



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

---

**Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Meccanica**

**PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI SISTEMI DI CHIUSURA COFANO PER  
AUTOMOBILI, ESPERIENZA IN CEBI**

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF HOOD LATCHES SYSTEMS FOR CARS,  
EXPERIENCE IN CEBI**

Relatore: Chiar.mo

Prof. **Michele Germani**

Tesi di Laurea di:

**Fabio Petracca**

**A.A. 2019 /2020**



## **INDICE**

### **1. INTRODUZIONE.....**

#### 1.1. PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA

### **2. PROGETTAZIONE**

#### 2.1. SISTEMI DI CHIUSURA

#### 2.2. FASI E METODI DI PROGETTAZIONE

##### 2.2.1. Avvio

##### 2.2.2. Pianificazione

##### 2.2.3. Esecuzione

##### 2.2.4. Chiusura

### **3. SVILUPPO E COLLAUDO**

#### 3.1. ORGANIZZAZIONE LAYOUT

##### 3.1.1. Linea di assemblaggio

#### 3.2. TEST LABORATORIO

##### 3.2.1. Prova di vibrazione

##### 3.2.2. Test nebbia salina

##### 3.2.3. Prova a trazione

##### 3.2.4. Test shock termico

##### 3.2.5. Prova in camera anecoica

#### 3.3. CONTROLLO QUALITA'

### **4. UNO SGUARDO AL FUTURO**

#### 4.1. LEAN PRODUCTION

4.2. INDUSTRIA 4.0

**5. CONCLUSIONI**

**6. BIBLIOGRAFIA**

**7. SITOGRAFIA**

## **1. INTRODUZIONE**

In questo lavoro di tesi si vuole descrivere la progettazione e la produzione di sistemi di chiusura cofano, analizzando le fasi di progettazione, l'organizzazione del layout fino a seguire il collaudo e lo sviluppo del prodotto finito.

Vengono introdotte le principali problematiche relative alla progettazione ed alla produzione delle serrature cofano e sono presentate le ricerche e le soluzioni adottate da CEBI, ditta leader nel settore.

Gli studi finalizzati al miglioramento e all'ottimizzazione del prodotto sono basati innanzitutto sulle necessità dei clienti in funzione delle caratteristiche richieste e successivamente sulle possibili modifiche dei parametri geometrici, fisici, meccanici e tecnologici adottabili.

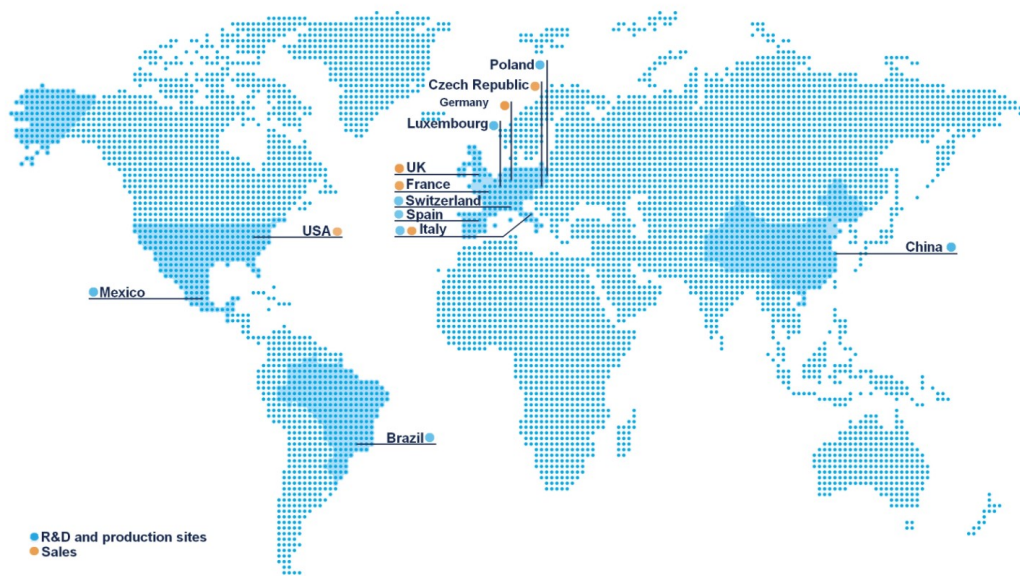
Dopo una sintetica presentazione dell'azienda presso la quale è stato svolto il lavoro di tirocinio, si analizzano i sistemi di chiusura cofano delle automobili descrivendone le caratteristiche chiave ed i componenti. Successivamente si descrivono i diversi metodi di progettazione, focalizzandosi sulle fasi di progettazione e sull'organizzazione del layout, ponendo particolare attenzione sulla produzione in linea. Verranno analizzati i test da svolgere in laboratorio e le fasi di collaudo, per verificare che il prodotto sia in linea con le richieste del cliente. Saranno esaminati i metodi, le tecniche ed i punti fondamentali che riguardano il controllo qualitativo del prodotto.

Infine, viene introdotto il concetto di *Lean Production* e di Industria 4.0.

### **1.1. PRESENTAZIONE DELL'AZIENDA**

Dal 1976 il gruppo CEBI produce componenti elettromeccanici per l'industria automobilistica, e-mobility ed altre applicazioni industriali. Fondata a Lussemburgo più di 40 anni fa, diventa presto una realtà importante prima a livello europeo,

acquisendo aziende specializzate, poi a livello mondiale creando sedi in Brasile, Usa, Messico e Cina. È presente in 13 Paesi con 11 siti di produzione. Fornisce prodotti elettromeccanici al 95% delle case automobilistiche mondiali, è leader mondiale per i sistemi di lavaggio, comprese le pompe e gli attuatori del deflettore di riempimento, leader europeo nei mercati dei sensori di temperatura e dei meccanismi di chiusura, è rinomato per la sua esperienza pluriennale nella produzione elettromeccanica.



*Figura 1: distribuzione delle sedi di ricerca e sviluppo, produzione e vendita di CEBI*

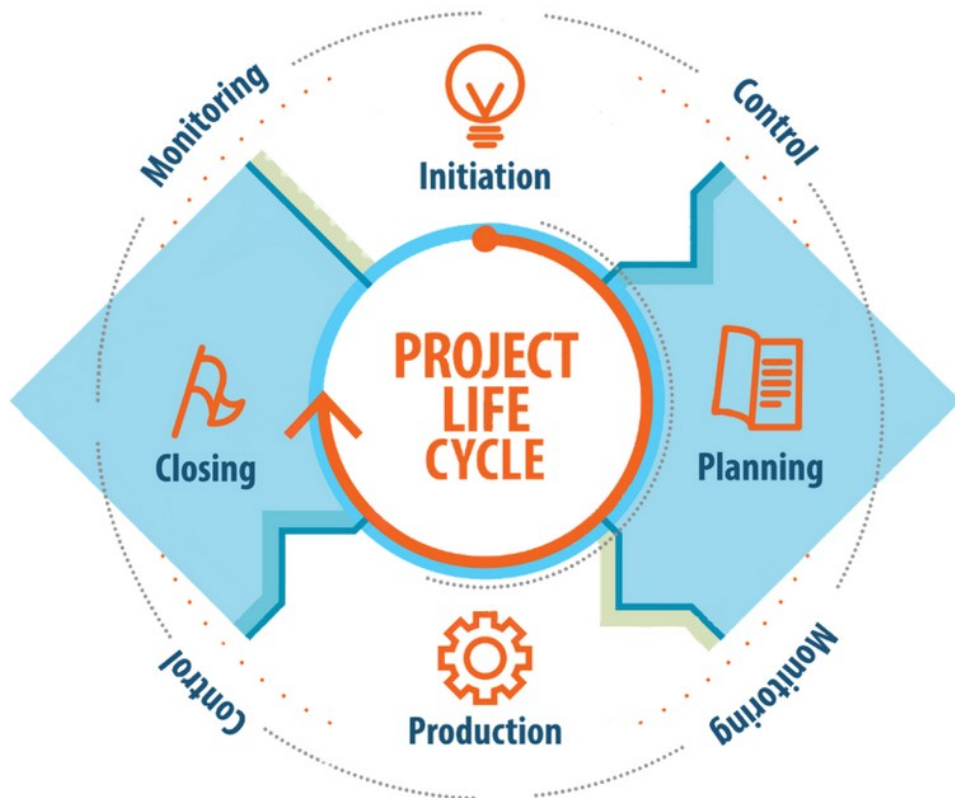
Nella sede di Osimo (AN) si occupa principalmente della progettazione e produzione di sistemi di chiusura, chiusura cofano, baule, portiere carburante e sportelli di ricarica elettronica.

## **2. PROGETTAZIONE**

Essendo un argomento molto vasto ed articolato, per comprendere meglio le fasi descritte in seguito, è bene spiegare per sommi capi cosa si intende per progettazione in meccanica ed in cosa consiste.

Gli step di progettazione sono:

- analisi delle specifiche tramite incontri con i clienti;
- studio di fattibilità;
- dimensionamento (design);
- progettazione logico-funzionale (organizzazione della linea di produzione e contatti con fornitori);
- testing o collaudo (test in laboratorio).



*Figura 2: schema rappresentativo il ciclo di vita di un progetto*

I parametri che devono essere valutati al momento della progettazione sono:

- specifiche tecniche, cioè il tipo di sistema da realizzare in funzione alle richieste del cliente;
- efficienza;
- costi;
- affidabilità;
- sicurezza;



- tempi di realizzazione;
- tempo di vita operativa previsto.

## 2.1. SISTEMI DI CHIUSURA



*Figura 3: serratura MBL evo*

Le chiusure del cofano possono essere puramente meccaniche o avere un cavo elettrico, in base alle richieste del cliente. Questo dispositivo serve ad aprire o chiudere il cofano. Le chiusure per cofano sono sempre uniche e si differenziano per design e dimensioni in base alle specifiche del cliente. Possono avere un cavo elettrico integrato o un connettore co-iniettato incluso un microinterruttore per la trasmissione del segnale.

Per quanto riguarda le caratteristiche chiave è necessario adattare il prodotto in funzione delle specifiche richieste dal cliente. Bisogna quindi modificare il dispositivo in modo da renderlo conforme alle richieste senza però sfiorare il budget ed i tempi di consegna prefissati, che altrimenti si tradurrebbero in un aumento dei costi per il produttore. Dovendo coprire una vasta gamma di prodotti, è necessario possedere un'elevata modularità, in modo da poter adattare ed assemblare il prodotto con diverse configurazioni.

Essendo un dispositivo esterno, quindi esposto alle intemperie, ogni componente della serratura deve garantire un'ottima resistenza alla corrosione, che può essere ottenuta mediante una verniciatura apposita delle parti metalliche ed attraverso un adeguato isolamento delle componenti elettriche. Tali caratteristiche, che saranno descritte in dettaglio nel capitolo 3.2., sono definite da standard internazionali ed indicate mediante il codice IP istituito dalla norma EN60529.

