamentale considerare è il tempo ciclo necessario per la produzione del pezzo. Infatti, mentre per la tipologia LUM le attività, che occorrono per assemblare il gruppo, erano equamente divise tra le diverse postazioni, in un banco unico

esse sono portate a termine dallo stesso operatore, perciò i tempi di tutte le attività si sommano tra loro.

Per poter determinare i cambiamenti dovuti al diverso concept, è stato schedato un incontro con il team di tempi e metodi, che, oltre ad aver aggiornato il ciclo di montaggio, con qualche piccolo accorgimento dovuto al fatto che l'intero assemblaggio è effettuato da un unico operatore, ha fatto le considerazioni necessarie all'unificazione delle postazioni nel nuovo sistema di produzione. La rimozione di alcune attività superflue e l'aggiunta di quella che non erano considerate ha fatto sì che dal tempo ciclo di circa 42 secondi che caratterizzava la LUM, si sia arrivato ad un tempo totale di circa 2.10 minuti. Anche in questo caso, il collaudo non viene considerato come ulteriore al tempo ciclo calcolato, perché presentando una durata inferiore, si può considerare coperto del tempo necessario al montaggio del pezzo.

2.6 Studio analitico dei volumi con il nuovo concept

Una volta definiti i dettagli tecnici del banco unico, è necessario calcolare quanti banchi servono per coprire i volumi richiesti dal cliente.

A questo fine è stata ricalcolata la capacità produttiva a turno annua del banco unico. Viste le considerazioni fatte sul tempo ciclo, che è aumentato a 2,1 minuti a pezzo, è pleonastico sottolineare il fatto che la capacità produttiva a ciclo si riduca notevolmente. Questa tesi trova conferma nei calcoli, infatti con la stessa logica utilizzata al punto 2.2, si può procedere con i seguenti calcoli:

Capacità di 1 banco è data dai minuti a disposizione a turno, 450, diviso per il tempo necessario a produrre il pezzo, che però è diventato 2,1 minuti. Il che riduce il numero di pezzi producibili a turno da 643 a circa 214 pezzi/turno.

Continuando il calcolo, aggiungendo l'efficienza e i giorni lavorativi dell'anno si ottiene che possono essere prodotti $214 \frac{pz}{turno} * 95\% \text{ eff} * 235 \frac{gg}{anno} = 47776 \text{ pezzi}$ all'anno lavorando su un banco per un turno al giorno. (come si può vedere dal file Excel in figura 13).

Per poter verificare quanti banchi devono essere costruiti, basta confrontare, come nel caso precedente, la capacità produttiva annua a turno di un banco con i volumi richiesti. Come si può notare dal File Excel (figura 13), per il primo anno è sufficiente lavorare su un banco due turni al giorno, ma già dall'anno successivo i volumi subiscono un incremento notevole. Infatti, il secondo anno è appena sufficiente lavorare su due banchi, tre turni al giorno su entrambi. La crescita dei volumi continua in modo esponenziale, per questo motivo al sesto anno, al fine di soddisfare la domanda di, si dovrà lavorare tre turni al giorno su sei banchi di montaggio.

Appare evidente osservando il File Excel (figura 13) che, come per la prima ipotesi di layout, anche in questo caso dopo il settimo anno, per via della riduzione a picco dei volumi, l'utilizzazione dell'impianto si riduce notevolmente. Infatti, mentre i volumi del settimo anno richiedono ancora l'utilizzo di sei banchi, anche se non per tre turni al giorno, per quelli dell'ottavo anno sarebbe sufficiente lavorare tre turni al giorno su tre banchi.

La differenza fondamentale rispetto al primo concept, quello in linea, è che per via del fatto di dover duplicare un banco intero di montaggio, si può gestire l'altalenante quantità di volumi in modo più efficiente.

Infatti, mentre gli investimenti richiesti dalla prima opzione erano solo due, ma ingenti, in questo caso, benché il numero salga a cinque, essi risultano molto inferiori e meglio distribuiti nel corso degli anni fiscali. Questo, da un punto di vista economico è un gran vantaggio dato che ogni dipartimento ha a disposizione un budget annuo da rispettare. Il fatto di poter dividere la costruzione di una nuova linea in numerosi investimenti più piccoli da effettuare in anni diversi, ha un impatto sul budget molto meno gravoso e permette quindi al dipartimento stesso di affrontare spese impreviste o nuovi progetti più costosi, senza limitazioni.

2.7 Scrittura delle specifiche tecniche

Arrivati a questo punto i dettagli superficiali sono stati definiti, ma la parte fondamentale dev'essere ancora decisa. Infatti, per poter procedere alla costruzione di una linea, o più in generale, all'avvio del progetto che permette la produzione del nuovo prodotto, è necessario creare un file di specifiche tecniche che i fornitori possano utilizzare per lavorare.

L'iter di questi progetti, infatti, oltre alle fasi descritte nel capitolo 2.1, prevede una fase in cui si concretizza la struttura ipotizzata fornendo i dettagli stimati durante l'analisi della situazione, che si legge nei capitoli precedenti.

Il file che si utilizza, per la descrizione del processo e degli strumenti necessari, è stato standardizzato dall'azienda per semplificare il lavoro e garantire un certo livello di qualità e funzionalità. Infatti, molti aspetti sono comuni a quasi tutti i progetti, per tanto risulta più efficiente modificare solo le parti che differiscono, e allo stesso tempo garantisce che questi aspetti comuni siano rispettati in ogni caso.

I capitoli, che formano le specifiche, sono suddivisi come segue (figura 14):

1	SCOPO DELLA FORNITURA.....	4
2	SPECIFICHE TECNICHE GENERALI	4
2.1	Certificazioni.....	4
2.2	Conformità alla normativa vigente.....	4
2.3	Conformità alle specifiche DENSO T.S.....	4
2.4	Variazioni o deroghe	4
3	PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITA'	4
3.1	Sviluppo del progetto e tempistiche di consegna.....	4
3.2	Approvazione del progetto e collaudi.....	4
4	INFORMAZIONI GENERALI	5
4.1	Alimentazione elettrica principale.....	5
4.2	Alimentazione elettrica di servizio.....	5
4.3	Alimentazione dei circuiti di comando e controllo.....	5
4.4	Alimentazione pneumatica.....	5
5	DESCRIZIONE GENERALE	5
5.1	Processo.....	5
5.2	Prodotto.....	6
6	NUMERO DISEGNO DNTS	6
7	LAYOUT E/O DIMENSIONI.....	7
8	SPECIFICHE TECNICHE MACCHINA / IMPIANTO.....	7
8.1	Pallet/Sistema rotazione	7
9	PRESTAZIONI RICHIESTE	10
9.1	Performance.....	10
9.2	Produttività.....	10
9.3	Tempo ciclo @ 100%.....	10
9.4	Tempo ciclo efficientato.....	11
9.5	Efficienza tecnica.....	11
10	DOCUMENTAZIONE TECNICA RICHIESTA	11
11	SICUREZZA ED ERGONOMIA	11
12	DOCUMENTI ALLEGATI ALLA SPECIFICA TECNICA.....	12
13	MATERIALE DI FORNITURA DENSO T.S.	12
14	INSTALLAZIONE	12
15	ASSISTENZA ALL'AVVIO	12
16	FORMAZIONE	12
16.1	Modulo di registrazione formazione personale (All.4).....	12
16.2	Modalità di formazione.....	12
17	GARANZIA	12
18	RICAMBI.....	13
19	RIEPILOGO SPECIFICA TECNICA.....	13

Figura 14 - Indice delle specifiche tecniche

Per prima cosa, concentriamo l'attenzione sugli aspetti che rimangono invariati, come per esempio le specifiche tecniche generali, cioè il punto 2, che riferendosi a legislazioni e normative rimangono una costante dei progetti affrontati. Altri due punti fermi di questo file sono il punto 3 e il 4, rispettivamente la pianificazione delle attività e le informazioni generali, che salvo casi eccezionali sono dettagli stabiliti dalla DENSO e per tanto comuni. Altri capitoli che rimangono invariati sono il 10, quello in cui è descritta la documentazione tecnica richiesta e l'11, capitolo in cui si affrontano le tematiche di sicurezza ed ergonomia, ovvero le parti in cui si fa riferimento a normative nazionali o, più in generale, europee. In ultimo, ci sono i capitoli che riguardano la parte di avvio della linea, presso i clienti, le cui regole sono state decise e unificate dalla DENSO.

