



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

**"DEFINIZIONE DEI CONTROLLI SUL PRODOTTO E
SUL PROCESSO INDUSTRIALE, ANALISI DI CAPACITÀ
MACCHINA E DEI SISTEMI DI MISURA IN UN
PROCESSO PRODUTTIVO: IL CASO CEBI S.P.A."**

**"DEFINITION OF PRODUCT AND INDUSTRIAL
PROCESS CONTROLS, ANALYSIS OF MACHINE
CAPACITY AND MEASURING SYSTEMS IN A
PRODUCTION PROCESS: CEBI S.P.A CASE STUDY"**

Relatore:
Prof. Carmine Dazj

Tesi di Laurea di:
Lorenzo Sabbatini

Correlatore:
Ing. Gaetano Sessa

Anno Accademico 2020/2021

INDICE

INTRODUZIONE.....	6
CAPITOLO I – LA QUALITÀ: L’EVOLUZIONE DELLA SCIENZA E LA DIFFUSIONE IN AZIENDA	8
1.1 “UNA” DEFINIZIONE DI QUALITÀ.....	8
1.2 LE COMPONENTI DELLA QUALITÀ	10
1.3 L’EVOLUZIONE DEL CONCETTO DI QUALITÀ	12
1.3.1 LE ORIGINI E L’ETÀ PREINDUSTRIALE.....	12
1.3.2 LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE.....	12
1.3.3 LA PRIMA METÀ DEL ‘900	13
1.3.4 LA SECONDA METÀ DEL ‘900	14
1.4 LE NORME DELLA SERIE ISO 9000	15
1.4.1 LA NORMA ISO 9001	15
1.4.2 LA NORMA ISO 9004	16
1.4.3 LA NORMA ISO 14001	17
1.4.4 LA NORMA IATF 16949	17
1.5 I PRINCIPI DI GESTIONE DELLA QUALITÀ.....	18
1.6 I COSTI LEGATI ALLA QUALITÀ.....	20
1.6.1 COSTI DELLA QUALITÀ	21
1.6.2 COSTI DELLA NON QUALITÀ.....	21
1.6.3 COSTI O OPPORTUNITÀ?.....	22
CAPITOLO II – CEBI GROUP: L’AZIENDA E I PRODOTTI.....	23
2.1 L’AZIENDA E I PRINCIPI FONDAMENTALI	23
2.2 LA STORIA.....	24
2.3 LOCATIONS.....	25
2.4 BUSINESS SECTORS.....	27
2.4.1 AUTOMOTIVE.....	27

2.4.2	ELETTRODOMESTICA	29
2.4.3	VENTILAZIONE.....	29
2.4.4	MOBILITÀ ELETTRICA	29
2.5	IL SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ E I RELATIVI PROCESSI	30
2.6	CEBI ITALY.....	31
2.6.1	MISSION, VISION E STRATEGIA DI BUSINESS	31
2.6.2	IL PROCESSO PRODUTTIVO.....	32
2.6.3	CEBI ANCONA.....	33
CAPITOLO III – PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI UN PRODOTTO E DEL RELATIVO PROCESSO		35
3.1	ANALISI DELLA FATTIBILITÀ.....	36
3.2	PROGETTAZIONE E SVILUPPO DEL PRODOTTO	37
3.3	PROGETTAZIONE E SVILUPPO DEL PROCESSO	38
3.4	VALIDAZIONE PRODOTTO E PROCESSO	39
3.5	RAMP-UP	40
CAPITOLO IV – IL PROGETTO: L’ATTUATORE SCS IOE E LA LINEA DI ASSEMBLAGGIO SCS10.....		41
4.1	L’ATTUATORE SCS IOE	41
4.2	LA LINEA DI ASSEMBLAGGIO SCS10	43
4.2.1	LAYOUT	43
4.3	I COMPONENTI E LE CARATTERISTICHE CHIAVE	45
4.3.1	DISTINTA BASE ED ELENCO COMPONENTI	45
4.3.2	DISEGNI TECNICI	50
4.3.3	SCELTA DELLE CARATTERISTICHE CHIAVE.....	52
CAPITOLO V – LA DOCUMENTAZIONE DI PROCESSO		55
5.1	“FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS” (FMEA).....	55
5.1.1	DESIGN FMEA.....	55
5.1.2	PROCESS FMEA	57

5.2	CONTROL PLAN	59
5.3	CONTROLLO IN ACCETTAZIONE DEI COMPONENTI	64
5.3.1	DEFINIZIONE E VARIE TIPOLOGIE.....	64
5.3.2	ACCETTAZIONE ARRIVI IN CEBI	66
5.4	BENESTARE DI AVVIO PRODUZIONE	68
5.5	PIANO DI FABBRICAZIONE E CONTROLLO (PFC).....	69
5.6	CONTROLLI RINFORZATI GP12	70
5.7	AUDIT DI PRODOTTO FINITO E AUDIT DI PRODOTTO FINITO DA MAGAZZINO PRODOTTI FINITI	72
5.8	REACTION PLAN.....	73
5.9	8D REPORT	74
5.10	RESI E RECLAMI DAI CLIENTI.....	75
CAPITOLO VI – STUDIO DI PROCESSO E MACCHINA: INDICI DI CAPACITA' E ANALISI DEI SISTEMI DI MISURAZIONE		
.....		77
6.1	INDICE Cp E Cpk.....	77
6.2	MISURAZIONE DELLE QUOTE	80
6.3	ANALISI DEGLI STRUMENTI DI CONTROLLO AUTOMATICO IN LINEA	86
6.3.1	CONTROLLO AUTOMATICO PRESENZA COMPONENTI E INGRASSAGGIO	86
6.3.2	CONTROLLO AUTOMATICO PRESENZA, POSIZIONAMENTO E PIANTAGGIO MICROSWITCH SU CONNETTORE.....	89
6.3.3	CONTROLLO AUTOMATICO FORZA-SPOSTAMENTO NEL PIANTAGGIO.....	91
6.3.4	COLLAUDO AUTOMATICO IN LINEA.....	100
6.3.5	STUDIO DI CAPACITÀ MACCHINA	109
CONCLUSIONE		113
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA		116
RINGRAZIAMENTI.....		117

INTRODUZIONE

Il settore “Automotive” è caratterizzato da clienti sempre più attenti ed esigenti, che richiedono alle aziende di sostenere la propria capacità competitiva attraverso prodotti e servizi ancor più qualificati. Il percorso di miglioramento continuo verso l’eccellenza passa sicuramente dall’implementazione di un Sistema Qualità in azienda fatto di metodologie e procedure in grado di guidare i vari processi aziendali.

Il seguente elaborato ha lo scopo di mostrare il percorso e i risultati del progetto sviluppato durante il tirocinio curriculare svolto presso l’azienda Cebi S.P.A. All’interno dello stabilimento Cebi di Ancona è presente l’ufficio qualità dove si segue tutto quello che è il processo di miglioramento continuo. In quest’area viene data pari importanza sia alla gestione del processo produttivo, sia alla gestione dei fornitori e dei clienti. Inoltre rilevante è anche il ruolo della metrologia che si occupa di tenere sotto controllo le apparecchiature di misura e di definire le modalità di misurazione di determinate caratteristiche di qualità.

Tra le varie figure presenti in ufficio qualità, il ruolo del “*Quality Process Engineer*” include dentro di sé diversi compiti: in particolar modo l’ingegnere di qualità di processo si assicura che la produzione venga eseguita, e che essa venga eseguita correttamente. Egli svolge il lavoro dell’ingegnere di processo, che lavora al processo di trasformazione delle risorse in prodotti utili, e svolge anche il lavoro dell’ingegnere della qualità, che si assicura, conducendo test di controllo, che tutti i prodotti seguano gli standard di qualità prefissati.

Il progetto si è incentrato su una nuova linea di assemblaggio semiautomatica che realizza un attuatore di seconda generazione per la chiusura automatica delle serrature baule nei veicoli. Essendo la linea di nuova generazione e il prodotto in fase di prototipazione è stato necessario definire e progettare tutto il sistema di controllo, sia sul prodotto che sul processo, affinché venga garantita la corretta gestione della linea e quindi la realizzazione di pezzi conformi nel corso del tempo.

Dopo aver analizzato i singoli componenti che formano il prodotto finito sono state definite le modalità di controllo in accettazione per i componenti stessi, per poi passare al processo vero e proprio partecipando alla compilazione della documentazione tecnica relativa.

Nell'ultimo capitolo sono state definite le modalità di controllo per gli strumenti di misurazione, automatici e non, con l'obiettivo di verificare il corretto funzionamento di questi dispositivi, ovvero la loro capacità di garantire misure accurate, ripetibili e riproducibili.

Infine, analizzando i dati di processo, è stato possibile calcolarsi gli indici di capacità di processo C_p e C_{pk} utili per poter monitorare continuamente il processo stesso.

CAPITOLO I – LA QUALITÀ: L’EVOLUZIONE DELLA SCIENZA E LA DIFFUSIONE IN AZIENDA

1.1 “UNA” DEFINIZIONE DI QUALITÀ

Secondo la norma dell’ *“International Organization for Standardization” (ISO) 9000 del 2005* la qualità si definisce come: *“Il grado con cui un insieme di caratteristiche intrinseche soddisfano i requisiti”*. La qualità, definita più generalmente, è l’insieme delle proprietà e delle caratteristiche di un’entità, che conferiscono all’entità stessa la capacità di riuscire a soddisfare i requisiti specifici. In forma sintetica la qualità può essere anche espressa come il rapporto tra requisiti soddisfatti e requisiti attesi. Per requisiti si intendono delle esigenze o delle aspettative che generalmente sono individuate dal mercato, e quindi dai consumatori, clienti e utenti, che devono essere il più possibile soddisfatti per accrescere in primis quello che è il grado di soddisfazione da parte del cliente, e conseguentemente il valore del prodotto/servizio che l’azienda offre. Il cliente tuttavia può avere una percezione della qualità diversa in relazione al prodotto/servizio offerto a seconda di diversi fattori (aspettative, desideri, costi, ...). È possibile distinguere le definizioni di:

- **Qualità attesa (Q_a):** definita da quelle che sono le aspettative dell’utente riguardo il prodotto/servizio prima di farne utilizzo. Il cliente si aspetta di ricevere un prodotto/servizio che riesca a soddisfare almeno una determinata performance minima. Queste esigenze dipendono da diversi fattori che vanno dai singoli desideri personali, ma anche da quelle che sono le interazioni del cliente con altri consumatori e utilizzatori di un determinato prodotto/servizio (esempio del “passaparola” tra i diversi consumatori). Inoltre le aspettative del consumatore si basano anche su quelle che sono state le sue esperienze passate nell’utilizzare prodotti e servizi che presentavano caratteristiche simili con il prodotto/servizio che l’azienda va ad offrire.
- **Qualità percepita (Q_p):** definita da quello che è il livello soggettivo di soddisfazione dell’utente dopo aver fatto esperienza del prodotto/servizio. La qualità percepita dipende in particolare anche da quelle che sono state le promesse da parte del fornitore del

prodotto/servizio, difatti un'azienda non deve compiere il grave errore di promettere cose che non é in grado di fornire.

- **Qualità offerta (Q_0):** definita da quelle che sono le caratteristiche oggettive (quindi misurabili) del prodotto/servizio, essa indica effettivamente il livello di qualità che il fornitore è riuscito ad erogare. Queste caratteristiche devono essere coerenti con le richieste dei clienti altrimenti la qualità offerta sarebbe, in parte, superflua.

Il cliente, a seconda dell'esperienza avuta con il prodotto/servizio, percepisce una certa qualità soggettiva, definita appunto qualità percepita, che oscilla tra quella che è la sua qualità attesa e quella che è la qualità effettivamente offerta dall'azienda. La qualità percepita è anche influenzata da quella che è la qualità paragonata, ovvero la qualità che il cliente confronta riferendosi al mercato e, soprattutto, alla concorrenza. La qualità percepita da parte del cliente ha impatto nel determinare un **valore soggettivo** del bene acquistato. Questo valore è dato dal rapporto esistente tra la qualità percepita ed il costo del prodotto/servizio: l'obiettivo delle aziende diventa quindi quello di massimizzare il valore agendo su quello che è il grado di soddisfazione da parte del cliente cercando di aumentare quella che è la sua soddisfazione. La qualità è "*customer driven*" e il cliente infatti solitamente è disposto a pagare di più se percepisce maggiore qualità. Se al contrario il cliente non percepisce qualità, o tale livello non è adeguato per i suoi standard, rimarrà deluso e molto probabilmente non ripeterà l'acquisto.

Il legame tra le diverse definizioni della qualità può essere rappresentato graficamente mediante un sistema di controllo in retroazione dove si ha in input quella che è la stima della qualità attesa da parte del cliente, e in output quella che è la qualità offerta da parte dell'azienda in seguito a quelle che sono state le azioni aziendali messe in pratica. Attraverso il sistema in retroazione è possibile individuare quello che è lo scostamento tra la qualità offerta e qualità attesa e in questo modo andar a correggere gli ingressi in modo da riuscire, nel tempo, a ridurre il più possibile questo scostamento.

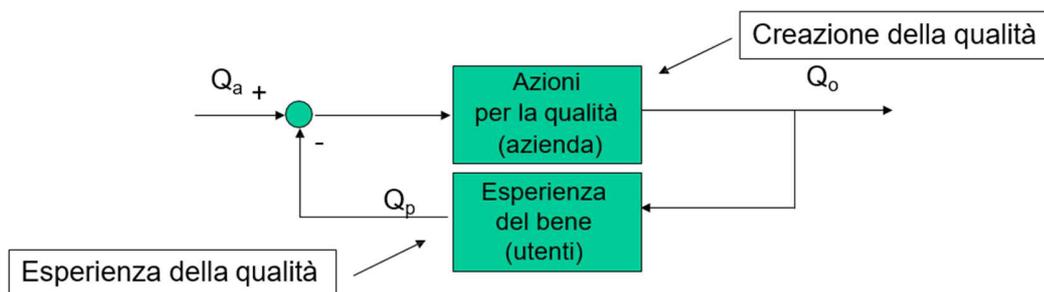


Figura 1.1. “Sistema di controllo della qualità”. Fonte: Slide del corso “Gestione industriale della qualità”,

Prof. Carmine Dazj

Si precisa infine che le varie definizioni di qualità sono “dinamiche”, poiché variano nel tempo e nello spazio in cui vengono definite a seconda dell’area geografica (mercati più o meno sviluppati in diversi luoghi del mondo) e a seconda del periodo storico.

1.2 LE COMPONENTI DELLA QUALITÀ

Riuscire a individuare una singola definizione di qualità che possa esemplificare tutto ciò a cui essa fa riferimento è un qualcosa di sicuramente molto difficile essendo la qualità una filosofia, un “modus operandi”, che dipende dalla natura del prodotto/servizio, dal contesto di riferimento e dal periodo storico in cui ci si trova. Robert M. Pirsig (1928-2017), scrittore e filosofo statunitense, sosteneva che definire la qualità in termini oggettivi non fosse affatto facile mentre al contrario è molto semplice individuarne la mancanza. David A. Garvin (1952-2017), professore statunitense di “*Business Administration*” presso l’Harvard Business School, nel 1987 individuò 8 diverse componenti della qualità che aiutano nella definizione di essa quali:

- La **prestazione** e la **funzionalità**: attitudine di un’entità nel compiere specifiche funzioni e di eseguire i compiti richiesti. Queste due componenti hanno un forte impatto nel determinare la qualità di un prodotto: tendenzialmente infatti un prodotto viene considerato qualitativamente migliore da parte dei consumatori se esso è in grado di compiere funzioni maggiori rispetto a un analogo prodotto della concorrenza presente sul mercato.

- L'**affidabilità**: attitudine di un oggetto ad adempiere alla funzione richiesta nelle condizioni fissate in fase di progettazione e per un periodo di tempo stabilito, ovvero la capacità di rispettare le specifiche tecniche di funzionamento nel tempo. Può essere necessario intervenire con la manutenzione se fosse richiesto.
- La **durata**: attitudine nel fornire le prestazioni richieste per un determinato periodo, il più possibile lungo.
- La **manutenibilità**: attitudine nel garantire operazioni e attività di manutenzione a un livello di rapidità ed economicità soddisfacente. Spesso è infatti necessario smontare componenti o sotto-componenti del prodotto con dispendio di tempi e costi. Per limitarli è essenziale progettare il prodotto in modo da rendere le operazioni di manutenzione il più efficienti possibile.
- Gli **aspetti formali**: l'aspetto esteriore dell'entità, il come si presenta un determinato prodotto (la forma, il colore, la dimensione, lo stile, ecc...).
- Il **livello di qualità percepito**: la reputazione dell'azienda fornitrice del prodotto/servizio. La reputazione è influenzata da diversi fattori che vanno dalla capacità dell'azienda di fornire prodotti che hanno una bassa frequenza di guasto, alle modalità con cui viene accolto il cliente in caso di guasto, dai tempi di consegna, alle competenze possedute ecc.
- La **conformità alle normative**: l'attitudine nel realizzare prodotti/servizi conformi rispettando le specifiche e soddisfacendo i requisiti.

La qualità, dunque, è un punto di incontro tra diverse esigenze che possono ricondursi principalmente a efficacia (la qualità del prodotto/servizio), efficienza (il contenimento dei costi e dei tempi), elasticità (la risposta al cambiamento).

1.3 L'EVOLUZIONE DEL CONCETTO DI QUALITÀ

1.3.1 LE ORIGINI E L'ETÀ PREINDUSTRIALE

La ricerca della qualità nasce fin dalla comparsa delle prime forme di mercato, quando vengono a confrontarsi le figure del venditore-produttore e compratore-utilizzatore, antitetiche per le esigenze: nelle attività di baratto divennero principi cardine della trattativa le valutazioni quantitative e qualitative delle merci scambiate. Il concetto di qualità in origine fu strettamente legato al lavoro di tipo artigianale dove colui che realizza un determinato prodotto è allo stesso modo controllore. I prodotti venivano realizzati dagli artigiani su commessa da parte dei clienti: questi ultimi conoscevano le specifiche e le caratteristiche che il prodotto doveva avere e le comunicavano all'artigiano valutandone poi l'adeguatezza. In quest'epoca la qualità era l'obiettivo primario del produttore per il quale essa era motivo di orgoglio e prestigio personale, a discapito quindi della quantità. Più avanti, durante il Medioevo e l'età Moderna, vennero formalizzate determinate procedure. Con l'avvento delle Corporazioni nel Medioevo si iniziarono a trasmettere in maniera procedurale e scritta quelle che sono le regole alla base delle modalità di lavoro, come ad esempio la ripetibilità della fornitura, ovvero il riuscire a individuare un fornitore in grado di soddisfare determinate caratteristiche.

1.3.2 LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

La prima rivoluzione industriale di fine XVIII secolo fu un processo di evoluzione economica e di industrializzazione della società che passò dall'essere prettamente di tipo agricolo, artigianale e commerciale, all'essere un sistema industriale moderno caratterizzato dall'uso diffuso di macchine alimentate da vapore e nuove fonti energetiche, come ad esempio i combustibili fossili. Si ebbe quindi il passaggio da una produzione di tipo artigianale, dove si realizzavano prodotti diversificati fra loro secondo quelle che erano le richieste del consumatore utilizzando una manodopera altamente specializzata, ad una produzione di massa standardizzata e basata su manodopera poco specializzata, e quindi meno costosa rispetto la precedente. La seconda rivoluzione industriale di fine '800 fu favorita da nuove scoperte tecnologiche e dallo sfruttamento dell'energia elettrica. L'industria subì nuove trasformazioni soprattutto legate alla suddivisione del lavoro che degenerò in modo esasperato in seguito all'introduzione della catena di montaggio di tipo fordista: l'obiettivo

era quello di raggiungere elevati livelli di produttività tramite la standardizzazione dei processi produttivi e l'applicazione dei principi del taylorismo. Inoltre l'operatore durante la fabbricazione non aveva una visione d'insieme del prodotto, bensì era specializzato in una determinata mansione: si perde così il valore della qualità "artigianale" dei prodotti a scapito della loro alta disponibilità. Inoltre in questo tipo di produzione la qualità dipendeva sempre meno dalle capacità e dalle abilità dei singoli operatori e sempre di più dalla progettazione e dalla ingegnerizzazione dei processi produttivi.

1.3.3 LA PRIMA METÀ DEL '900

Un'accezione più moderna della qualità nasce agli inizi del '900, quando alcune aziende americane iniziarono a introdurre nel proprio organigramma dipartimenti atti ad effettuare un controllo sistematico sui prodotti realizzati ed iniziarono ad adottare modelli organizzativi maggiormente complessi. In questo momento gli obiettivi della quantità e della qualità vengono mantenuti separati: della quantità se ne occupa la produzione, mentre invece il compito di verificare la qualità viene affidato alle nuove aree aziendali introdotte. Negli anni antecedenti la prima guerra mondiale le organizzazioni iniziarono ad eseguire le prime ispezioni sui componenti che vanno a formare il prodotto e ad eseguire collaudi sui prodotti finiti. Divenne necessario sottoporre le variabili di processo a dei controlli per poter far fronte a quantità sempre più elevate e per riuscire a ottenere costi sempre più inferiori: nascono in questi anni i primi metodi statistici per il controllo della qualità come, ad esempio, le carte di controllo. Con la seconda guerra mondiale si ebbe poi la necessità di verificare l'affidabilità delle armi e di altri strumenti bellici che venivano realizzati e venne così introdotto il campionamento statistico. Dopo il periodo bellico, questo controllo di affidabilità non venne accantonato, bensì iniziò a diffondersi anche nella produzione dei beni di consumo. Vennero introdotte poi anche nuove tecniche di controllo sull'intero processo produttivo, non limitandosi più solamente a valutare i singoli prodotti realizzati poichè, essendo il quantitativo di questi ultimi particolarmente significativo, avrebbe richiesto spese molto significative in termini di costi. Utilizzando criteri statistici fu possibile stabilire durante la produzione ed esaminando un numero di prodotti esiguo, se il processo presentasse delle irregolarità o meno.

1.3.4 LA SECONDA METÀ DEL '900

Dopo la fine della seconda guerra mondiale lo stato giapponese iniziò a considerare la qualità come uno strumento per riprendersi dalla condizione di crisi in cui il paese si trovava e come uno strumento che permettesse loro di ottenere un vantaggio competitivo nei confronti di tutti gli altri. La cultura della qualità giapponese però differiva in parte da quella occidentale essendo caratterizzata da una maggiore focalizzazione sui processi, piuttosto che sui prodotti, in modo da riuscire a generare di volta in volta prodotti con un livello qualitativo maggiore: questo perché il controllo qualità non era più solamente un'attività ristretta alla separazione tra pezzi "conformi" e "non conformi" al termine del ciclo di fabbricazione, ma un'attività che interessa l'intero processo. Inoltre si concentrarono sul definire strategie standardizzate e strutture organizzative in grado di orientare l'attenzione della azienda sul soddisfare quelle che erano le esigenze dei clienti. Gran parte del merito dello sviluppo del sistema qualità giapponese è da attribuire a due figure di spicco fra gli ingegneri e ed esperti di management: Deming e Juran. **William Edwards Deming** (1900-1993) fu uno studioso, ingegnere e massimo esperto di management statunitense che iniziò a collaborare con docenti giapponesi di statistica e diffondendo quelle che erano le tecniche di controllo statistico sviluppate negli USA. Nel 1950 diede un seminario dalla durata di un mese dedicato ai direttori e ai manager delle aziende giapponesi, seminario che ebbe un successo impensabile, di gran lunga maggiore rispetto quello che era stato ottenuto negli Stati Uniti. In segno di graditudine, dall'anno successivo venne istituito il Premio Deming che, da allora, viene assegnato a chi si distingue nello studio delle teorie statistiche o alle aziende che abbiano ottenuto risultati evidenti nella loro applicazione. Anche **Joseph Moses Juran** (1904-2008) è stato uno studioso e massimo esperto di management che illustrò come il controllo qualità fosse uno strumento manageriale, una strategia, e che come tale dovesse essere analizzata e studiata. In quei anni per la prima volta si iniziò a parlare di "*Quality Management*" e a diffondere l'idea che la qualità fosse frutto della collaborazione e dell'impegno di tutti gli attori della struttura aziendale. Così facendo si estese il concetto di controllo qualità collocando al centro di tutti i processi la "*Customer Satisfaction*", dove il cliente è al centro di tutto: si passa quindi da un approccio dove si cerca di convincere il cliente ad acquistare un determinato prodotto ad un approccio dove si cerca di venire incontro a quelle che sono le esigenze dei clienti, incentivando in questo modo anche il riacquisto futuro. A partire dai primi anni '80 le aziende occidentali, in particolar modo quelle americane, iniziano a rendersi conto dell'importanza

dello sviluppo della qualità per il successo di un'organizzazione: la qualità non venne più vista solamente come un mezzo per risolvere qualcosa ma anche come un'opportunità di business, uno strumento per ottenere vantaggio competitivo. Le teorie di Deming iniziarono a diffondersi anche nel mondo occidentale e diverse aziende, come "Ford" e "General Motors", iniziarono a richiedere la sua collaborazione. Per incentivare e per dare il giusto peso alla qualità nel 1986 venne introdotto un piano per la qualità per le aziende americane, "il piano Baldrich", il quale prevedeva degli incentivi e dei finanziamenti per le organizzazioni che avevano intenzione di mettere in pratica i principi finalizzati all'implementazione della qualità in azienda.