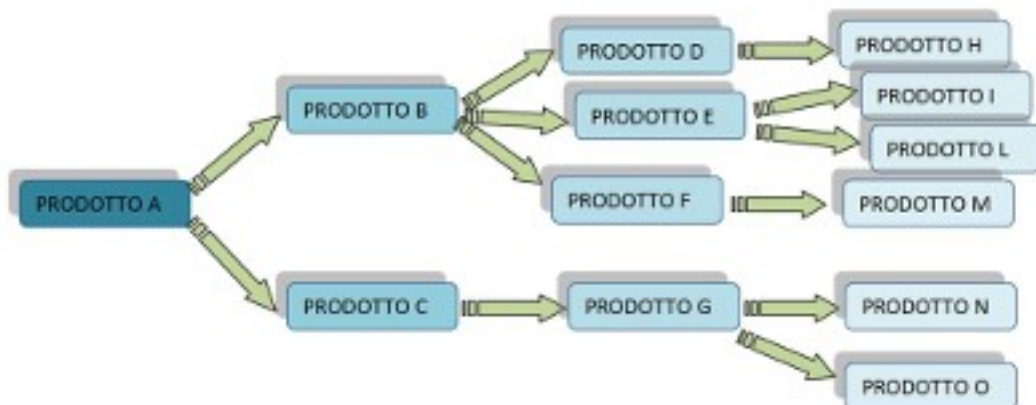
Le componenti e le caratteristiche sono:

- alta modularità;
- grande varietà di design in base alle esigenze del cliente;
- cavo elettrico con microinterruttore;
- funzioni diagnostiche;
- sistema a doppio fermo o singolo fermo;
- alta resistenza alla corrosione;
- espulsore integrato.

Ogni serratura è data dall'insieme di più componenti, in base anche alla tipologia richiesta dal cliente. I componenti base presenti in ogni sistema sono: gancio, saltarello, molla, piastra e bowden, necessari al funzionamento della serratura. Su richiesta del cliente è possibile implementare il sistema di apertura con altri accessori finalizzati alla sicurezza, come il gancio di sicurezza, al confort ed alla praticità come

l'espulsore, che agevola l'apertura del cofano o l'installazione di un cablaggio con microinterruttore che segnala il cofano aperto e permette l'azionamento elettrico della serratura.

Tutti i componenti, i semilavorati e le materie prime necessarie alla realizzazione del prodotto, sono elencati, codificati e descritti all'interno della distinta base, in inglese BOM (Bill Of Materials). Una distinta base è organizzata gerarchicamente, è possibile rappresentarla come un albero, con la forma simile ad un albero genealogico, con in testa il prodotto finito, ed a scendere nei vari livelli si trovano i sottoassiemi, i semilavorati e le materie prime. Per convenzione la cima dell'albero, ovvero il prodotto finito, si trova a livello zero. I suoi componenti diretti sono a livello uno, e così via.

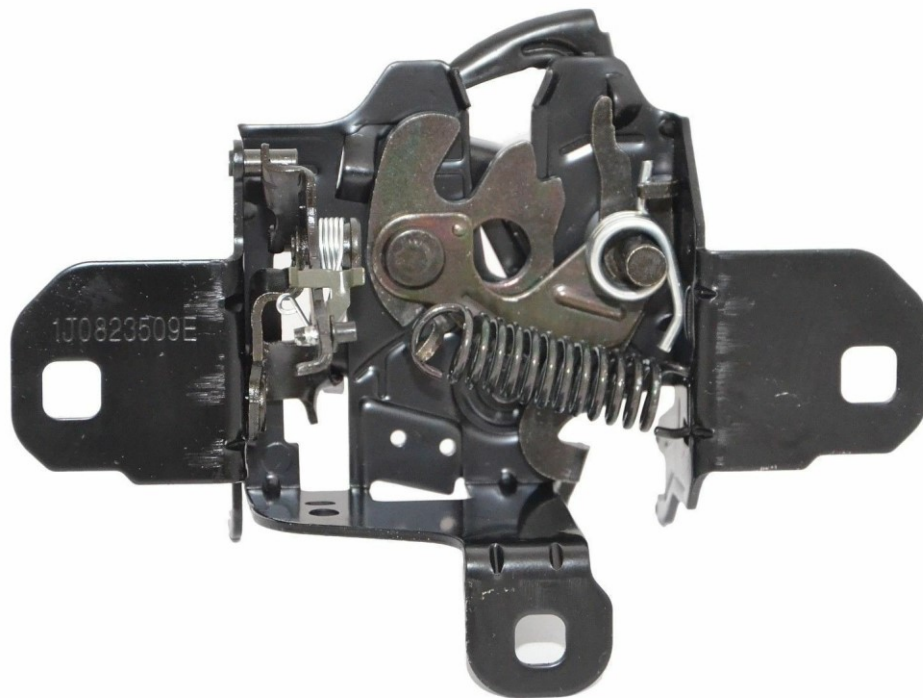


*Figura 4: esempio distinta base*

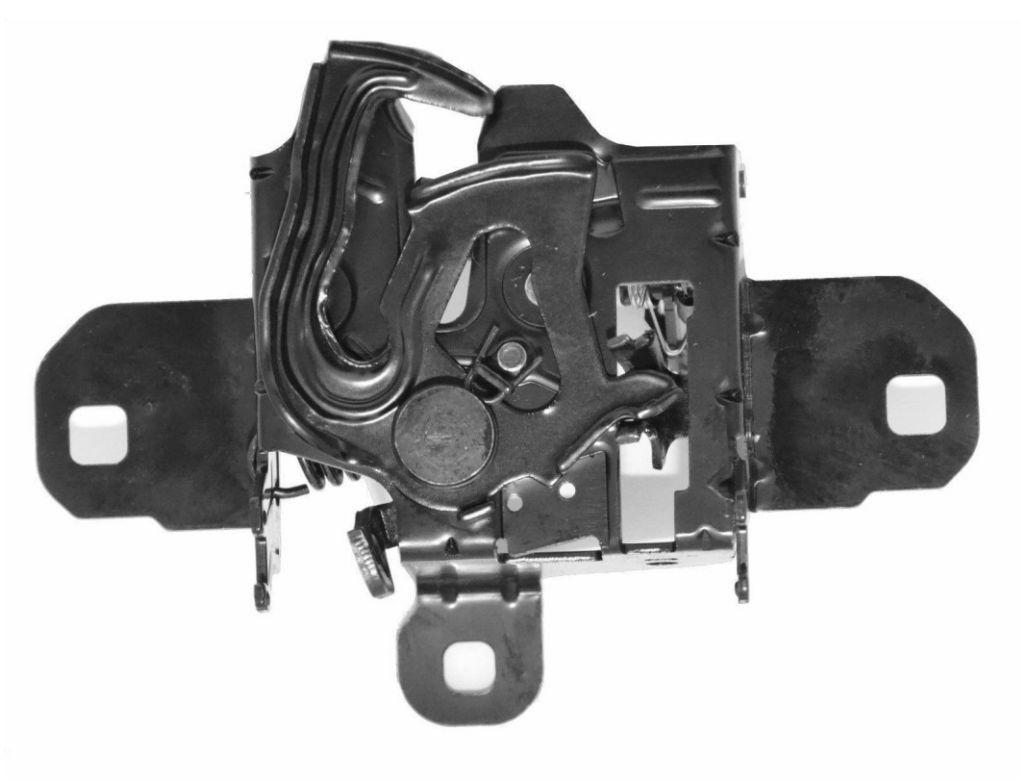
Di seguito viene riportato l'elenco e la descrizione dei componenti:

- gancio: è necessario ad ancorare la serratura al cofano;
- gancio sicurezza: è un secondo gancio utilizzato come misura di sicurezza in caso di apertura involontaria;
- saltarello: è un componente interno necessario ad azionare il meccanismo a molla;

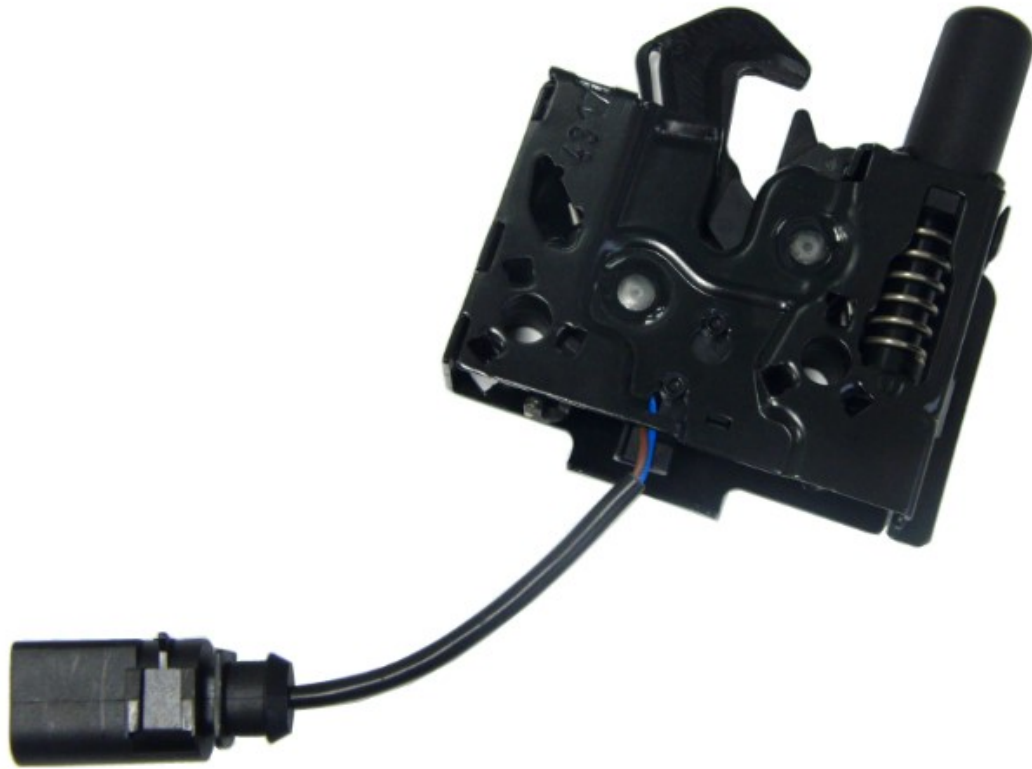
- molle: sono presenti tre molle, una a trazione che consente l'apertura del gancio tirato dal bowden, e due a torsione, una azionata dal saltarello e l'altra necessaria al gancio di sicurezza;
- bowden: è un cavo metallico avvolto in una guaina in gomma utilizzato per il rinvio del comando di azionamento, collega direttamente la serratura con l'abitacolo;
- cablaggio: serve a trasmettere il segnale elettrico e a segnalare il cofano aperto;
- piastra: è la struttura esterna della serratura, ha sia la funzione protettiva che di fissaggio al telaio dell'auto;
- espulsore: serve ad agevolare l'apertura del cofano fungendo da spessore tra cofano e serratura



*Figura 5: vista componenti interna-*



*Figura 6: vista componenti esterna*



*Figura 7: vista frontale serratura con espulsore e cablaggio*

Nelle immagini mostrate è possibile notare la posizione di ogni singolo componente. Nelle figure 4 e 5 è rappresentata una serratura a tre punti con gancio di sicurezza, dove sono presenti i componenti base, mentre in figura 6 non si possono distinguere i singoli componenti, dato che la piastra avvolge completamente la serratura, ma è presente anche l'espulsore ed il cablaggio per la diagnostica.

## **2.2. FASI E METODI DI PROGETTAZIONE**

Il ciclo di vita di un progetto è composto da quattro fasi principali attraversando le quali Il Project Manager e il suo Team cercano di raggiungere gli obiettivi che il progetto stesso si pone.

Le quattro fasi che scandiscono la vita del progetto sono:

- 2.2.1. concezione/avvio,**
- 2.2.2. pianificazione,**
- 2.2.3. esecuzione/implementazione,**
- 2.2.4. chiusura.**

Ogni progetto ha quindi un inizio, un periodo centrale, un completamento e una fase finale.

Per ogni fase o attività del ciclo di vita, bisogna focalizzarsi su due concetti:

- gli obiettivi di ogni fase di progetto: sulla base delle richieste del cliente e dei vincoli aziendali che spaziano dalla qualità alle tempistiche ed ai costi;
- i prodotti (*derivable*): ogni attività deve dare frutto a risultati che possono essere beni tangibili oppure una documentazione oppure servizi specifici, ecc.