I capitoli centrali invece, che vedremo di seguito, sono da considerarsi il *core* del progetto. Infatti, essi riassumono tutte le caratteristiche necessarie alla sua realizzazione, e per questo motivo sono gli aspetti che vengono cambiati e adattati caso per caso.

Procedendo per ordine, si trova per prima cosa un *abstract*, nel capitolo 1, nel quale è fornita una descrizione generale della specifica, che esplicita lo scopo della fornitura.

Dopodiché si trovano i capitoli che descrivono il processo vero e proprio, il primo dei quali è il 5, chiamato infatti descrizione generale, in cui si descrive il processo e alcuni punti fondamentali a cui prestare attenzione durante la progettazione della fornitura.

Nel caso specifico trattato in questo elaborato, il capitolo è visibile in figura 15:

5 DESCRIZIONE GENERALE

5.1 Processo

Lo scopo ultimo dell'offerta è quello di fornire ed installare in PLANT un banco di assemblaggio e collaudo ECM per la produzione del modello PPE con la formula "chiavi in mano". Per quanto riguarda la composizione del banco, gli asservimenti, l'ergonomia, la comunicazione considerare gli standard dei banchi di assemblaggio simili oggi presenti in DENSO, visualizzabili direttamente in stabilimento.

Alcuni punti su cui porre particolare attenzione sono:

- Sviluppo software PLC e HMI
- Fornitura di Server e PC Touch All in One 21" con relativo UPS ed incluso applicativo
- Plc/Pc computer di comunicazione
- Tappeto Antifatica
- Pedale per sgancio pallet
- Il posaggio del pallet dovrà poter ruotare sul suo stesso asse
- Prevedere sistema di presenza/blocco pallet
- Prevedere n°3 pallet su linea
- Pulsantiera con chiave per reset
- Struttura aerea e configurazione : (sia montaggio che collaudo)
 1. Illuminazione sul posto di lavoro con plafoniera a led (1000 Lumen)
 2. Accensione illuminazione sia dal posto di lavoro che da quadro generale
 3. Dispositivo di ausilio/sostegno per servomezzi
 4. Supporto/i per centraline servomezzi
 5. Canalina elettrica con prese elettrice multiple tipo ILME
 6. Espositori cicli di lavoro
 7. Supporto per bottiglia d'acqua
 8. Elettroventilatore
- Le stazioni manuali saranno asservite tramite un sistema di alimentazione materiali.
Nota: la posizione dei pali di sostegno over-head dovrà essere concordata e condivisa a seguito di proposta del fornitore
- L'offerta dovrà tenere in considerazione che, per soddisfare i volumi richiesti, questo non sarà l'unico banco, ma saranno necessari, dilazionati nei prossimi anni, altri due banchi identici. Per tanto, a scelta del fornitore, i costi di progettazione potranno essere spalmati sui 3 preventivi oppure potranno essere concentrati sul primo preventivo.
- Inoltre l'offerta dovrà prevedere due opzioni aggiuntive per la movimentazione dei pallet. Infatti oltre alla possibilità di movimentare i pallet con il sistema a rulli folli, dovrà essere prevista un'opzione con un pistone fornito di gancio che tirerà il pallet negli spostamenti a lato del banco. La terza opzione che deve essere preventivata è la presenza di 2 motori posti negli angoli opposti del banco (opzione che si vede disegnata nel layout al paragrafo 7 fatto con autocad) che muovano il pallet con un sistema di cinghie.

5.2 Prodotto

La linea e le attrezzature ad esse collegate devono processare il modello PPE i cui dettagli sono stati forniti al sottocapitolo 8.1.

Figura 15 - Capitolo 5 delle specifiche tecniche del banco unico per PPE

La descrizione generale è seguita da un piccolo capitolo, il 6, in cui vengono forniti i codici delle componenti del pezzo e i dettagli delle matematiche da cui estrapolare i disegni a cui fare riferimento.

A questo segue il capitolo più rappresentativo, ovvero quello in cui è visibile il layout stimato, prima in modo stilizzato (figura 16) e poi ben definito attraverso un software CAD (figura 17):

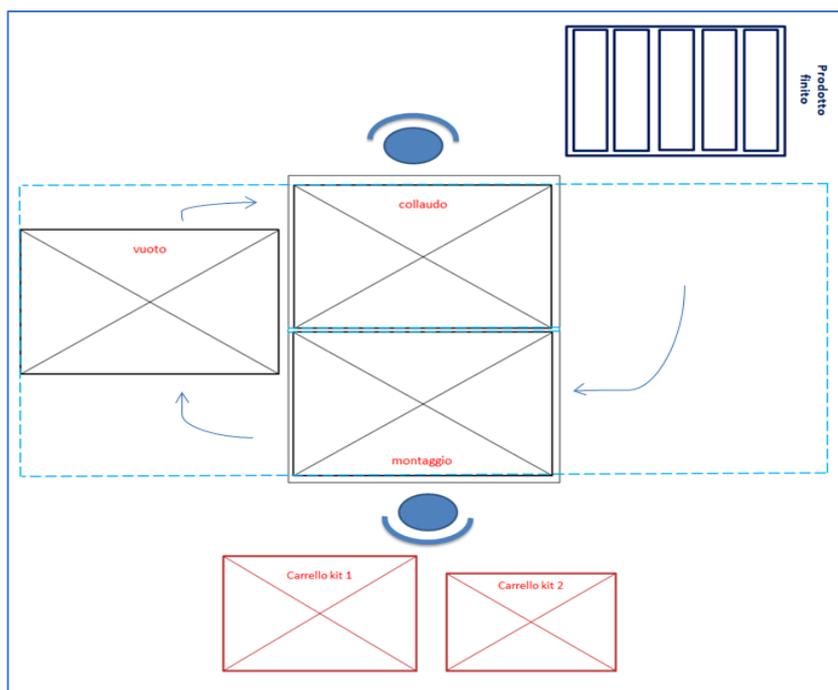


Figura 16 - Layout stilizzato del banco di montaggio unico

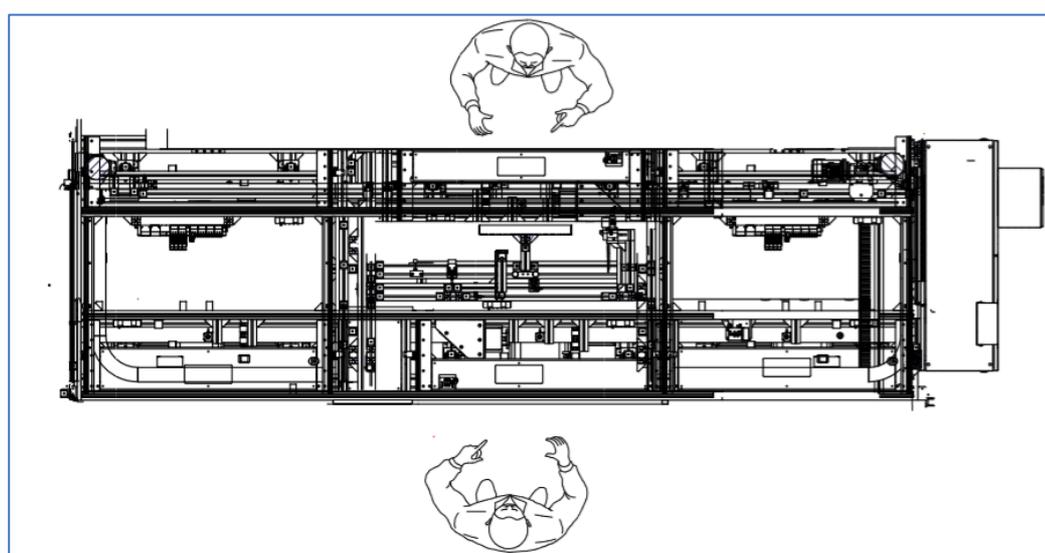


Figura 17 - Layout precedente realizzato su CAD

Dopo aver fornito le descrizioni generali del processo, i disegni del prodotto e il layout prestabilito, è necessario fornire una versione, quasi definitiva, del ciclo di montaggio e delle diverse postazioni, in modo da dare ai fornitori i dettagli tecnici per la creazione della linea. A questo scopo si compila il capitolo 8, identificato come specifiche tecniche macchina/impianto.