1.4 LE NORME DELLA SERIE ISO 9000

L'"International Organization for Standardization" (ISO) è un ente di normazione a livello internazionale: è la più importante organizzazione a livello mondiale per la definizione di norme tecniche. Ha sede a Ginevra, in Svizzera, e ha adesione da parte di 164 paesi nel mondo. È sempre negli anni '80 che vennero emesse a cura dell'ISO le prime norme di riferimento finalizzate alla qualità: esse hanno subito poi diverse revisioni nel corso del tempo e ne sono state sviluppate delle altre a causa dell'elevata dinamicità della materia e alla continua variazione delle esigenze.



Figura 1.2. "Logo ISO". Fonte: <https://www.iso.org>

1.4.1 LA NORMA ISO 9001

La norma UNI EN ISO 9001 "Sistemi di gestione per la qualità-Requisiti" definisce appunto quelli che sono i requisiti che un sistema di gestione della qualità deve soddisfare. Questa norma è stata fatta per guidare le imprese nel gestirsi in maniera sistematica e trasparente: fornisce un riferimento per

l'organizzazione stessa che intende pianificare, attuare, monitorare e migliorare continuamente sia i processi operativi che quelli di supporto, utilizzando il sistema di gestione di qualità come un mezzo per riuscire a raggiungere gli obiettivi. Si pone l'accento quindi non solo sui processi tradizionali ma anche su quelli manageriali. La ISO 9001 è, per struttura e lessico, una norma per sistemi di gestione di qualsiasi tipo di organizzazione, per dimensione, settore, struttura, proprietà o appartenenza, mercato o finalità, ecc. La 9001 si basa su un approccio per processi (e non per funzioni) finalizzato al riuscire ad ottenere il massimo soddisfacimento da parte dei clienti focalizzandosi su questi ultimi e gestendo al meglio le relazioni con tutti coloro che hanno interesse nell'azienda. La normativa si basa inoltre sul ciclo di Deming PDCA, "*Plan-Do-Check-Act*", ovvero sul miglioramento continuo dei processi che mi consente di assicurare che i processi abbiano tutte le risorse sufficienti. Nell'ultima revisione del 2015 è stato introdotto anche l'aspetto del "*risk-based thinking*", ovvero tutto l'approccio legato alla gestione del rischio per progettare, attuare e migliorare il sistema di gestione della qualità. Vengono introdotte azioni e controlli preventivi per ridurre al minimo gli effetti negativi e per sfruttare al massimo le opportunità che si presentano. Per individuare i rischi, valutare le probabilità delle cause, e l'impatto degli effetti ritorna molto utile ricorrere a un'analisi FMEA. In Italia e in Europa si sta diffondendo notevolmente con incrementi annui considerevoli. Per alcuni settori e in relazione ai concorsi pubblici (appalti e bandi di gara) la certificazione ISO 9001 è obbligatoria.

1.4.2 LA NORMA ISO 9004

La normativa UNI EN ISO 9004 (ultima versione del 2018) fornisce alle organizzazioni una guida per aiutare a raggiungere il successo durevole attraverso l'approccio della gestione per la qualità. Lo standard ISO 9004 è una guida per quelle organizzazioni che vogliono andare oltre i requisiti stabiliti nella norma di qualità ISO 9001, per quelle organizzazioni che si preoccupano del raggiungimento e dell'evoluzione del proprio sistema di gestione della qualità verso modelli di eccellenza. Considera come la "9001" l'aspetto della focalizzazione verso il cliente, del miglioramento continuo, e l'aspetto legato alla gestione del rischio. Il successo durevole di un'organizzazione è conseguito infatti mediante:

- La sua capacità di soddisfare le esigenze e le aspettative dei clienti e di altre parti interessate, nel lungo periodo ed in modo bilanciato.
- La gestione efficace dell'organizzazione basata sui principi di gestione per la qualità per migliorare le prestazioni.
- Il benchmarking come metodologia di confronto tra varie aziende che l'organizzazione può utilizzare per individuare le migliori prassi di gestione.

La differenza sostanziale con la 9001 è la promozione dell'**autovalutazione** come uno strumento importante per il riesame del livello di maturità dell'organizzazione al fine di andare ad individuare la sua strategia, il suo sistema di gestione, le sue risorse, i suoi processi, quelli che sono i ponti di forza, i punti di debolezza e le opportunità di miglioramento. Se i principi vengono applicati correttamente in un sistema di gestione della qualità e in conformità con ISO 9004, tutte le parti interessate in un'organizzazione dovrebbero trarne vantaggio.

1.4.3 LA NORMA ISO 14001

La sigla UNI EN ISO 14001 identifica una norma tecnica che fissa i requisiti di un sistema di gestione **ambientale** di una qualsiasi organizzazione. La normativa, revisionata l'ultima volta nel 2015, presenta la stessa struttura della norma ISO 9001 e si ispira esplicitamente al modello "PDCA". La politica ambientale indica l'orientamento verso il quale impostare le attività e definire gli obiettivi ambientali.

1.4.4 LA NORMA IATF 16949

IATF 16949 (ultima revisione 2016) è lo standard internazionale dei sistemi di gestione della qualità automobilistica. Questo standard è applicabile a qualsiasi organizzazione che produce componenti, assemblaggi e parti per la fornitura all'industria automobilistica. È stato fortemente voluto e sostenuto dai produttori di autovetture. La norma si basa sullo standard ISO 9001, quindi le organizzazioni devono garantire che entrambi gli standard vengano utilizzati quando si implementano i requisiti.

La norma IATF 16949 enfatizza lo sviluppo di un sistema di gestione della qualità orientato ai processi che prevede il miglioramento continuo, la prevenzione, e la riduzione degli sprechi e delle variazioni nella catena di approvvigionamento, nonché una visione maggiormente cliente-centrica e la predisposizione di un'analisi FMEA per le fasi critiche di processo. L'obiettivo è sempre quello di soddisfare i requisiti del cliente in maniera più efficiente ed efficace.

1.5 I PRINCIPI DI GESTIONE DELLA QUALITÀ

La norma UNI ISO 9001 revisionata nel 2015 è stata sviluppata per evidenziare in maniera più esplicita i principi di gestione della qualità. I principi indicano delle regole generali per la conduzione e gestione di un'organizzazione e per il miglioramento delle proprie prestazioni. I principi sono i seguenti:

1. **Focalizzazione sul cliente:** la focalizzazione sul cliente è il principio base su cui si deve fondare un sistema di gestione della qualità: il consumatore rappresenta infatti l'elemento essenziale per la vita dell'impresa. Il management deve garantire il soddisfacimento dei requisiti espressi dal proprio cliente impegnandosi ulteriormente nel cercare di riuscire a superare le relative aspettative. Ogni tipo di interazione con i clienti è adatta a fornire un'opportunità per creare valore.
2. **Leadership:** il ruolo dei leader è quello di stabilire, a tutti i livelli dell'organizzazione, un'unità di intenti creando condizioni di lavoro dove tutti i soggetti che fanno parte dell'organizzazione siano orientati verso il raggiungimento degli obiettivi della qualità che vengono stabiliti dalla direzione. Gli obiettivi dei singoli individui devono essere allineati con quelli dell'azienda per cui egli lavora.
3. **Coinvolgimento e partecipazione attiva delle persone:** il personale realizza un certo numero di operazioni che possono compromettere la qualità dei prodotti offerti al cliente. Gli individui che compongono un'organizzazione devono essere quindi competenti e adeguatamente formati, responsabilizzati ed impegnati attivamente in tutti i livelli nell'ambito dell'organizzazione. Il lavoratore deve essere messo nelle condizioni di poter

operare nella maniera migliore possibile, inoltre anche i suoi sforzi devono essere adeguatamente riconosciuti in termini di salario e privilegi lavorativi.

4. **Approccio per processi:** l'obiettivo è quello di ottenere risultati costanti e prevedibili in maniera più efficiente e mediante un'attenta valutazione dei processi in termini di valore aggiunto. L'approccio per processi consente di ottimizzare le risorse all'interno dell'organizzazione, eliminando gli sprechi e quindi diminuendo i costi. Quest'approccio inoltre si adatta particolarmente bene alla filosofia del miglioramento continuo basato sul ciclo di Deming in quanto per mezzo della reingegnerizzazione dei processi è possibile rendere la gestione aziendale più efficace e efficiente.
5. **Miglioramento continuo:** le organizzazioni di successo hanno una costante attenzione al miglioramento: esso è essenziale per le aziende che vogliono mantenere le proprie prestazioni, creare nuove opportunità e riuscire a soddisfare le esigenze dei clienti. Per farlo è necessario sviluppare continuamente nuovi obiettivi sulla base di un'analisi dei dati e riesami da parte della direzione che comporteranno azioni correttive o azioni preventive.
6. **Processo decisionale basato sull'evidenza:** le decisioni che si basano su un'attenta analisi e valutazione dei dati e delle informazioni riescono a generare conoscenza e producono con maggiore probabilità i risultati desiderati. Questo metodo consente di prendere decisioni ponderate andando a strutturare quelli che sono i dati raccolti per ricavarne informazioni. È importante però utilizzare procedure adeguate nella raccolta dei dati, altrimenti si correrebbe il rischio di andare a raccogliere dati poco significativi che mi dicono poco sui fenomeni che io voglio andare ad analizzare.
7. **Gestione delle relazioni:** per riuscire a sviluppare e mantenere un successo durevole ogni organizzazione si deve preoccupare di riuscire a mantenere le relazioni non solo con i clienti, ma anche con tutti gli altri soggetti che hanno interesse nell'azienda, come ad esempio i fornitori, parte integrante di un'organizzazione. Ma i fornitori non sono naturalmente gli unici soggetti con cui un'azienda si troverà a interagire: sono presenti anche sindacati, che mettono in forte pressione un'impresa, finanziatori, creditori, e tutti i vari stakeholder.

1.6 I COSTI LEGATI ALLA QUALITÀ

L'innovazione tecnologica degli ultimi anni ha portato a un'esplosione di nuovi prodotti e servizi presenti sul mercato. Prodotti che per essere ben accettati dal mercato devono presentare delle caratteristiche nuove per rispondere alle sempre mutevoli esigenze dei consumatori: devono cioè essere dei prodotti innovativi. Per riuscire a realizzare questi prodotti è necessario sicuramente avere un reparto di produzione flessibile e dinamico che permetta di modificare le modalità con cui vengono eseguite le attività in maniera più efficiente ed efficace. È quindi necessaria anche un altro tipo di innovazione, chiamata di processo. Ma non ci si ferma solamente ai prodotti e ai processi, sarà infatti necessaria anche un'innovazione dell'organizzazione e della cultura aziendale. Questi rinnovamenti naturalmente, oltre che benefici enormi, comportano anche dei costi legati alla qualità, costi che sembrerebbero ai meno esperti ingiustificati, ma che permettono di coprire costi ben più significativi legati a un'eventuale mancanza di qualità all'interno dei processi aziendali. Le imprese che da tempo hanno deciso di seguire il cammino della qualità, hanno ripagato ampiamente i costi grazie agli enormi vantaggi che ne derivano. Proprio per questo i costi della qualità non sono delle semplici spese per un'impresa, piuttosto un investimento, così come lo potrebbe essere l'acquisto di un nuovo macchinario, poichè implementare un sistema di gestione della qualità è il modo migliore per ottenere un miglioramento continuo dei processi. È possibile quindi minimizzare le inefficienze e tutti i costi difficili da rilevare, e ottimizzare le prestazioni aziendali. La Qualità quindi, alla lunga, fa risparmiare capitali e non rappresenta, difatti, un costo fine a sé stesso. Utilizzare il termine "costi" potrebbe risultare quindi ambiguo, piuttosto sarebbe più corretto parlare di "costi della non Qualità", cioè di quei costi che derivano da una non adeguata attenzione alla qualità, in tutte le sue sfumature.

Riassumendo è possibile suddividere i costi legati alla qualità in due categorie:

- **"Costi della qualità"**: includono i costi di prevenzione e validazione. Questi costi possono essere associati a degli investimenti più che a delle spese poichè sono i costi che si sostengono per prevenire le non conformità.
- **"Costi della non qualità"**: costi legati ai malfunzionamenti interni, ai malfunzionamenti esterni e costi indiretti. Questi rappresentano tutte quelle voci di costo per risolvere

eventuali problemi una volta che essi si sono già manifestati. Sono delle spese sostenute in eccesso a quelle che si sarebbero sostenute se il prodotto fosse stato conforme.

1.6.1 COSTI DELLA QUALITÀ

I costi della qualità vengono sostenuti in fase di progettazione, pianificazione e di produzione per evitare che si verifichino errori che possano portare a problemi di tipo qualitativo come non conformità che generano inefficienze. I **costi di prevenzione** includono le spese derivanti dall'utilizzo di tecniche di controllo preventive (FMEA, design review, ...) per ridurre la variabilità della produzione, ma anche tutti quei costi legati alla pianificazione e ingegnerizzazione della qualità e alla progettazione del prodotto e del processo. Inoltre includono anche i costi legati a garantire un'adeguata formazione del personale e i costi legati a ricerche di marketing per poter individuare correttamente le esigenze del mercato. E ancora i costi legati alla gestione dei dati della qualità, inclusi quelli derivanti dall'analisi e identificazione dei problemi e alla produzione di report periodici per il management. I **costi di validazione** raccolgono tutti gli oneri necessari per effettuare una serie di controlli per assicurare la conformità agli standard fissati, verificando il rispetto delle specifiche di progetto. Questi controlli sono di diverso tipo: vanno dall'ispezione e valutazione dei materiali in arrivo (controllo interno delle materie prime e dei componenti in accettazione), a tutte le attività di misurazione, ispezioni, valutazione, test, e collaudi (controlli durante tutte le varie fasi di produzione). Inoltre sono inclusi nella voce dei costi di validazione anche tutti i costi legati alla manutenzione e alla calibrazione delle attrezzature di prova, i relativi ammortamenti, e la supervisione del personale addetto alle prove.

1.6.2 COSTI DELLA NON QUALITÀ

I costi della non qualità includono tutti quei costi associabili alla rilevazione di non conformità sul prodotto o sulle varie fasi del processo. I costi legati ai **malfunzionamenti interni** sono i costi derivanti da una bassa applicazione della qualità all'interno dell'azienda che generano non conformità che però non arrivano al cliente, poichè vengono intercettate dall'organizzazione prima che il prodotto venga inviato al cliente e prima che il servizio venga erogato. Sono tutti quei costi

associati a eventuali modifiche di progetto, ad analisi di malfunzionamento, ad implementazione di azioni correttive, a fermi macchina e a perdite di produzione, a scarti, recupero di materiali, rilavorazioni e trasporti extra-budget. Al contrario i costi di **malfunzionamento esterno** sono i costi che derivano da un'eventuale non conformità rilevata però questa volta dal cliente, ovvero dopo la commercializzazione del prodotto, e comprendono anche tutti i costi sostenuti dall'azienda per ripristinare il rapporto con il cliente. All'interno di questa categoria troviamo i costi legati al richiamo dei prodotti, ai resi, alle richieste di assistenza, ai rimborsi e potenzialmente anche le spese legali associate al contenzioso con i clienti. I **costi indiretti** comprendono al loro interno tutti i potenziali costi che derivano dall'insoddisfazione del cliente derivante dalla mancanza di qualità: si prendono in considerazione ad esempio i mancati acquisti da parte dei clienti, la perdita di mercato, oltre alla perdita d'immagine per l'azienda.

1.6.3 COSTI O OPPORTUNITÀ?

La qualità non è un costo fine a sé stesso, bensì è considerabile come un investimento per il futuro dato che permette di evitare una serie di costi che non sempre le organizzazioni sono in grado di quantificare poichè nascosti. Si stima che un costo di un errore individuato da un cliente è cinque volte maggiore rispetto che quello stesso errore sia individuato internamente. È importante quindi riuscire a rilevarlo e a risolverlo correttamente. Inoltre correggere un errore sul prodotto finito costa molto di più che correggerlo a monte durante la fase di realizzazione o in fase di progettazione. Quindi l'utilità di tali costi risiede nell'effetto leva, ovvero nell'intraprendere un maggior investimento nelle fasi iniziali. È bene quindi effettuare un'analisi dei costi andando anche a utilizzare strumenti, come i grafici di Pareto, che identificano i costi per categoria, per prodotto, e per tipo di difetto o non conformità. Gli errori non sono casuali, possono essere evitati poichè ogni errore ha una causa: è sufficiente comprenderla e cercare di prevederla. L'azienda che ci riesce guadagna diversi benefici:

- Ha una salvaguardia dei clienti maggiore;
- Acquista in maniera standardizzata e quindi maggiormente controllabile;
- È meno vulnerabile a eventuali resistenze sui prezzi;
- Può contenere gli investimenti in marketing.

CAPITOLO II – CEBI GROUP: L’AZIENDA E I PRODOTTI

2.1 L’AZIENDA E I PRINCIPI FONDAMENTALI

Dal 1976 il Gruppo Cebi produce prodotti elettromeccanici per l’industria automobilistica e degli elettrodomestici. Cebi è il leader mondiale dei sistemi di lavaggio per autoveicoli, comprese pompe e componenti vari. È il leader europeo nei mercati dei sensori di temperatura e dei meccanismi di chiusura. I principi fondamentali su cui si fonda il gruppo Cebi sono:

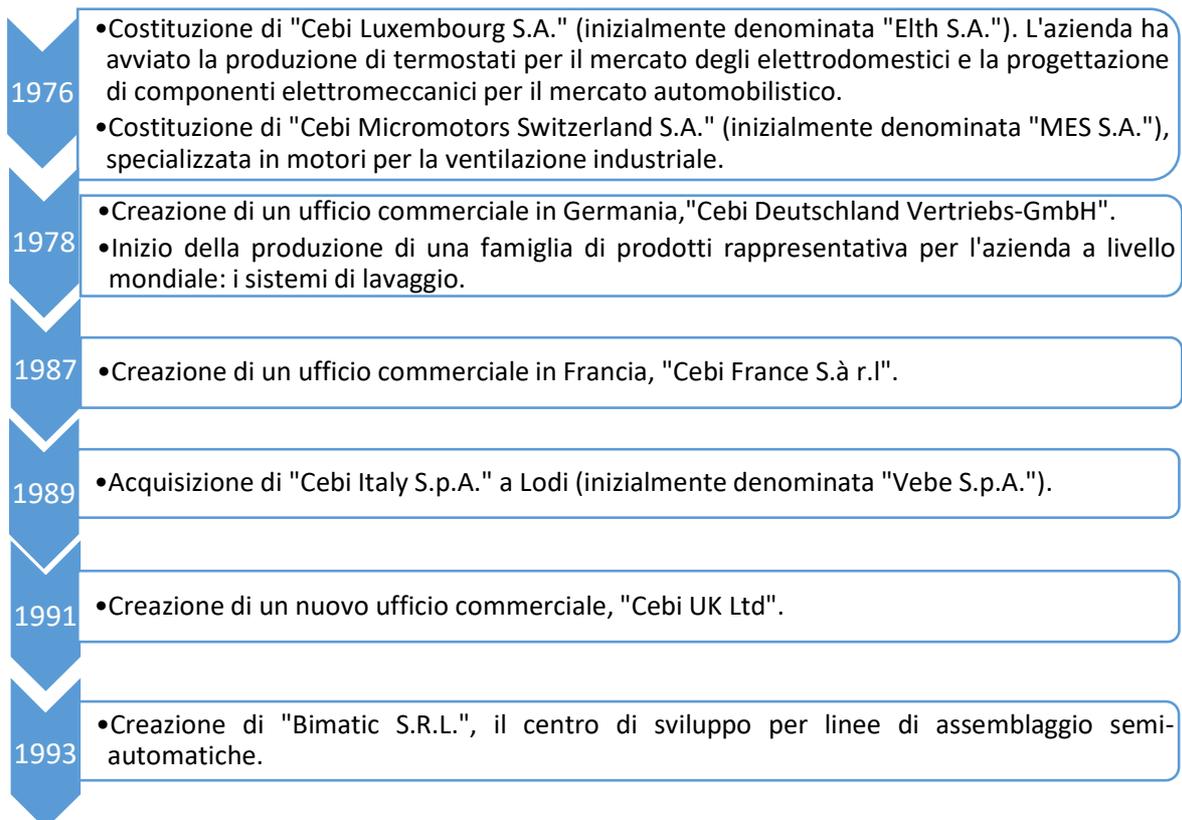
- **Integrazione verticale:** l’integrazione verticale del processo produttivo è un elemento molto importante all’interno del gruppo Cebi. Molte operazioni di produzione all’interno del flusso di materiale vengono eseguite internamente, come lo stampaggio e anche l’elettronica. Inoltre, progettano e costruiscono le attrezzature per le proprie linee di assemblaggio altamente automatizzate.
- **Automazione:** una gran parte delle loro linee di assemblaggio sono semi-automatiche o completamente automatiche. Questa tecnologia avanzata consente loro di fornire flessibilità all’interno della struttura produttiva. Grazie a questo sofisticato livello di automazione, Cebi può offrire la possibilità di produrre “just in time” e di ribaltare rapidamente le modifiche progettuali che possono essere richieste.
- **Esperienza pluriennale:** la passione, combinata con la lunga esperienza e il know-how, consente agli esperti Cebi di sviluppare prodotti di alta qualità che superano le esigenze dei propri clienti.
- **Innovazione:** il gruppo Cebi testa e migliora costantemente la qualità dei prodotti. Nel gruppo sono stati istituiti sette dipartimenti di ricerca e sviluppo e attualmente più di 260 esperti sono completamente impiegati nella ricerca di innovazione e nel miglioramento dei prodotti.
- **Certificazioni:** tutti gli stabilimenti produttivi del gruppo rispettano gli standard ISO 9001 (gestione della qualità), ISO 14001 (gestione ambientale), IATF 16949 (gestione della qualità per la produzione di serie delle parti di ricambio nel settore dell’automobile).

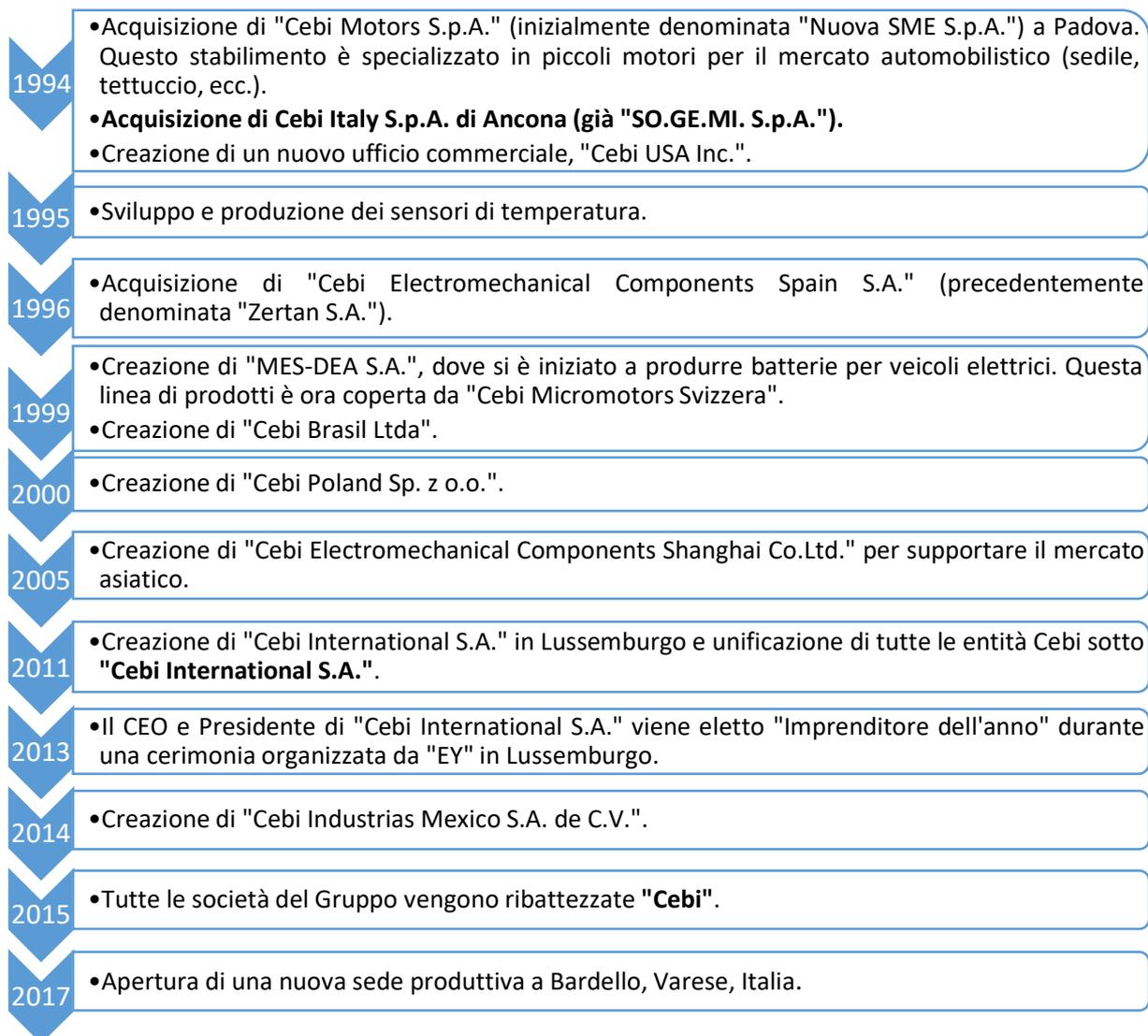


Figura 2.1. "Logo Cebi Group". Fonte: <https://www.cebi.com>

2.2 LA STORIA

Cebi è rinomata per la sua pluriennale esperienza nella produzione elettromeccanica. L'azienda nacque più di 40 anni fa con lo sviluppo e la produzione di una gamma di componenti per il settore elettrodomestico e per l'industria automobilistica. Questi gli avvenimenti più significativi:





2.3 LOCATIONS

Il quartier generale ("Cebi International S.A.") si trova in Lussemburgo.