### **2.2.1. AVVIO**

Durante questa prima fase di avvio, viene identificato l'obiettivo, o il "bisogno" del progetto attraverso dei meetings direttamente con il cliente, durante i quali vengono approssimati anche tempi e costi.

Una risposta appropriata all'esigenza può essere riportata in un business case nota a tutti i reparti aziendali coinvolti nel progetto con le opzioni di soluzione raccomandate.

Viene condotto quindi uno studio di fattibilità per verificare se ciascuna opzione è in linea all'obiettivo e viene determinata una soluzione finale.

Una volta svolte queste analisi preliminari e considerato il progetto fattibile, questo viene ufficialmente fatto partire e, nel caso in cui non sia stato già individuato, viene nominato un project manager.

Successivamente viene identificato e coinvolto il team di progetto che inizia così a prendere forma.

A questo punto si può quindi passare alla fase di pianificazione dettagliata.

### 2.2.2. PIANIFICAZIONE

In questa fase si parte dall'obiettivo del progetto e si passa a svilupparlo nel modo più dettagliato possibile, pianificando gli step necessari per raggiungere la soluzione finale.

Vengono quindi identificati i singoli task del progetto, i requisiti che le risorse devono possedere e la strategia da seguire.

Viene creato un piano di progetto che illustra le attività, i compiti e le tempistiche.

Un ruolo fondamentale in questa fase è svolto dal diagramma di Gantt, che permette di avere una visione semplice ed immediata delle attività.

Il diagramma di Gantt, chiamato anche diagramma a barre schedulato, è uno strumento che serve a pianificare un insieme di attività che, generalmente, fanno parte di un unico progetto più complesso. Sull'asse orizzontale si trova l'arco temporale, la cui unità di misura dipende dal calendario del progetto (giorni, settimane, mesi) mentre sull'asse verticale troviamo l'elenco delle varie attività. Una volta inserite tutte le attività, si ha uno schema visivo di come è strutturato il progetto, di quali task vengono prima, quali si accavallano e quali avvengono successivamente.

Con una struttura grafica così costruita è semplice capire, sin dalla prima occhiata se i processi si stanno svolgendo nei tempi previsti e se l'andamento del progetto è in linea con la deadline. Grazie a questo strumento è possibile anche individuare tutte quelle attività che si trovano sul *path* critico, e che quindi incidono sulla data di fine del progetto. A titolo di esempio viene riportata l'immagine di una Gantt in *Figura 7*.



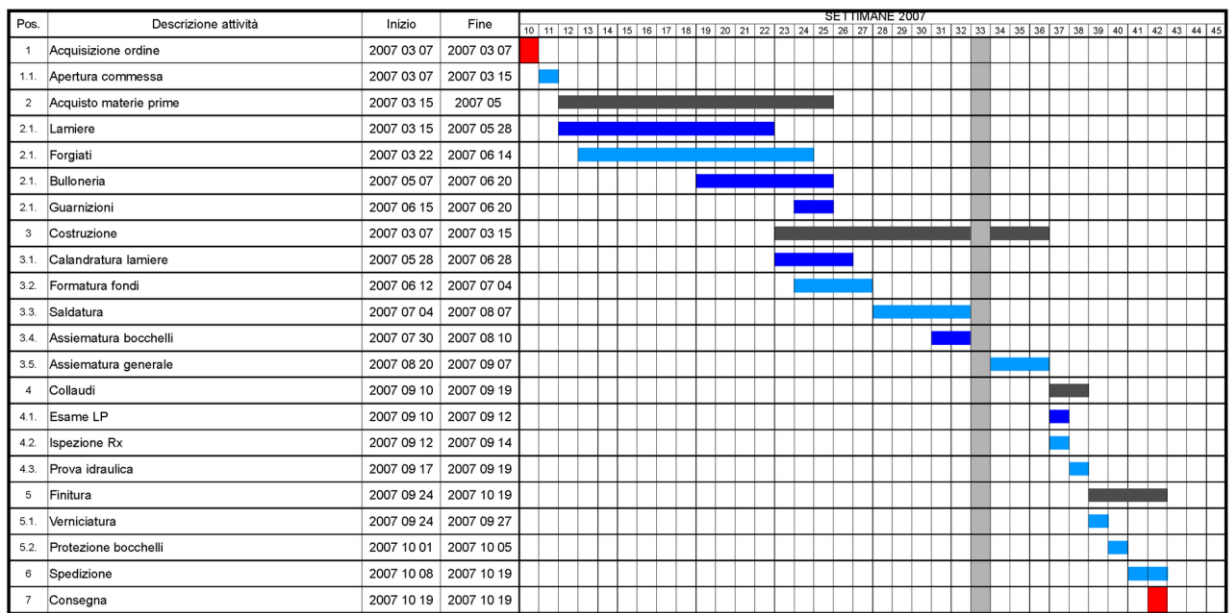


Figura 8: esempio diagramma di Gantt

Il project manager coordina la preparazione di un budget di progetto fornendo preventivi di costo per la manodopera, gli impianti ed i materiali.

Il budget viene utilizzato per monitorare e controllare le spese sostenute durante tutta la fase di svolgimento del progetto.

Arriva quindi il momento adatto ad identificare ed affrontare qualsiasi fattore possa rappresentare una minaccia al successo del progetto. Questa parte è chiamata risk management, ossia gestione del rischio.

I potenziali problemi sono identificati, così come l'azione che deve essere intrapresa per evitarli, risolverli o, per lo meno, ridurne l'impatto.

Infine, il project manager redigerà un piano di qualità che includa gli obiettivi di qualità, le misure di controllo, elencando inoltre i criteri da soddisfare per ottenere l'accettazione del cliente, cliente che può essere un altro settore o un'altra sede dell'azienda stessa.

### 2.2.3. ESECUZIONE

Durante la terza fase, quella dell'implementazione, il piano del progetto viene messo in moto e viene eseguito il lavoro in concreto, seguendo gli step strutturati durante la fase di pianificazione.

È importante e fondamentale mantenere il controllo e comunicare come – e quando – necessario durante tutta questa fase. Vengono svolte spesso delle riunioni tra i vari settori coinvolti per monitorare il progresso e l'avanzamento del progetto, apportando eventuali modifiche che saranno documentate poi come variazioni rispetto al piano originale, ed il piano modificato deve essere ufficializzato.

La strategia principale dovrebbe sempre essere quella di riportare il progetto al suo corso originale, cioè come da piano di progetto redatto nella fase precedente.

Durante questo passaggio, i clienti e tutti gli altri stakeholder dovrebbero essere regolarmente informati sullo stato di avanzamento dei lavori. Ogni risultato prodotto dovrebbe essere analizzato e accettato.

Una volta che i risultati dei vari step sono stati prodotti ed il cliente ha accettato la soluzione finale, il progetto è pronto per la chiusura.

#### **2.2.4. CHIUSURA**

Durante la fase di chiusura, o di completamento, l'accento è posto:

- sui risultati finali;
- sulla consegna della documentazione di progetto;
- sulla risoluzione dei contratti dei fornitori;
- sul rilascio delle risorse del progetto;
- sulla comunicazione della chiusura del progetto a tutti i soggetti interessati.

L'ultimo passo che rimane è di condurre un'analisi in merito a cosa è andato bene e cosa no.

È importante non sottovalutare la fase di chiusura, inquanto non conta solo terminare un progetto, ma bisogna anche analizzare e valutare i problemi e gli errori per non ripeterli in futuro.

In realtà, non solamente è importante concludere un progetto con successo, ma anche riuscire ad eseguirlo nel modo che era stato prefissato nel piano di progetto originario.

Non sono rari i casi in cui l'obiettivo è stato raggiunto pur avendo vissuto una fase di esecuzione ricca di cambiamenti, di rallentamenti e di problematiche.

Le quattro fasi di questo ciclo di vita potranno variare nella tempistica in base al settore ed al tipo di progetto ma, in generale, sono valide in qualsiasi ambito.

Non va trascurato il rapporto con il magazzino, in modo da ridurre il carico di scorte in magazzino e quindi sotto l'aspetto economico il capitale immobilizzato, ed i fornitori anche in fase di progetto, considerando che spesso i componenti hanno bisogno di caratteristiche specifiche necessarie a soddisfare le "proprietà" del prodotto finito. Inoltre, bisogna conoscere le tempistiche dei fornitori in maniera da organizzare al meglio i tempi preposti e rispettare le scadenze.

### **3. SVILUPPO E COLLAUDO**

La prima cosa da fare per lo sviluppo, e dunque la produzione, di un progetto è organizzare la linea produttiva.

È necessario svolgere delle riunioni nelle quali sono coinvolti l'ufficio tecnico, il cost engineering ed il magazzino in modo da avere un contatto con i fornitori e poter gestire le rimanenze per poterle adattare alla nuova linea e svolgere uno studio del layout generale.

Per layout di una fabbrica, di uno stabilimento, di un'area di lavoro si intende la dislocazione dei reparti o delle officine nell'ambito della fabbrica, e delle macchine, dei posti di lavoro e dei depositi nelle aree lavorative, inclusi, ove sia il caso, gli uffici ed i servizi aziendali relativi.

Vengono realizzati dei prototipi e dei campioni di prova in modo da poter testare sia il prodotto assemblato e finito che i singoli componenti, tramite delle prove in laboratorio, distruttive e non, per verificare che rispettino i parametri richiesti dal cliente.

Gli argomenti saranno trattati in maniera più approfondita di seguito nei paragrafi 3.1 e 3.2.

#### **3.1. ORGANIZZAZIONE LAYOUT**

Lo studio di un *layout* per un impianto industriale viene fatto principalmente per i seguenti scopi:

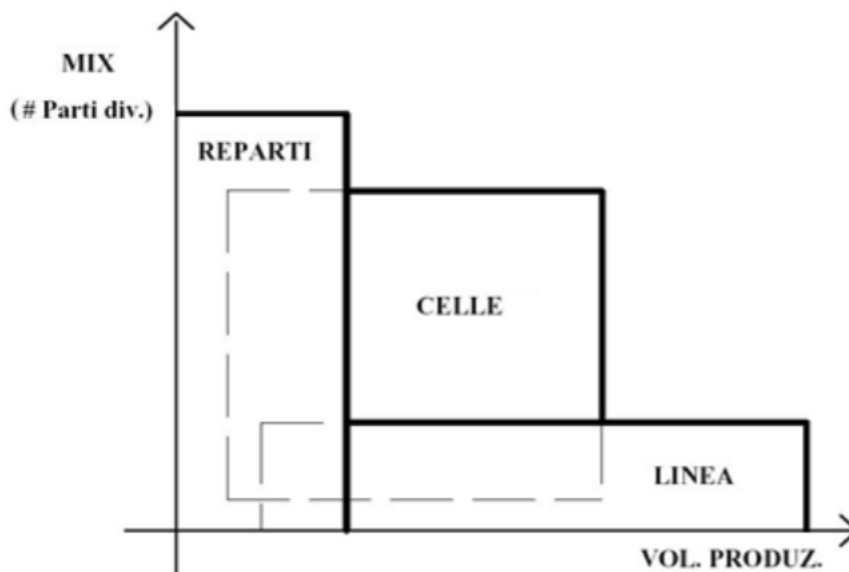
- ottimizzare lo spazio a disposizione, considerando lo spazio necessario alla macchina, all'operatore e per la manutenzione;
- velocizzare i trasferimenti di materiale tra i vari reparti dell'impianto;
- garantire, il più possibile, la vicinanza tra reparti in cui è presente una relazione importante (ad esempio sarà conveniente porre vicino un reparto di

riparazione con un reparto di test, il magazzino vicino all'entrata dei camion, gli uffici amministrativi vicino alla stanza delle fotocopie...)