In questa parte viene descritto per prima cosa il sistema di movimentazione della linea, i cui dettagli sono visibili in figura 18.

8.1 Pallet/Sistema rotazione

Sulla linea verrà gestito con n° 1 "tipologia" di pallet/sistema rotazione. Il suddetto dovrà avere una ralla di rotazione con più posizioni per poter permettere all'operatore di lavorare il più agevolmente possibile. Durante le varie fasi di assemblaggio sarà necessario ruotare più volte il pre-assemblato e l'assemblato finale.

Tutti gli appoggi che fanno da riferimento sul ECM devono essere spinati. Tutti i componenti avvitati su piastra devono essere bloccati con frena-filetti. Durante le rotazioni i singoli componenti, i pre-assemblati e l'assemblato finale devono essere bloccati.

Nelle postazioni di lavoro i pallet devono essere bloccati. Inoltre deve essere presente un sistema di riconoscimento posizione per il pallet vuoto/pieno lungo la rulliera.

Il fornitore dovrà preventivamente allestire un carrello prototipo prima della realizzazione della serie per controllare la "bontà" di contrasti / riferimenti che devono essere seguiti per garantire il processo in linea (tali pallet rimarranno in gestione al fornitore e saranno usati per prove linea e macchine).

Inoltre occorre prevedere in aggiunta a quanto sopra:

- **n° 1 pallet completo per le attività di montaggio presso il Pilota DENSO primo tratto di cui uno definitivo con tag magnetico (opzionale)**

Figura 18 - Capitolo 8.1 specifiche tecniche: sistema di movimentazione

In questo caso, per esempio, viene descritta la linea a pallet, con tutti i meccanismi necessari alla movimentazione di questi ultimi. Viene definito se il movimento dev'essere regolato meccanicamente o automaticamente, da cosa dev'essere supportato e quanti pallet devono essere previsti.

Esplicitati questi dettagli, viene poi fornito una panoramica generale del ciclo di lavorazione, attività per attività, necessario al completamento del pezzo (figura 19).

1. Supporting frame
 - Posizionare su banco di montaggio bloccando il pezzo sul pallet
2. Complessivo ventola-motore (ZSB E-FAN)
 - Posizionare sul front-case allineato
 - Fissare con una rotazione in senso antiorario con sistema a baionetta
 - Lettura bar-code
3. Air Guide Back
 - Posizionare Air Guide Back I sul complessivo ventole allineato con i fori
 - Prelevare e inserire n.2 mollette su Air Guide Back I
 - o Prelevare molletta
 - o Inserire su inserto attrezzo con pantografo. Prevedere poka-yoke su attrezzo per garantire un'unica posizione di montaggio
 - o Montare su case
 - Posizionare Air Guide Back II su Air Guide Back I
 - Posizionare tappo per caduta viti, con oggettivazione dello stesso
 - Fissare Air Guide Back II con n.2 viti a Air Guide Back I
 - Fissare Air Guide Back I a frame con n.5 viti
 - Rimuovere il tappo
 - Ruotare pezzo di 180 gradi
 -
4. Condensatore
 - Posizionare in frame. Montaggio a scatto con 4 gancetti
 - Lettura bar-code
5. Radiatore
 - Posizionare su condensatore, allineato con le apposite sedi. Fissaggio con aggancio con leggera pressione
 - Lettura bar-code
6. Air Guide Front
 - Posizionare su radiatore. Montaggio con agganci
 - Fissare con n.4 viti
7. Collegamento cavi per il collaudo
8. Scorrimento del pallet sulla rulliera per raggiungere il banco di collaudo
9. Collaudo:
 - a. Collaudo in aria radiatore
 - b. Collaudo in aria condensatore
 - c. Alimentazione motore ventola
 - d. Prova vibrazione
10. Ad esito positivo, scarico pezzo con l'ausilio di un partner

Figura 19 - Descrizione generale del ciclo di montaggio

Si prosegue poi il tutto fornendo le direttive principali, postazione per postazione, sia per quanto riguarda l'asservimento dei materiali, per esempio per capire se è necessario predisporre cassette frontalmente da cui l'operatore possa prelevare i componenti, sia per quanto riguarda gli strumenti necessari.

In questo caso specifico, poiché il montaggio viene completato su un'unica postazione, strumenti come avvitatori o chiavi dinamometriche sono da prevedersi un'unica volta. In generale però, in base alla postazione sarà necessario prevedere un diverso layout degli strumenti.

Una parte molto rilevante delle specifiche tecniche riguarda gli aspetti qualitativi.

Infatti, l'azienda in primis, ma anche il cliente stesso, esigono che determinati standard qualitativi, piuttosto stringenti, vengano rispettati durante la produzione di qualsiasi prodotto realizzato.

Per tanto, numerose misure preventive vengono adottate già dalla costruzione del pezzo, e soprattutto dalla costruzione della linea. Per esempio, i pallet su cui viene assemblato il pezzo, vengono realizzati in modo da ottenere un posizionamento univoco e perfetto.

Tutto il ciclo di montaggio viene analizzato con questo approccio, se un'attività può essere portata a termine in modo scorretto o non completamente corretto viene prevista un'oggettivazione meccanica o automatizzata, grazie all'aiuto degli operatori e di tecnologie innovative, che verifichi il successo dell'operazione in questione.

Nel nostro caso specifico, oltre ad aver richiesto il pallet progettato considerando il *supporting frame* e la necessità di posizionarlo già in modo di poter procedere subito al montaggio, una serie di sensori sono stati inseriti nelle specifiche per via di alcune attività critiche, che necessitano un controllo approfondito costante. Per esempio, l'operatore monta il complessivo ventola-motore sul *supporting frame* tramite un sistema a baionetta con un movimento del componente in senso antiorario. Questa attività è altamente soggetta ad errori da parte di chi la compie, poiché facilmente il movimento rimane incompleto e questo provocherebbe numerosi danni.

Per evitare che tutto ciò accada, è necessario dunque controllare il corretto posizionamento nella postazione di collaudo. A questo fine si può utilizzare il pin plastico (vedere figura 20) di cui dispone il connettore tramite una video camera o un laser che ne controlli millimetricamente la posizione.

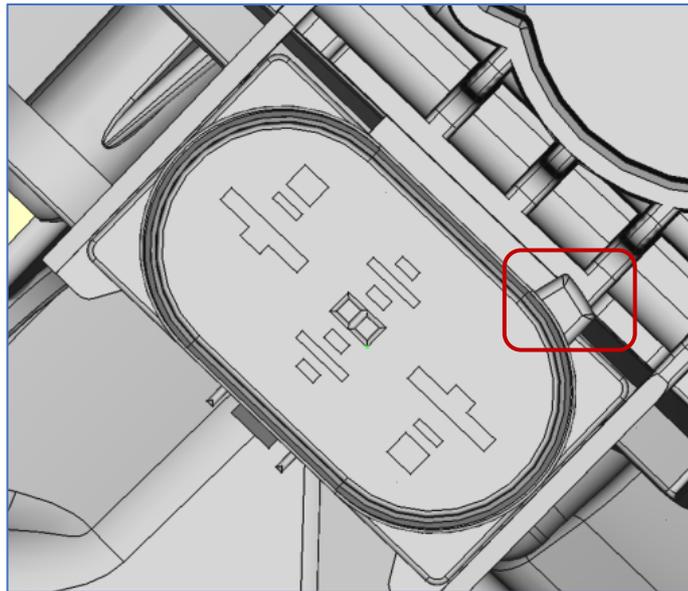


Figura 20 - Sistema di fissaggio a baionetta del complessivo ventola-motore

Questo controllo, inserito nella postazione di collaudo, si unisce a una serie di prove prestazionali per la delibera del pezzo prodotto. Per il gruppo PPE, sotto richiesta del cliente, è stato previsto anche un controllo in dima al 100%.