CEBI INTERNATIONAL S.A. - LUXEMBOURG	
Anno di costituzione:	01.07.2011
Capitale sociale:	10.000.000€
Rue J.F. Kennedy	L-7327 Steinsel/Luxembourg
Tel: +352 33 20 71	Fax: +352 33 25 35
Web: www.cebi.com	

Figura 2.2. "Sede Cebi International". Fonte: "Slide formazione base del personale Cebi, Cebi Italy"

Con oltre 3000 dipendenti in tutto il mondo, il Gruppo Cebi ha installato 12 stabilimenti di produzione in otto diversi paesi nel mondo. Per facilitare i rapporti con i clienti e per garantire una copertura commerciale globale, Cebi ha anche stabilito diversi uffici commerciali in tutto il mondo. Il gruppo conta un totale di circa 2600 dipendenti, con un fatturato che si aggira intorno ai 453 milioni di euro (2019).

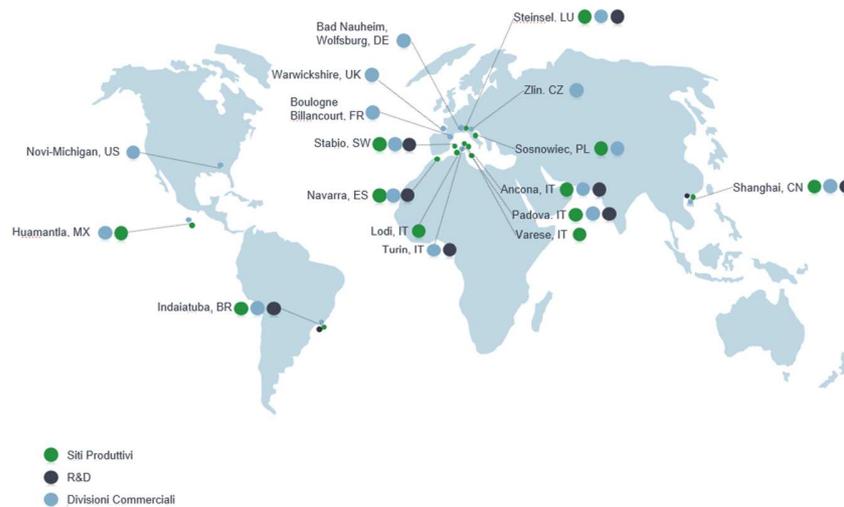


Figura 2.3. “Locations Cebi Group”. Fonte: <https://www.cebi.com>

Cebi Italy ha sede legale a **Dronero**, in provincia di Cuneo (Piemonte), e consta di 4 siti produttivi più lo stabilimento della Bimatic:

- **Ancona**, precedentemente “SOGEMI SPA”;
- **Lodi**, precedentemente “VEBE Elettromeccanica SPA”;
- **Varese**, precedentemente “ATEA SPA”;
- **Padova**;
- **Torino**, “Bimatic”.

Ha inoltre un ufficio vendite e commerciale presso **Collegno** (TO), per un totale di circa 500 dipendenti e un fatturato cresciuto in maniera considerevole negli ultimi anni.

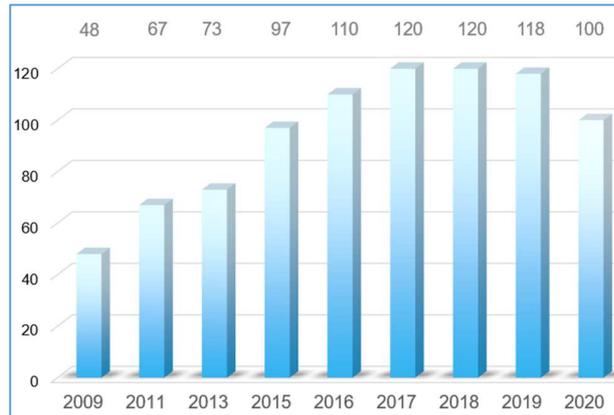


Figura 2.4. "Fatturato Cebi Italy". Fonte: Cebi Italy

2.4 BUSINESS SECTORS

I 4 principali settori di business in cui il gruppo cebi opera sono l'automotive, l'elettrodomestico, la ventilazione e la mobilità elettrica.

2.4.1 AUTOMOTIVE

Cebi ha sviluppato un'ampia gamma di prodotti che migliorano la sicurezza, le prestazioni e il comfort per ogni guidatore. Con questa varietà, forniscono i prodotti elettromeccanici al 95% delle case automobilistiche mondiali. Investendo considerevolmente nel dipartimento di ricerca e sviluppo, il gruppo è leader globale per i sistemi di lavaggio, comprese le pompe e gli attuatori delle valvole di riempimento. Inoltre leader europeo per sensori di temperatura e meccanismi di chiusura.

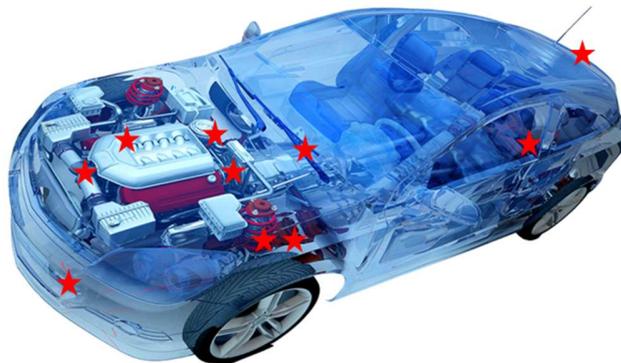


Figura 2.5. "Componenti del settore automobilistico". Fonte: <https://www.cebi.com>

Tra i diversi prodotti troviamo:

- **Parti stampate:** Cebi progetta e produce una vasta gamma di componenti stampati in plastica per le superfici interne ed esterne dei veicoli.
- **Sensori:** il gruppo offre una vasta gamma di sensori automobilistici tra cui sensori di temperatura, sensori di velocità, sensori di presenza acqua, sensori di livello (olio, gasolio, acqua) e molti altri.
- **Serbatoi e sistemi di lavaggio:** Cebi progetta sistemi di lavaggio completi per migliorare le condizioni di sicurezza per i conducenti. Questa famiglia di prodotti comprende serbatoi dell'acqua, serbatoi carburante flessibili, serbatoi di espansione del liquido di raffreddamento e serbatoi del liquido dei freni.
- **Pompe:** la gamma di pompe per autoveicoli Cebi comprende pompe di circolazione, pompe lavafari e parabrezza anteriori e posteriori.
- **Interruttori:** la gamma di interruttori per auto comprende pressostati olio, interruttori di temperatura e pressostati differenziali. Cebi è il leader europeo per i pressostati olio.
- **Componenti per veicoli elettrici:** Cebi ha sviluppato componenti per veicoli elettrici tra cui caricabatterie, pompe per vuoto, convertitori DC/DC e motori di trazione.
- **Attuatori:** Cebi fornisce un'ampia gamma di attuatori automobilistici che offrono applicazioni specifiche come il controllo della temperatura o il controllo delle posizioni dei fasci di luce.
- **Motori elettrici:** la selezione di Cebi di motori elettrici per autoveicoli comprende motori per la regolazione dei sedili, motori per alzacristalli, motori per porte scorrevoli e motori per serratura del bagagliaio.
- **Sistemi di chiusura:** Cebi ha sviluppato soluzioni che aiutano a chiudere parti specifiche di un veicolo. La selezione include chiusure del cofano, chiusure del portellone posteriore, e moduli di ricarica elettronica delle portiere del carburante.

- **Valvole:** Cebi offre valvole automobilistiche per la regolazione della linea del carburante. Le valvole sono ad azionamento meccanico e possono essere fornite incorporate in un alloggiamento di plastica.
- **Riscaldatori:** la famiglia dei riscaldatori è progettata per riscaldare fluidi o aree specifiche di un veicolo. Comprende riscaldatori ad aria, riscaldatori blow-by e riscaldatori a gasolio.

2.4.2 ELETTRDOMESTICA

Cebi fornisce i propri prodotti ad una buona fetta dei produttori di elettrodomestici nel mondo. Per questo mercato, in cui Cebi opera sin dai suoi primi anni di vita, sono state sviluppate tre famiglie di prodotti completamente differenti: i motori per ventole, gli interruttori di temperatura (come termostati che limitano la temperatura di un elettrodomestico), e sensori di temperatura.

2.4.3 VENTILAZIONE

Le soluzioni su misura di Cebi per la messa in moto dell'aria sono utilizzate in applicazioni residenziali e industriali. Troviamo due differenti tipologie di prodotti: i motori a rotore esterno e le pompe di condensa.

2.4.4 MOBILITÀ ELETTRICA

In questi tempi l'industria automobilistica è sempre più concentrata sulla ricerca di soluzioni alternative al fine di sostituire i combustibili fossili. Cebi è riuscita con il passare degli anni ad acquisire competenze ed esperienza nell'operare nel mercato dei veicoli ibridi elettrici. Anche altri componenti standard elencati precedentemente possono essere adattati alla mobilità elettrica. Cebi è riuscita a sviluppare componenti per veicoli elettrici tra cui: pompe per vuoto, caricabatterie, convertitori DC/DC, e motori di trazione. Il gruppo può inoltre sviluppare componenti automobilistici standard aggiuntivi, come attuatori o sensori delle bocchette di riempimento, in base alle richieste dei clienti.

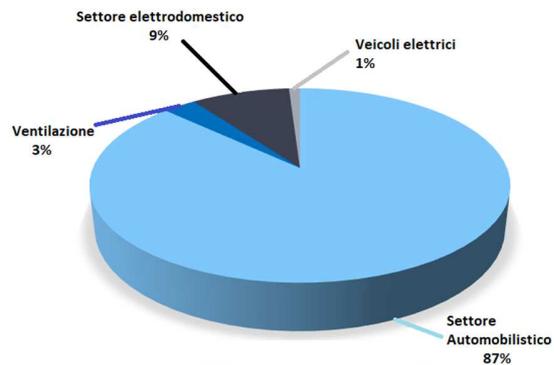


Figura 2.6. "Fatturato per settore". Fonte: Cebi Italy

2.5 IL SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ E I RELATIVI PROCESSI

Cebi Italy si occupa principalmente del settore automotive. Nei siti di Ancona, Lodi, e Varese vengono svolte le seguenti attività:

- **Sito di Ancona:** progettazione e produzione di attuatori, serbatoi, complessivi tergicristallo e lavafaro, gruppi serrature per applicazioni automobilistiche.
- **Sito di Lodi:** produzione di attuatori, serbatoi, complessivi tergicristallo e lavafaro, sensori ad effetto hall, gruppi serrature e sistemi elettromeccanici per il controllo di temperature, livelli, flussi e pressioni per applicazioni automobilistiche attraverso le fasi di stampaggio a iniezione e a lama calda, assemblaggio e collaudo.
- **Sito di Varese:** produzione di elettropompe per complessivi tergicristallo e lavafaro.

Il gruppo opera utilizzando un approccio per processi suddivisi in processi principali, processi di supporto, e processi di gestione. Gli indici di prestazione hanno l'obiettivo di valutare l'efficacia dei singoli processi in termini di valore aggiunto creato nella fase di trasformazione degli input in output. I processi produttivi gestiti in outsourcing vengono tenuti sotto controllo e monitorati mediante le stesse modalità dei processi gestiti all'interno dell'azienda. I dati e le misure vengono valutate dalla direzione e i risultati ottenuti per ogni singolo processo devono essere sempre confrontati con quelli che sono gli obiettivi aziendali in modo da verificare il corretto stato di avanzamento dei lavori

rispetto gli obiettivi prefissati. Nel caso di eventuali scostamenti è necessario definire e predisporre adeguate azioni correttive finalizzate al minimizzare le differenze. La divisione “Cebi Italy” presenta la seguente mappa dei processi:

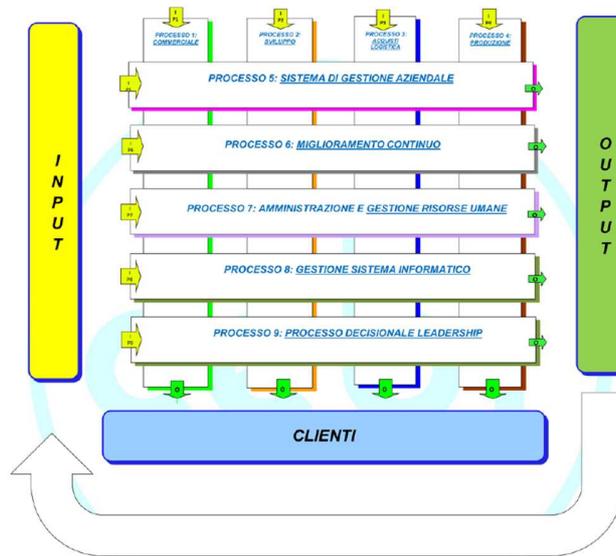


Figura 2.7. “Mappa dei processi”. Fonte: Cebi Italy

2.6 CEBI ITALY

2.6.1 MISSION, VISION E STRATEGIA DI BUSINESS

MISSION	VISION
<i>“Costruire una partnership duratura con il cliente con l’obiettivo di creare valore attraverso la nostra competenza e competitività.”</i>	<i>“Diventare leader di mercato con sistemi di chiusura innovativi che portano comfort e valore ai clienti.”</i>

La strategia di business di Cebi Italy si articola in diversi punti:

- Concentrarsi sul servizio ai clienti i cui prodotti sono allineati alle principali tendenze sottostanti che guidano la domanda dei consumatori a lungo termine.

- Investire nell'innovazione tecnologica per fornire soluzioni uniche ai problemi dei clienti.
- Costruire un'impronta di produzione globale, per una migliore competitività e una riduzione del rischio.
- Allineare i processi di progettazione e produzione con le logiche industriali dell'automazione avanzata.
- Sviluppare e mantenere un team di persone diversificato e di talento.

2.6.2 IL PROCESSO PRODUTTIVO

Il processo produttivo nei vari stabilimenti è un processo generalmente verticalizzato per cui, partendo da materie prime di base, attraverso la realizzazione di componenti e semilavorati intermedi, si arriva alla fabbricazione e al collaudo finale di componenti complessi per il settore automotive. Le materie prime di base utilizzate vengono acquistate dai fornitori, controllate e stoccate a magazzino. Alcune di esse però vengono anche realizzate internamente attraverso operazioni di stampaggio e di tranciatura con l'impiego di presse meccaniche e presse ad iniezione. I componenti vengono quindi ricevuti o costruiti, controllati e inviati al magazzino da dove verranno prelevati per le successive operazioni di assemblaggio: in questa fase i componenti vengono assemblati con operazioni meccaniche a freddo (rullatura, rivettatura, ribaditura, elettrosaldatura, saldatura U.S. ed elettronica, ecc.). Le operazioni sono svolte in gran parte mediante dei macchinari automatici e semiautomatici specifici, appositamente costruiti per queste operazioni, e in parte con operazioni manuali. Tutti i prodotti infine sono soggetti ad un collaudo finale, svolto generalmente con attrezzature e strumentazioni automatiche, per verificarne le più importanti caratteristiche funzionali. I prodotti finiti vengono infine imballati, identificati e inviati al magazzino interno. Da qui vengono spediti ai clienti finali mediante le opportune modalità di spedizione.

2.6.3 CEBI ANCONA



Figura 2.8. “Cebi, sede di Ancona”. Fonte: “Presentazione Cebi IT”, Cebi Italy

Le attività che verranno presentate in questo elaborato sono state condotte nello stabilimento di Ancona, situato ad Osimo Stazione (AN) 60027 in Via F. Crispi, 2, dove i processi sono altamente automatizzati. In questo plant vengono prodotti i sistemi lavavetri e lavafaro, compresi serbatoi e pompe acqua, vengono prodotti attuatori push per sportello carburante, sportello ricarica elettrica, e una piccola parte di attuatori lineari. Lo stabilimento è anche “competence center” per serrature cofano e baule, realizzate anche per veicoli commerciali. L’azienda ha un proprio centro di ricerca e sviluppo che si occupa di progettare tutti i prodotti sviluppati da Cebi Italy, di selezionare i componenti ed i materiali, e di avviare la produzione. La produzione si sviluppa su due piani distinti sui quali sono presenti circa 30 linee di produzione specifiche, per la maggior parte semi-automatiche. Sono presenti 3 diversi magazzini: il primo contiene tutti i materiali e i semicomponenti che arrivano da parte di fornitori esterni che prima di essere inviati al secondo magazzino, quello delle materie prime, devono essere controllati. Se l’accettazione dà esito positivo i materiali entrano nel magazzino delle materie prime, dal quale verranno prelevati a seconda delle richieste da parte della produzione. Il terzo magazzino è quello dei prodotti finiti, dal quale verranno poi spediti i

prodotti ai clienti. Sono presenti al piano superiore laboratori utilizzati per effettuare test di temperatura, umidità, salinità e vibrazioni, attrezzature per testare la protezione contro l'ingresso di acqua, una macchina per testare la protezione contro il pluviscolo e una per testare la durevolezza delle pompe elettriche. Sono poi presenti camere climatiche per lo shock termico, una camera anecoica per testare il rumore e la qualità del suono e altre attrezzature per valutare l'affidabilità delle serrature. Tutte le operazioni eseguite vengono tracciate tramite un sistema gestionale che registra, gestisce e controlla tutte le attività, a partire dalle singole operazioni dichiarate dagli operatori, agli interventi di manutenzione eseguiti, fino alla movimentazione dei prodotti finiti a magazzino.

CAPITOLO III – PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI UN PRODOTTO E DEL RELATIVO PROCESSO



Figura 3.1. “Attuatori SCS IOE”. Fonte: Cebi Italy

Il processo di progettazione e sviluppo del prodotto e del processo produttivo consiste nell’andare a definire le attività che devono essere svolte per assicurare che il prodotto finale soddisfi le necessità del cliente. Questo macro processo si suddivide e si applica alle fasi di fattibilità, progettazione, sviluppo, qualificazione e avvio della produzione dei nuovi prodotti realizzati da Cebi. In sostanza il ciclo di sviluppo del prodotto e del processo è composto dalle seguenti fasi:

1. Analisi della fattibilità (o riesame del contratto);
2. Progettazione e sviluppo del prodotto;
3. Progettazione e sviluppo del processo;
4. Validazione del prodotto e del processo;
5. “Ramp-Up”.

Queste 5 fasi sono in parte sequenziali e in parte parallele e sono coordinate da una figura di riferimento, il “*project manager*”, che verbalizza le riunioni e distribuisce la schedulazione delle attività (diagramma di Gantt) aggiornata periodicamente. Per verificare periodicamente lo stato di

avanzamento di ciascuna delle 5 fasi vengono programmate delle *“phase review”* (delle revisioni) da eseguire prima del completamento di una determinata fase per consentire il passaggio alla fase successiva.

3.1 ANALISI DELLA FATTIBILITÀ

È compito del responsabile commerciale coordinare e assistere i vari organi aziendali nella fase di analisi di fattibilità di un potenziale nuovo progetto. Una volta arrivata una richiesta di offerta da parte del cliente il responsabile commerciale Cebi acquisisce tutte le info inerenti alla richiesta stessa e le formalizza in un documento. Una volta verificato che il prodotto non sia soggetto a brevetto da un'altra azienda, il testimone passa all'ufficio tecnico che definirà la configurazione del prodotto e, in collaborazione con l'industrializzazione e la produzione, il processo produttivo. Il *“cost engineering”* coordinerà la raccolta dei dati di costo da tutti gli enti aziendali interessati e poi li elaborerà per riuscire a formulare un preventivo di costo. Sulla base di questa prima analisi dei costi e di fattibilità il responsabile commerciale presenterà al direttore generale di Cebi Italy una *“proposta nuova opportunità”*, un documento nel quale si sintetizza le informazioni relative al potenziale nuovo progetto. Se il direttore generale approva la proposta, il responsabile commerciale elabora un'offerta preliminare (senza alcun vincolo contrattuale) da fare al cliente che deve essere completa, tra le altre cose, della quantità da fornire, delle modalità di trasporto e dei prezzi unitari. In caso di risposta positiva del cliente si procede con un *“kick-off”* interno, con conseguente nomina del team di lavoro interfunzionale al cui interno si trovano figure appartenenti alle aree progettazione, qualità, industrializzazione, commerciale e acquisti. La struttura e le tempistiche del progetto in accordo con le *“milestones”* del cliente saranno riportate in maniera dettagliata in un diagramma di Gantt da redigere coerentemente con la classe di progetto. Un progetto infatti viene classificato a grandi linee da Cebi (in particolar modo dall'ufficio tecnico) in tre categorie a seconda dell'innovazione di prodotto, dell'innovazione di processo e della tipologia di cliente (figura 3.2).

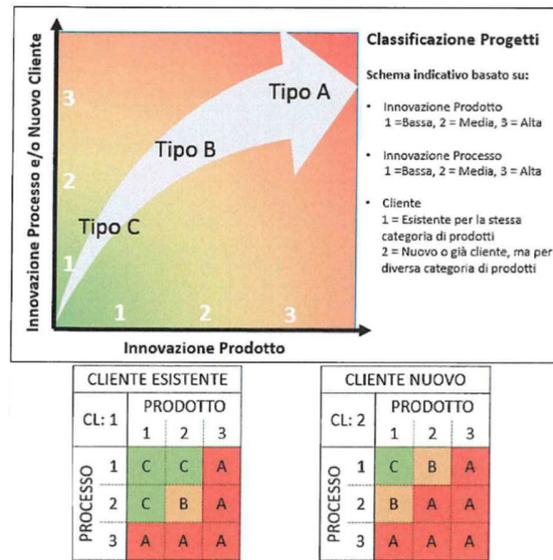


Figura 3.2. "Classificazione progetti". Fonte: Cebi Italy

Completata la fase di riesame dell'offerta si procede con una prima stesura della "phase review" fattibilità che si concluderà con l'emissione dell'offerta.

3.2 PROGETTAZIONE E SVILUPPO DEL PRODOTTO

Per prima cosa deve essere definito il prodotto. Questa fase comprende tutte quelle attività necessarie per la definizione delle caratteristiche che dovrà possedere, ad esempio:

- Studi di massima;
- Definizione della distinta base preliminare;
- Analisi dei potenziali modi di guasto e del loro effetto DFMEA (vd. Paragrafo 5.1.1);
- Prototipazione, dove vengono costruiti, valutati e sperimentati prototipi funzionanti;
- Definizione delle specifiche di prodotto, ovvero le caratteristiche che deve possedere il prodotto con i parametri necessari per soddisfarle.

Una volta definito il prodotto si procede con il definire i particolari da utilizzare realizzando i relativi disegni 3D, analizzando le specifiche dei materiali che devono essere utilizzati e le tolleranze. Prima del "design freeze" deve essere verificata la corrispondenza e completezza dei disegni rispetto i

requisiti cliente. Se la verifica da esito positivo si procede con la costruzione dei campioni e alle opportune verifiche dimensionali. Prima di avviare il processo di benessere dei componenti, si procede con il completamento della distinta base e con l'emissione dei disegni 2D dei componenti in modo da poter realizzare gli stampi definitivi. Si realizzano quindi i campioni di prodotto da stampi definitivi e processo non definitivo, ai quali si rilascia il benessere interno mediante verifiche dimensionali e test di laboratorio. I campioni realizzati con stampi definitivi ma con processo non definitivo sono sottoposti ad approvazione del cliente e, una volta ottenuta, si rilascia la prima versione del "control plan" (vd. paragr. 5.2), e si inizia la produzione e/o l'approvvigionamento dei componenti che saranno utilizzati per le fasi di realizzazione del prodotto. A completamento della fase si aggiorna e si completa la "phase review" prodotto.