La disposizione planimetrica di uno stabilimento industriale può essere organizzata in base a quattro criteri diversi che danno luogo a quattro tipi di layout differenti:

1. layout a punto fisso;
2. layout per prodotto;
3. layout per processo;
4. layout per tecnologia di gruppo

L'utilizzo di tali criteri dipende dal mix (numero di prodotti diversi) e dai volumi di produzione



*Figura 9:* varietà di prodotti sull'asse delle ordinate e volume di produzione sull'asse delle ascisse

Il *layout* deve essere progettato in modo tale che il lavoro fluisca tra le varie aree nel modo più semplice possibile.

### 3.1.1. LINEA DI ASSEMBLAGGIO

In un impianto in cui è predominante il trasferimento di materiali (ad esempio impianti di produzione in linea), nella stesura del *layout* sarà di prevalente importanza prendere in considerazione i flussi tra un reparto e l'altro.

Nello studio del flusso dei materiali si analizza il foglio del processo operativo (FPO) per produzione monoprodotto, in modo da avere un flusso progressivo, con un minimo ritorno, e disporre vicine le operazioni legate da una grande intensità di flusso.

In un *layout* per prodotto (o *layout* a flusso) i macchinari vengono disposti nella sequenza con cui essi sono chiamati in causa dal ciclo di lavoro di uno specifico prodotto. Le materie prime arrivano a un estremo dell'area di fabbricazione e si trasferiscono tra le varie operazioni con tempi di trasporto minimi, fino all'altro estremo, da cui si estrae il prodotto finito.

I prodotti semilavorati vengono movimentati da una stazione di lavoro a quella immediatamente successiva mediante sistemi di trasporto fissi (nastro trasportatore).

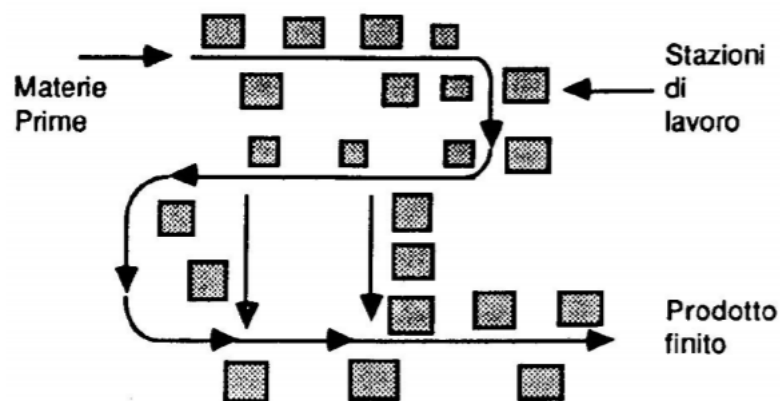


Figura 10: esempio di layout per prodotto con produzione in linea

Il *layout* per prodotto risulta scarsamente flessibile in quanto strettamente legato al prodotto che si intende realizzare, ma risulta molto più efficiente di quello per processo. È giustificato nel caso di impianti caratterizzati da una produzione assai specialistica, come appunto quello della produzione di serrature cofano, che prevede la fabbricazione di un numero relativamente ridotto di prodotti diversi in grandi quantità.

I vantaggi principali correlati all'adozione di tale tipologia di *layout* sono:

- elevata efficienza data dalla semplicità del flusso produttivo;
- riduzione dei costi di trasporto dei materiali (dovuta alla minore movimentazione);
- riduzione del livello di scorte: principalmente dei semilavorati dato che il flusso del materiale teoricamente è continuo e gran parte dei componenti è facilmente adattabile a nuovi prodotti;
- semplificazione dei processi di controllo e gestione della produzione, facilmente controllabile anche da remoto;
- minore superficie di stabilimento richiesta;
- necessità di operatori non molto qualificati, visto che la maggior parte delle operazioni manuali sono di assemblaggio.

Invece gli svantaggi correlati all'adozione di tale tipologia di *layout* sono:

- scarsa flessibilità;
- produttività legata alla macchina più lenta, ed essendo una produzione in linea il guasto di una macchina può bloccare l'intera linea;
- investimento elevato per macchine non utilizzate a pieno.

Perciò un buon *layout* può minimizzare il *material-handling* e gli spostamenti delle persone all'interno dell'industria, fino ad ottenere delle postazioni fisse, rendendo il

sistema manifatturiero produttivo ed efficiente, e di conseguenza si ha una riduzione dei costi.

Lo studio del *layout* contempla numerosi fattori quali la progettazione e l'attuazione della disposizione ottimale delle attrezzature industriali, dei macchinari, della manodopera, delle scorte, dei trasporti interni, dei servizi accessori e la progettazione della struttura in cui verranno installati questi sistemi integrati. Data la complessità ed il numero di fattori da considerare quando si affronta il problema del *layout*, si lavora nella ricerca del miglior compromesso tra i vari criteri di ottimizzazione, intesi come l'elevato rendimento della produzione, la riduzione dei tempi e dei costi di trasporto tra i vari reparti, il miglior utilizzo della superficie da edificare o dello spazio occupato nel caso di stabilimenti già esistenti, condizioni migliori per i dipendenti negli ambienti di lavoro. I problemi che devono essere risolti sin dalla progettazione comprendono anche tutti gli aspetti relativi all'organizzazione della produzione; quindi, lo studio del layout rappresenta l'elemento d'unione dello sviluppo delle singole aree produttive. Come accennato precedentemente la disposizione delle macchine all'interno dello stabilimento influisce sulla spesa dei trasporti interni, ma ciò non rappresenta il solo aspetto su cui intervenire, infatti una corretta soluzione del *layout* migliora lo sfruttamento degli spazi interni, semplifica il lavoro di programmazione e controllo della produzione.

La configurazione in linea o *flow shop* è caratterizzata da un'organizzazione delle macchine, all'interno degli spazi produttivi, che permette di assecondare nel modo migliore possibile gli spostamenti dei semilavorati da una macchina all'altra analizzati precedentemente nel foglio di processo operativo. Ciascuna fase del processo produttivo viene realizzato da una macchina, all'uscita della quale il prodotto in corso di lavorazione trova la macchina, o l'operatore, successiva per seguire la fase di produzione. Questa configurazione è la più indicata per ottenere elevati livelli di produttività. La configurazione con un layout in linea, teoricamente, permette di ridurre al minimo i costi di trasporto interno, dal momento che la posizione delle macchine è studiata per facilitare gli spostamenti dei semilavorati durante il processo produttivo. Quindi il tempo di produzione complessivo risulta più basso rispetto al caso di produzione per reparti. Inoltre, si osserva la maggiore



semplicità del controllo della produzione, in quanto il prodotto procede lungo una ben definita linea produttiva.

Una volta stabilita la configurazione della linea produttiva, è necessario avviare un collaudo della linea e fare un test sulla produzione per verificare che lo svolgimento e la conseguenza delle operazioni sia effettivamente lineare e non ci siano disturbi o problemi durante la produzione.

La fase di assemblaggio nella produzione di serrature riveste un ruolo fondamentale, visto che la maggior parte dei componenti è fornita da aziende esterne. Prima di adoperare i componenti esterni è necessario che vengano omologati, approvati e dunque si procede con il rilascio del bene. Fasi che verranno analizzate nei capitoli 3.2 e 3.3.

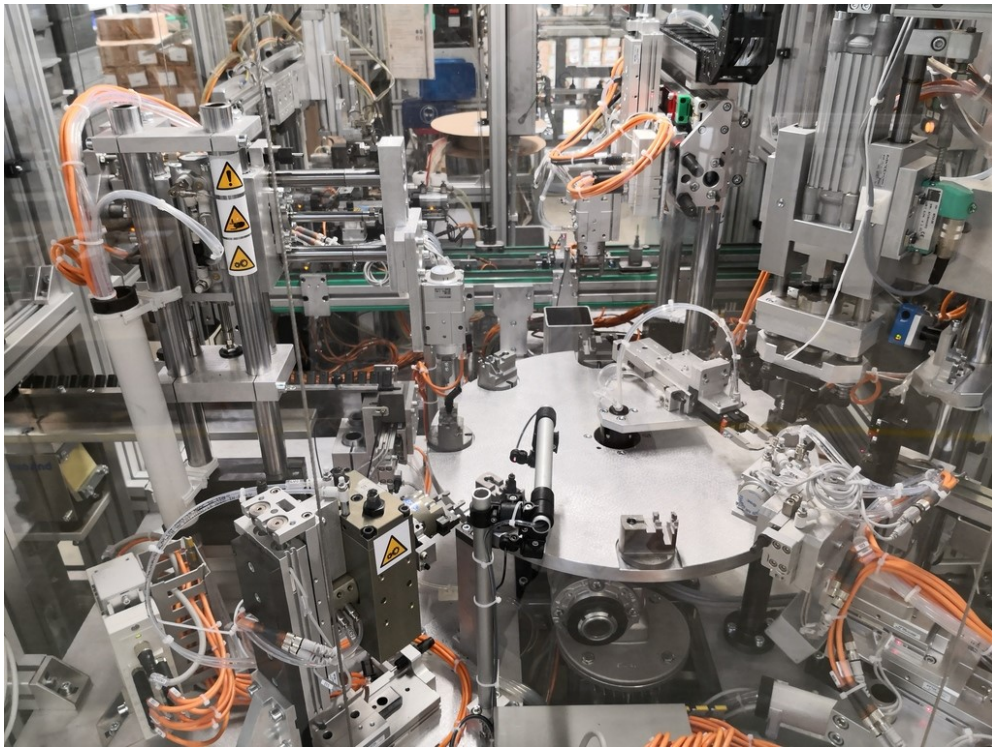
La linea di assemblaggio di una serratura del tipo MBL Evo è costituita da 7 stazioni di lavoro indipendenti poste a cascata. Prevede le seguenti fasi:

- operazione manuale di carico sulla linea della piastra inferiore e alloggiamento del gancio di chiusura e del saltarello nell'apposita sede;
- fissaggio robotizzato tramite un perno dei componenti inseriti e posizionamento manuale della molla a trazione e della molla a torsione;
- alloggiamento manuale del gancio di sicurezza e dell'espulsore;
- fissaggio robotizzato del gancio di sicurezza e posizionamento manuale della molla a torsione;
- posizionamento manuale del cablaggio e collegamento robotizzato;
- posizionamento manuale della piastra superiore;
- fissaggio robotizzato tramite saldatura, isolamento ermetico delle giunzioni e check sul funzionamento del collegamento elettrico.

Un primo test qualitativo viene svolto sia durante il montaggio dagli operatori manuali, sia nell'ultima stazione di assemblaggio robotizzata che verifica il corretto

funzionamento, in modo da poter scartare i prodotti difettosi. I pezzi scartati vengono controllati da un operatore che valuta il difetto e stabilisce se smontarli per essere nuovamente assemblati o se sono inutilizzabili e dunque da cestinare.

Nel caso delle serrature in cui non è presente l'espulsore integrato ed il cablaggio, la fase di assemblaggio si semplifica, essendo meno i componenti da assemblare, e il *bowden* viene agganciato al saltarello in modo da permettere l'apertura della serratura.



*Figura 11:* è possibile vedere un robot multifunzione utilizzato in linea di assemblaggio per MBL Evo

## **3.2. TEST IN LABORATORIO**

Per garantire gli standard qualitativi che caratterizzano l'azienda, e per soddisfare le richieste che variano da cliente a cliente, è necessario effettuare dei test su performance e affidabilità, sia dei singoli componenti sia del prodotto finito.