Ovvero, è si è deciso di costruire una dima, secondo specifiche ben definite, che controllasse svariati punti del pezzo (visibili in figura 21, numerati da 1 a 9), per assicurare che il prodotto finito rispetti ogni standard richiesti.

In caso contrario, grazie a questo controllo, si riesce a intervenire repentinamente fermando sul nascere possibili problemi che se no verrebbero riscontrati, nel migliore dei casi dal cliente nel momento del montaggio del gruppo in vettura, e nel peggiore dal cliente finale che la vettura la compra.

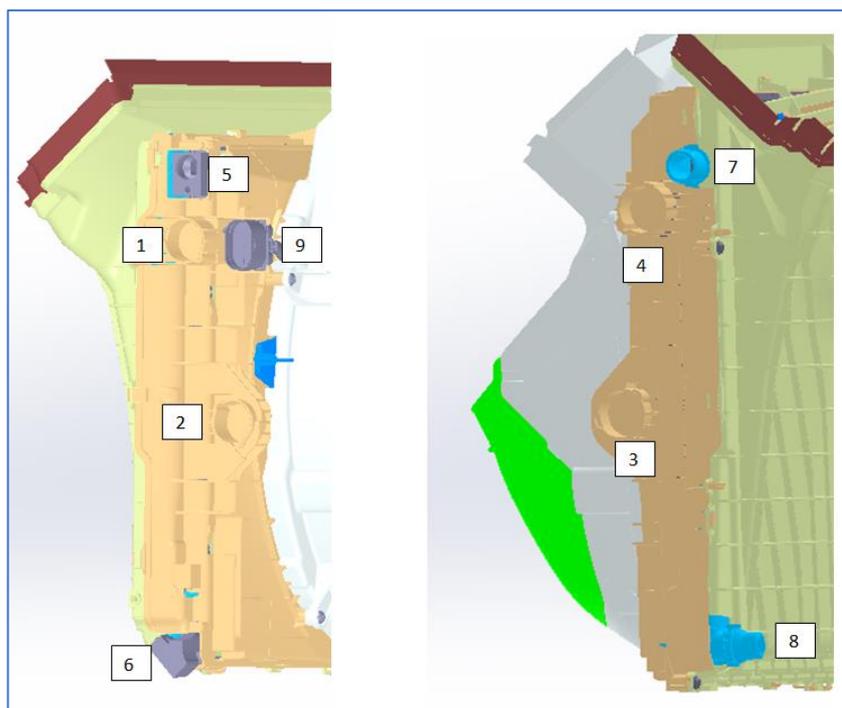


Figura 21 - Punti controllati dalla dima per il controllo finale al 100%

In aggiunta a tutto questo, ogni postazione prevede un lettore Qr Code, grazie all'utilizzo dei quali si riesce ad ottenere una tracciabilità completa di ogni pezzo prodotto e dei suoi componenti interni.

Per racchiudere le informazioni spiegate sopra, in questo capitolo, viene costruita una tabella che le racchiuda in modo chiaro ed efficiente.

Per il progetto PPE, la tabella della linea è divisa solamente in due, la postazione M010A di montaggio, che si può vedere in figura 22, e quella di collaudo, M010B.

• M010A			
Componente	Attrezzatura	Asservimento	Oggettivazioni/ Poka-yoke
Supporting frame	Pallet/sistema rotante	Carrello kit1	<ul style="list-style-type: none"> • Poka-yoke sul pallet
Complessivo ZSB	Pallet/sistema rotante Lettore QR/Barcode Telecamera	Carrello kit2	<ul style="list-style-type: none"> • Oggettivare corretto montaggio con baionetta • Lettore Qr Code/Bar Code
Air guide Back I	Pallet/sistema rotante	Carrello kit1	
Air guide Back II	Pallet/sistema rotante	Carrello kit1	
Mollette Metalliche (q.tà 2)	Attrezzo con pantografo	Cassettina bordo linea	<ul style="list-style-type: none"> • Oggettivazione corretto montaggio
Vite 7190779 (q.tà 5)	Avvitatore verticale n°1	Cassettina bordo linea	<ul style="list-style-type: none"> • Conteggio n° viti • Controllo coppia
Vite WHT 007698 (q.tà 2)	Avvitatore verticale n°2	Cassettina bordo linea	<ul style="list-style-type: none"> • Conteggio n° viti • Controllo coppia
Radiatore	Pallet/sistema rotante Lettore QR/Barcode	Carrello kit1	<ul style="list-style-type: none"> • Lettore Qr Code/Bar Code
Condensatore	Pallet/sistema rotante Lettore QR/Barcode	Carrello kit2	<ul style="list-style-type: none"> • Lettore Qr Code/Bar Code
Air Guide Front	Pallet/sistema rotante	Carrello kit1	
Vite 7190779 (q.tà 4)	Avvitatore verticale n°1	Cassettina bordo linea	<ul style="list-style-type: none"> • Conteggio n° viti • Controllo coppia

Figura 22 - Tabella riassuntiva postazione M010A

A questo capitolo segue quello in cui vengono definite le prestazioni richieste dalla linea. In questa parte vengono fornite tre informazioni fondamentali, riassunte nella tabella 1:

DATO		Nel progetto PPE
produttività della linea	Numero di pezzi che la linea deve essere in grado di produrre a turno	214 pezzi/turno
tempo ciclo @100%	Il tempo ciclo che deriva dal rapporto tra la produttività e il tempo a disposizione a turno	2,10 minuti
tempo ciclo efficientato (95%)	Il tempo ciclo considerando l'efficienza tecnica	1,995 minuti

Tabella 1 - Prestazioni Richieste (capitolo 9)

I primi due dati sono stati calcolati nei paragrafi precedenti, partendo dal nuovo ciclo di lavoro e i volumi richiesti dal cliente. Il tempo ciclo efficientato, invece, deriva dal tempo ciclo nel quale viene considerata un'efficienza tecnica pari al 95%. Quest'ultima rappresenta il rapporto tra il tempo in cui l'attrezzatura ha effettivamente lavorato per produrre e il tempo totale disponibile per la produzione.

Gli ultimi capitoli, oltre a quelli che rimangono invariati, riguardano i dettagli per l'installazione e la conseguente formazione del personale. Per tanto si troveranno informazioni come il *plant* di destinazione della linea, la settimana lavorativa in cui dovrà essere collaudata e quella in cui dovrà essere installata, la quantità di tempo che DENSO offrirà al cliente per l'assistenza all'avvio della linea e le richieste per la formazione del personale che ci lavorerà.

Il diciannovesimo capitolo, ed ultimo, è costituito da una tabella, visibile in figura 16, che riassume i dettagli principali di tutta la specifica, infatti è chiamato *riepilogo specifica tecnica*.

Un'ultima cosa fondamentale, per avere una panoramica chiara della situazione, prima di procedere con una richiesta ufficiale, è la caratterizzazione dell'offerta che si vuole ricevere. Per tanto nelle specifiche viene inserito un paragrafo come quello che segue:

L'offerta dovrà essere dettagliata in tutte le sue parti. Come segue:

- a. Progettazione elettrica
- b. Progettazione meccanica
- c. Progettazione SW
- d. Materiali elettrici
- e. Materiali vari
- f. optional
- g. trasporto / installazione

Ricezione offerta entro Week 27.

2.8 Richiesta di un'offerta

Le fasi che seguono la scrittura della specifica tecnica iniziano con la necessità da parte di DENSO di ricevere diversi preventivi per poter scegliere il fornitore più adatto alla costruzione del progetto. A questo scopo si susseguono due fasi, una di collaborazione con l'ufficio acquisti dell'azienda e una di condivisione con i fornitori.

2.8.1 Collaborazione con l'ufficio acquisti

Lo scopo ultimo di richiedere un'offerta, dopo aver ottenuto i preventivi, non è solo quello di poter valutare il fornitore in grado di realizzare il miglior progetto al minor costo, ma anche quello di avere la garanzia che il lavoro venga completato senza errori e nei tempi previsti.

Proprio per questa necessità, i fornitori a cui generalmente la DENSO si rivolge sono pochi e il loro rapporto con l'azienda è caratterizzato da stima e fiducia.