3.3 PROGETTAZIONE E SVILUPPO DEL PROCESSO

In questa fase vengono eseguite tutte le attività necessarie alla realizzazione del processo di fabbricazione del prodotto progettato precedentemente. Questa fase però non necessariamente viene eseguita "a valle" della progettazione e sviluppo del prodotto, ma alcune attività possono essere iniziate e portate avanti di pari passo con quest'ultima fase. In particolar modo per prima cosa si definisce il processo di assemblaggio del prodotto a grandi linee, valutando la possibilità di poter utilizzare una linea di assemblaggio già presente o di doverne realizzare una nuova, e verificando la realizzabilità del prodotto con il processo progettato. Si procede poi con la scelta del fornitore/i secondo quella che è la procedura di riferimento Cebi che considera, tra le altre cose, l'affidabilità, la competenza, nonché l'aspetto economico e temporale. Si effettua la richiesta di un'offerta preliminare, vengono definiti i prototipi dei componenti e viene emesso un ordine di acquisto per questi ultimi. Una volta giunti a questo punto vengono stabilite le macro-attività preliminari necessarie per il corretto svolgimento delle operazioni: durante questa fase viene utilizzata la tecnica FMEA per individuare gli eventuali problemi e le possibili conseguenze legate allo sviluppo del processo. Dopo aver verificato le attività si definisce il layout, ovvero la disposizione di stazioni, macchine e attrezzature in relazione al processo, rispondendo a requisiti legati non solo alla semplice disposizione planimetrica, ma anche alla sicurezza e all'efficienza nelle movimentazioni. Aggiornando la FMEA di processo (vd. 5.1.2) vengono realizzate le attrezzature definitive arrivando

alla fase di “pre-serie” dove vengono definiti i piani di fabbricazione e controllo relativi, dove vengono descritte le istruzioni di fabbricazione e controllo, e dove sono determinate le istruzioni di taratura macchine. Vengono poi definite le specifiche di imballo che, oltre a rispettare le esigenze del cliente, devono essere adatte al materiale al fine di garantire la trasportabilità dello stesso senza danni. Si eseguono infine dei piccoli “run” di produzione per iniziare a formare il personale e procedere alla validazione interna del processo: a completamento di questa fase, in funzione dell’esito positivo, si procede alla chiusura della PFMEA e alla realizzazione delle specifiche definitive. La fase di sviluppo del processo si chiude con il “run” di pre-serie (di una durata non inferiore a 2 ore) che fornirà il materiale necessario alla validazione del prodotto e del processo.

3.4 VALIDAZIONE PRODOTTO E PROCESSO

In primis vengono definite tutte le attività legate all’approvvigionamento delle materie prime e dei semilavorati considerando le capacità produttive degli impianti e le richieste del mercato. Dopo aver eseguito tutte le attività relative ai “ramp-up” (vd. 3.2.5), si procede con la valutazione cliente pre-serie dove viene revisionato il processo, determinati i parametri di processo definitivi e valutati i sistemi di misura impiegati. I campioni prodotti in pre-serie vengono inviati al cliente per la valutazione tecnica. Vengono inoltre verificati gli strumenti di misura richiamati sul piano di controllo attraverso prove di R&R (vd. par. 6.4.4.). L’eventuale esito positivo derivante dalla produzione pre-serie permette di definire i piani di fabbricazione e controllo definitivi (vd. 5.3), apportando eventuali modifiche ai piani preliminari precedenti. Prima di omologare l’attrezzatura di processo, l’industrializzazione, insieme all’ufficio tecnico e alla qualità, effettua gli studi di “*capability*” per determinare gli indici di capacità di processo relativi al controllo di processo preliminare. Se i risultati delle valutazioni interne sono soddisfacenti l’industrializzazione procederà con l’omologazione definitiva delle attrezzature di processo. Viene chiusa l’attività di validazione del prodotto e si avvia una produzione di serie con il processo e il prodotto definitivo procedendo alla verifica interna della corrispondenza del processo e del prodotto alle specifiche richieste. Se la verifica dà esito positivo il progetto viene definitivamente completato e chiuso con la consegna del processo produttivo alla fabbricazione prodotti per mezzo della check-list di rilascio. Prima del definitivo avvio produttivo (“*Standard operating procedure-SOP*”) il cliente può richiedere la verifica finale delle capacità del

processo produttivo attraverso una *“2 days production”* (*“2DP”*). A completamento della fase si aggiorna e si completa la *“phase review”* di validazione.

3.5 RAMP-UP

La fase di *“ramp-up”* deve coprire almeno le attività a partire dalla pre-serie fino alla SOP (*“Procedure operative standard”*) cliente e il monitoraggio delle attività produttive per almeno 3 mesi dopo la SOP cliente. Attività da pianificare sono ad esempio: crescita degli ordini ai fornitori, verifica della formazione, verifica della manutenzione, creazione e implementazione dei PFC, ecc. La responsabilità ricade sul *“quality engineer”* in accordo con il *“project manager”*. Durante la fase di *“ramp-up”* si mettono in esecuzione i piani di controllo rinforzati (GP12) (vd. paragraf. 5.6) che definiscono tutti i controlli speciali, eventualmente anche al 100%, che si applicano almeno per 6 settimane consecutive di *“zero difetti”* (ovvero in quelle 6 settimane non devono verificarsi difetti). Anche la *“capability”* del processo deve essere verificata periodicamente utilizzando i dati di processo e i risultati del GP12, e in conclusione si verifica il raggiungimento degli obiettivi per mezzo della *“ramp-up phase review”*.

CAPITOLO IV – IL PROGETTO: L’ATTUATORE SCS IOE E LA LINEA DI ASSEMBLAGGIO SCS10

4.1 L’ATTUATORE SCS IOE

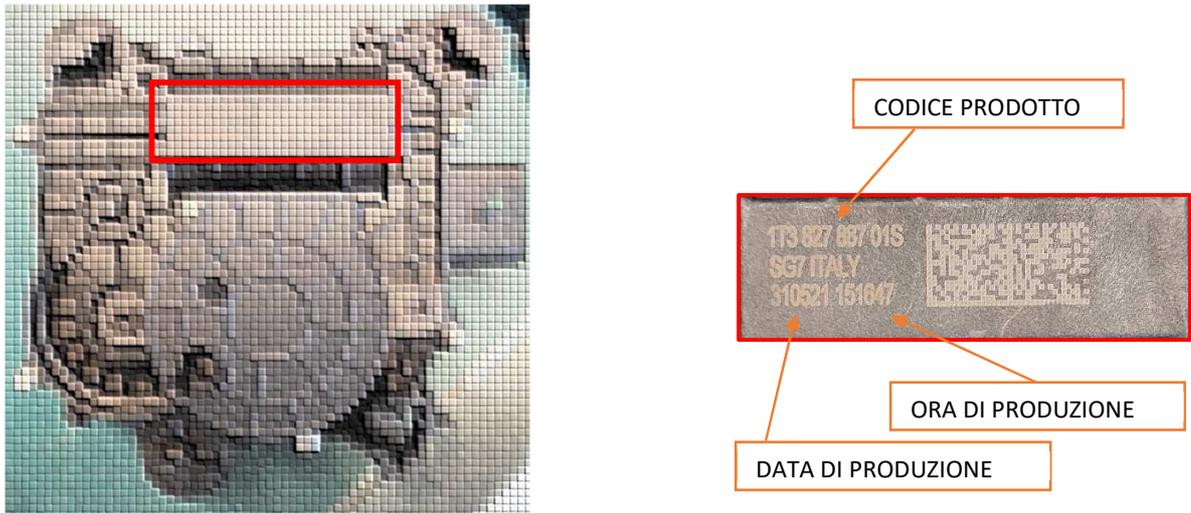


Figura 4.1. “Attuatore SCS IOE”. Fonte: Cebi Italy

L’attuatore “SCS IOE” (“self closing system-in/out electrical”) è un particolare tipo di attuatore che viene utilizzato in alcuni veicoli di fascia alta. L’attuatore del sistema di chiusura automatica viene collegato alla serratura del portellone del baule di un’autovettura tramite un cavo Bowden. Un cavo Bowden è un meccanismo a cavo che utilizza un filo flessibile a trefoli che si muove all’interno di un alloggiamento esterno flessibile. Viene utilizzato per trasmettere una forza meccanica attraverso il movimento del cavo interno rispetto un involucro esterno cavo. L’attuatore SCS IOE viene utilizzato per tirare un cavo Bowden attaccato alla serratura del portellone per chiudere completamente il portellone quando l’unità di controllo motore dell’autovettura, anche chiamata “centralina”, rileva la chiusura parziale del chiavistello. Quando il portellone scende grazie ai pistoni e quando arriva in fase di semichiusura la serratura aggancia il gancio del portellone (anche chiamato “scontrino”). A questo punto la centralina del veicolo rileva questo stato e fornisce alimentazione all’attuatore SCS IOE, che tira il cavo Bowden fino alla chiusura definitiva della serratura (e del portellone). Dopo la chiusura, la centralina inverte l’alimentazione e l’attuatore SCS IOE torna nella posizione di riposo iniziale, che viene rilevata dal microswitch interno.



Figura 4.2. "Sistema di chiusura baule auto".

Questo attuatore di nuova generazione andrà nel primo periodo ad affiancare un modello già presente in produzione, l'attuatore SCS, per poi andare gradualmente a sostituirlo. Al momento della stesura di questo elaborato il prodotto è ancora in fase di prototipazione. In base alla classificazione dei progetti apportata da Cebi Italy viene definita la classe di un prototipo in relazione al progetto a cui appartiene: l'attuatore SCS IOE è stato considerato come prototipo di classe A in quanto rappresenta un nuovo "concept" di un prodotto già noto, utilizzando un nuovo processo e componenti completamente nuovi. I clienti a cui sono destinati questi nuovi attuatori sono gli stessi dei precedenti. Le principali differenze fra i due attuatori, oltre ai modelli di autovetture a cui sono destinati (veicoli di alta gamma), sono una riduzione delle dimensioni del 55% (e quindi dell'ingombro complessivo) e una riduzione della massa complessiva di circa il 60% (è infatti presente un guscio inferiore in plastica piuttosto che in alluminio e un motore elettrico di dimensioni e peso inferiori), oltre a una maggiore efficienza di processo con il quale questi prodotti vengono realizzati, dalla quale deriva una riduzione dei costi di circa il 20%.

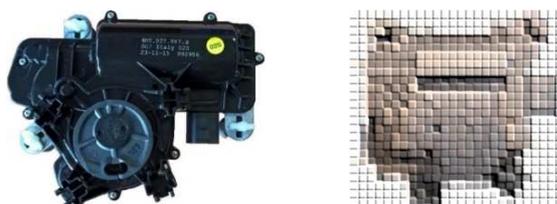


Figura 4.3. "Confronto fra i due attuatori". Fonte: Cebi Italy

4.2 LA LINEA DI ASSEMBLAGGIO SCS10

La linea di montaggio e collaudo dell'attuatore SCS IOE è stata realizzata nel 2021 dall'azienda "Bimatic s.r.l." con sede a Collegno (TO). L'azienda fa parte del gruppo Cebi e costituisce il centro di sviluppo per linee di assemblaggio automatiche. La linea di assemblaggio principale ha una massa di circa 8600 kg.



Figura 4.4. "Linea SCS IOE". Fonte: Cebi Italy

4.2.1 LAYOUT

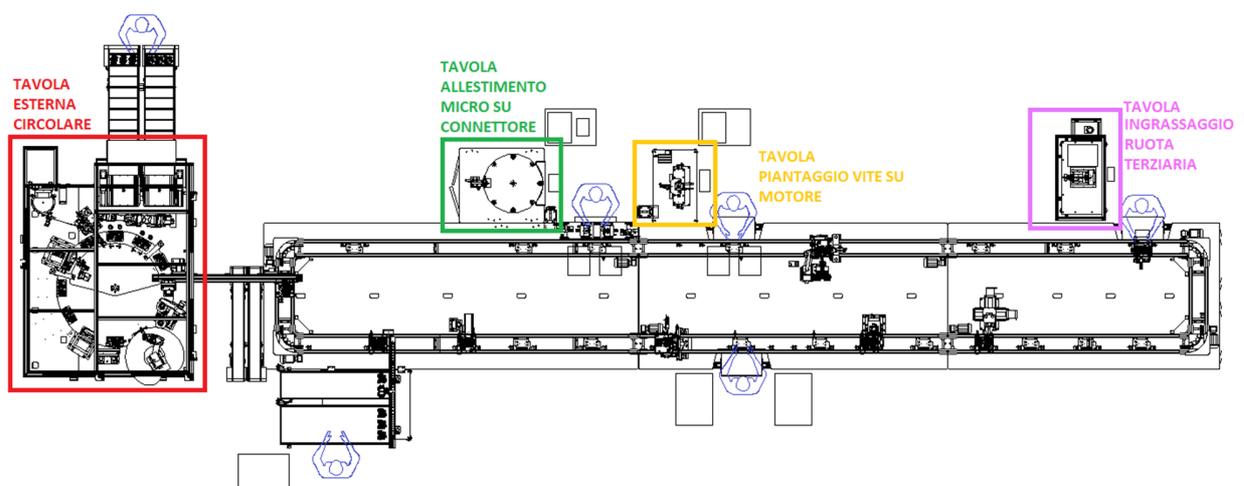


Figura 4.5. "Layout linea SCS10". Fonte: Cebi Italy

Nella prima fase di vita, la linea di assemblaggio è disposta secondo un layout ad anello con quattro tavole esterne. La linea è di tipo semiautomatico, con undici stazioni presenti sulla linea principale. La configurazione ad anello, è particolarmente adatta per quei prodotti che necessitano di un numero elevato di operazioni e quindi di un numero elevato di stazioni poichè consentono di limitare lo spazio necessario. Inoltre questo tipo di configurazione ad anello offre la possibilità di prevedere il percorso di ritorno per far ritornare alla prima stazione presente sulla linea principale i pallet vuoti. Le prime due tavole esterne presentano configurazione circolare dove le macchine automatiche sono disposte lungo la periferia di una tavola indicizzata, riuscendo in questo modo a mimizzare l'occupazione di spazio. Nella prima tavola vengono eseguite otto operazioni: una di tipo manuale e le altre in maniera automatica, mentre invece nella seconda tavola esterna si esegue il piantaggio automatico del microswitch sul connettore. Nelle altre due tavole esterne vengono eseguite le operazioni rispettivamente di piantaggio della vite sul motore, e di ingrassaggio della ruota terziaria. Nella linea sono presenti cinque operatori, più uno col compito di imballare i prodotti finiti.

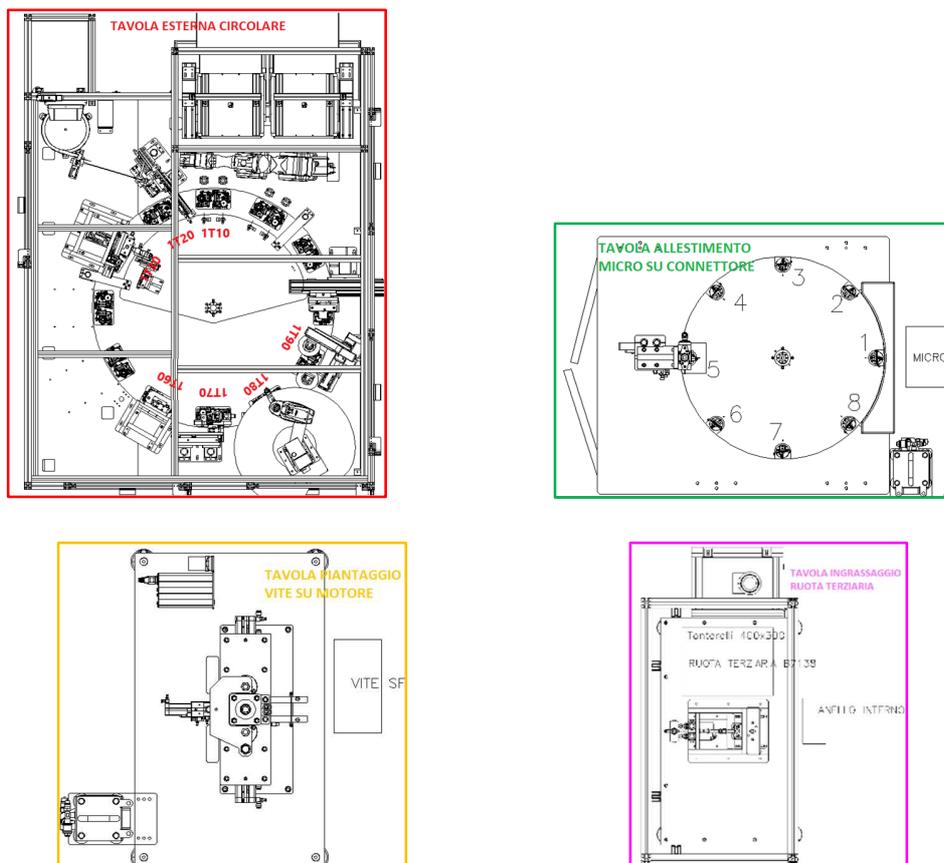


Figure 4.6. "Tavole esterne". Fonte: Cebi Italy

4.3 I COMPONENTI E LE CARATTERISTICHE CHIAVE

4.3.1 DISTINTA BASE ED ELENCO COMPONENTI

La distinta base, in inglese *“Bill of Materials – BOM”*, è l’insieme di tutti i componenti, sottoassiemi, semilavorati e materie prime necessarie per realizzare un prodotto. Generalmente i legami tra i vari elementi di una distinta base sono di tipo gerarchico e strutturati su diversi livelli secondo una struttura ad albero. Il livello più in alto è il livello 0 dove viene collocato il prodotto finito, e scendendo fra i vari livelli si trovano dapprima i sottoassiemi nel livello 1, poi i semilavorati nel 2, e nel 3 i materiali di base. I legami tra i vari livelli sono del tipo “padre-figlio” e permettono di collegare i vari articoli con i propri componenti: è bene osservare che in una distinta base i prodotti finiti non hanno mai dei “padri” così come i materiali di base non hanno mai “figli”.

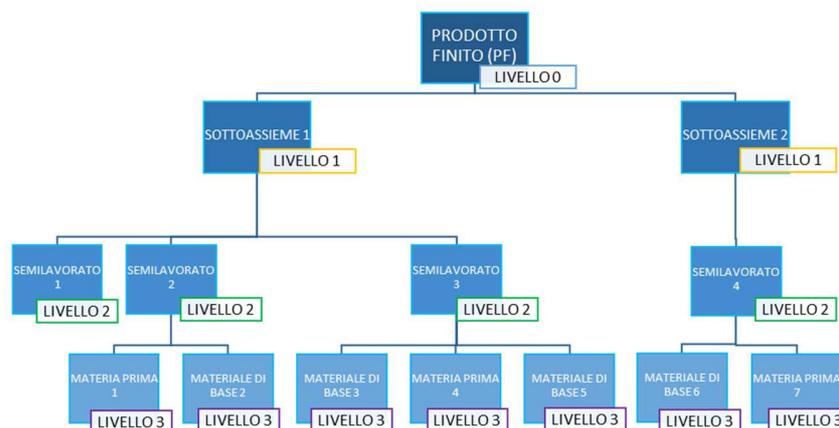


Figura 4.7. “Esempio di distinta base”.

Nel gestionale utilizzato in Cebi è possibile visualizzare la distinta base di ciascun prodotto che viene realizzato da Cebi Italia: è possibile rivolgersi al sistema con diversi tipi di interrogazione, ovvero è possibile visualizzare i dati in diversi formati, utili per prendere decisioni operative. Esistono due approcci per interrogare le distinte base: l’**esplosione** e l’**implosione**. L’esplosione consente, dato un codice padre, di investigarne i codici “figlio”, ovvero partendo dall’alto si vanno a visualizzare i vari componenti. Per questa ragione l’esplosione è considerata una modalità di interrogazione di tipo *“top-down”*. Questo tipo di interrogazione risulta utile quando il responsabile della pianificazione della produzione vuole controllare se tutti i componenti che devono essere assemblati per ottenere un prodotto finito sono disponibili. L’implosione è il processo inverso: essa consente, dato un codice,

di investigarne i codici “padre”: per questa ragione è considerata una modalità di interrogazione di tipo “*bottom-up*”. Questo approccio può essere utile quando il responsabile degli acquisti si rende conto che un componente non è più disponibile a magazzino e vuole rapidamente identificare quali sono i prodotti finiti che, di conseguenza, non potranno essere realizzati. Le interrogazioni poi possono essere di diverso tipo:

- **A singolo livello:** vengono stampati a video tutti i componenti di un determinato livello.
- **Scalare:** viene creata una distinta in forma tabellare che contiene il codice padre e, ordinati dopo di questo, tutti i figli e i nipoti con rispettivo coefficiente di utilizzo.
- **Riepilogata:** è un report riassuntivo di tutto ciò che è necessario per realizzare un’unità di prodotto finito.
- **Ai materiali base:** simile all’esplosione riepilogata.

```

Guida                               Interrogazione Distinte Base          CEBI_ITALY

Immettere le scelte desiderate e premere Invio.

Tipo di interrogazione   3      Esplosioni          Implosioni
                        ..      1=A singolo livello  5=A singolo livello
                        ..      2=Scalare           6=Scalare
                        ..      3=Riepilogata       7=Riepilogata
                        ..      4=Ai materiali base  8=Ai prodotti finiti

Codice articolo          08013.02
Ricerca alfabetica      .....
Proprietario            .....

Quantita'                1,0000
Data di validita'       190521
  
```

Figura 4.8. “Tipi di interrogazione distinte base”. Fonte: AS400 Ceby Italy

Nel caso di un’interrogazione a esplosione di tipo scalare per l’attuatore **SCS IOE**, vengono stampati a video i diversi componenti, con diverse informazioni aggiuntive: in alto si trova il codice e il nome dell’articolo mentre da sinistra a destra si visualizza il livello in distinta base, il componente, la descrizione, la relativa quantità necessaria, e una sigla (F o P) che indica se l’elemento viene prodotto da un fornitore (e si riporta il nome) o viene prodotto internamente.

```

Esplosione scalare      Interrogazione Distinte Base      CEBI_ITALY
                          Gruppo Di.Ba.
Ass. D8013.02          ATTU ATT SCS IOE C-MUSTER 01$      T.Ar 1
UM NR Qta             1,0000 Liv Min 00 Data 19/05/21      Nr Ass
Propr.                                     Dis 1T3 827 887
Immettere una o piu' scelte e premere Invio.
1=Selezione 2=Esistenza 3=Schede Mag. 4=Anagrafico 5=Analisi disp
S Liv. relativo Componente Descrizione 6=Note UM
- 1 D8054.00 CPLS MOTORE+VITE ATT SCS IOE NR
  Quantita' 1,0000 T Ar 0 TL TA
  P
. 2 B7294.03 MOTO MABUCHI RS-446VA-19102 110NM NR
  Quantita' 1,0000 T Ar 3 TL TA
  F 001436 MABUCHI MOTOR E
. 2 B7671.00 INGR VITE ELIC SCS IOE NR
  Quantita' 1,0000 T Ar 3 TL TA
  F 002867 TORNERIA FERRAR
1 D8055.00 CPLS GUSCIO INF+COMP ATT SCS IOS NR
  Quantita' 1,0000 T Ar 0 TL TA
  P

```

Figura 4.9. “Esempio di esplosione scalare”. Fonte: AS400 Cebi Italy

Il gruppo Cebi utilizza una nomenclatura differente per gli elementi della distinta base a seconda se essi siano un componente/materiale di base o un semilavorato/assieme o un prodotto finito. Solitamente gli elementi vengono classificati con 3 lettere: “A”, “B”, “D”. Se il codice di un elemento inizia con la lettera “A” sta a significare che quell’elemento è una materia prima. La lettera “B” viene utilizzata per indicare i componenti di base, ovvero componenti che vengono realizzati esternamente dai fornitori o che vengono prodotti internamente dalla Cebi. Un codice che inizia con la lettera “D” invece indica che quell’elemento è un semilavorato o prodotto finito, cioè indica che quell’elemento è l’insieme almeno di due componenti di base, come illustrato nella figura sottostante.