Nella sede di CEBI Ancona è presente un laboratorio prove in grado di rilevare e registrare tutti i parametri caratteristici del prodotto da testare durante la prova funzionale (assorbimento elettrico, temperatura, rumorosità, prove di resistenza alla corrosione, prova di tenuta dei circuiti ed altri valori significativi). L'analisi dell'evoluzione dei valori registrati fornisce l'esito del collaudo.

### **3.2.1. PROVA DI VIBRAZIONE**

Attraverso il sistema ruota-sospensione le sollecitazioni causate dalle irregolarità della strada vengono continuamente trasmesse al telaio e a tutti i sistemi ad esso connessi, tra i quali anche la serratura cofano. Le vibrazioni causano espansioni e compressioni meccaniche alternate all'interno dei componenti. Questo provoca tensioni meccaniche che potrebbero essere causa di cricche o rotture.

Durante il test vengono applicati carichi vibrazionali in tutti e tre gli assi relativi al veicolo: orizzontale longitudinale, orizzontale laterale e verticale. La durata del test è variabile per ogni cliente, ma generalmente non è inferiore alle otto ore per ciascun asse. In alcuni casi al test vibrazionale dovrebbe essere associato in contemporanea un ciclo di temperatura.



*Figura 12: shaker, amplifier, air cooled vibration, accelerometer*

È necessario quindi che la serratura sia fissata sui supporti, e di conseguenza sulla piastra dello *shaker*, nella stessa posizione in cui si troverà una volta installata sul mezzo. Nel caso di prove di vibrazioni richieste dai clienti per eseguire una validazione sul prodotto, è il cliente stesso a provvedere, in una o più specifiche, i parametri e i valori che definiscono il/i ciclo/i di vibrazioni a cui sottoporre i pezzi campione. In questo caso si tratta di una serratura del tipo MBL evo, il cui cliente è il gruppo volkswagen, e richiede un test della durata totale di 12 ore con intervalli di tempo, frequenza e temperatura riportati nelle tabelle 1 e 2.

Attrezzatura utilizzata durante il test:

- shaker control system LDS-Dactron LAS 200 s/n 8024819;
- amplifier LDS SPA20K s/n 56086-001;
- air cooled vibration LDS V850-440 s/n 1Y0028;

- accelerometer PCB piezotronics mod 357B21 s/n 2783.

VIBRATION PROFILE	
frequency [Hz]	power spectral density [G <sup>2</sup> /Hz]
10	208x10 <sup>-3</sup>
55	67,6 x 10 <sup>-3</sup>
180	2,6
300	2,6
360	1,5
1000	1,5
RMS acceleration	2,84 GRMS

*Figura 13:* tabella 1 caratteristiche vibrazione

THERMAL CYCLE PROFILE		
break point	time [min]	temperature [°C]
1	0	23
2	60	-40
3	135	-40
4	150	-40
5	210	23
6	300	85
7	410	85
8	480	23
9	720	23

*Figura 14:* tabella 2 caratteristiche ciclo termico

Il risultato del test è stato positivo, inquanto durante e dopo il test non sono stati riscontrati danni alla serratura ed al cablaggio, inoltre il *layout* del cablaggio non ha presentato alcun tipo di criticità, come riportato dalla relazione di laboratorio:

*“POSITIVE RESULT= during and after the test there was no evidence of damage to the hood latch and wiring. there seems to be no criticality for the wiring layout”.*

I fori creati nella *table* permettono il collegamento a basi di supporto; inoltre la *table* garantisce un collegamento alle basi di supporto privo di qualsiasi risonanza.

Il bloccaggio sulla *table* avviene attraverso viti di fissaggio: diciassette inserti in acciaio, disposti radialmente sulla piastra, provvedono un collegamento rigido per gli specifici tests. Normalmente questi inserti sono provvisti di profonde filettature femmina (M10 x 17 mm) ma possono essere sostituiti anche con altri inserti di altre dimensioni e filettature diverse per scopi particolari. È stato necessario disegnare tramite software CAD di progettazione 3D CATIA V5 e realizzare una piastra di supporto appositamente per il tipo di serratura, in modo da poter simulare in modo più fedele possibile la configurazione con la quale sarà installata sul veicolo e permettere di eseguire il test con set up differenti per ogni asse.

### **3.2.2. TEST NEBBIA SALINA**

I test di corrosione vengono realizzati per verificare la resistenza di un materiale o di un rivestimento al processo che si innesca naturalmente con la reazione, chimica o elettrochimica, dovuta all'aggressione di agenti ossidanti quali, ad esempio, ossigeno atmosferico, umidità, gas, soluzioni corrosive.

La valutazione della resistenza alla corrosione viene effettuata anche sottoponendo i materiali a diretto contatto con agenti chimici in condizioni di temperatura, umidità ed esposizione controllati e standardizzati. In funzione del materiale e del fenomeno corrosivo da analizzare, si possono applicare più standard ognuno specifico di una determinata attività; in alternativa può essere predisposto un ciclo ad hoc su specifica richiesta del cliente.

Le prove di corrosione in camera con nebbia salina sono riconosciute a livello normativo mondiale, ISO9227, ASTM B117, tra le più efficaci nel simulare la reale

durata di vita di un materiale, o di un particolare trattamento, e la sua resistenza al deterioramento in ambienti aggressivi.



*Figura 15: Dry corrosion test cabinet*

Questo tipo di test consiste in cicli di nebbia salina seguiti da fasi di essiccazione ad umidità relativa; viene eseguito in conformità con le norme UNI 9399 e UNI 9590 per evidenziare in breve tempo e, soprattutto, in modo riproducibile, i fenomeni di corrosione che si innescano al di sotto del film protettivo. Particolare attenzione è data alla generazione della nebbia salina, che si deposita in modo uniforme cadendo sul campione, innescando l'inizio di un potente attacco corrosivo quando l'acqua è evaporata durante la fase di essiccazione. Le camere per prove di corrosione sono completamente realizzate in materiale plastico anticorrosivo, e sono programmabili tramite un sistema di controllo basato su PLC.

### Principali caratteristiche:

- dosaggio ad alta definizione e spruzzo ad alta precisione della soluzione salina tramite atomizzazione;
- cappa trasparente utile per controlli visivi esterni;
- possibilità di blocco automatico del test in corso nel caso di apertura involontaria della cappa;
- manometro con valvola regolatrice per il controllo manuale del flusso d'aria compressa;
- flussimetro per la lettura del flusso della soluzione salina;
- realizzazione test in accordo alle normative VDA e SAE J2334.

Sono stati sottoposti al test 14 ganci di sicurezza in condizioni differenti. Tutti i pezzi erano stati sottoposti al vibratore per 60 minuti, 7 dei quali avevano subito un trattamento termico a 180°C per 96 ore. I campioni vengono posizionati all'interno della camera, appesi tramite delle fascette in plastica a dei supporti ed immersi in una specifica atmosfera costituita da una nebbia salina. Quest'ultima deriva dall'atomizzazione (spray) di una soluzione acquosa di NaCl che viene mantenuta ad una temperatura di 35 °C e a pressione costante. La durata totale del test è di 480 ore, come richiesto specificatamente dal cliente.

Samples	Pre-Condition	Pre-Condition
1 - 7	Shaked for 60 minutes on bowl feeder	Heat aging at 180°C for 96 hours
8 - 14	Shaked for 60 minutes on bowl feeder	/

*Figura 16:* tabella caratteristiche componenti

Si effettua un primo controllo dopo 120 ore dall'avvio del test. I componenti testati con e senza condizionamento termico (invecchiamento termico), per essere conformi



devono presentare una corrosione del rivestimento al massimo grado fino alla modifica S5 secondo DIN 34804, come illustrato dalla figura x:



*Figura 17:* massimo grado di corrosione ammesso dopo 120 ore in nebbia salina

L'ultimo check viene effettuato a fine test, dopo 480 ore. Affinché siano adatti e superino il test, sui campioni analizzati non deve verificarsi corrosione del metallo di base e nessuna dispersione di corrosione lungo la linea di incisione, con e senza condizionamento termico (invecchiamento termico).

Come si evince dai risultati ottenuti, il primo check dopo 120 ore è stato positivo, ed i ganci hanno rispettato le caratteristiche richieste. Dopo l'ultimo check, a 480 ore, il risultato è stato non conforme alle specifiche richieste dal cliente.

First check





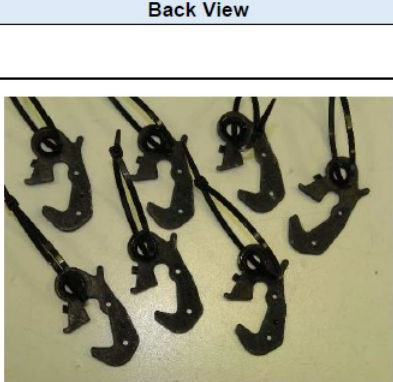


SAMPLE 1 – 7 WITH THERMAL AGING after 120 hours		
Front View	Requirements	Result
	coating corrosion up to a maximum degree of change S5 is permissible  <i>change S5</i>	<div style="background-color: green; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">OK</div>
Back View 		
SAMPLE 8 – 14 WITHOUT THERMAL AGING after 120 hours		
Front View	Requirements	Result
	coating corrosion up to a maximum degree of change S5 is permissible	<div style="background-color: green; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">OK</div>
Back View 		
	 <i>change S5</i>	<div style="background-color: green; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">OK</div>

Figura 18: report test nebbia salina dopo 120 ore

Final check





SAMPLE 1 – 7 WITH THERMAL AGING after 480 hours		
Front View	Requirements	Result
	5 samples on 7 present some base metal corrosion spots on the surface and along the scribe line.	KO
<b>Back View</b> 		
SAMPLE 8 – 14 WITHOUT THERMAL AGING after 480 hours		
Front View	Requirements	Result
	6 samples on 7 present some base metal corrosion spots on the surface and along the scribe line.	KO
<b>Back View</b>		
		
RISULTATO POSITIVO POSITIVE RESULT <input type="checkbox"/>	RISULTATO NEGATIVO NEGATIVE RESULT <input checked="" type="checkbox"/>	NECESSARIE ULTERIORI PROVE MORE TESTS NEEDED <input type="checkbox"/>

Figura 19: report test nebbia salina dopo 480 ore

### 3.2.3. PROVA A TRAZIONE

La misurazione della forza in ambito industriale è necessaria per determinare con precisione alcuni parametri ed eseguire test non distruttivi sui materiali o i prodotti finiti per verificarne la tenuta, la resistenza ed il carico di rottura quando sottoposti a forze di trazione o di compressione. Si tratta di test tra i più diffusi e trasversali a moltissimi ambiti produttivi.

Le prove di trazione sono generalmente semplici, relativamente poco costose e completamente standardizzate. Nello specifico consiste nel sottoporre un provino di materiale, opportunamente prelevato e preparato, ad uno sforzo di trazione (che nella maggioranza dei casi si prolunga fino alla rottura) allo scopo di determinare una serie di caratteristiche meccaniche. Effettuando una trazione, possiamo determinare molto rapidamente come il materiale reagisce alle forze che sono applicate. Poiché il materiale viene tirato, si trova la sua resistenza in termini di elasticità e allungamento. Si ottiene una curva che rappresenta il comportamento del materiale su di un grafico forza/allungamento, nella quale si possono distinguere diverse zone in base al comportamento del provino.

I punti indicati sulla curva rappresentano:

1. carico al limite di proporzionalità;
2. carico di snervamento superiore;
3. carico di snervamento inferiore;
4. carico massimo;
5. carico ultimo.