I principali fornitori che si occupano della costruzione di linea automatizzate per il colosso giapponese sono Omler 2000, un'azienda piemontese con sede in provincia di Cuneo, e M.c.m., anche quest'ultima con sede in Piemonte, ma in provincia di Torino.

Entrambe le aziende sono piccolo-medie imprese a conduzione familiare, che negli anni si sono espanse, arrivando ad imporsi prima a livello regionale e nazionale, e poi internazionalmente.

Omler2000 è stata fondata negli anni '70 dalla famiglia Lerda, ad oggi ancora a capo dell'azienda, che partendo da pochi e semplici macchinari è riuscita a sviluppare il proprio potenziale fino a raggiungere oltre i 5000 metri quadri di dimensione e impiegare 40 professionisti. La loro attività principale è identificabili nella costruzione di attrezzature e/o impianti ad altissima tecnologia da applicare in diversi settori.

M.c.m. è una realtà abbastanza simile a quella precedentemente descritta, è infatti stata fondata dai Masera, una famiglia locale, che partendo da un'officina meccanica, hanno creato un'azienda che da oltre vent'anni costruisce soluzioni su misura nel campo dell'automazione industriale.

Queste due realtà sono perfette per la realizzazione di progetti come quello di cui si discute in questo elaborato, perché oltre all'affidabilità e alla qualità dei propri prodotti, garantiscono la flessibilità necessaria a soddisfare ogni esigenza del cliente a cui la DENSO fornisce la linea. Questo punto è molto rilevante, perché è vero che ogni progetto porta con sé una serie di caratteristiche comuni e normate, ma è altrettanto palese che esistono molteplici dettagli univoci e essenziali alla sua buona riuscita.

Questa complessità, che rende ogni soluzione diversa dalle altre, può essere insidiosa e il fatto che i propri fornitori siano in grado di gestire al meglio questi cambiamenti è fondamentale.

Da tutto questo ne deriva necessariamente un rapporto stretto, basato su stima e fiducia reciproci. Ovviamente queste due aziende non sono le uniche a fornire la DENSO, ma fanno parte di una cerchia ristretta altamente specializzata.

Le relazioni con i fornitori partono proprio dall'ufficio acquisti che si occupa di valutare tutti gli aspetti riguardanti l'appalto di un progetto e sceglie a chi chiedere un'offerta, mettendo in competizione tra loro due o più aziende. Una sana competizione permette al dipartimento di PD di ottenere più opzioni tra cui scegliere, competitive e corrette. Allo stesso tempo crea un'ambiente stimolante per le aziende che concorrono al progetto.

Per tanto, la fase che segue la scrittura delle specifiche parte proprio con la condivisione delle stesse, da parte dei membri del PD, con un rappresentante dell'ufficio acquisti; che a sua volta, dopo aver fatto alcune valutazioni, si occupa di formulare una richiesta ufficiale di offerta per il progetto in questione.

2.8.2 Formulazione richiesta d'offerta ufficiale

La fase, in cui viene formulata la richiesta d'offerta, prende avvio con la condivisione, tramite una mail comune inviata dagli acquisti, di una serie di documenti e dettagli necessari ai fornitori per adempiere alla domanda.

Per prima cosa in allegato alla mail viene inserito il pdf del file contenente le specifiche scritte dai tecnologi, che sono state analizzate nel paragrafo 2.6.

Nella mail citata vengono poi inserite poche, ma fondamentali, informazioni, visibili in figura 23:

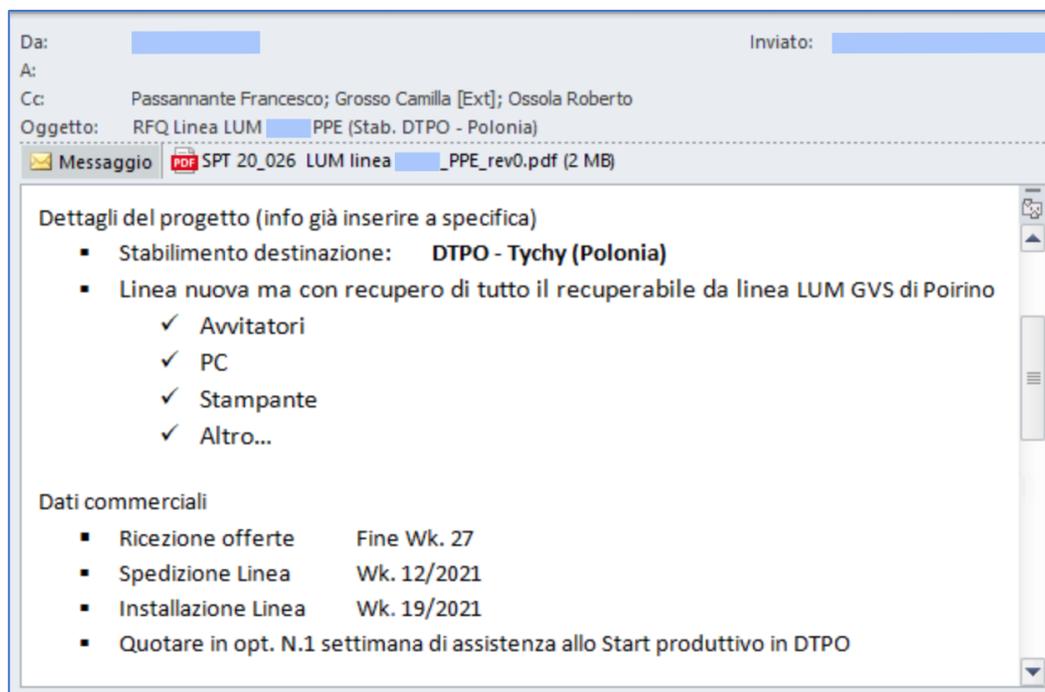


Figura 23 - Mail inviata dall'ufficio acquisti per fare la richiesta ufficiale d'offerta

Insieme alle informazioni visibili nelle mail, allegata in figura 16, vengono inseriti anche i nomi dei tecnici a cui fare riferimento all'interno del team di PD e un link di accesso ad una cartella, che si trova in un sistema di share-file, contenente gli allegati alla specifica in questione.

Questi ultimi sono composti da tutti i disegni necessari ai fornitori per capire il pezzo intorno al quale dovranno costruire la linea di produzione. Per poter fabbricare una linea su misura è, infatti, necessario che vengano forniti tutti i dettagli dimensionali del pezzo. A questo scopo tra gli allegati figurano le matematiche del complessivo, i disegni 2D e quelli 3D.

In ultimo tra gli allegati caricati nella cartella si trovano anche due documenti regolatori che forniscono le normative e i regolamenti da rispettare nel portare a termine il progetto. Il primo dei quali è il capitolato generale di fornitura macchine DENSO, SPT-370, nel quale sono descritte minuziosamente tutte le regole da rispettare nella costruzione di un impianto per l'azienda. Per esempio, sono state univocamente descritte le posizioni in cui componenti come il sistema elettrico o quello di aerazione vanno inseriti.

Sono inoltre inseriti i pochi fornitori da cui il costruttore della linea può scegliere i componenti software o hardware. Questo al fine di standardizzare le linee il più possibile per contenere costi e imprevisti. Si pensi alla formazione dei manutentori e degli operatori stessi, che sono così in grado di gestire la maggior parte delle linee.

La sicurezza invece è tutelata e normata dal secondo documento allegato, ovvero le *Safety Specification*.

3 Risultati

3.1 Valutazione dell'offerta ricevuta

Con la richiesta ufficiale, inoltrata dall'ufficio acquisti, finisce temporaneamente il lavoro del team PD. Infatti, ai fornitori sono concesse un paio di settimane per elaborare un documento di offerta in cui vengano inseriti, dettagliatamente, tutti i costi e i materiali necessari alla costruzione della linea richiesta. Tutte queste fasi sono state definite e le loro tempistiche sono state stimate in anticipo, per poter garantire il completamento del progetto in tempi prefissati.

Una volta trascorso il tempo necessario, le aziende inviano la loro offerta alla DENSO, che può iniziare a fare una valutazione approfondita sui costi esplicitati in essa.