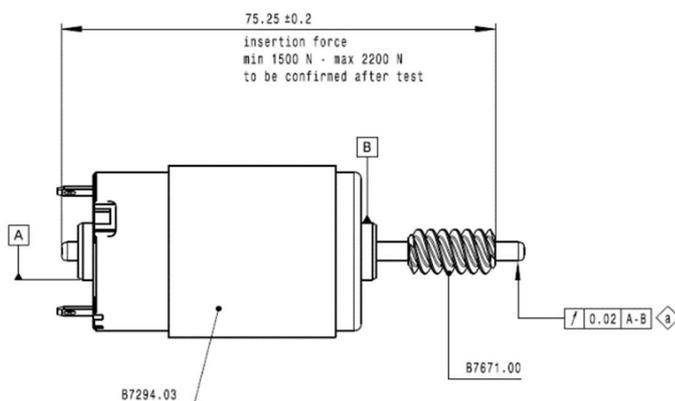


Figura 4.10. “Sotto-assemblato attuatore SCS IOE D8054.00”. Fonte: Cebi Italy

L'elenco dei componenti di base che formano l'attuatore SCS IOE sono elencati nella tabella seguente:

ATTUATORE SCS IOE – BOM LIST				
NR.	DESCRIZIONE	IMMAGINE	TIPO DI ARTIC.	QT.
12	Molla balestra leva microswitch IOE		Materiale di base	1
9	Piastra contr. vite zincata att. IOE		Materiale di base	2
6	Ruota terziaria att. SCS IOE		Materiale di base	1
19	Spina 3x25,8 att. SCS IOE		Materiale di base	2
17	Motore RS-446VA-19102 (1120Nmm)		Materiale di base	1
1	Ingr. vite elic. SCS IOE		Materiale di base	1
10	Coperchio puleggia att. SCS IOE		Materiale di base	1
5 8	Connettore costam att. SCS IOE		Materiale di base	1
13	Leva microswitch att. SCS IOE		Materiale di base	1
3	Vite 2,9x13,5 TC autofilettante		Materiale di base	8
11	Clip fissaggio att. SCS IOE Z flex		Materiale di base	3

NR.	DESCRIZIONE	IMMAGINE	TIPO DI ARTIC.	QT.
20	Microswitch att. SCS Omron sliding		Materiale di base	1
7	Puleggio bowden att. SCS IOE		Materiale di base	1
15	Ruota primaria att. SCS IOE		Materiale di base	1
18	Ruota secondaria att. SCS IOE		Materiale di base	1
14	Supp. guscio inf. att. SCS IOE		Materiale di base	1
2	Supp. guscio sup. att. SCS IOE		Materiale di base	1
16	Anello esterno cusc. att. SCS IOE		Semilavorato	2
4	Anello interno cusc. att. SCS IOE		Semilavorato	2

Tabella 4.1. "Bill of Materials".

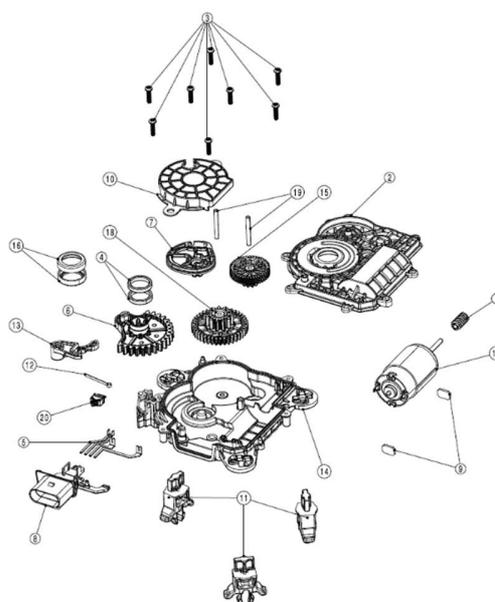


Figura 4.11. "BOM esplosa". Fonte: Cebi Italy

Una volta individuati i vari componenti che formano il prodotto finito è possibile andare a estrarre i vari disegni che ci permettono, dopo un'attenta analisi, di andare ad individuare le quote rilevanti da tener in considerazione durante il controllo qualità, sia in fase di accettazione, sia durante le varie fasi del processo produttivo.

4.3.2 DISEGNI TECNICI

Il disegno tecnico è un documento di rappresentazione di oggetti tecnici che permette al progettista di tradurre graficamente le proprie idee e di fornire indicazioni a chi produce per la realizzazione del pezzo. Inoltre il compito principale dei disegni tecnici è quello di riuscire a diffondere informazioni, e per farlo è necessario un linguaggio convenzionale, unico e internazionale. La grammatica e la sintassi di questo linguaggio è stabilita da un insieme di norme a livello internazionale, come quelle definite dall'ISO, "*l'International Organization for Standardization*". Mediante un disegno tecnico si rappresentano in uno spazio **bidimensionale** un oggetto **tridimensionale**, la cui rappresentazione viene eseguita adottando simbologie universalmente riconosciute e di significato univoco e mediante diverse viste dello stesso elemento. I disegni tecnici, oltre alle varie viste del componente, riportano in basso a destra un riquadro informativo, il "*title block*", dove vengono riportate le caratteristiche più significative del componente (in questo caso il guscio inferiore dell'**attuatore SCS IOE**) come il peso e il volume, la descrizione, il materiale, e altre informazioni che riguardano il progettista che ha sviluppato il disegno, i riferimenti e le date di creazione e revisione del disegno stesso.

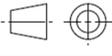
Material general name		>PP-GF40<		Volume [cm ³]	36.0
Material commercial name		THERMOFIL HP F810X79 Black		Mass [g]	44.3
Material customer reference		PP8	CAD ReL. Catia V5R26		
Material customer table		VW 44045			
Drawn by	Drawing date	06/02/19	C.C X		
Checked by	Checking date	.	Scale 2:1		
Customer drw.	Project n°	ATGL16008		Size	A0
	Description			Drawing code	
	Lower cover SCS Actuator KIOE			B7129.04	
Cebi Italy		Gen. tol. UNI EN ISO 2768-M		<small>All dimensions are in mm, roughness value are in um Ra, unspecified geometry info has to be taken from 3D model</small>	

Figura 4.12. "Dettaglio disegno tecnico". Fonte: Cebi Italy

Le varie fasi di revisione sono meglio esplicitate in alto a destra del disegno, dove si riportano le registrazioni delle date delle varie revisioni, riportando anche il corrispettivo autore.

Ind.	Sect.	Revision record	Date	Drw.
02B		First emission	24/07/2019	SM
02C	E4	Mod. for bearing version	05/08/2019	SM
03		Optimized geometry def. tool	22/11/2019	SM
03A	N14, K04, B22	Added out on connector area, changed screw boss length, changed material (was PP-LGF40, Verton MVD08SU)	12/05/2020	SM
03B		Mod. tolerances acc to supplier	13/10/2020	SM
03C	C2,E2	Update toll. acc.to SK 001/21 (21±0.1 was ±0.05, 3 -0.35/+0.25 was ±0.1)	07/01/2021	SM
04	D21	Increased shaft housing +0.25 mm	28/04/2021	SM

Figura 4.13. “Dettaglio disegno tecnico”. Fonte: Cebi Italy

Sempre in alto sono riportate le “Cebi procedures”, riferimenti circa le procedure da seguire per le caratteristiche critiche.

<p>Critical features definition according to procedure CEBI Italy PR-14 Copyrights of this drawing, delivered to the supplier, is a CEBI property. Without our written approval is not allowed to copy, reproduce, communicate or show it to third parties.</p>
--

Figura 4.14. “Dettaglio disegno tecnico”. Fonte: Cebi Italy

Possano poi essere anche riportati i dati di costruzione e di controllo per il componente che viene rappresentato mediante il disegno tecnico.

Infine è presente anche un riquadro dove si riportano i “customer requirements”, ovvero gli standard/requisiti del cliente che devono essere soddisfatti.

<p>VW 91101 VW 91102 2000/53/EC annex I, II</p>

Figura 4.15. “Dettaglio disegno tecnico”. Fonte: Cebi Italy

La rappresentazione di un oggetto secondo metodi grafici normalizzati definisce l’oggetto stesso solo in modo qualitativo. Per completare la rappresentazione tecnica è necessario aggiungere informazioni quantitative: per farlo è necessario quotare il disegno, ovvero riportare tutte le indicazioni idonee a definire le dimensioni dell’oggetto stesso. Esistono norme e convenzioni che

delineano le modalità con cui esse devono essere riportate graficamente a seconda dell'oggetto geometrico da quotare. Solitamente insieme ad ogni quota viene riportata anche la sua tolleranza, ovvero gli scostamenti massimi ammessi tra le dimensioni del componente reale e quelle del componente nominale rappresentato nel disegno. Tendenzialmente infatti nel tempo diverse caratteristiche sono sottoposte a variazioni, cioè a dispersioni delle misure intorno a un valore medio. Il concetto di variabilità si basa sull'evidenza secondo cui non è possibile realizzare due caratteristiche perfettamente uguali, per quanto alta sia la cura che si mette nel realizzarle: questo viene dal fatto che ci sono sempre delle cause di variabilità che influenzano il processo che realizza la caratteristica di qualità. Le cause di variabilità si possono suddividere schematicamente in due famiglie: cause comuni e cause speciali. Cause comuni possono essere i metodi di lavorazione, la precisione delle apparecchiature, le condizioni dei materiali, le prestazioni della manodopera, ecc. Le cause speciali consistono nell'usura e la rottura dell'utensile, nel cambio di materiale, nel cambio di metodo di lavorazione, ecc.

4.3.3 SCELTA DELLE CARATTERISTICHE CHIAVE

Tutti i prodotti possiedono un numero definito di caratteristiche: ciascuna di esse, seppure secondo un preciso ordine gerarchico di importanza, deve essere sottoposta ad azioni di controllo, con modalità e frequenze da definire caso per caso. Alcune di queste caratteristiche richiedono particolare cura nella programmazione dei controlli, perchè una loro eccessiva variazione rispetto alle specifiche può compromettere la sicurezza, la conformità ai vincoli di legge, le funzionalità del relativo prodotto realizzato. Per individuare le caratteristiche chiave solitamente si fa riferimento alle due seguenti categorie di "Caratteristiche di processo" e di "Caratteristiche di prodotto".

Tra le **caratteristiche di processo** troviamo:

- *Parametri di processo*: è indispensabile conoscere come ciascuna caratteristica di prodotto sia influenzata da uno o più parametri di processo.
- *Ottica "cliente interno"*: sono le caratteristiche da tenere sotto controllo per evitare gravi inconvenienti sui prodotti a valle lungo il processo produttivo. Un metodo efficace è quello

di utilizzare la matrice di correlazione tra le anomalie rilevabili dal cliente e le caratteristiche del prodotto controllate attraverso controlli su prodotto finito.

Per le **caratteristiche di prodotto** si fa riferimento alla procedura *“PR-14_03 Classificazione delle caratteristiche critiche”* di Cebi Italy che stabilisce le regole e l’iter gestionale per l’attribuzione della classe di importanza delle caratteristiche presenti sulla documentazione tecnica primaria e secondaria. La classificazione delle caratteristiche viene definita sulla base di cinque diverse classi:

1. **Sicurezza:** lo scostamento dalle specifiche compromette la sicurezza per l’utente finale a seguito di mancato funzionamento, prestazioni e affidabilità del prodotto. Può avere implicazioni legali e la gestione di queste caratteristiche viene richiesta e concordata dal cliente.

Simbolo grafico per disegni e intestazione documenti		Simbolo Alfa numerico
		D
Per tutti tranne Gruppo VW	Gruppo VW	

Figura 4.16. “Simboli per caratteristiche di sicurezza”. Fonte: Cebi Italy

2. **Critica:** lo scostamento dalle specifiche può compromettere l’efficienza e/o l’utilizzo del prodotto.

Simbolo grafico per disegni e intestazione documenti		Simbolo Alfa numerico
		C

Figura 4.17. “Simboli per caratteristiche critiche”. Fonte: Cebi Italy

3. **Importante:** lo scostamento dalle prescrizioni specifiche può avere come conseguenza la riduzione parziale dell’efficienza e/o dell’utilizzabilità del prodotto.

Simbolo grafico per disegni e intestazione documenti		Simbolo Alfa numerico
		+

Figura 4.18. “Simboli per caratteristiche importanti”. Fonte: Cebi Italy

4. **Secondaria:** lo scostamento dalle prestazioni specifiche può provocare solo inconvenienti di entità minima.

Simbolo grafico per disegni e intestazione documenti	Simbolo Alfa numerico
	-

Figura 4.19. “Simboli per caratteristiche secondarie”. Fonte: Cebi Italy

5. **Non classificata:** tutte le altre caratteristiche.

Simbolo grafico per disegni e intestazione documenti	Simbolo Alfa numerico
	/

Figura 4.20. “Simboli per caratteristiche non classificate”. Fonte: Cebi Italy

Diversi clienti possono però utilizzare un sistema di classificazione differente. È quindi assolutamente necessario che ciascuna delle varie classi delle case automobilistiche trovino corrispondenza in una della Cebi. Non necessariamente però a ciascuna classe Cebi deve corrispondere una di ciascun cliente, e in assenza di classificazione specifica del cliente vale la classificazione Cebi.

CAPITOLO V – LA DOCUMENTAZIONE DI PROCESSO

5.1 “FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS” (FMEA)

La “*Failure mode and effect analysis*” è una tecnica sviluppata intorno al 1960 per valutare e prevenire le possibili conseguenze catastrofiche dei potenziali modi di guasto. Un modo di guasto è un difetto che può mettere in crisi la funzionalità di un prodotto, necessitando in questo modo, di una riparazione più o meno urgente. L’analisi viene condotta da un gruppo di lavoro interdisciplinare che definisce, attraverso indicatori e un opportuno simbolismo, quelle che sono le aree di un prodotto/processo che presentano le cause di guasto o rottura più critiche sulle quali intervenire per mezzo di azioni correttive. L’utilizzo tempestivo della FMEA consente di poter prevenire gravi e costose varianti sul prodotto e sul processo successive alla fase di validazione, o perfino quando è già stato interessato l’utente finale. Esistono difatti due tipologie di analisi FMEA: una FMEA di prodotto (*Design FMEA*) di responsabilità dell’area progettazione e una FMEA di processo (*Process FMEA*) di responsabilità dell’area industrializzazione. L’analisi deve essere eseguita non solo in fase di progettazione e sviluppo di nuovi prodotti e di nuovi processi, ma deve essere aggiornata e riesaminata in concomitanza con l’evoluzione del prodotto.

5.1.1 DESIGN FMEA

Prima di iniziare una DFMEA è necessario in primis costituire un team di lavoro e poi raccogliere tutta la documentazione necessaria: disegni tecnici, campioni, distinte base, analisi FMEA di prodotti simili, ecc. L’analisi deve iniziare con uno schema funzionale a blocchi del prodotto che deve essere analizzato in modo da poter comprendere ed elencare per ciascun blocco la funzione elementare assoluta e la caratteristica funzionale associata. Per caratteristiche funzionali si intendono le caratteristiche o le prescrizioni di progetto il cui mancato rispetto impedisce la corretta funzionalità del prodotto. Quindi per prima cosa vengono analizzati i componenti della distinta base: a tal proposito si scompone il sotto-assieme o il prodotto in componenti, descrivendo le caratteristiche funzionali di ciascuno in termini di attributi fisici misurabili e le interazioni fra i componenti. Analizzando la documentazione e lavorando in team poi si cerca di associare ad ogni funzione elementare uno o più modi di guasto potenziali. Un modo di guasto non è altro che uno scostamento

di un componente o un sottoinsieme dai requisiti/specifiche di progetto che può far quindi perdere al componente la capacità di assolvere il proprio compito. Ad ogni modo di guasto viene poi associato un effetto sulla funzione e su come esso viene percepito dal cliente finale andandone a valutare la **gravità (G)**. La gravità infatti è la valutazione dell'effetto che il guasto, manifestandosi, provoca sul cliente finale. Si esprime attraverso un valore da 1 a 10 (dal meno grave al più grave) a seconda se il modo di guasto può compromettere le funzionalità del prodotto in maniera più o meno irreversibile e se può mettere in pericolo la sicurezza dell'utilizzatore. Ad esempio un potenziale modo di guasto che provoca un mancato rispetto dei requisiti di sicurezza presentandosi senza preavviso e compromettendo la sicurezza del veicolo, dei suoi occupanti e di altri, viene classificato con un indice di gravità pari a 10. Definita la gravità, si procede cercando una o più cause e per ciascuna di essa si valuta la **probabilità (P)** di accadimento. La causa ci permette di capire per quale motivo si manifesta la riduzione o l'annullamento della funzione elementare esaminata. Tipiche cause di guasto possono essere: materiale errato, eccessivo carico, durezza insufficiente, overstress elettrico, ecc. Come per la gravità, la probabilità si esprime attraverso un valore compreso tra 1 e 10 (dal meno al più probabile) e anche in questo caso esistono criteri oggettivi per l'assegnazione di un determinato valore, come ad esempio la frequenza in base agli incidenti per parte. Si deve poi anche andare a valutare la **rilevabilità (R)** di un determinato modo di guasto attraverso una determinata modalità di controllo. Sono delle attività che vengono predisposte, pianificate per il periodo di sviluppo del prodotto, mirate a rilevare potenziali modi di guasto attraverso un'elencazione dei controlli attualmente previsti in termini di verifiche, riesami, validazioni di progetto, prove su prototipi, test di laboratorio, ecc. L'indice di rilevabilità permette di valutare la probabilità che il guasto, manifestandosi, non venga rilevato dai controlli esistenti sul prodotto. La rilevabilità individua la capacità di non far arrivare all'utente prodotti con caratteristiche difettose ed è anche esso un valore espresso su una scala qualitativa tra 1 e 10 (dal più al meno rilevabile). Anche in questo caso sono definiti criteri oggettivi per l'assegnazione della rilevabilità: ad esempio se i controlli di progettazione non sono in grado di intercettare una potenziale causa ed il conseguente modo di guasto rendendo la rilevabilità quasi impossibile, allora l'indice sarà pari a 10. Una volta individuati G, P, e R è possibile determinare l'IPR, l'indice di priorità di rischio. Questo indice è dato dal prodotto dei coefficienti di gravità, probabilità e rilevabilità e deve essere calcolato per ogni causa di guasto.

$$IPR = G \cdot P \cdot R \quad 1 \leq IPR \leq 1000$$

La valutazione consiste nello stabilire delle soglie di valori IPR o dei valori dei coefficienti al di là delle quali raccomandare delle azioni correttive di miglioramento.

Le attività di miglioramento hanno lo scopo di ridurre la gravità dell'effetto, la probabilità delle cause e la rilevabilità. Le attività che comportano una riduzione di G e P sono inerenti alla revisione del progetto, attraverso ad esempio l'utilizzo di esperimenti programmati, di modifiche delle tolleranze, di modifiche alle specifiche sui materiali. Le attività che invece comportano una riduzione dell'indice di rilevabilità R sono l'inserimento di prove sperimentali, verifiche, riesami, revisioni e validazioni di progetto.

5.1.2 PROCESS FMEA

La PFMEA segue a grandi linee il procedimento della DFMEA. Anche in questo caso è necessario dapprima definire quello che è il team di lavoro interfunzionale, e poi andare a raccogliere tutta la documentazione necessaria che però non farà riferimento esclusivamente al prodotto, bensì piuttosto a quello che è il processo produttivo. Troveremo infatti il flow-chart preliminare, il layout di processo, i cicli di lavoro, la Design FMEA, ecc. L'analisi deve iniziare con l'identificare le varie fasi elementari e operazioni del processo produttivo che devono essere descritte esplicitando lo scopo dell'operazione e/o controllo. A ciascuna fase possono essere associate caratteristiche di prodotto e di processo alle quali devono essere associati uno o più modi di guasto potenziali che possono mettere in crisi il processo di produzione. Individuati i modi di guasto, la determinazione dell'indice IPR è sempre la stessa: si determina un valore per la **gravità** dell'effetto, un valore per la **probabilità** della causa e un valore per la **rilevabilità** del modo di guasto mediante una determinata azione di controllo e si moltiplicano i tre fattori. I criteri per l'assegnazione dei punteggi sono gli stessi della DFMEA, focalizzandosi nell'analisi sul processo di produzione più che sul prodotto. Tipologie di controllo tipiche in questi casi sono: dispositivi anti-errore, dispositivi audiovisivi di allarme, test in linea o fuori linea, verifica di set up delle macchine. I criteri di intervento sono gli stessi della DFMEA ed è importante evidenziare come, in una corretta politica di zero difetti, i coefficienti P ed R tendono al valore 1. Vengono poi definiti i provvedimenti raccomandati atti a ridurre il valore dell'indice di

priorità di rischio originario: ad esempio modifiche di prodotto e di processo, che consentono di ridurre la probabilità, e miglioramenti dei controlli esistenti, per aumentare la rilevabilità delle cause e dei modi di guasto.

CEBI Italy Ancona - Italy Ancona - Via F. Crispi, 2 - 60027 - Osimo (AN) - +39 071 72 107 1 - +39 071 78 19 275 - www.cebi.com

**POTENTIAL
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS
(PROCESS FMEA)**

FMEA Number
Page
Reference

Item: ATGL SCS IOE actuator
Model Year(s)/Vehicle(s)
Core Team

ATGL16066 - Actuator SCS IOE
Process responsibility
Key Date

Prepared by
FMEA Date
(Rev.)

Process Step Function	Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity Classification	Potential Cause(s) of Failure	Current Process				RPN SOD	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action results					
						Controls Prevention	Occurrence	Controls Detection	Detection				Action Taken Completion Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN	

Figura 5.1. "Esempio Process FMEA". Fonte: Cebi Italy

L'analisi FMEA è stata eseguita anche per andare ad analizzare e comprendere i potenziali modi di guasto che possono manifestarsi durante il processo di assemblaggio dell'attuatore SCS IOE. A titolo esplicativo si riporta l'analisi circoscritta a una fase del processo di lavorazione, quella della stazione ST130, dove si esegue l'avvitatura automatica sul guscio superiore:

Process Step Function	Requirement	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity Classification	Potential Cause(s) of Failure	Current Process				RPN SOD	Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Action results				
						Controls Prevention	Occurrence	Controls Detection	Detection				Action Taken Completion Date	Severity	Occurrence	Detection	RPN
Assemblaggio di 8 viti sul guscio superiore dell'attuatore SCS IOE	Mancato caricamento della vite	Non è possibile procedere con il processo	8	Guasto della macchina		2	- Allarme macchina - Stazione in timeout	4	64 824	Nessuna azione							
	Operazione di avvitatura incompleta	Rumore durante il movimento	4	Guasto della macchina		2	- Allarme macchina - Stazione in timeout - Avvitatore con sensore di corsa	4	32 424	Nessuna azione							
	Rottura filettatura durante avvitamento	Assemblaggio sbagliato	8	Coppia eccessiva durante avvitamento	SPA	2	Avvitatore con sensore di corsa e coppia	4	64 824	Nessuna azione							
	Disallineamento tra viti e fori	Danneggiamento guscio superiore e inferiore	8	Strumento di avvitatura usurato		2	SPA	6	96 826	Nessuna azione							

Figura 5.2. "Analisi FMEA". Fonte: Cebi Italy

Se l'indice priorità di rischio è significativamente alto e/o lo è il parametro di gravità, sarà necessario intraprendere delle azioni correttive che verranno riportate nel documento insieme al responsabile

di tali azioni e alle relative scadenze di implementazione. I criteri di intervento adottati da Cebi Italy sono:

- $IPR \geq 100$: si interviene sempre per abbattere almeno uno degli indici.
- $IPR < 100$: si interviene sulla base della “risk matrix” sottostante.

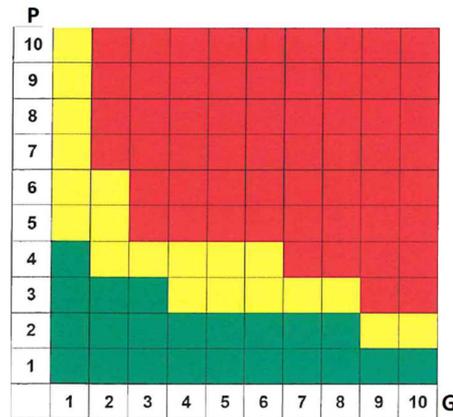


Figura 5.3. “Risk Matrix”. Fonte: Cebi Italy

- In zona rossa è obbligatorio l’intervento al fine di abbattere gravità, probabilità o entrambe.
- In zona gialla è obbligatorio l’intervento con un $IPR > 40$.
- In zona verde non serve l’intervento se $IPR < 100$.

Per verificare la “bontà” delle azioni intraprese si ricalcherà l’indice di priorità di rischio: se risulta inferiore rispetto il precedente allora le azioni correttive avranno avuto, almeno in parte, successo.