Un primo breve tratto rettilineo (0-1) dove il provino ha comportamento elastico nel quale, in caso di interruzione della prova con rimozione del carico, il provino ritornerà esattamente nella posizione iniziale assumendo la forma e le dimensioni originali;

il tratto curvo (1-2) dove il comportamento mantiene una caratteristica ancora di elasticità. In questo caso si parla di elasticità non lineare e precede la fase di snervamento; la fase di snervamento (2-3) che si manifesta con una rapida riduzione del carico rimanendo per un tratto stazionario mentre la deformazione cresce notevolmente.

L'ultima fase è rappresentata dal carico massimo (4), e dal punto di rottura (5). In questa fase il carico raggiunge un picco e poi decresce fino alla rottura finale. In base al tipo di materiale ed ai trattamenti subiti, si riscontrano comportamenti differenti. Questo tipo di test può essere effettuato sia al singolo componente, più spesso il gancio ed il gancio di sicurezza, essendo le parti più sollecitate direttamente a trazione; oppure si può svolgere il test all'intera serratura assemblata, in maniera tale da studiarne il comportamento e le eventuali criticità.

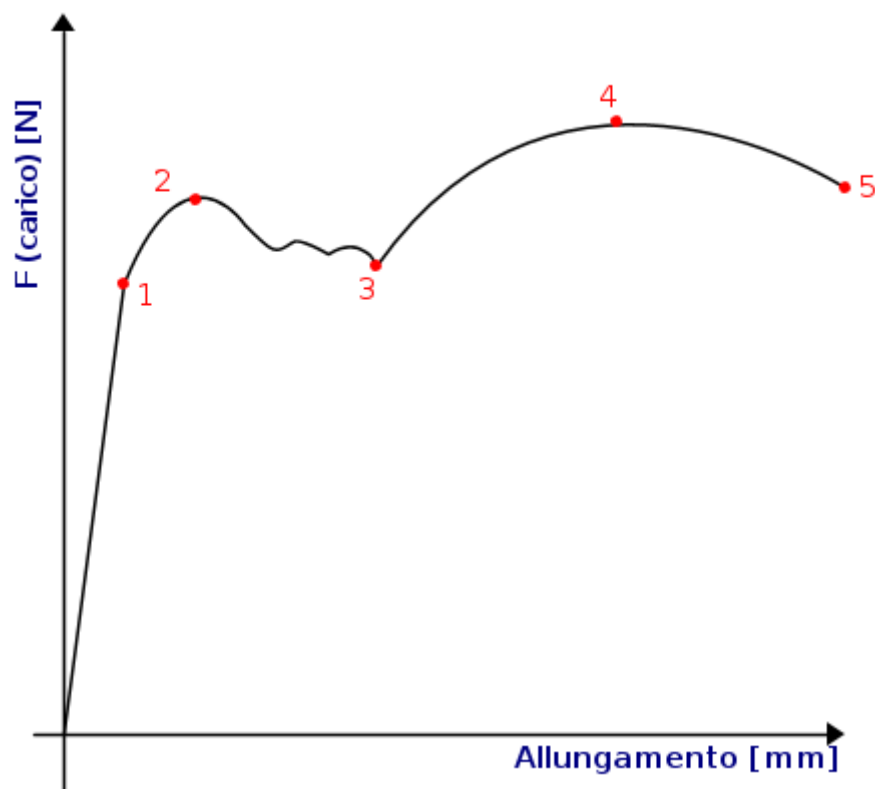


Figura 20: grafico forza/allungamento



*Figura 21:* dinamometro per prova a trazione e computer per rappresentare il diagramma forza/allungamento

Nella serratura progettata non c'è stato bisogno di effettuare il test a trazione essendo un parametro già noto da meccanismi aventi componenti simili testati in precedenza.

### **3.2.4. TEST SHOCK TERMICO**

La quasi totalità dei prodotti industriali, dei componenti meccanici ed elettronici, siano essi semplici o sistemi complessi, devono poter garantire buone prestazioni ed affidabilità in tutte le condizioni operative di normale funzionamento cui potrebbero essere sottoposti durante la propria vita. Esistono, infatti, diversi scenari climatici estremi che si presentano durante il ciclo di vita di molti prodotti. Tali condizioni si possono verificare sia durante il funzionamento, sia durante il trasporto o l'immagazzinamento.

Le prove di shock termico vengono utilizzate per testare la capacità di adattamento e resistenza dei materiali a repentine variazioni di temperatura. A tal fine il campione viene trasferito periodicamente da una camera fredda (fino a  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) ad una camera calda (fino a  $+180\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) secondo le indicazioni fornite dal committente.

Il sistema meccanico di raffreddamento di una camera climatica è costituito da un sistema a circuito chiuso i cui componenti principali sono:

- compressore;
- condensatore;
- valvola di espansione;
- evaporatore.

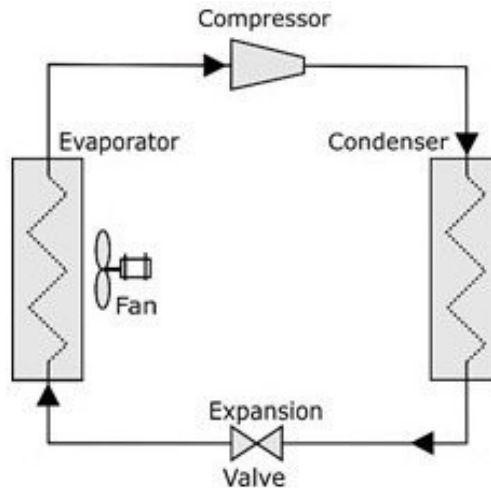


Figura 22: schema di raffreddamento

Attraverso la compressione e la successiva espansione di un gas refrigerante, il processo raffredda uniformemente il vano prova.

Il sistema di riscaldamento è costituito da delle resistenze elettriche posizionate in prossimità del sistema di ventilazione: l'aria riscaldata viene convogliata attraverso la ventilazione all'interno del vano prova che viene quindi riscaldato.

L'azione delle funzioni di raffreddamento e riscaldamento viene regolata dal PLC in base ai parametri del ciclo impostato dall'operatore per garantire le prestazioni richieste.

Il provino viene disposto all'interno di un cestello mobile che lo porta dal comparto freddo al comparto caldo e viceversa per un elevato numero di cicli. Il passaggio del provino da uno all'altro viene effettuato in tempi molto rapidi (di solito entro 10 secondi). Se all'esposizione ai ripetuti cicli corrispondono grandi espansioni e contrazioni di volume, il materiale potrebbe andare incontro a forti tensioni meccaniche e, talvolta, fino alla rottura.

Tramite questo tipo di test viene analizzato anche il comportamento del cablaggio e dei componenti elettronici, inquanto, se lo shock termico che subisce il componente risulta maggiore della massima resistenza del materiale, potrebbero verificarsi dei



seri guasti nei circuiti elettrici. Ciò che può emergere in particolari difettosi è la rottura delle saldature, qualora i materiali utilizzati abbiano diversi coefficienti di espansione termica o se il processo di saldatura non ha adottato il corretto profilo termico.

L'utilizzo di una camera climatica per prove di shock termico risulta di importanza rilevante per portare alla luce potenziali difetti di componenti (come spesso accade per i componenti costampati e resine) o processi di produzione (ad esempio particolari saldature), al fine di operare, nella fase di progettazione del processo produttivo, le modifiche necessarie all'ottimizzazione del prodotto.

### **3.2.5. PROVA IN CAMERA ANECOICA**

La camera anecoica viene utilizzata per compiere test o sperimentazioni di tipo acustico in quanto ambiente progettato per essere privo di eco.

Queste camere vengono utilizzate nei casi in cui è necessario ricreare la situazione di uno spazio aperto potenzialmente infinito, per testare come si comporta un determinato strumento, macchinario o dispositivo nella condizione di silenzio assoluto o per effettuare misurazioni molto precise senza la presenza di rumori che possano interferire con il test.

Per realizzare una camera anecoica è necessario rivestire le pareti, il soffitto ed il pavimento con dei materiali fortemente fonoassorbenti, spesso di forma piramidale al fine di aumentarne la superficie esposta, in modo che il suono venga assorbito e non venga invece riflesso dalle superfici, per avere eco ed interferenze ridotte al minimo.

Quella presente nel centro di ricerca e sviluppo della sede di Osimo si tratta in realtà di una camera semi-anecoica, in quanto il pavimento è di cemento e non è una rete sospesa al centro della cavità isolata acusticamente, quindi i test sono da fare sempre, secondo le normative, con un pavimento d'appoggio.

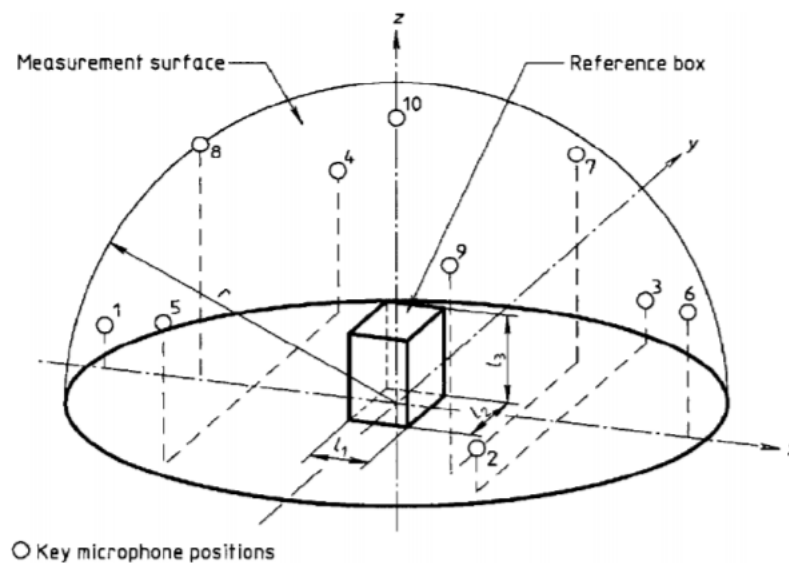


Figura 23: posizione della sorgente e dei microfoni

Al centro della camera viene posizionata la serratura da testare, su di un treppiedi viene adattata una piastra necessaria per fissare la serratura in modo tale che sia posizionata ad un metro di altezza dal suolo e viene collegata tramite un cablaggio ad un interruttore in modo da poterla azionare a distanza per non interferire creando un'altra fonte di rumore. Tutto intorno alla serratura, a distanza di un metro, vengono posti dieci microfoni a cupola per rilevare rumorosità e vibrazioni. Un altro microfono viene posizionato a distanza maggiore in un punto qualsiasi della camera e viene utilizzato per captare ed annullare il rumore di fondo che può essere generato dalle apparecchiature elettroniche utilizzate per il rilevamento.

Infine, tutti i dati rilevati vengono analizzati, confrontati ed eventualmente corretti secondo gli standard richiesti dal cliente.

### 3.3. CONTROLLO QUALITÀ

La qualità è l'insieme delle proprietà e delle caratteristiche di un prodotto, necessarie a soddisfare le esigenze del cliente. Per soddisfare determinati requisiti di qualità è

necessario che l'azienda attui una garanzia sulla qualità, cioè quell'insieme di azioni pianificate, necessarie a garantire che un prodotto abbia i requisiti di qualità richiesti. I termini e le definizioni sono regolati dalle norme UNI EN ISO 9000:2000, emanate dai Paesi facenti parte del CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione), che definiscono i criteri per la conduzione aziendale della qualità e gli elementi per i sistemi di gestione per la qualità aziendali.