La necessità di un elenco dettagliato in questa fase è cruciale, infatti è molto importante per il process development capire come sono suddivisi e a cosa sono dovuti gli investimenti richiesti, per poter approvare l'avvio del progetto.

In questo caso specifico, possiamo vedere, suddiviso in quattro diverse tabelle, un dettaglio delle spese relativo alla costruzione di un banco unico.

Per prima cosa è stata specificata la struttura su cui sarà portato a termine il montaggio del PPE. Per poter costruire quanto serve, sono stati presi in considerazione tutti gli aspetti, come la struttura metallica, i piedi regolabili, le fotocellule di sicurezza, le prese elettriche e così via fino a inserire ogni parte della struttura; questi sono stati dettagliati, come si vede in figura 24:

Struttura e sistema di traino pallets	
struttura in profilo di alluminio	
piedi M 16 regolabili per appoggio a pavimento con ancoraggi	
guida non motorizzata zona di lavoro su tutta la lunghezza della linea con copertura laterale e superiore in polizene	
n.2 traslatore elettrico per pallets	
riparistica traslatori in lexan 5 mm.	
n.2 fotocellule di sicurezza zona traslatori	
n.4 piantoni doppi in profilo di alluminio 45x90 da fissare a linea	
n.1 tubazione sup. per aria 1 1/4" con rubinetti da 3/8"	
n.2 prese di servizio a 220 V su linea superiore	
n.2 prese 220 V per lampade neon	
n.4 carrelli con moschettone per Canalina	
n.2 pulsantiere con fungo di emergenza	
n 2 lampade a leed	
n.2 ventilatori oscillanti.	
n.2 supporti per espositori cicli con n.2 cartelle bleu e 3 gialle	
n.1 quadretto Gewiss con salvavita	
n.2 canaline tipo MR3 per sostegno bilanciatori	
n.1 gruppi trattamento aria da 1"	
n.2 porta bottiglie	
n.2 porta pennarelli	
n.4 cassette inox per minuterie	
n.2 porta etichette scarti	
n.1 portarotoli per etichette pericolo	
COMPLESSIVI (€)	50.000,00

Figura 24 - Offerta: struttura e sistema di traino pallet

Dopo aver ipotizzato la struttura, è necessario pensare alla costruzione del pallet che trasporterà il pezzo lungo la linea.

Come accennato in precedenza, esso dev'essere studiato millimetricamente sul prodotto. Infatti, deve consentire l'assemblaggio delle parti, garantendo non solo che sia possibile il posizionamento di tutti i componenti, ma che essi siano stabili e accessibili.

Per questo motivo, partendo dal pezzo e la sequenza di assemblaggio viene ideato un pallet su cui l'intero montaggio possa essere portato a termine in sicurezza.

I costi associati a questa progettazione sono visibili in figura 25:

PALLET	
struttura di base in profilo di alluminio e acciaio	
piano di appoggio con lamiera in alluminio spessore 5 mm.	
supporto rotante con posaggio per sostegno gruppo	
applicazione n.2 dispositivi di bloccaggio pezzo con apertura solo in zona di carico/scarico	
supporto pezzo rotante con bloccaggio meccanico ogni 30°	
leva manuale per sblocco rotazione	
supporto per fissaggio TAG	
ruote folli per movimentazione pallets costituiti da perni in acciaio durezza 60Hrc e cuscinetti	
ripiano inferiore rivestito in gomma	
supporti per sostegno n.2 contenitori inox	
CADAUNO (€)	5.000,00

Figura 25 - Offerta: pallet su cui è assemblato il pezzo

A questo punto è necessario analizzare la parte elettrica dell'intera struttura. In figura 26, pertanto, sono stati evidenziati i costi relativi al quadro elettrico generale, i PC specifici della Siemens, con caratteristiche definite, per esempio RAM da 4 Gb e hard disk da 128 Gb, i costi dei vari programmi di gestione e dei gruppi di continuità UPS e di condizionamento.

Oltre a tutti i componenti necessari al funzionamento elettrico della linea, si può notare tra le voci anche la struttura necessaria al contenimento dei pc e della parte hardware del quadro elettrico. Questo perché è necessaria una struttura a sostegno del PC, che viene posizionato frontalmente a inizio linea.

Dettaglio quadro elettrico generale	
n. 1 serie prese ilme per interfacciamento con le stazioni	
quadro elettrico generale con schede di interfaccia PC	
N.2 PC Siemens Simatic IPC227E (Nanobox PC);Ram 4 Gb; Hard disk 128 Gb	
Costruzione e installazione strutture profilo di alluminio con supporto per sostegno PC in posizione frontale ad inizio linea	
Installazione n.1 tastiera con relativo contenitore Rak	
programma di gestione e collaudo realizzato in Visual Basic residente in ambiente Windows.	
n.1 gruppo di continuità UPS	
n.1 gruppo di condizionamento del quadro elettrico	
COMPLESSIVI (€)	15.200,00

Figura 26 - Offerta: quadro elettrico

L'ultima parte dell'offerta racchiude i costi legati al banco di collaudo, postazione in cui il pezzo termina il ciclo e ne viene certificato il funzionamento. In questa stazione diverse prove vengono effettuate per garantire che il prodotto sia conforme alle specifiche qualitative e prestazionali richieste dal cliente. Per prima cosa, poiché nel prodotto sono presenti radiatore e condensatore è necessario analizzare la tenuta. Per fare ciò servono dei sistemi di misurazione specifici, chiamati Ateq. Inoltre, su PPE, è montato un complessivo ventola-motore, per cui bisogna certificarne l'assorbimento attraverso un controllo elettronico, questo sarà possibile grazie ad un alimentatore.

Aggiungendo i materiali necessari alla costruzione della stazione stessa, si arriva ad un costo complessivo di 73.400 euro, visibile in figura 27, e dettagliato nella stessa.

Dettaglio stazione di collaudo	
Materiale Ferroso e di consumo	6.200
Materiale elettrico	10.800
N.3 microfugometri Ateq	21.600
N 1alimentatore 15 Vdc (15/100 A)	4.800
Materiale pneumatico	8.600
Manodopera per costruzione	21.400
COMPLESSIVE (€)	73.400,00

Figura 27 - Offerta: postazione di collaudo

Ogni parte dell'offerta serve a fornire una panoramica, più precisa e meglio specificata, di tutto il materiale che sarà necessario per la costruzione della linea stessa.

In figura 28 sono riportati, in modo riassuntivo, tutti i costi ed è fornito un totale relativo al costo di costruzione del banco unico, ipotizzato per la produzione di PPE.

BANCO UNICO	
Dettaglio stazione di collaudo	73.400,00
Dettaglio quadro elettrico generale	15.200,00
Struttura e sistema di traino pallets	50.000,00
Pallet	5.000,00
TOTALE (€)	143.600,00

Figura 28 - Tabella riassuntiva dei costi

Le offerte ricevute vengono valutate sotto molteplici aspetti, infatti l'analisi non si ferma al lato economico, benché importantissimo, ma procede considerando i materiali proposti, i sistemi e i software scelti e in generale molti aspetti tecnici.

Dopo aver concluso e aver tratto le conclusioni, il team PD e l'esponente, di riferimento, dell'ufficio acquisti scelgono insieme quale sia il fornitore più adatto a completare il lavoro e che, allo stesso tempo, abbia presentato l'offerta migliore.

3.2 Confronto tra l'offerta e i costi di partenza

Il normale iter di questi progetti, dopo che il fornitore è stato scelto, prevede che gli venga affidato il lavoro e che il team PD sia di supporto al fornitore durante la costruzione dell'attrezzatura.

Però lo scopo di questo elaborato risiede nella scelta tra due possibili concept, infatti l'intero progetto è nato dalla necessità di cercare un'alternativa all'idea iniziale di costruire una linea a pallet per la produzione del gruppo termico-motore PPE.

Per questo motivo, prima di procedere con le fasi successive, è necessario fare una valutazione attenta e minuziosa, sulla base dei dati forniti, e poi ricavati, e decidere per uno o per l'altro concept.

Benché la LUM sia una tipologia di linea molto utilizzata e conosciuta all'interno di DENSO, in questo particolare caso presentava il problema di dover essere duplicata nella sua interezza pochi anni dopo la messa in produzione della prima linea.