5.2 CONTROL PLAN

Il “Control Plan”, chiamato anche griglia di controllo, è un documento che riporta in sintesi tutte le operazioni di controllo della lavorazione del prodotto, dal controllo in accettazione dei componenti alle varie fasi di assemblaggio, fino all’imballaggio e alla spedizione del prodotto finito. È un documento che permette di riassumere in maniera schematica il processo di produzione e tutte le operazioni associate, dal quale discendono un certo numero di documenti che vanno maggiormente ad approfondire le varie fasi di produzione. L’intento del piano di controllo è quello di formalizzare

e documentare il sistema di controllo che sarà utilizzato. In Cebi tutti i control plan riportano la seguente intestazione, che si ripete in ogni foglio del documento:

		CEBI ITALY Assicurazione Qualità 01-PAN-04_00		CONTROL PLAN				Rev. 00 Data: gg/mm/aaaa Pagina: 1 di 3		CUSTOMER LOGO		
CONTROL PLAN NAME:						CONTROL PLAN NUMBER						
PROTOTYPE		PRE-LAUNCH		PRODUCTION		DWG No :		CEBI IT DWG:				
PROTOTYPE		PRE-LAUNCH		PRODUCTION		DWG No :		CEBI IT DWG:				
CUSTOMER:				SUPPLIER: CEBI ITALY		PRODUCTION SITE : OSIMO STAZIONE (IT)				SUPPLIER CODE:		
CHARACTERISTICS						METHODS						
No.	OP.	DWG.	MACHINE / DEVICE / JIG / TOOLS	PART NAME / OPERATION DESCRIPTION	CHARACTERISTIC / PARAMETER TO BE TESTED	SPEC. CHAR. CLASS.	PROD / PROC SPEC. / TOLER	EVALUATION MEASUREMENT TECHNIQUE	SAMPLE SIZE FREQ.		CONTROL METHOD	REACTION PLAN

Figura 5.4. “Intestazione Control Plan”. Fonte: Cebi Italy

Le informazioni specificate nell’intestazione sono:

- **Control Plan name:** il nome del prodotto da realizzare, in questo caso l’attuatore SCS IOE.
- **Control Plan number:** il numero identificativo del control plan.
- **Process phase:** indica la fase in cui si trova il prodotto: prototipazione, produzione pre-serie o produzione in serie. Allo stato attuale il prodotto si trova in fase di prototipazione.
- **DWG N°:** il codice cliente del prodotto.
- **CEBI IT DWG:** il codice Cebi del prodotto.
- **Customer:** il cliente/i a cui è destinato il prodotto.
- **Customer logo:** il logo del cliente/i.
- **Supplier:** il fornitore del prodotto, Cebi Italy.
- **Supplier code:** il codice del fornitore.
- **Production site:** il sito produttivo. Come già detto, la linea per l’attuatore SCS IOE si trova nello stabilimento di Cebi Ancona.

Dopo l’intestazione inizia il control plan vero e proprio suddiviso in varie colonne che riportano le caratteristiche e i metodi:

No.	OP.	DWG.	CHARACTERISTICS				METHODS					
			MACHINE / DEVICE / JIG / TOOLS	PART NAME / OPERATION DESCRIPTION	CHARACTERISTIC / PARAMETER TO BE TESTED	SPECIAL CHAR. CLASS.	PROD. / PROC. SPEC. / TOLER.	EVALUATION MEASUREMENT TECHNIQUE	SAMPLE		CONTROL METHOD	REACTION PLAN
								SIZE	FREQ.			
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												

Figura 5.5. "Struttura Control Plan". Fonte: Cebi Italy

Il control plan viene costruito per le diverse fasi di ciclo di vita del processo di realizzazione del prodotto che sono *"incoming inspection"*, *"assembly process"*, *"GP12 reinforced controls"*, *"finished product audit"*, *"finished product audit from outgoing goods warehouse"*, *"periodical requalification plan"*:

- **Incoming inspection:** tutte le operazioni di ispezione che riguardano i componenti che arrivano dai fornitori esterni.
- **Assembly process:** tutte le operazioni associate al processo di assemblaggio dei componenti fino a formare il prodotto finito.
- **GP12 reinforced controls:** tutte le ulteriori operazioni di controllo che riguardano l'esecuzione delle operazioni produttive che vengono eseguite nella fase di "ramp-up".
- **Finished product audit:** controlli che si fanno su prodotti finiti prelevati dall'ultima stazione della linea.
- **Finished product audit from outgoing goods warehouse:** controlli che si fanno su prodotti finiti prelevati da imballi presenti nel magazzino dei prodotti finiti.
- **Periodical requalification plan:** verifiche periodiche sul prodotto svolte dal laboratorio (devono essere svolte secondo determinati requisiti e standard cliente).

Per comprendere meglio la struttura e la composizione del control plan si riporta come esempio la descrizione della stazione 1T30 che si trova nella tavola circolare esterna alla linea dove viene eseguito l'inserimento automatico e l'ingrassaggio delle due spine sul guscio inferiore. Oltre al numero, la stazione dove viene eseguita l'operazione, e il codice del componente/prodotto, si specificano:

- **Machine device/JIG/tools:** centro di lavoro e/o codifica interna dell'attrezzatura.
- **Part name/operation description:** descrizione della parte e/o dell'operazione. Nella stazione 1T30 vengono eseguite due operazioni che sono l'inserimento automatico delle due spine sul guscio inferiore e l'ingrassaggio automatico delle due spine.
- **Characteristic/parameter to be tested:** breve descrizione delle caratteristiche da controllare. In 1T30 per la prima operazione si devono controllare i parametri di setup, controllare la posizione della prima e della seconda spina, e controllare l'inserimento di entrambe. Per la seconda operazione si deve controllare che il sistema di ingrassaggio sia correttamente collegato, la pressione del fusto contenente il grasso, l'ingrassaggio delle spine, e il quantitativo di grasso utilizzato.
- **Special char classification:** classificazione della caratteristica da controllare sulla base della procedura PR-14 "Gestione delle caratteristiche critiche" di Cebi Italy. Nel caso della stazione 1T30 le caratteristiche non vengono classificate non essendo né di sicurezza, né critiche o importanti o secondarie.
- **Product/process spec. tolerances:** valore e tolleranza della caratteristica da misurare. Per la stazione 1T30 i valori di processo vengono riportati nelle schede parametri e nei PFC.
- **Evaluation measurement technique:** sistema/strumento necessario per tenere sotto controllo la parte. Per la prima operazione della stazione 1T30 si utilizza il pannello digitale a disposizione dell'operatore per controllare i parametri di setup, un comparatore centesimale per controllare il posizionamento delle due spine sul guscio inferiore, e un dispositivo automatico in grado di misurare la relazione forza-spostamento durante l'inserimento delle due spine sul guscio inferiore. Per la seconda operazione si controlla visivamente che il

sistema di ingrassaggio sia collegato e che le due spine vengano ingrassate, viene letto il manometro del serbatoio del grasso per controllare la pressione del serbatoio, e si utilizza una bilancia di precisione per la corretta quantità del grasso da utilizzare.

- **Sample size:** dimensione del campione da controllare.
- **Sample frequency:** frequenza di esecuzione dei vari controlli. Ad esempio il controllo dei parametri di setup e il controllo che riguarda il posizionamento delle due spine vengono eseguiti a inizio turno. Il controllo forza-spostamento del piantaggio delle due spine viene eseguito con frequenza 100%, ovvero per ogni pezzo. I controlli del corretto collegamento del sistema di ingrassaggio e della pressione del serbatoio vengono eseguiti ad ogni inizio turno e ogni qual volta viene sostituito il serbatoio. Il controllo per verificare l'ingrassaggio delle spine viene eseguito ad ogni inizio turno e il controllo riguardo la quantità di grasso utilizzata per ogni spina viene eseguito settimanalmente.
- **Control method:** metodo con il quale è tenuto sotto controllo il processo. Si possono ad esempio utilizzare carte X-R ("trend chart"), moduli appositi ("start production approval", "greasing plan chart") o software dedicati.
- **Reaction plan:** riferimento al piano di reazione dedicato (vd. paragrafo 5.8). Essendo una fase del processo di assemblaggio la procedura di riferimento è la PR2.

No.	OP.	DWG.	CHARACTERISTICS		CHARACTERISTIC / PARAMETER TO BE TESTED	SPECIAL CHAR. CLASS.	PROD / PROC SPEC. / TOLER.	PROD / PROC SPEC. / TOLER.	SAMPLE		CONTROL METHOD	REACTION PLAN
			MACHINE / DEVICE / JIG / TOOLS	PART NAME / OPERATION DESCRIPTION					SIZE	FREQ.		
			41.	1T30					ALL CODES			
42.					CHECK PRIMARY PIVOT POSITION	/	TBD	CENTESIMAL COMPARATOR	/	START SHIFT	START PRODUCTION APPROVAL TREND CHART	REJECT AS PER PROC PR-08 PR2
43.					CHECK SECONDARY PIVOT POSITION	/	TBD	CENTESIMAL COMPARATOR	/	START SHIFT	START PRODUCTION APPROVAL TREND CHART	REJECT AS PER PROC PR-08 PR2
44.					AUTOMATIC CHECK N°2 PIVOTS INSERTION	/	AS PER PARAMETE RS SHEET Q409109	AUTOMATIC FORCE + STROKE MEASUREMENT STATION	/	100%	NO	REJECT AS PER PROC PR-08 PR2
45.				AUTOMATIC GREASING OF N°2 PIVOTS	CHECK TANK GREASE CONNECTION: ELECTRICAL, AIR, AND GREASE	/	/	VISUAL INSPECTION	/	START SHIFT / CHANGE TANK	START PRODUCTION APPROVAL	REJECT AS PER PROC PR-08 PR2
46.					CHECK GREASE TANK PRESSURE	/	AS PER PARAMETE RS SHEET Q409109	GREASE TANK MANOMETER	/	START SHIFT / CHANGE TANK	START PRODUCTION APPROVAL	REJECT AS PER PROC PR-08 PR2
47.					CHECK CORRECT GREASING OF N°2 PIVOTS	/	AS PER PFC Q409109	VISUAL INSPECTION	/	START SHIFT	START PRODUCTION APPROVAL	REJECT AS PER PROC PR-08 PR2
48.					CHECK QUANTITY OF GREASE DEPLOYED ON N°2 PIVOTS	/	TBD	PRECISION BALANCE 0,0001 g	/	WEEKLY	GREASING PLAN CHART	REJECT AS PER PROC PR-08 PR2

Figura 5.6. "Control plan stazione 1T30".

In conclusione alla fine del control plan è posizionato un riquadro dove vengono riepilogate le revisioni del documento, indicando la data di revisione, l'oggetto di modifica e la sigla nome-cognome dell'autore della revisione.

REVISION CHANGES			
REVISION	DATE	DESCRIPTION	VISTO
00	gg/mm/aaaa	FIRST ISSUE	NN/CO
01	gg/mm/aaaa		NN/CO
02	gg/mm/aaaa		NN/CO

Figura 5.7. "Storico delle revisioni". Fonte: Cebi Italy

5.3 CONTROLLO IN ACCETTAZIONE DEI COMPONENTI

5.3.1 DEFINIZIONE E VARIE TIPOLOGIE

Quando un'azienda acquista esternamente dei componenti e dei semilavorati stabilisce un contratto di fornitura nel quale sono, tra le altre cose, riportate le specifiche per i lotti che arrivano in azienda. È necessario quindi eseguire un controllo in accettazione in modo da evitare di acquistare prodotti difettosi e anche per verificare la qualità di fornitura da parte di un determinato fornitore. Esistono tre diversi approcci per un controllo in accettazione:

- **Accettazione senza ispezione:** quando il fornitore si è dimostrato affidabile nel tempo e/o allega al materiale in ingresso un'autocertificazione di conformità. Oppure quando i componenti in arrivo non sono componenti critici/funzionali, cioè che possono provocare malfunzionamenti nel prodotto finito.
- **Ispezione al 100%:** quando i prodotti non sono particolarmente numerosi e il costo di base è invece alto. Questo tipo di controlli richiedono risorse ingenti e tempi molto lunghi con conseguenti costi elevati.
- **Campionamento in accettazione:** riguardano l'ispezione di un campione di unità, prelevato a caso da un lotto e sempre in modalità differenti, allo scopo di assicurare che i prodotti consegnati siano conformi ai requisiti richiesti.

Tra i vantaggi nel fare un campionamento in accettazione troviamo:

- Economicità, poichè caratterizzato da un numero minore di ispezioni;
- Minor impiego di risorse per le attività ispettive;
- Minori maneggiamenti del prodotto, riducendo la probabilità di danneggiare i prodotti, in particolar modo quelli più delicati;
- Riduzione degli scarti a seguito di controlli di tipo distruttivo;
- Riduzione degli errori in fase di ispezione;
- Maggiore pressione per il fornitore nel mantenere livelli qualitativi soddisfacenti.

Gli svantaggi identificabili sono però i seguenti:

- Possibilità di dover rifiutare lotti “buoni” a causa di campioni non idonei;
- Minori informazioni circa il prodotto e il processo di lavorazione;
- Necessità di una procedura di campionamento e della relativa documentazione.

Esistono diverse tipologie di campionamento in funzione sia della caratteristica di qualità, sia della procedura di campionamento. A seconda della caratteristica di qualità il campionamento sarà infatti per variabili (quando i valori che una determinata caratteristica di qualità può assumere sono continui e misurabili) o per attributi (quando i valori sono discreti e non misurabili). Esistono poi diverse procedure di campionamento che si differenziano principalmente nel numero di campioni che vengono prelevati da un lotto per decretarne l'accettazione o il rifiuto. Solitamente il piano di campionamento viene scelto sulla base delle informazioni generate, sulla base dei costi e sulla base del numero di ispezioni richieste. Molto dipende anche dal valore e dalla criticità del prodotto che si va a campionare: se il prodotto è di modesto valore e non è critico risulta poco sensato effettuare dei controlli ad alta frequenza che richiedono quindi tempi e costi elevati.

5.3.2 ACCETTAZIONE ARRIVI IN CEBI

La tipologia di controllo in accettazione da applicare è riportata nella procedura *“PR-17_00 Accettazione arrivi”*: essa è funzione di un criterio di rotazione e basato sui risultati ottenuti sulle consegne precedenti. All’arrivo delle merci in azienda il primo controllo in accettazione che si esegue è quello di verifica della correttezza della documentazione di trasporto (DDT) e della forma dell’imballo. Se le verifiche danno esito positivo la merce viene inviata al magazzino per poi procedere con il controllo accettazione logistico, se invece la documentazione non è idonea la merce viene respinta e in caso di imballo danneggiato si procede con due diverse modalità a seconda dell’urgenza della merce: in caso di merce non urgente essa viene rifiutata e viene aperto un *“rapporto di non conformità”* (RCN), invece in caso di merce urgente, essa viene posizionata nell’area *“imballi danneggiati”* e ne viene verificata l’integrità. Se il controllo dà esito negativo la merce viene rifiutata e resa al fornitore, in caso di esito positivo, dopo un’eventuale sostituzione dell’imballo, si procede con il controllo accettazione logistico.

Il controllo logistico inizia con l’identificazione del materiale da controllare per poi procedere con un controllo dell’imballo singolo: in caso di esito negativo si procede come precedentemente riportato, con l’apertura di un RCN e con una verifica di integrità del materiale. Se l’esito è negativo la merce viene resa al fornitore, mentre se invece è positivo la merce viene caricata nel magazzino materie prime. Per lievi danneggiamenti dell’imballo il materiale può essere accettato in deroga con l’apposizione di un cartellino *“accettato”* con data e firma dell’operatore di qualità. Non necessariamente però tutti i materiali sono soggetti a controllo logistico: in questo caso viene direttamente stampato un cartellino identificativo del materiale.

Per il controllo qualità in accettazione è importante la manutenzione della lista dove viene riportata la classificazione dei fornitori per determinare se il materiale è soggetto a controllo o no: nel primo caso si inizia con il piano di controllo, nel secondo il materiale viene direttamente classificato come disponibile per la produzione. Il piano di controllo, insieme alle schede di controllo caratteristiche, riporta quelle che sono le caratteristiche di qualità da controllare e le modalità con cui esse devono essere controllate. Se il controllo qualità è *“ok”* il materiale viene trasferito nel magazzino materie prime e viene quindi reso disponibile per la produzione, mentre se esso è *“not ok”* il materiale non conforme viene identificato con un’etichetta rossa e viene aperto un RCN con conseguente

NOTA. I componenti “Anello interno e “Anello esterno” non vengono presi in considerazione poiché essendo realizzati dal reparto di produzione interno nello stabilimento di Ancona non necessitano di controllo in accettazione.

5.4 BENESTARE DI AVVIO PRODUZIONE

La scheda BAP (“Benestare di Avvio Produzione”) riassume tutte le attività da eseguire per poter avviare la produzione, alla fine di ogni setup e/o ad una certa sequenza, nel rispetto di tutte le procedure. Prima che si autorizzi l’avvio della produzione è necessario infatti compiere queste attività:

- Verificare parametri set-up macchine e linee.
- Effettuare un passaggio master e passaggio pezzi trappola, verificando la corretta risposta della linea di assemblaggio.
- Verificare la corretta presenza e quantità dei materiali e dei componenti da utilizzare in linea.
- Verificare la corretta presenza di cassette e contenitori per la raccolta di prodotti finiti e di scarti.
- Pre-avviare la produzione con controllo di conformità dei primi pezzi realizzati.

L’esito del BAP è considerato positivo solamente se tutte le operazioni vengono effettuate e se tutti i controlli danno esito positivo. L’esito negativo del BAP non consente l’avvio della produzione e richiede l’attivazione del piano di reazione PR2 (vd. paragrafo 5.8) procedendo con un ripristino delle anomalie e alla ripetizione di controlli.

 CEBI ITALY Assicurazione Qualità 888-PROC12		SCHEDA B.A.P.		Rev. _____ Data: _____ Pagina: _____			
Prodotto:			Codice Piano:				
Cliente:			Tipo:				
CODICE LAVORAZIONE :							
B.A.P. BENESTARE DI AVVIO PRODUTTIVO							
CHECK LIST DEI CONTROLLI PER BENESTARE AVVIO PRODUTTIVO							
OPERAZ. N°	STAZIONE N°	CARATTERISTICA DA CONTROLLARE	CIG	DIMENSIONI	DESCRIZIONE MEZZO	FREQU.	N° PEZZI
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
PIANO DI REAZIONE:							
<small>IN CASO DI ESITO NEGATIVO, NON AVVIARE LA PRODUZIONE E AVVISARE IMMEDIATAMENTE IL CAPO REPARTO IL QUALE PROVVEDERÀ AD ALLEGARE IL MODULO "SCARTO" DEBITAMENTE COMPILATO AI LOTTI DI MATERIALE PRODOTTI FINO AL PRECEDENTE CONTROLLO POSITIVO (UNO PER OGNI CONTENITORE)</small>							
<small>NEL CASO IN CUI SI DOVESSERO EFFETTUARE INTERVENTI MANUTENTIVI SU QUALSIASI STAZIONE PRESENTE NELL'ELENCO BAP, RIPETERE SULLA STAZIONE MANUTENUTA GLI STESSI CONTROLLI INDICATI NELLA SCHEDA BAP. LA PRODUZIONE POTRÀ ESSERE RIANZIATA SOLO IN CASO DI ESITO POSITIVO.</small>							
GESTIONE REVISIONI							
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE				VISTO	

Figura 5.9. "Scheda BAP". Fonte: Cebi Italy

Nella scheda, oltre le specifiche del prodotto, vengono elencate tutte le varie operazioni da eseguire, riportando la stazione dove devono essere eseguite, la caratteristica di qualità da dover controllare, la classificazione della caratteristica (critica, importante, ecc.), l'intervallo dimensionale (se presente), la descrizione dello strumento da utilizzare per il controllo e il tipo di controllo che si effettua, la frequenza di controllo e il numero di pezzi per ogni operazione da dover controllare. In conclusione alla fine del documento è posizionato un riquadro dove viene indicato il piano di reazione da dover seguire in caso di non conformità rilevata durante le operazioni della scheda BAP e un riquadro dove vengono riepilogate le revisioni del documento, indicando la data di revisione, l'oggetto di modifica e la sigla nome-cognome dell'autore della revisione.

5.5 PIANO DI FABBRICAZIONE E CONTROLLO (PFC)

Il piano di fabbricazione e controllo è un documento che solitamente viene redatto per ogni singola postazione/stazione di lavoro. Riporta secondo necessità, oltre alla linea e alla stazione a cui si riferiscono, anche il codice prodotto, la quantità e la descrizione delle singole operazioni, le istruzioni delle lavorazioni da dover eseguire in quella determinata postazione e quelle che sono le istruzioni per i controlli (cosa controllare, il tipo di caratteristica, il metodo/strumento per effettuare il controllo, la frequenza con cui effettuare il controllo, il documento e l'ente di riferimento).

 CEBITALY Assicurazione Qualità 02-764943_00		PIANO DI FABBRICAZIONE E CONTROLLO		Nov. _____ Data: _____ Pagina: _____		
Prodotto: _____				Codice Piano: _____		
Cliente: _____				Tipo: _____		
STAZIONE		SCHEDA DI LAVORAZIONE				
TUTTI I CODICI IN LAVORAZIONE COME DA SCHEDA ALLESTIMENTO						
Codice Lavorazione	DESCRIZIONE LAVORAZIONE			CDL	MACCHINE	STAZIONE
MATERIALI / COMPONENTI DELLA LAVORAZIONE						
CODICE	Q.TA	DESCRIZIONE				
ISTRUZIONI LAVORAZIONE						
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
ISTRUZIONI DI CONTROLLO						
N°	AZIONE DA FARE / CARATTERISTICA DA CONTROLLARE	C/C	METODO/STRUMENTO	FREQUENZA	REGIST.	ENTE
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
PIANO DI REAZIONE: APPLICARE LA PROCEDURA PROC PR-08 PR2						
<ul style="list-style-type: none"> • IN CASO DI PEZZI NON CONFORMI A QUANTO INDICATO NEI PUNTI DI CONTROLLO SCARTARE LO STESSO E RIPORLO NELL'APPPOSITO CONTENITORE IDENTIFICANDOLO CON CARTELLINO ROSSO DI SGARITO • NEL CASO IN CUI LE NON CONFORMITÀ DOVESSERO ESSERE CONTINUE, FERMARSI E AVVISARE IMMEDIATAMENTE IL CAPO REPARTO O IL RESPONSABILE DI TURNO 						

Figura 5.10. "PFC". Fonte: Cebi Italy

Per i controlli visivi vengono riportate anche delle immagini in modo da facilitare l'individuazione di una non conformità e di semplificare la comprensione delle istruzioni che devono essere svolte: la foto bordata di verde indica come dovrebbe essere il pezzo conforme o come dovrebbe essere eseguita un'azione (ad esempio il carico dei gusci sulla linea), mentre la foto in rosso fornisce un esempio di non conformità.



Figura 5.11. "PFC". Fonte: Cebi Italy

5.6 CONTROLLI RINFORZATI GP12

La scheda controlli GP12 è ritenuta necessaria per assicurare la corretta esecuzione delle operazioni produttive e/o per il controllo del prodotto e per meglio precisare le operazioni descritte nei piani di

fabbricazione e controllo (PFC). Questo approccio migliora il livello generale di sicurezza per garantire che tutte le parti consegnate siano conformi, soprattutto durante periodi critici, come in particolare il periodo di lancio di nuovi prodotti o quando viene apportata una modifica importante al processo produttivo. Importante è che la stazione o le stazioni dove vengono eseguiti i controlli GP12 siano posizionate separate e indipendenti dal processo di produzione standard, e situate alla fine del processo dopo l'imballaggio in modo da poter rilevare eventuali difetti legati anche alle operazioni di questa ultima fase. La stazione GP12 rimarrà sul posto durante il "ramp-up" e almeno due settimane dopo l'inizio della produzione in serie, e l'ispezione presso la stazione GP12 è obbligatoria sul 100% delle parti durante l'intero periodo. Se ispezionando i prodotti viene rilevato un guasto non coperto dal GP12, il controllo per rilevare questo modo di guasto verrà aggiunto ai controlli che già si effettuano sui prodotti GP12.

Per quanto riguarda l'attuatore SCS IOE sono stati predisposti, fin dalla fase di prototipazione, controlli di tipo visivo e funzionale, al fine di verificare:

1. La leggibilità della marcatura laser su guscio superiore (codice prodotto e QR code).
2. La fusione del trattenimento copri puleggia: forma circolare con meno bava possibile.
3. La presenza e il corretto posizionamento delle 8 viti di serraggio dei gusci.
4. Il corretto accoppiamento gusci per tutto il perimetro e la verifica integrità delle plastiche dell'alloggiamento delle viti di serraggio.
5. L'integrità delle 3 clip di fissaggio: corretto ancoraggio alle sedi del guscio inferiore e assenza di bave di stampaggio e di difetti sulla gomma ottenuta tramite processo di iniezione.
6. L'integrità del connettore: individuazione di eventuali danneggiamenti della plastica e del dente di trattenimento per accoppiamento con connettore cliente e corretta altezza e allineamento dei pin.
7. L'integrità dell'alloggiamento e della sede di ancoraggio del cavo bowden.
8. Il posizionamento corretto della puleggia e del copri puleggia e la verifica delle sedi passaggio del cavo bowden.