Il controllo qualità di un'azienda è uno strumento utile a prevenire qualsiasi tipo di problema che si potrebbe presentare sul prodotto finito, ma anche alla gestione dei rapporti con i fornitori, chiamati a garantire lo standard qualitativo richiesto per la fornitura di prodotti e materie prime che soddisfino le richieste del cliente. Interviene in diverse fasi, da quella preliminare all'ingresso delle materie prime, per non immettere in produzione materiali non conformi agli standard richiesti, al processo produttivo vero e proprio, e al collaudo finale sul prodotto finito.

Viene nominato il responsabile del controllo qualità, *Quality Manager* o *Quality Control Manager*, che definisce le caratteristiche fondamentali che il prodotto offerto deve avere per poter essere commercializzato. Sulla base degli elementi individuati, adotta un Sistema di Gestione della Qualità (SGQ) per assicurare che il prodotto finale corrisponda alle specifiche tecniche desiderate. Il responsabile qualità elabora le procedure necessarie per controllare il flusso di produzione e assicurare il raggiungimento degli standard di qualità (Quality Assurance, la garanzia di qualità) in tutte le fasi di lavorazione, fino alla realizzazione del prodotto finito. Pianifica le attività di controllo, i test (distruttivi e non distruttivi) e gestisce il sistema di documentazione dei vari passaggi, per verificare che i processi produttivi rispettino le normative in vigore. Il responsabile qualità collabora in questa fase anche con i responsabili di produzione e con quelli di progettazione, per verificare l'effettiva messa in pratica delle procedure di controllo qualità.

Il controllo di qualità può essere attuato in modo:

- sistematico al 100%;
- statistico.

Con il controllo sistematico al 100% vengono controllati tutti i pezzi ad ogni traguardo del processo produttivo, in modo da avere la certezza che rispettino la qualità desiderata. In questo modo è possibile riconoscere e rimuovere tutti gli elementi difettosi rilevati. Può essere svolto da un sistema automatico di controllo. È un sistema antieconomico, soprattutto nella produzione di grandi quantità in serie.

Il controllo statistico viene effettuato invece su un numero limitato di pezzi (campione) estratto casualmente dall'insieme di lotti (popolazione). I risultati ottenuti dall'analisi dei campioni sono attribuiti, con una probabilità di errore, a tutti i lotti, che verranno accettati o scartati interamente, senza la separazione dei pezzi difettosi.

Le tecniche fondamentali per effettuare il controllo statistico sono:

- per attributi: si verifica se sul prodotto è presente o assente una determinata caratteristica o proprietà richiesta;
- per variabili: serve per controllare con continuità un parametro variabile mediante degli strumenti dotati di scala graduata;
- per difetti: si valutano il numero di imperfezioni presenti sul prodotto, ottenendo il numero di difetti e viene assegnato un punteggio ricavato dalla somma dei punteggi parziali attribuiti al tipo di difetto;
- per accettazione: si applica per accettare o rifiutare le materie prime o i componenti provenienti dai fornitori esterni, effettuando un campionamento sulla popolazione.

L'indagine statistica prevede 7 punti:

- raccolta dati;
- istogramma;
- diagramma causa-effetto;
- schede di controllo;

- diagramma di Pareto;
- diagramma di correlazione;
- carte di controllo.

La raccolta dati serve ad acquisire informazioni quantitative e qualitative che consentono di valutare e controllare il processo produttivo. I dati vengono inseriti in dei *fogli* in modo da avere uno schema semplice e sintetico della situazione.

L'analisi dei dati raccolti permette per definire se accettare o rifiutare il lotto. Si ricava il valore medio, detto valore atteso, la frequenza con cui ogni singola misura compare, il grado di dispersione e si disegna poi un istogramma. Viene realizzato per facilitare la valutazione delle caratteristiche di un campione di pezzi prelevato da una popolazione. Se il processo produttivo non è soggetto ad errori sistematici, allora l'istogramma sarà di forma regolare e simmetrica.

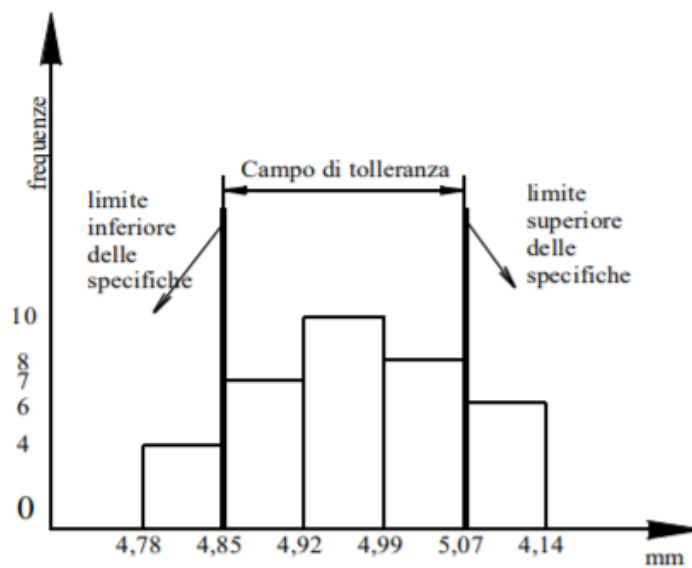


Figura 24: Istogramma

Le unità prodotte durante una lavorazione non risultano mai perfettamente uguali, le differenze possono derivare da molteplici cause, che possono essere raggruppate in quattro gruppi fondamentali: manodopera, materiali, metodi di lavorazione, attrezzature.

Lo studio delle differenze di lavorazione, mediante il diagramma causa-effetto, prevede il disegno di una freccia centrale e di altre quattro ai due lati rappresentanti le quattro motivazioni principali ai due lati, detto anche a lisca di pesce. Ad ogni addetto viene richiesto di indicare una o più motivazioni del difetto riscontrato aggiungendo al grafico una ulteriore ramificazione.

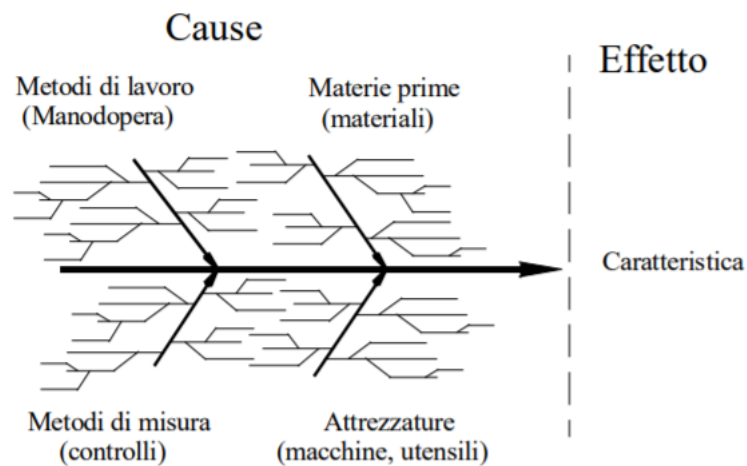


Figura 25: Diagramma causa-effetto con diverse ramificazioni

Il diagramma di Pareto è un diagramma a blocchi, sull'asse delle ascisse sono indicati i difetti riscontrati, su quello delle ordinate le frequenze, relative ed assolute, con cui essi compaiono. I difetti sono ordinati in modo decrescente, in base alla loro frequenza ed importanza (soprattutto in termini di costi). Questo tipo di grafico aiuta a stabilire quali sono i fattori che influenzano maggiormente un dato fenomeno. Si focalizza immediatamente l'attenzione su quelli che si presentano con maggiore frequenza e che quindi devono essere eliminati prima.

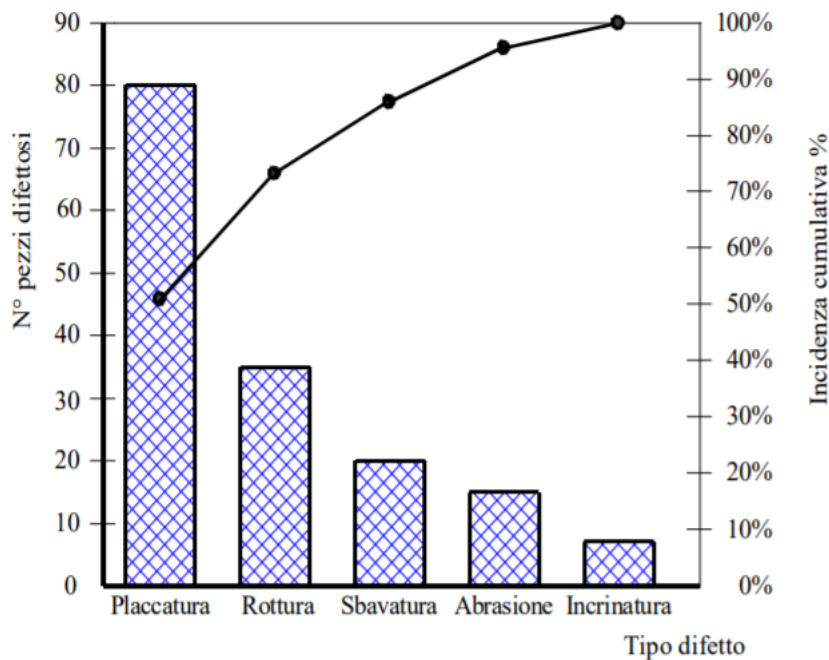


Figura 26: Diagramma di Pareto

Mediante il diagramma di correlazione si ha la possibilità di verificare l'esistenza di una correlazione tra una o più variabili. Maggiore sarà la correlazione tra le variabili, più vicini saranno i puntalongo la linea. Si può ottenere una relazione diretta, indiretta o casuale a seconda della dispersione dei punti ottenuta all'interno del grafico.

Infine, le carte di controllo, sono lo strumento statistico più utilizzato per tenere sotto controllo una lavorazione. Infatti esse sono il mezzo più idoneo per controllare se una particolare lavorazione sta rispettando o meno tutti gli standard qualitativi prefissati. Vengono riportate le medie delle misurazioni effettuate durante il processo di produzione.

Le carte di controllo consentono di valutare se un fenomeno si trova sotto controllo statistico. Sono utili a rilevare la presenza di problemi, mettendo in evidenza eventuali tendenze.

La carta di controllo è costituita da una linea centrale, un limite inferiore (*lower control limit*) ed un limite superiore (*upper control limit*), che rappresentano il valore attorno al quale dovrebbero trovarsi le misurazioni della caratteristica presa in analisi per risultare conforme, in presenza cioè della sola variabilità naturale. Durante un processo di produzione sono presenti due tipi di variabilità:

- Variabilità naturale, cioè quella dovuta a cause incontrollabili, impossibile da eliminare, che non influenza in maniera significativa la produzione;
- Variabilità sistematica, dovuta ad errori durante la produzione, materie prime difettose o problemi ripetuti dei macchinari.

L'obiettivo della carta di controllo è quello di individuare la presenza di variabilità sistematica nel processo. Se all'interno del processo produttivo è presente una variabilità sistematica, uno o più punti si troveranno all'esterno dell'area delimitata dai limiti di controllo inferiore e superiore, in tal caso si derà che il processo è fuori controllo.