Tutto ciò dava origine a un problema fiscale. Infatti, la duplicazione di un'intera linea si traduce in due investimenti ingenti a distanza di pochi anni l'uno dall'altro.

In particolare, il primo anno era stato stimato un costo iniziale di circa 450 mila euro, seguito da altri 400 mila euro il quarto anno per poter soddisfare i volumi richiesti dal cliente.

La prospettiva di un investimento così ingente, da duplicare quasi interamente, è ciò che ha fatto pensare ai team di riferimento che, forse, trovare una soluzione alternativa sarebbe stato più proficuo. Nel dettaglio, come descritto in precedenza, era necessario trovarne una che potesse spacchettare in qualche modo la linea, così da poter fare più investimenti, ma meno ingenti e soprattutto meglio distribuiti. Il tutto comunque rispettando i volumi richiesti.

Dall'offerta appare chiaro che la soluzione trovata rispetti le premesse che erano state poste inizialmente. È evidente, infatti, che l'investimento iniziale sarebbe notevolmente ridotto, parlandosi di circa €150.000,00. Anche se questo valore rappresenta un solo banco, e per soddisfare i volumi richiesti, negli anni sarebbe necessario costruirne altri 6, gli investimenti sarebbero dilazionati negli anni, come spiegato al punto 2.5. Infatti, il primo anno un banco basterebbe a coprire la richiesta produttiva, seguirebbe il secondo anno con due banchi all'attivo e solo dal terzo anno sarebbe necessario arrivare a tre banchi per soddisfare la richiesta. Per poi incrementare il numero dei banchi negli anni successivi, fino ad averne sei.

Nonostante le premesse siano state rispettate e il concept sembri accogliere tutte le esigenze richieste, è altresì vero che esso presenta molteplici rischi. Per esempio, come

tutti i progetti innovativi, il banco unico porta con sé i rischi legati all'ignoto. Infatti, mentre le linee LUM sono un must della DENSO, e per tanto benefici e rischi sono ben definiti, il banco unico presenterebbe certamente imprevisti non convenzionali, che richiedono tempo e, qualche volta, costi aggiuntivi per essere risolti.

3.3 Scelta del processo

Una volta fatte le considerazioni, esposte nel capitolo precedente, il team si è trovato di fronte ad una scelta. Da qui, dopo vari confronti sono state portate alla luce diversi pro e contro per ognuno dei due concept.

In effetti, seppur dal punto di vista economico e fiscale l'idea del banco sembra migliore, dal punto di vista tecnico presenta diverse incertezze, citate sopra. Infatti, l'incertezza, legata a problemi sconosciuti e situazioni non preventivate, si tradurrebbe nell'assoluto bisogno di uno studio approfondito di possibili cause ed effetti di questo nuovo concept. Studio che in parte è stato fatto, come si evince dai capitoli precedenti, ma che sarà fondamentale approfondire man mano che il progetto prende forma. Dato che la realtà si presenta sempre in modo differente da com'è stata immaginata.

A favore del concept innovativo, però, si schiera la filosofia dell'azienda. L'innovazione, il miglioramento continuo e la sperimentazione sono di fatto ciò che è chiesto ai dipendenti di perseguire. La volontà di essere sempre tra i pionieri del proprio campo, tecnologicamente e non solo, è al centro delle politiche manageriali dell'azienda.

Quindi, nonostante le incertezze e le possibili problematiche, il progetto del banco unico sembra essere la scelta migliore, che più si avvicina agli ideali e alle necessità dell'azienda.

Quello che però non era stato messo in conto all'inizio di questo progetto, è che il contorno storico-politico in cui ogni idea è sviluppata è fondamentale e, spesso, imprevedibile. Questo è proprio quello che è successo al mondo negli ultimi mesi.

La situazione che si è creata in seguito all'arrivo del Covid-19 è stata del tutto inimmaginabile. Ha avuto ripercussioni enormi ed economicamente devastanti. Ha messo in ginocchio interi settori e moltissime aziende. Benché la DENSO sia una multinazionale con investitori stabili e sicuri, non ne è uscita indenne.

Grazie alla grande esperienza di tutto il reparto manageriale l'azienda è riuscita a contenere le perdite, chiudendo in pari questo periodo.

In pari, però, significa anche con capacità economiche notevolmente ridotte e una necessità impellente di tagli, per poter proteggere l'azienda dal periodo di crisi che inevitabilmente segue un periodo così destabilizzante per l'economia mondiale.

Un esempio pratico è il calo dei volumi nel settore *automotive*, che ha sfiorato l'80%; il che fa prevedere un periodo di ridotte entrate, anche se in ripresa.

Purtroppo, il tutto è sfociato in un momento in cui è molto più importante focalizzarsi sul presente e imminente futuro, che sul lungo termine.

Infatti, proprio per via di questo periodo di instabilità e per la necessità di tagliare determinati fondi, la scelta finale è caduta su un processo molto ben rodato e altrettanto sicuro.

A questo si aggiunge anche l'incertezza legata ai volumi richiesti per il prodotto, che sono stati stimati molto prima di questa crisi mondiale. Per tanto, ai motivi elencati prima si aggiunge il fatto che cresciuta parecchio la probabilità di non dover duplicare la linea nella sua interezza.

3.4 Storia futura del processo

Dopo aver scelto che tipologia di linea si vuole costruire, si passa alla valutazione delle offerte ricevute dai diversi fornitori inchiestati. Quindi, seguono attente valutazioni, non solo economiche, ma anche rispetto all'affidabilità del fornitore stesso e/o della sua precisione, dimostrata nei lavori precedenti.

Dalle conclusioni, tratte in questa fase, viene scelta l'azienda che si occuperà di tradurre in realtà le specifiche tecniche dategli.

Da questo momento si possono identificare tre fasi principali che si susseguono al fine di completare l'industrializzazione del prodotto.

Fase 1: *Final Design Review*

Questa fase nasce dal fatto che, dopo aver ricevuto l'ordine definitivo da parte della DENSO, il fornitore prescelto deve disegnare la linea secondo le specifiche. In questa fase, il team di *PD assy* rimane in contatto costante con i fornitori, sia per dissipare qualsiasi dubbio che per fare richieste nuove in caso il processo, o il prodotto, richiedano un cambio non previsto nella prima revisione delle specifiche.

Questa collaborazione procede fino a quando l'azienda inchiestata non sottomette ad approvazione il disegno finale della linea. Per fare ciò, si organizza un incontro ufficiale tra il team *PD assy* e il fornitore in cui si analizzano diversi aspetti, che devono essere rispettati, per assicurarsi che la linea rispetti tutti gli standard e le richieste.

Solo se il design finale viene approvato, si può passare alla fase seguente, che culmina nel precollaudo.

Fase 2: Pre-collaudo

Questa fase inizia con l'approvazione precedentemente spiegata. Infatti, dopo aver ricevuto l'ok da parte della DENSO. L'azienda fornitrice, inizia la costruzione dell'attrezzatura tecnica. Anche in questa fase il team resta a disposizione dei costruttori, per cui i contatti non vengono completamente interrotti, ma sono ridotti di molto. Questo è dovuto al fatto che, dopo aver scritto e certificato le specifiche e aver approvato il design finale richiesto, si presentano sicuramente meno problemi e dubbi. Inoltre, è necessario anche considerare che il dipartimento PD non segue un progetto per volta, ma molteplici, per tanto dopo aver definito dettagliatamente il processo richiesto, si dedica ad altre attività, riponendo fiducia nei propri fornitori, che nel frattempo completano il lavoro.

Quando l'attrezzatura è completata, prima di poter essere trasportata nel *plant* di destinazione, dev'essere pre-collaudata. Per fare ciò, il team organizza una secondo

incontro in azienda dai fornitori, nel quale un'ulteriore approfondita analisi degli aspetti da rispettare viene condotta. A questa si aggiunge una valutazione della linea nella sua interezza, per verificarne la funzionalità, l'efficienza e le prestazioni, sia in termini produttivi, che di conferma degli standard richiesti.

Ad esito positivo di questo collaudo, la linea può essere spedita nello stabilimento in cui produrrà il pezzo.