Figura 5.12. "Pezzo NOK". Fonte: elaborazione personale

9. L'integrità delle plastiche del guscio inferiore e superiore.
10. La corretta commutazione del micro alimentando (IN) a 13,5V in 0,9s verificando l'accensione del led e alimentando (OUT) a 13,5V in 0,9s verificando lo spegnimento del led che segnala il disimpegno della commutazione del micro.
11. La verifica della rumorosità alimentando (IN e OUT) a 8,5 V.
12. La verifica delle funzionalità con carico progressivo fino a 800 N.

La struttura della scheda controlli GP12 segue quella dei documenti precedentemente riportati.

5.7 AUDIT DI PRODOTTO FINITO E AUDIT DI PRODOTTO FINITO DA MAGAZZINO PRODOTTI FINITI

In aggiunta ai controlli di qualità predisposti e gestiti attraverso il "control plan" e i controlli GP12, l'azienda predispone ulteriori controlli sul prodotto finito. Per audit di prodotto finito si intendono controlli aggiuntivi che vengono fatti sui prodotti finiti andando a prelevare i prodotti stessi dall'ultima stazione della linea di assemblaggio. Durante questo audit vengono misurate le principali caratteristiche dimensionali e funzionali andando, solitamente, a effettuare i controlli su 3 pezzi prelevati dalla linea. Viceversa l'audit di prodotto finito da magazzino PF viene condotto sul materiale pronto per la spedizione: i prodotti da sottoporre a controllo devono essere prelevati dal magazzino prodotti finiti e le valutazioni si riferiscono specialmente all'imballaggio e agli elementi di imballo in modo da riuscire a individuare non conformità che si possono essere generate nella fase

tra la movimentazione del prodotto dalla linea, passando per l'imballaggio, fino alla movimentazione del prodotto finito nel magazzino prodotti finiti. Anche in questo caso solitamente vengono prelevati dagli addetti alla qualità 3 pezzi. Entrambi gli audit sono pianificati per famiglie di prodotto e per classi omogenee: la pianificazione è tale che ciascuna classe di famiglia sia sottoposta ad audit non meno di due volte in un anno. Tutti i rapporti vengono redatti e aggiornati dall'auditor e, come detto anche in precedenza, sono condotti dal personale dell'area di qualità di processo.

5.8 REACTION PLAN

Si definisce non conformità di prodotto/processo la non corrispondenza ai disegni e alle specifiche tecniche. A seconda della fase del processo di realizzazione del prodotto (e quindi fase del control plan) in cui ci si trova si dovranno utilizzare procedure differenti per gestire e reagire alle non conformità individuate. I piani di reazione formalizzati sono 4:

- **PR1-INCOMING COMPONENTI E SEMILAVORATI:** quando si individua una non conformità in fase di accettazione è necessario compilare una RNC (rapporto di non conformità) rendendo disponibile l'informazione circa lo scarto a tutti gli enti interessati (qualità, produzione, logistica, ...). Il lotto da dove è stato prelevato lo scarto dovrà essere segregato e l'ingegnere di qualità di processo, in accordo con gli altri enti e in particolar modo in accordo con il supplier quality engineer, dovrà stabilire il trattamento finale del materiale scartato e notificare la decisione al relativo fornitore. In sostanza il materiale o viene reso al fornitore, o viene selezionato internamente o esternamente, o viene sottoposto a una deroga momentanea.
- **PR2-TRASFERIMENTO COMPONENTI/SEMILAVORATI DA MAGAZZINO ALLE LINEE DI ASSEMBLAGGIO, FABBRICAZIONE SEMILAVORATI, ASSEMBLAGGIO PRODOTTO FINITO, COLLAUDO PRODOTTO, TRASFERIMENTO PRODOTTO COLLAUDATO DA LINEE ASSEMBLAGGIO A DELIBERA PRODOTTO FINITO, FALLIMENTO CONTROLLO BAP (MASTER):** i materiali scartati risultanti dal ciclo di lavorazione devono essere raccolti in appositi contenitori opportunamente predisposti lungo il processo produttivo. Questi contenitori devono essere regolarmente svuotati a fine turno prelevando i prodotti e identificandoli

attraverso un cartellino rosso da apporre sull'imballo. È responsabilità della produzione e della qualità stabilire se l'origine della non conformità è imputabile ad errori di lavorazione interna o ad errori da parte dei fornitori. In seguito all'apertura di un rapporto di non conformità, se l'anomalia è imputabile a un fornitore, viene richiesto a quest'ultimo un'analisi "8D-Problem Solving".

- **PR3-AUDIT DI PRODOTTO:** le non conformità individuate andando a prelevare i prodotti finiti dall'ultima stazione di assemblaggio e che quindi non sono stati identificati direttamente dalla linea vengono gestiti con modalità simili alle precedenti procedure: anche in questo caso verrà aperto un rapporto di non conformità e si cercherà di individuare l'intervallo temporale dove le non conformità si sono manifestate in modo da poter identificare e segregare gli stock prodotti in quell'intervallo temporale. Si procede con la metodologia del problem solving per riuscire a identificare i problemi.
- **PR4-VERIFICA AFFIDABILITÀ PRODOTTO FINITO AUDIT DI PRODOTTO:** le non conformità individuate attraverso un audit di prodotto finito da magazzino vengono gestite con le stesse modalità della procedura precedente.

5.9 8D REPORT

Ogni qual volta viene riscontrata una non conformità riconducibile a un fornitore gli viene inviato un RNC. Entro 24 ore dal ricevimento il fornitore deve anche rispondere con un 8D preliminare che sarà seguito da un 8D report definitivo. Con questa analisi è importante verificare che il fornitore sia in grado in tempi brevi di individuare le problematiche e i modi di guasto in modo da poter intraprendere delle azioni correttive in maniera tempestiva. L'8D report è uno strumento standard dell'industria automobilistica il cui nome deriva dal fatto che è suddiviso in 8 discipline che ne rappresentano 8 passi successivi:

1. **Identificazione del gruppo di lavoro:** gruppo interdisciplinare con le necessarie conoscenze di prodotto e processo.
2. **Descrizione del problema:** devono essere identificati i "chi, che cosa, dove, quando, perchè, come, quanto" del problema.

3. **Definizione del piano di contenimento:** devono essere implementate azioni di contenimento per isolare i clienti dal problema.
4. **Identificazione e verifica delle cause primarie:** vanno identificate le cause che potrebbero spiegare perchè il problema si è verificato. Per l'identificazione si utilizzano strumenti diversi come ad esempio le "5 WHY's", integrate nell'8D, e diagrammi di Ishikawa. Le "5 WHY's" vengono anche utilizzate per capire perchè le non conformità non sono state rilevate.
5. **Identificazione e verifica delle azioni correttive permanenti:** vengono identificate delle azioni correttive che potenzialmente possono risolvere i problemi.
6. **Attuazione e verifica dell'efficacia delle azioni correttive permanenti:** vengono implementate le azioni correttive e verificata la loro efficacia.
7. **Prevenzione della ripetizione del problema:** vengono progettati e pianificati degli interventi sul sistema di gestione, sulle operazioni, sulle pratiche e sulle procedure per prevenire il ripetersi del problema affrontato e problemi simili. Devono essere aggiornate le analisi FMEA, i control plan, i piani di manutenzione e anche le "*lessons learnt*".
8. **Riconoscimenti al gruppo di lavoro:** vengono conferiti i giusti riconoscimenti al gruppo di lavoro e viene indicata la data di chiusura del report.

5.10 RESI E RECLAMI DAI CLIENTI

Qualora non si è stati in grado di rilevare una non conformità prima di distribuire il prodotto al cliente verrà ricevuto un reclamo da parte del cliente con anche la possibilità di ricevere dei resi. Il reclamo viene inviato alla figura del "customer quality" che comunica immediatamente all'area qualità l'apertura dello stato speciale e tutta la documentazione. Vengono pianificate e implementate le azioni correttive fornendo al cliente le relative analisi fin quando non si è riuscito a risolvere la non conformità. Il tutto è riassunto nell'8D report che dovrà essere inviato al cliente il prima possibile. Al ricevimento del reclamo viene anche emesso il "quality alert" che deve essere affisso sulla bacheca della linea fino alla completa chiusura del reclamo. In caso di resi da parte del cliente bisognerà procedere con l'analisi dei prodotti al fine di individuare se si tratta di un difetto ripetuto. I difetti reclamati dal cliente sono classificati in base alla gravità e all'impatto sul cliente e/o sull'utilizzatore finale. La classificazione adottata è la seguente:

Classe	DEFINIZIONE INTERNA	CONSEGUENZE
A1	Gravissimo - Sicurezza	Rischi di Sicurezza per l'utilizzatore. Arresto del veicolo.
A	Grave o problema ripetuto (non coinvolge la sicurezza)	Inaccettabile. Porterà sicuramente ad un reclamo dal campo
B	Importante	Fastidioso, spiacevole. Probabile reclamo dal campo. Non in specifica. Possibile interferenza con le procedure operative del cliente.
C	Lieve	Miglioramento necessario. In caso di aumento della frequenza del problema sono possibili reclami dal campo e interferenze con le procedure operative del cliente

Figura 5.13. "Classificazione dei difetti". Fonte: Cebi Italy

CAPITOLO VI – STUDIO DI PROCESSO E MACCHINA: INDICI DI CAPACITA' E ANALISI DEI SISTEMI DI MISURAZIONE

6.1 INDICE C_p E C_{pk}

La capacità di processo è un parametro con il quale è possibile valutare la prestazione di un processo produttivo in base a una determinata caratteristica di qualità rapportata all'ampiezza dell'intervallo di tolleranza, tenendo contemporaneamente conto della posizione di processo. Lo studio di "Process Capability" è eseguito mediante il calcolo di alcuni indicatori chiave come C_p e C_{pk} .

L'indice di capacità di processo C_p è un parametro adimensionale definito dalla seguente formula:

$$C_p = \frac{\text{Tolleranza di progetto}}{\text{Tolleranza industriale}}$$

Per tolleranza industriale si intende la variabilità naturale del processo che può dipendere da diversi fattori: operatori, materiali, metodi di lavoro, macchine, sistema di misurazione e di raccolta dati, ambiente circostante, ecc. La tolleranza industriale è definita dall'ampiezza della curva Gaussiana, 6σ . La tolleranza di progetto invece corrisponde all'intervallo compreso tra le specifiche stabilite dal progettista: una volta stabilite quelle che sono le esigenze dei clienti si procede con la progettazione del processo che porta alla definizione delle tolleranze relative. La tolleranza di progetto è quindi definita come l'intervallo tra il limite di specifica superiore e il limite di specifica inferiore, $USL - LSL$.

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

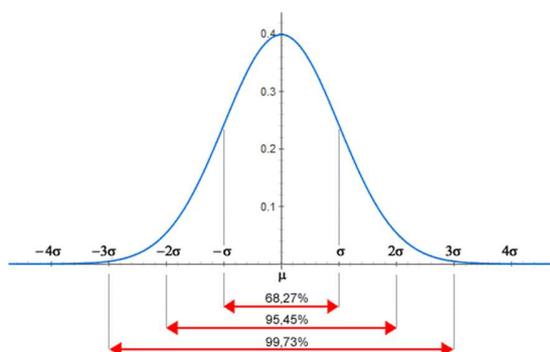


Figura 6.1. "Capacità di processo". Fonte: <https://www.google.com/>

Dove la σ può essere calcolata come $\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$ e $\sigma = \frac{\bar{S}}{c_4}$, attraverso l'utilizzo di coefficienti in apposite tavole.

A seconda del valore di C_p si possono fare diverse considerazioni:

- **Con $C_p > 1$:** i limiti naturali del processo si trovano all'interno di quelli di specifica, questo significa che il processo non utilizza tutto l'intervallo di specifica.
- **Con $C_p = 1$:** i limiti naturali del processo coincidono con quelli delle specifiche progettuali e in questo caso il processo utilizza tutto l'intervallo di specifica.
- **Con $C_p < 1$:** il processo utilizza più del 100% dell'intervallo di specifica, cioè la variabilità naturale del mio processo è maggiore rispetto quelli che sono i limiti di specifica

Convenzionalmente viene considerato valore accettabile per processi non particolarmente critici quello di $C_p \geq 1,33$, mentre per processi maggiormente critici (o nuovi) si considera accettabile i valori di $C_p \geq 1,67$. A volte però avere un valore di C_p maggiore di 1,33 o di 1,67 non implica necessariamente che il processo sia sotto controllo e che quindi sia limitata la realizzazione di prodotti non conformi. Questo perchè l'indice C_p non permette di localizzare la posizione della media, il punto di massimo della curva gaussiana che descrive il processo. Possono cioè esistere dei processi con la stessa C_p ma con diversa posizione della media, quindi in sostanza il processo è capace, ma ciò necessariamente non comporta che si stia producendo bene. Per calcolare l'indice C_{pk} , che mi dice se il processo è centrato o meno, sono necessari gli indici di capacità di processo che si utilizzano per specifiche unilaterali, C_U e C_L .

$$C_U = \frac{USL - \mu}{3\sigma}$$

$$C_L = \frac{\mu - LSL}{3\sigma}$$

L'indice C_{pk} è pari al valore minimo fra C_U e C_L .

$$C_{pk} = MIN(C_U, C_L)$$

Il C_{pk} esprime quindi la minima distanza della media del processo dai limiti di specifica, normalizzata a 3 volte la deviazione standard. A seconda dei valori di C_p e C_{pk} si possono avere diverse situazioni:

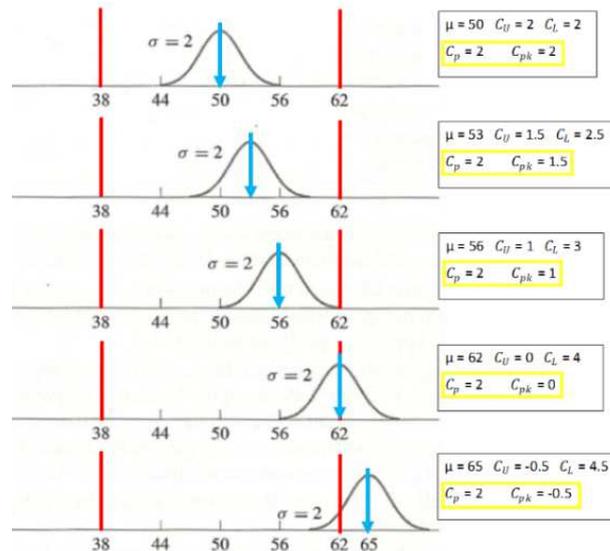


Figura 6.2. " C_p e C_{pk} ".

- Se $C_{pk} = C_p$ il processo è centrato, e se è anche \geq di 1,33 allora si sta producendo bene.
- Se $C_{pk} \leq C_p$ il processo non è centrato, ma se è \geq di 1,33 allora si sta producendo lo stesso bene.
- Se $C_{pk} = 1$ si è al limite poichè un limite di tolleranza naturale coincide con un limite di specifica.
- Se $0 < C_{pk} \leq 1$ il processo non sta producendo bene, si iniziano a produrre quantità elevate di scarti: se avessi calcolato solamente l'indice C_p non sarei stato in grado di comprenderlo.
- Se $C_{pk} \leq 0$ significa che non solo il processo non è centrato, ma addirittura la media del processo si trova al di fuori dei limiti di specifica: ci si trova in una condizione in cui viene prodotta una quantità ingente di prodotti non conformi.

Per poter calcolare questi indici è necessario definire in primis un sistema di raccolta dati e definire le modalità di un piano di campionamento significativo. È noto come in statistica il metodo di raccolta dei dati sia importante al fine di ottenere risultati significativi e rappresentativi della popolazione oggetto di analisi. Questo aspetto è quindi da non sottovalutare in quanto errori di misura dovuti

all'incertezza intrinseca della strumentazione adottata e alle tecniche di misurazione adottate non appropriate possono impattare negativamente nelle valutazioni finali. È rilevante quindi sincerarsi che le apparecchiature di prova, misurazione e collaudo siano opportunamente tarate, e che il metodo di misurazione sia corretto attraverso uno studio di capacità delle apparecchiature di misura, come riportato nei successivi paragrafi. Sui processi che vengono tenuti sotto controllo si dovrebbe, in ottica di miglioramento continuo, tentare di ridurre le cause comuni di variabilità, per migliorare la centratura e diminuire la dispersione. Queste azioni di miglioramento vengono monitorate attraverso il ricalcolo degli indici di capacità di processo, ma anche attraverso l'analisi delle carte di controllo.

6.2 MISURAZIONE DELLE QUOTE

Le quote identificate nel paragrafo 5.3.2 vengono misurate utilizzando diversi strumenti messi a disposizione da parte della metrologia. La metrologia è il dipartimento aziendale presente in Cebi che si occupa di calibrare, regolare e collaudare gli strumenti per compiere delle misurazioni. Essa si occupa di garantire che gli strumenti di misura siano in grado di compiere delle misure accurate, ripetibili, e riproducibili garantendo la stabilità dello strumento di misura, ovvero la sua attitudine a mantenere le proprie caratteristiche metrologiche costanti nel tempo. Per **accuratezza** si intende la differenza che intercorre tra la media di misura rilevata ed il valore vero della medesima caratteristica del medesimo particolare. La **ripetibilità** è l'accordo tra i risultati di misure effettuate in condizioni omogenee, ripetute con lo stesso strumento e nelle medesime situazioni sperimentali sullo stesso soggetto. La **riproducibilità** è l'accordo tra i risultati di misure effettuate in condizioni differenti, quindi da un operatore diverso e/o con uno strumento diverso e/o in un laboratorio diverso e/o in tempi differenti. Importante è che sia le calibrazioni degli strumenti, sia le misurazioni di determinate caratteristiche di qualità, siano svolte in ambiente controllato, in condizioni tali da non poter influire sulle misure in oggetto. Gli strumenti che sono utilizzati per compiere delle misurazioni sono:

- **Calibro:** è uno strumento di misura adatto a misurare la larghezza e lunghezza di un oggetto, la distanza tra due facce piane o la profondità di un foro. In Cebi si utilizzano principalmente

calibri digitali, dove sul corsoio (la parte mobile) viene montato un indicatore elettronico digitale in grado di rilevare lo spostamento senza dover utilizzare la scala millimetrata, che comunque viene normalmente incisa sul corpo (la parte fissa).



Figura 6.3. "Calibro digitale". Fonte: <https://it.wikipedia.org>

- **Comparatore:** è uno strumento di misura utilizzato per misurare distanze lineari. Basa il suo funzionamento sulla lettura dello spostamento di un'asta cilindrica mobile che scorre all'interno di una guida tubolare. Esistono due diversi tipi di comparatore, a quadrante (analogico) e digitale. Per i comparatori a quadrante la lettura si esegue su un quadrante ad orologio, mentre utilizzando un comparatore digitale la lettura si esegue direttamente su un indicatore elettronico digitale. La differenza principale consiste in degli ingranaggi che movimentano un piccolo encoder collegato ad un contatore elettronico: in questo modo minimi spostamenti dell'asta si traducono così in impulsi elettrici conteggiabili da un indicatore elettronico.



Figura 6.4. "Comparatore digitale". Fonte: Cebi Italy

- **Calibro passa/non passa:** si riferisce a uno strumento di misura utilizzato per controllare un certo tipo di caratteristiche di qualità, come ad esempio fori e vuoti, presenti su un pezzo. Il nome dello strumento deriva dal tipo di test che il pezzo deve sostenere, superandolo (go) o fallendolo (no-go). L'immagine seguente mostra una serie di tamponi utilizzati per misurare fori di diversi diametri.



Figura 6.5. "Tamponi". Fonte: <https://it.wikipedia.org>

- **Micrometro:** si riferisce ad un calibro ad alta precisione. Il principio di funzionamento è basato sull'avanzamento di una vite che spinge un cilindro mobile contro uno fisso, tra cui viene posto l'oggetto da misurare. Come per i calibri di recente sono stati introdotti dei micrometri digitali. In questa tipologia, sul corpo viene montato un indicatore elettronico digitale che rileva lo spostamento dell'asta di misurazione. I display, alimentati da comuni batterie a bottone, sono normalmente realizzati con una risoluzione 0,001 mm. Il micrometro digitale presenta una estrema maneggevolezza che lo rende particolarmente adatto agli operatori di controllo, ai tecnici di officina, ai riparatori e agli addetti al servizio di assistenza.



Figura 6.6. "Micrometro". Fonte: <https://www.mitutoyo.com/>

- **Macchina di misurazione ottica (Ottico):** è uno strumento caratterizzato da elevata precisione e ripetibilità grazie a immagini ottiche a risoluzione microscopica. La testina di visualizzazione ottica brevettata definisce chiaramente i bordi, offrendo risoluzione e contrasto e permettendo di calcolare lunghezze e distanze tra punti utilizzando piani cartesiani X-Y.



Figura 6.7. "Macchina a misurazione ottica". Fonte: Cebi Italy

Ciascun strumento di misura viene identificato tramite un numero di matricola, un codice alfanumerico formato da due lettere (ZA) seguite da un numero progressivo. All'atto della presa in carico di un apparecchio la metrologia provvede a creare la relativa scheda all'interno del sistema informatizzato di gestione degli strumenti, nella quale vengono riportati: il codice dello strumento, la descrizione, il costruttore, la data, l'ubicazione, la data di ultima taratura e l'intervallo di taratura. Il controllo di taratura viene effettuato per mezzo di campioni o di strumenti campione certificati da laboratori metrologici accreditati ISO come ad esempio ACCREDIA, l'ente italiano di accreditamento. Alla scadenza del certificato di taratura la metrologia provvederà a rieseguire il controllo di taratura e a richiedere la relativa documentazione. Ci sono controlli di taratura secondo procedimenti specifici per ciascun tipo di apparecchio: ogni strumento ha infatti le proprie istruzioni che devono contenere il metodo di esecuzione del controllo, i campioni da utilizzare, gli intervalli di taratura, i criteri di accettazione e rifiuto, i provvedimenti da adottare in caso di non conformità, e le registrazioni del controllo di taratura da effettuare.

In particolare in fase di accettazione per ciascun componente verranno usati strumenti a seconda della caratteristica di qualità che si andrà a controllare:

COMPONENTI	CARATTERISTICA DI QUALITÀ	STRUMENTI
Molla leva microswitch 	Distanza estremo-centro foro	Ottico
	Diametro foro	Tamponi
Piastra zincata 	Spessore piastrino	Comparatore/Calibro
	Larghezza piastrino	Calibro
Ruota terziaria 	Diametro cerchio di testa/piede	Ottico
	Span	Ottico
	Larghezza spingi-leva	Calibro
	Altezza spingi-leva	Comparatore
	Altezza circonf. ruota dentata	Comparatore/Calibro
	Diametro esterno foro superiore	Calibro
	Diametro esterno foro inf.	Calibro
Altezza ruota dentata	Comparatore	

Spina 	Lunghezza spina	Calibro
	Diametro cerchio di testa	Ottico
Motore 	Lunghezza albero motore	Calibro
	Diametro albero motore	Micrometro
	Diametro cilindro base super.	Micrometro
	Diametro cilindro base infer.	Micrometro
Vite elicoidale 	Diametro cerchio di testa/piede	Micrometro
	Passo elica	Ottico
	Lunghezza vite	Calibro
	Diametro foro	Tamponi
Coperchio puleggia 	Diametro foro asola	Tampone
	Lunghezza e larghezza sola	Ottico
	Distanza interasse asole	Ottico
	Altezza coperchio	Comparatore
Connettore 	Ampiezza supporti pin motore	Ottico
	Distanza perni leva microswitch	Ottico
	Diametro cilindro di aggancio con piastra inferiore	Calibro
	Dente per aggancio microswitch	Ottico
	Lunghezza pin connettore	Comparatore
	Diametro pin connettore	Ottico
	Larghezza uscita connettore	Calibro
	Lunghezza uscita connettore	Calibro
	Distanze tra pin connettore	Ottico
	Distanza dente superficie superiore–estremo connettore	Comparatore
Leva Microswitch 	Ampiezza angolo	Ottico
	Diametro foro	Tamponi
	Altezza leva	Comparatore
Vite autofilettante 	Lunghezza corpo vite	Comparatore
	Diametro filettatura	Micrometro
Clip fissaggio	Distanza testa clip-corpo in plastica	Ottico
	Distanza punte-corpo in plastica	Ottico

	Larghezze punte	Ottico/Calibro
	Larghezza testa clip	Ottico
	Spessore testa clip	Ottico
Microswitch 	Altezze	Ottico/Comparatore
	Distanza interasse	Macchina ottica
	Ampiezza pin	Ottico/Tamponi
Puleggia 	Apertura per cavo Bowden	Tamponi
	Foro per sfera cavo Bowden	Ottico
	Diametro foro superiore	Tamponi
	Altezza corpo puleggia	Comparatore
	Diametro foro scanalatura	Tamponi
	Distanza "denti" interni	Ottico
	Larghezza dente inferiore	Ottico
Ruota primaria 	Diametri cerchi di testa/piede	Ottico/Calibro
	Misure radiali con sfera effett.	Ottico
	Diametro foro	Tamponi
	Altezza ruota dentata super.	Comparatore
	Altezza ruota dentata infer.	Comparatore
Ruota secondaria 	Diametri cerchi di testa/piede	Ottico/Calibro
	Misure radiali con sfera effett.	Ottico
	Altezza ruota dentata super.	Comparatore
	Altezza ruota dentata infer.	Comparatore
	Altezza ruota secondaria	Comparatore
	Diametro foro	Tamponi
Guscio inferiore 	Lunghezza apertura clip	Calibro
	Larghezza apertura clip	Calibro
	Diametro cilindro leva	Calibro
	Altezza guscio	Comparatore
	Larghezza apertura per cavo Bowden	Ottico
	Diametro foro interno per anello	Ottico
	Foro fissaggio connettore	Tampone
	Distanza asse ruota primaria-asse ruota secondaria	Ottico
	Distanza asse ruota secondaria-asse ruota terziaria	Ottico
	Diametro fori per vite	Tampone

	Distanza asse ruota primaria-asse albero motore	Ottico
	Larghezza base posizionamento piastrini	Ottico
Guscio superiore 	Altezza guscio	Comparatore
	Diametro fori per vite	Tampone
	Diametro cilindro per anello	Calibro
	Distanza asse spina ruota secondaria-Centro foro anello	Ottico
	Diametro foro spina ruota secondaria	Tampone
	Diametro foro spina ruota primaria	Tampone
	Distanza asse spina ruota primaria- asse spina ruota secondaria	Ottico

Tabella 6.1. "Caratteristiche critiche e controllo".