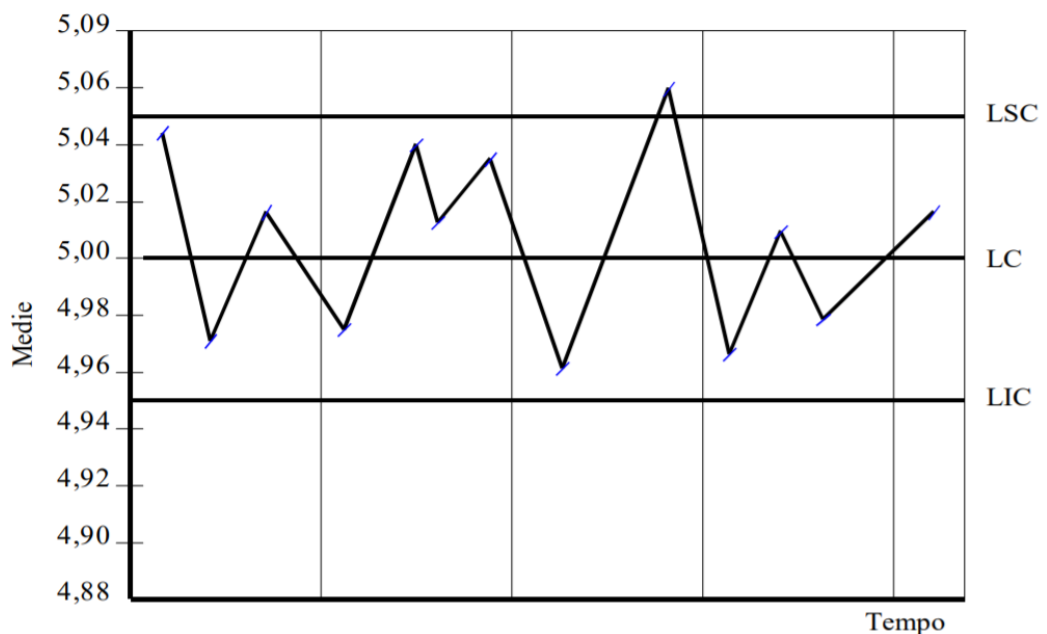


Figura 26: Carta di controllo



Spesso si considera che la qualità, la progettazione e la produzione siano aspetti distinti del processo produttivo. Nei fatti, come si è potuto vedere, non è assolutamente così ed anzi gli indicatori della qualità ci consentono di avere dei segnali diretti sull'andamento della produzione.

L'efficienza di un reparto produttivo è il risultato della concatenazione precisa di una serie di fattori, e l'ottimizzazione di ogni singola operazione del processo permette di sfruttare al meglio risorse e diminuire sprechi e tempo prezioso.

Di norma, però, il Controllo Qualità risulta tutt'altro che ottimizzato: gli addetti ai lavori interrompono il flusso produttivo per redigere la documentazione necessaria.

Al contrario, se una linea produttiva avesse la possibilità di effettuare le operazioni di controllo tramite dispositivi mobili, sfruttando le tecnologie legate all'Industria 4.0, verrebbe meno la necessità di fermare le macchine e rallentare il completamento del lotto. Infatti, tramite la rilevazione automatizzata dei dati, ogni operazione di verifica potrebbe essere effettuata in maniera meccanica e in tempo reale. Di questo argomento tratteremo meglio nel cap. 4.

## 4. UNO SGUARDO AL FUTURO

È inevitabile trattare della progettazione industriale senza parlare di *Lean Production* e di Industria 4.0.

### 4.1. LEAN PRODUCTION

Per *Lean Production*, letteralmente Produzione Snella, si intende fondamentalmente semplificare il lavoro e ridurre gli sprechi all'interno dell'azienda mediante principi, metodi e tecniche per la gestione dei processi produttivi, logistici, amministrativi e di progettazione e sviluppo del prodotto che, applicati in modo organico, consentono di portare all'eccellenza i processi operativi dell'azienda.

La *Lean Production* è basata su cinque principi chiave:

- *Value*: Identificare il “valore” che il proprio cliente è disposto a pagare ed eliminare tutto ciò che non rientra in tale definizione, ovvero gli sprechi. È di fondamentale importanza definire il valore del prodotto secondo la prospettiva del cliente, così che si possa procedere alla rimozione passo dopo passo di tutte le attività che non generano valore;
- *Map*: Mappare il flusso del valore, individuando così le attività realmente a valore aggiunto e quelle invece eliminabili. Una volta definito cos'è il valore per il cliente, è necessario concentrarsi sull'analisi delle attività che lo creano. L'analisi coinvolge tutte le attività che vanno dalla progettazione, alla gestione dell'ordine fino alla produzione del prodotto, identificando, ovvero mappando le attività che creano valore percepito come tale dal cliente, le attività che non creano valore, ma che sono indispensabili e che quindi non possono essere immediatamente eliminate, e le attività che non creano valore e che possono essere eliminate da subito;
- *Flow*: Ottimizzare il flusso di creazione del valore in modo che scorra senza interruzioni e con tempi di attraversamento del materiale ridotti. Dopo aver definito il valore e dopo che il flusso di valore è stato completamente

mappato eliminando ogni tipo di spreco, ci si concentra sulle attività che creano valore. L'obiettivo è fare in modo che queste attività fluiscano in modo costante e continuo. Per fare questo bisogna riorganizzare il lavoro, che tipo di attrezzature impiegare per facilitare la produzione al fine di evitare flussi a ritroso, scarti e fermate;

- *Pull*: Produrre solo quello che il cliente vuole, quando lo vuole e nelle esatte quantità richieste. Ciò significa che le attività a valore, pur dovendo procedere in modo continuo, devono essere “tirate” (cioè innescate) dal cliente stesso, altrimenti si rischia di generare un costo correlato alle attività senza generare valore, ricadendo nello spreco;
- *Perfection*: Mirare alla perfezione attraverso il continuo miglioramento. Il processo di miglioramento (individuazione e riduzione degli sprechi, miglioramento del flusso, focalizzazione sul valore per il cliente) non deve avere mai fine, anche perché il valore per il cliente cambia nel tempo.

La *Lean Production*, dunque, interviene su tutti gli sprechi individuati all'interno dell'azienda compresi quelli relativi ai movimenti superflui degli operatori che, oltre a non aggiungere valore ai processi interni, aumentano anche il rischio di danni e infortuni.

## **4.2. INDUSTRIA 4.0**

Con il termine Industria 4.0 si vuole indicare una tendenza dell'automazione industriale che integra nuove tecnologie produttive al fine di creare nuovi modelli di business, aumentare la produttività e la qualità produttiva degli impianti già esistenti.

L'Industria 4.0 passa per il concetto di *smart factory*, che si compone di tre parti:

- *Smart production*: nuove tecnologie produttive che creano collaborazione tra tutti gli elementi presenti nella produzione ovvero collaborazione tra operatore, macchine e strumenti;

- *Smart service*: tutte le infrastrutture informatiche e tecniche che permettono di integrare i sistemi ma anche tutte le strutture che permettono, in modo collaborativo, di integrare le aziende (fornitore – cliente) tra loro e con le strutture esterne (strade, hub, gestione dei rifiuti, ecc.);
- *Smart energy*: ponendo particolare attenzione ai consumi energetici, creando sistemi più performanti e riducendo gli sprechi di energia secondo gli standard tipici dell'energia sostenibile.

Cebi nel contesto della transizione verso la quarta rivoluzione industriale, ha lanciato nell'aprile 2018 un'importante Progetto Industria 4.0, denominato “Stability 4.0” nella sua sede di produzione in Lussemburgo dove è presente anche la sede centrale. Questo passaggio al digitale consentirà all'intero Gruppo di aumentare l'efficienza generale degli impianti (OEE: *Overall Equipment Effectiveness* è un indicatore globale di efficienza delle risorse produttive raccogliendo e analizzando sistematicamente i dati di produzione) raccogliendo ed analizzando sistematicamente tutti i dati di produzione. Una volta trasformati in informazioni utili, gli algoritmi di Intelligenza Artificiale analizzano i dati raccolti per fornire delle analisi approfondite e raccomandazioni su ulteriori decisioni al fine di migliorare la produzione, prevedere guasti ed anomalie.

Il concetto di Industria 4.0 mira a consentire alle macchine di condividere i propri dati, comunicare e persino controllare altre macchine. Per rendere questo progetto una realtà, Cebi collaborerà con ricercatori e con le migliori aziende specializzate in analisi dei dati e intelligenza artificiale.

L'automazione della produzione è un elemento chiave del processo produttivo di Cebi e questo nuovo progetto è la conseguenza verso tecnologie di produzione avanzate.

## 5. CONCLUSIONI

In questo lavoro di tesi è stato analizzato il processo di progettazione e sviluppo delle serrature cofano per autoveicoli descrivendolo in ogni sua fase.

Dopo una breve presentazione dell'azienda, leader mondiale nella progettazione e produzione di componenti elettromeccanici per autoveicoli, presso la quale è stato svolto il lavoro di tirocinio, vengono analizzati i sistemi di chiusura cofano. Sono stati descritti i componenti e le caratteristiche, il meccanismo di funzionamento ed il ruolo che svolge ogni singolo componente dei sistemi di chiusura e vengono illustrate le funzionalità della distinta base.

Successivamente sono state considerate tutte le fasi ed i metodi di progettazione considerando l'avvio, la pianificazione, l'esecuzione e la chiusura di un progetto in maniera generale.

Si è preso in analisi il problema dell'organizzazione della linea produttiva e quindi lo studio del *layout*, passo fondamentale per poter avviare la produzione. Sono state descritte le diverse tipologie di *layout*, ponendo particolare attenzione al *layout* per prodotto con produzione in linea, analizzandone vantaggi e svantaggi e motivando la scelta di tale configurazione. Si è dunque descritta la linea di assemblaggio di una serratura del tipo MBL Evo, costituita da 7 stazioni di lavoro indipendenti poste a cascata.

Vengono descritti i test che sono stati svolti sia sui singoli componenti che sul prodotto finito, necessari a garantire gli standard qualitativi che caratterizzano l'azienda, e per soddisfare le richieste che variano da cliente a cliente. I test svolti hanno riguardato prove di vibrazione, test in nebbia salina per verificare la resistenza alla corrosione, prove a trazione, test di shock termico e prove in camera anecoica per valutare la rumorosità del prodotto.

Sono stati analizzati in particolare i test di corrosione in nebbia salina e la prova di vibrazione, per le quali abbiamo potuto riportare i risultati forniti dal laboratorio interno, mentre per le altre prove descritte non è stato possibile riportare i risultati

inquanto rientrano nell'accordo di riservatezza e nello sviluppo del *know how* dell'azienda.

Viene descritto il reparto che si occupa del controllo qualità per garantire che vengano rispettati gli standard qualitativi aziendali e le richieste del cliente. È stata presentata la figura del *Quality Manager* che definisce le caratteristiche fondamentali che il prodotto offerto deve avere per poter essere commercializzato. Sono state descritte le modalità con le quali può essere attuato un controllo qualità, cioè mediante controllo sistematico al 100% o controllo statistico. Vengono considerate le tecniche fondamentali per effettuare un controllo statistico e sono stati descritti i punti previsti da tale metodo.

Infine viene trattata la *Lean Production* descrivendone i principi chiave necessari a ridurre gli sprechi all'interno dell'azienda. È stato introdotto il concetto di Industria 4.0, descritte le parti di cui si compone e come l'azienda Cebi intende effettuare il passaggio al digitale col fine di aumentare l'efficienza degli impianti ed analizzare e raccogliere i dati necessari a migliorare produttività e qualità produttiva.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

Andreini M. et al., Manuale dell'Ingegnere Meccanico, Hoepli, 2002.

Pareschi A., Impianti meccanici per l'industria, Esculapio, 2009.

Dispense di Napoli C., Ciclo di lavorazione e controllo qualità.

Materiale didattico del corso di Impianti Meccanici del Prof. Giacchetta.

Dispense di formazione ad uso interno di Cebi Italy s.p.a

Angelantoni, Manuale Utente.

## 7. SITOGRAFIA

<https://www.cebi.com/en>

<https://www.smactory.com/applicazioni/>

<https://www.mate-lab.com/test-misure/>

<https://twproject.com/about/>