Fase 3: Collaudo

Dopo essere stata approvata l'attrezzatura viene preparata per la spedizione e trasferita. Per tanto, nel caso specifico, trattato in questo elaborato, la linea verrà spedita in Polonia, a Tychy. Insieme ad essa, a tempo debito, si recano in loco anche parte dei team che hanno collaborato al progetto, sia esponenti del PD *assy* che dell'azienda fornitrice, per supervisionare il montaggio in plant della linea e il suo avviamento.

Durante questa fase, i team sono necessari in presenza per poter intervenire repentinamente, essendo gli unici a conoscere la linea in questione. Quando il montaggio è terminato, si esegue un secondo collaudo dell'intera attrezzatura, per avere un'ulteriore garanzia e dimostrare alle persone che lavorano nello stabilimento di destinazione, sia che la linea funzioni, che le modalità di funzionamento.

Durante questa fase, gli esponenti dei team, che si trovano lì, provvedono a formare alcuni responsabili e operatori, al fine di lasciare lo stabilimento con la sicurezza di aver trasmesso il know-how necessario, sia a produrre che ad intervenire in caso di problemi non eccessivi dell'attrezzatura.

Quando il collaudo finale è completato, positivamente, e la formazione del personale è terminata, i team rientrano in azienda. Da questo momento, salvo eventi che esulano dal normale, il team PD *assy* non si occupa più del progetto.

4 Conclusioni

4.1 Generali

Un fattore che appare evidente da questo elaborato è l'elevato livello di standardizzazione del processo. Questa caratteristica è comune alle multinazionali, e anche più nel dettaglio ad aziende relativamente sviluppate; la DENSO non fa eccezione, si può notare come questo approccio sia alla base della sua gestione tutti i dipartimenti, ma qual è il motivo che sta dietro questa scelta?

La spiegazione è da cercarsi nel significato di standardizzazione; infatti, analizzando cosa rappresenta questo approccio in qualunque processo, si nota come renda del tutto prevedibile una situazione altrimenti sconosciuta. Questo si nota per esempio nella decisione di affrontare un qualunque progetto, seguendo determinate fasi, chiare e molto dettagliate, rispettando regole ferree e precedentemente decise. Un approccio così porta inevitabilmente al susseguirsi di eventi prevedibili e, per tanto, controllabili. Ed ecco come appare evidente il motivo di questa scelta. È fondamentale, per qualunque azienda, ma a maggior ragione per quelle di grosse dimensioni, avere sotto controllo tutto il possibile, pur essendo consapevoli che non si possa arrivare a prevedere il 100% di quello che succederà. Tutti i team che collaborano a progetti di dimensioni notevoli, come l'industrializzazione di un nuovo prodotto, sono in grado di gestire in anticipo molte delle problematiche inevitabili. Questo comporta uno snellimento e una semplificazione notevole del progetto.

A proposito di questo aspetto, va sottolineato come proprio nel caso specifico, questo sia stato essenziale. Infatti, i motivi legati alla scelta di un concept conosciuto e già sperimentato, risiedono proprio nel fatto che, per via dell'imprevedibilità del panorama mondiale, sia assolutamente necessario riuscire a tenere sotto controllo, cosa che si riflette anche da un punto di vista economico, la maggior parte degli aspetti possibile.

4.2 Personali

Il mio lavoro in questi mesi è stato, personalmente, estremamente appagante e stimolante. La gestione di un progetto di questa portata è stata un'esperienza unica, da cui ho appreso tantissimo, non solo lavorativamente parlando.

Infatti, molti aspetti che rendono efficiente questo tipo di lavoro, sono applicabili nella vita in generale. La precisione, la puntualità, l'organizzazione, la capacità di chiedere aiuto e la condivisione dei diversi background, che risultano essere essenziali per il successo di ogni progetto, sono aspetti altresì rilevanti da un punto di vista umano.

Nonostante questo tirocinio non sia stato pieno quanto immaginavo, per via del difficile periodo attraversato, grazie anche ai miei colleghi, che mi hanno coinvolta ogni volta in cui era possibile, sono riuscita a fornire il mio contributo all'azienda. Ho, infatti, lavorato attivamente a molteplici progetti, occupandomi in prima persona della scrittura delle specifiche tecniche, della supervisione di un pre-collaudato presso un fornitore e di un collaudo in azienda. Inoltre, sono stata coinvolta in diverse attività legate alla gestione dei rischi. Per tanto, ho avuto modo di compilare un FMEA di processo e di assistere attivamente a una verifica di quest'ultima su una linea in procinto di essere avviata.

Tirando le somme di quest'esperienza, non posso che ritenermi soddisfatta sotto ogni aspetto.

Ringraziamenti

La stesura di questo elaborato non sarebbe stata possibile senza la disponibilità del relatore di questa tesi, la professoressa Atzeni, che devo ringraziare sentitamente per l'appoggio e i preziosi consigli.

Inoltre, un ringraziamento va a tutti coloro che mi hanno accompagnato in questo percorso di formazione e crescita. In particolare a Massimo Cozzani, il mio tutor aziendale, che mi ha seguito e indirizzato durante la mia presenza in azienda. La sua disponibilità e i suoi insegnamenti mi hanno aiutato a sfruttare al meglio questa esperienza lavorativa e personale.

A lui si aggiungono tutti i colleghi, Massimo, Roberto, Diego, Mauro, e in particolar modo Giovanni e Francesco, che mi hanno assicurato una permanenza piacevole e formativa, che mi hanno insegnato tanto, sia a livello professionale quanto umano, assicurandomi il miglior supporto possibile. La loro gentilezza, la loro attenzione e il loro aiuto sono stati fondamentali per me.

Un grazie speciale lo devo a tutti i miei compagni di "viaggio", che in questi anni mi hanno fatto ridere, divertire e hanno reso leggeri anche i momenti più difficili.

Grazie a Federica e Gaia, le persone che mi sopportano e supportano da più anni di quanti riesca a ricordare.

A Eugenia e Greta, che mi hanno accompagnato in tutti i momenti peggiori e migliori della mia vita.

A Sofia, che nonostante tutto e tutti è sempre al mio fianco.

A Yasine e Matteo che hanno allietato molti pomeriggi di studio.

Ad Antonella, che sopporta le mie paranoie più assurde e noiose ed è sempre pronta ad aiutarmi.

Ad Alice, che è più di una cognata, più di un'amica, perché da nove anni ormai è mia sorella.

A Francesca e Giorgio, che mi hanno accolto tra loro, facendomi sentire a casa, che sono sempre presenti e, in questo periodo più che mai, mi hanno fatto capire come sono gli amici che tutti meriterebbero di avere.

Un ringraziamento speciale lo devo rivolgere ai miei genitori, che mi hanno sostenuto e supportato dall'inizio di questo percorso in ogni modo possibile. Con questa tesi chiudo un percorso di cinque anni: duri, ma pieni di emozioni, che senza di loro non sarebbero stati possibili. E a tutto il resto della famiglia, dai miei nonni agli zii che, anche quando eravamo lontani, mi sono sempre stati vicini.

Quello che sono oggi, però, lo devo principalmente alla persona più importante per me, mio fratello Simone, con cui condivido da sempre tutti i miei fallimenti e i miei successi. Lui per me è stato un esempio, un amico, un confidente e il mio fan numero uno in ogni occasione.

Ed è per questo che a lui dedico questo traguardo.

Sitografia

1. <https://www.denso.com/global/en/csr/csr-policy/top-message/>
2. <http://www.denso-ts.com/>
3. <https://www.denso.com/it/it/about-us/company-information/dnts/>
4. <https://www.denso.com/it/it/c-csr/>
5. <https://www.denso.com/global/en/csr/environment-report/management/ecovision/ecovision/#/MOVIE/>
6. Downstream Process Design, Scale-Up Principles, and Process Modeling* Karol M. Łacki,, ... Kjell O. Eriksson, in Biopharmaceutical Processing, 2018
7. Management of Process Economy—Case Studies Günter Jagschies, in Biopharmaceutical Processing, 2018

<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/process-development>
8. <https://www.hella.com/techworld/it/Tecnica/Raffreddamento-auto/Raffreddamento-del-motore-2800/>
9. <https://serialparts.com/impianto-raffreddamento-auto/>