Una volta che la conformità dei vari componenti è stata verificata attraverso le misurazioni delle relative quote, i componenti che hanno superato il test possono essere trasferiti dal magazzino accettazione al magazzino materie prime. Da questo verranno prelevati quando la produzione, in particolare la linea SCS10, ne richiederà la presenza. Solitamente i componenti vengono stoccati in degli imballi presenti su pallet e su carrelli a bordo linea, ognuno di essi vicino alle stazioni nelle quali vengono prelevati e utilizzati. È compito dell'area logistica e dell'industrializzazione occuparsi del corretto posizionamento dei pallet e dei carrelli a bordo linea secondo quella che sono le "5S", una metodologia che serve ad organizzare l'area di lavoro, a standardizzare attraverso regole e procedure (SOP-OPL) e a consolidare i risultati e ottenerne degli altri.

6.3 ANALISI DEGLI STRUMENTI DI CONTROLLO AUTOMATICO IN LINEA

6.3.1 CONTROLLO AUTOMATICO PRESENZA COMPONENTI E INGRASSAGGIO

Lungo la linea di assemblaggio e in varie stazioni vengono utilizzate delle fotocamere in grado di identificare la presenza dei componenti. Nella linea SCS10 vengono utilizzate delle smart camere OMRON FHV7. La FHV7 è una fotocamera compatta e robusta facile da implementare con però le funzionalità di un sistema di visione altamente specializzato. Queste fotocamere forniscono diverse

funzioni di ispezione e misurazione e consentono di semplificarle attraverso un'immagine di ottima qualità: il sistema di visione di Omron è infatti una soluzione compatta ma potente per applicazioni avanzate di controllo qualità, identificazione e posizionamento. Le fotocamere sono progettate per massimizzare le prestazioni e la flessibilità della linea di produzione superando la sensibilità della visione umana. Esse sono quindi in grado di rilevare i difetti e le non conformità per ciascun prodotto e di mostrarle a video attraverso un'interfaccia grafica.



Figura 6.8. "Fotocamera Omron VHV7".

Questo tipo di fotocamera e il relativo monitor con l'interfaccia grafica in grado di poter identificare tutti i componenti sul prodotto si trova su due stazioni della linea SCS10: nella stazione 1T90 della tavola esterna circolare, dove viene eseguito il controllo della presenza e l'ingrassaggio dei componenti, e nella stazione ST90 dove viene controllata la presenza di tutti i componenti e l'ingrassaggio all'interno dell'attuatore e, una volta chiuso l'attuatore accostando i gusci, la presenza e il corretto orientamento della puleggia.

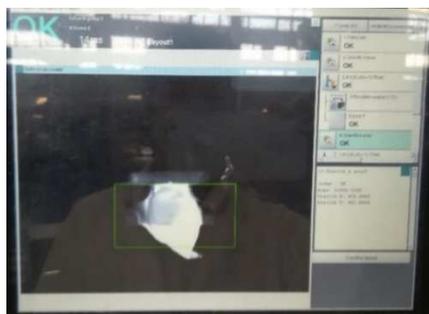


Figura 6.9. "Fotocamera 1T90".



Figure 6.10. “Fotocamera ST90”.

Per poter verificare la correttezza del funzionamento di queste telecamere nel rilevare tutti i vari componenti, riconoscerli ed essere in grado di comprendere se essi siano conformi o meno vengono utilizzati dei **pezzi master**. I pezzi master soddisfano solo particolari specifiche tralasciandone alcune: ad esempio un pezzo master per la ST90 potrebbe essere un semiprodotto con tutti i componenti conformi eccetto la ruota terziaria. Utilizzando i pezzi master si va a controllare se effettivamente il sistema di controllo, in questo caso la telecamera, scarta il pezzo e ne indica la corretta motivazione (ad esempio il pezzo non è conforme per mancanza di ruota terziaria e non per mancanza di quella secondaria). Prendendo in considerazione la stazione 1T90 un pezzo OK è ad esempio il seguente:

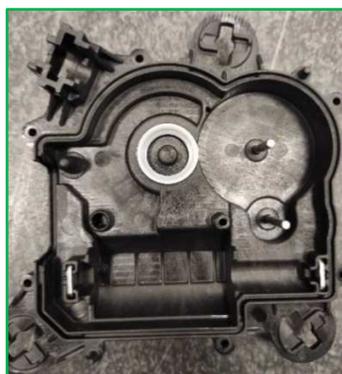


Figura 6.11. “WIP SCS IOE-Guscio inferiore”.

Sono infatti presenti tutti i componenti che dovrebbero essere inseriti fino alla stazione 1T90: i due piastrini, le due spine e l’anello (boccola) interno. I master costruiti per pezzi KO (NOK) sono invece i seguenti, dove in ognuno è mancante un componente:

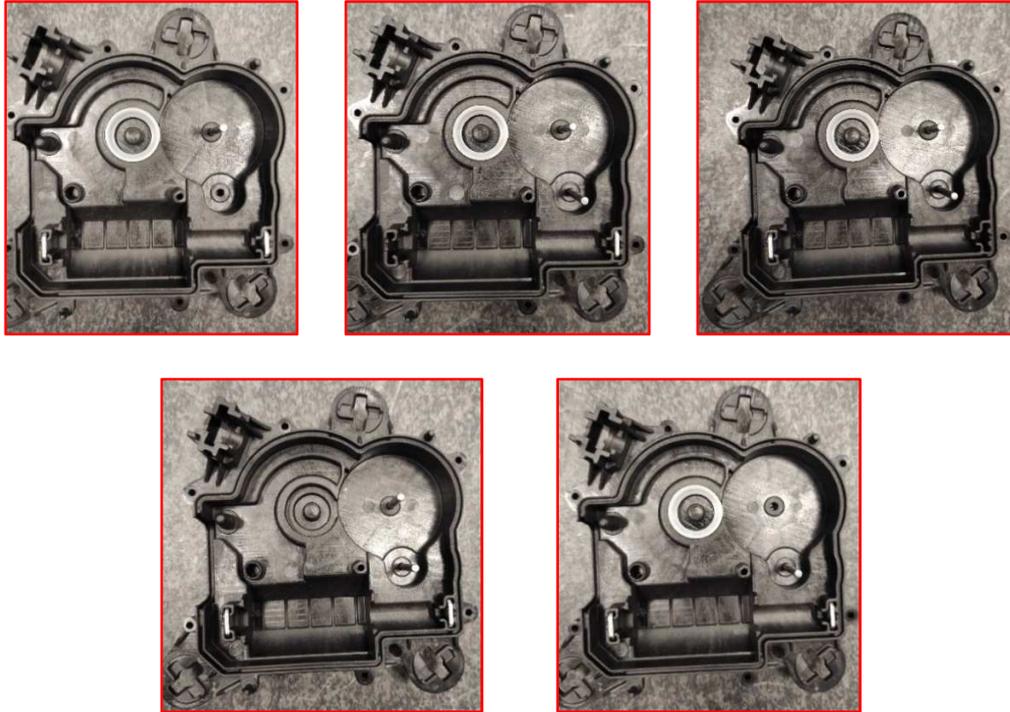


Figure 6.12. "Master SCS IOE-Guscio inferiore".

Per il guscio superiore il pezzo OK e il pezzo NOK sono i seguenti:

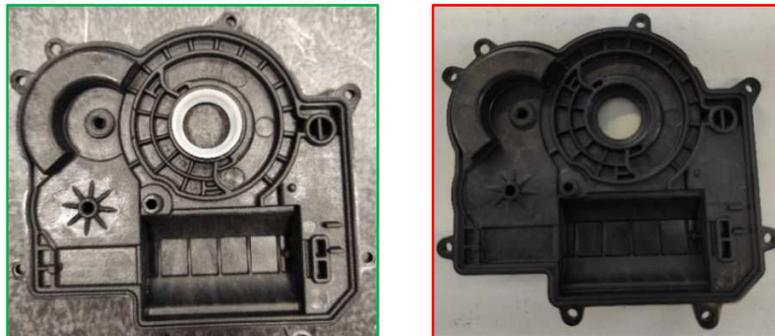


Figure 6.13. "WIP OK E NOK SCS IOE-Guscio superiore".

6.3.2 CONTROLLO AUTOMATICO PRESENZA, POSIZIONAMENTO E PIANTAGGIO MICROSWITCH SU CONNETTORE

Un altro tipo di fotocamera che viene utilizzata sulla tavola di piantaggio del microswitch sul connettore è la OMRON FQ2-D. Questo dispositivo è dotato di sensori con telecamere e controller

integrati che consentono facilmente di ottenere ispezioni e misurazioni. Il processo di acquisizione delle misure si compone dalle seguenti fasi:

- **Ingresso trigger:** la misurazione viene avviata immettendo un segnale di trigger da un dispositivo esterno.
- **Scatto dell'immagine:** viene scattata l'immagine.
- **Misurazione:** l'immagine viene misurata per vedere se corrisponde alle impostazioni configurate. È inoltre possibile eseguire calcoli in base ai risultati della misurazione degli elementi di ispezione.
- **Uscita:** viene emesso il giudizio complessivo di tutti gli elementi di ispezione. È possibile emettere risultati di misurazione dettagliati dagli elementi di ispezione.

La fotocamera scatta due immagini: la prima verifica la presenza e il corretto posizionamento del microswitch sul connettore, la seconda verifica il corretto piantaggio del micro.



Figura 6.14. "Display telecamera OMRON".

Anche in questo caso per poter verificare la correttezza del funzionamento di questa fotocamera nel rilevare la presenza e il corretto posizionamento del micro vengono utilizzati tre **pezzi master**: un pezzo conforme, un connettore con microswitch mancante e un connettore con microswitch non correttamente posizionato. Nelle figure sotto si riporta in verde il pezzo OK e in rosso i due pezzi master KO.



Figure 6.15. “WIP OK e NOK SCS IOE-Connettore con microswitch”.

Al passaggio del primo master KO (connettore mancante) sotto la fotocamera OMRON della tavola di piantaggio micro su connettore viene visualizzato il messaggio in figura 6.16., accompagnato da un led rosso che comunica all’operatore la non conformità.



Figure 6.16. “Pezzo NOK”.

6.3.3 CONTROLLO AUTOMATICO FORZA-SPOSTAMENTO NEL PIANTAGGIO

Il DIGIFORCE 9311 è uno strumento progettato per monitorare i processi di produzione caratterizzati da operazioni ripetitive. Sulla linea di assemblaggio SCS10 sono stati installati 3 dispositivi che hanno il compito di controllare il corretto inserimento e piantaggio di alcuni semicomponenti andando a valutare la quota e la forza di inserimento: troviamo il DIGIFORCE 9311 nella stazione 1T30 che si occupa del piantaggio delle due spine sul guscio inferiore, nella tavola di allestimento del micro sul connettore, e nella tavola di piantaggio della vite elicoidale sull’albero motore.



Figure 6.17. "Stazioni SCS IOE".

La funzione principale del DIGIFORCE 9311 è quella di registrare e analizzare i segnali di processo che rappresentano le variabili fisiche, come la forza di inserimento e lo spostamento, tra le quali esiste una relazione definita. Queste grandezze misurate vengono registrate in modo sincrono durante il processo di produzione e successivamente viene effettuata una verifica funzionale per produrre una curva di misurazione, che viene poi valutata utilizzando elementi grafici. Dopo aver valutato le misurazioni, lo strumento mostra sul display a colori la curva di misurazione e i risultati della valutazione e invia questi dati alle interfacce di controllo esterne. Il sistema operativo di DIGIFORCE 9311 consente di valutare il processo in maniera estremamente rapida: di norma ci vogliono solamente 25 ms per ottenere l'esito della valutazione globale, il cui risultato è classificato come "OK" o "NOK" (No OK) e viene fornito in output su varie interfacce.

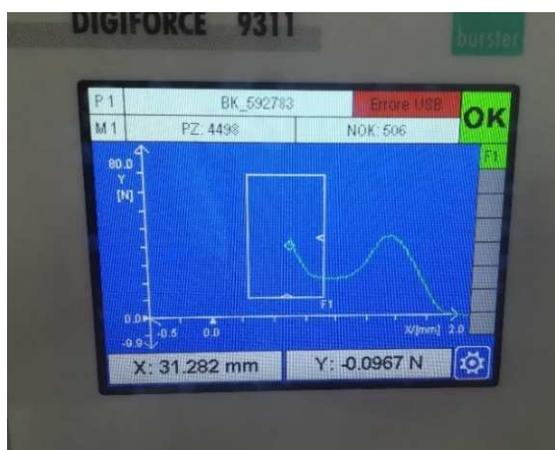


Figura 6.18. "Display Digiforce 9311".

In un piano cartesiano viene riportato nell'ascissa lo spostamento espresso in millimetri mentre nell'ordinata la forza espressa in Newton. La forma geometrica (in questo caso il rettangolo) indica l'area di tolleranza entro la quale un pezzo viene giudicato OK e quindi conforme. Se il valore di forza e/o spostamento dell'inserimento di un componente in un altro del pezzo ricade all'infuori di quest'area, allora esso verrà classificato come non conforme.

Per verificare il corretto funzionamento di questi sistemi è necessario andare a "settare" la finestra di conformità (il rettangolo): per farlo devono essere lavorati dei pezzi campione numerati in ogni stazione dove è installato il DIGIFORCE 9311. Per ciascun pezzo viene individuato e raccolto il valore uscita di spostamento fornito dallo strumento. Una volta raccolti i dati per ciascun campione è necessario andare a misurare manualmente le quote di piantaggio a disegno utilizzando strumenti di controllo come calibri e comparatori. Una volta raccolti tutti i valori attraverso il software "Minitab" viene effettuata un'analisi di regressione con cui è possibile andare a valutare la correlazione tra le due misurazioni e riuscire in questo modo a definire i limiti di tolleranza della finestra di conformità nel "burster". Andando poi a sviluppare uno studio di capacità di processo è possibile andare ad osservare il comportamento della stazione stessa.

Si illustrano ora la procedura di "settaggio" del "burster" e lo studio di capacità sulle stazioni che si occupano del piantaggio della vite sull'albero motore e delle spine sul guscio inferiore.

TAVOLA PIANTAGGIO VITE SU ALBERO MOTORE

Per prima cosa è necessario andare a numerare dei pezzi campione (in questo caso motori) che subiranno poi l'operazione di piantaggio della vite. Ciascun pezzo viene lavorato dalla stazione e per ciascuno di essi il trasduttore DIGIFORCE 9311 fornisce in output un certo valore che rileva la corsa della macchina di piantaggio indicata dal trasduttore stesso durante l'operazione. Manualmente poi, attraverso un comparatore, viene misurata, sul pezzo campione appena con la vite appena piantata, la quota di piantaggio della vite sull'albero motore usando come riferimenti quelli presenti nel disegno tecnico:

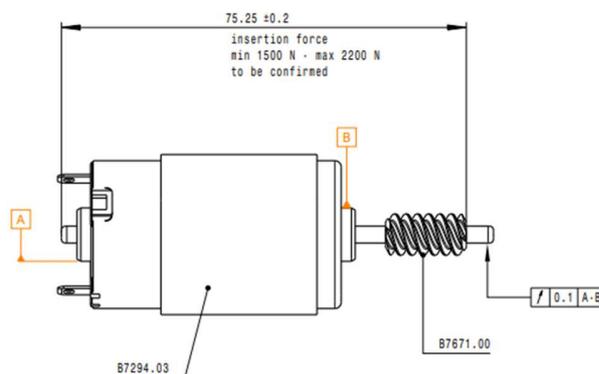


Figura 6.19. “Disegno vite su albero motore”. Fonte: Cebi Italy

Prendendo come riferimento un campione di 50 pezzi, per ciascuno di essi è stata individuata una quota al comparatore e una al trasduttore, entrambe espresse in millimetri. Ad esempio per il pezzo 1 e per il pezzo 2 i valori sono i seguenti:

QUOTE COMPARATORE 50 PEZZI	QUOTE TRASDUTTORE 50 PEZZI
75,03	26,749
75,07	26,729

Figura 6.20. “Quote pezzo n° 1 e 2”.

Per poter identificare la finestra di conformità del “burster” è necessario definire il valore di limite inferiore e limite superiore di spostamento della macchina conoscendo i limiti di specifica per il comparatore, secondo le direttive fornite dal disegno tecnico. Attraverso un’analisi di regressione è possibile individuare la relazione fra le due variabili: le quote a comparatore e le quote a trasduttore. Le quote a causa del posizionamento del trasduttore sulla stazione sono inversamente proporzionali: maggiore è il piantaggio della vite, maggiore è la corsa rilevata dal trasduttore e minore è la quota di piantaggio misurata a comparatore. Utilizzando il software “Minitab” è stato possibile realizzare l’analisi e individuare la retta di regressione che meglio approssima la relazione fra le due variabili.

Il risultato è il seguente:

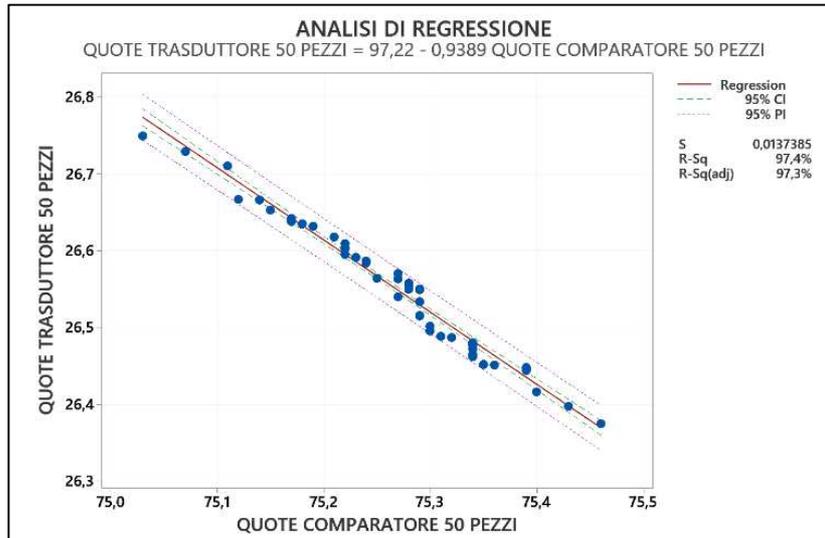


Figura 6.21. “Analisi di regressione: vite su albero motore”.

Utilizzando l’equazione della retta di regressione è possibile individuare quindi i limiti di specifica inferiore (LSL) e superiore (USL) per il trasduttore:

$$USL \text{ Trasduttore} = 97,22 - 0,9389 * LSL \text{ Comparatore} = 97,22 - 0,9389 * 75,05 = 26,756 \text{ mm}$$

$$LSL \text{ Trasduttore} = 97,22 - 0,9389 * USL \text{ Comparatore} = 97,22 - 0,9389 * 75,45 = 26,380 \text{ mm}$$

Una volta impostati i limiti della finestra di conformità per il DIGIFORCE sono stati prodotti 500 pezzi.

La tavola di piantaggio della vite sull’albero motore ha operato con i seguenti indici di C_p e C_{pk} :

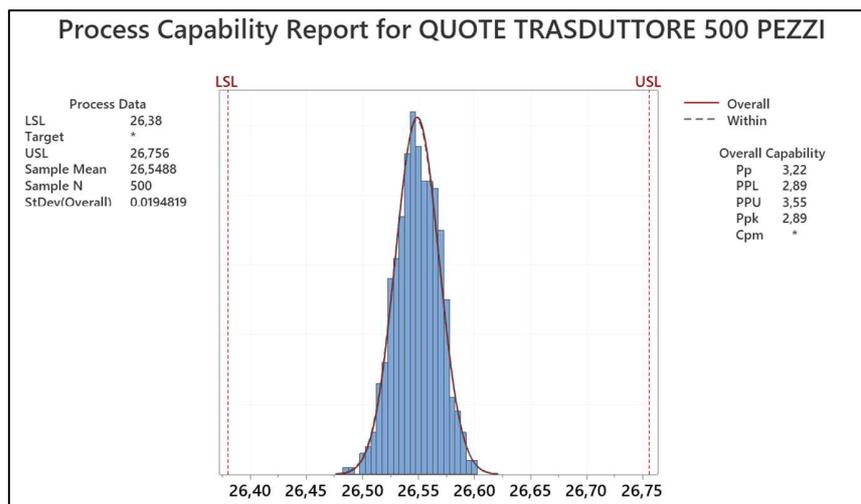


Figura 6.22. “Process capability report”.

Per quanto riguarda invece l'intervallo di tolleranza della forza di piantaggio, esso viene determinato tenendo in considerazione sia i valori di forza presenti a disegno, sia il funzionamento del processo stesso di piantaggio, andando a monitorare la forza necessaria per piantare la vite all'interno dell'intervallo di tolleranza $75,25 \pm 0,2$.

STAZIONE 1T30-PIANTAGGIO SPINE SU GUSCIO INFERIORE

Anche in questo caso è stato necessario andare a numerare dei pezzi campione (gusci inferiori) su cui poi verranno piantate le spine rispettivamente della ruota primaria e di quella secondaria. Ciascun pezzo viene lavorato dalla stazione e per ciascuno di essi il trasduttore DIGIFORCE 9311 fornirà in output per primo il valore di piantaggio per la spina primaria, e poi il valore di piantaggio della spina secondaria. Manualmente, attraverso un comparatore, viene successivamente misurata la quota di piantaggio delle spine sul guscio inferiore usando come riferimenti quelli presenti nel disegno tecnico D8055.00:

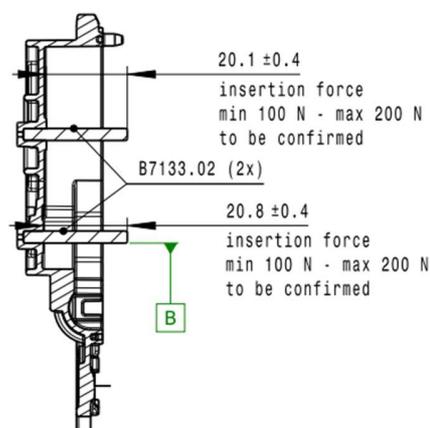


Figura 6.23. "Disegno spine su guscio inferiore". Fonte: Cebi Italy

Prendendo sempre come riferimento un campione di 50 pezzi, per ciascuna spina (prima primaria e poi secondaria) è stata individuata una quota al comparatore e una al trasduttore, entrambe espresse in millimetri.

Ad esempio per il pezzo 1 i valori per la spina della ruota primaria e quella della ruota secondaria sono i seguenti:

QUOTE COMPARATORE 50 PZ	QUOTE TRASDUTTORE 50 PZ
20,25	1,683

QUOTE COMPARATORE 50 PZ	QUOTE TRASDUTTORE 50 PZ
19,69	1,710

Figura 6.24. "Quote pezzo n°1".

Come per la tavola di piantaggio della vite è necessario che il DIGIFORCE 9311 presente sulla stazione sia opportunamente "settato", cioè che il dispositivo scarti pezzi non conformi e che invece giudichi OK pezzi conformi. Attraverso l'analisi di regressione è possibile individuare la relazione fra le due variabili: le quote a comparatore e le quote a trasduttore. Utilizzando lo stesso procedimento visto in precedenza, la retta di regressione che meglio approssima la relazione fra le due variabili per la spina della ruota primaria è la seguente:

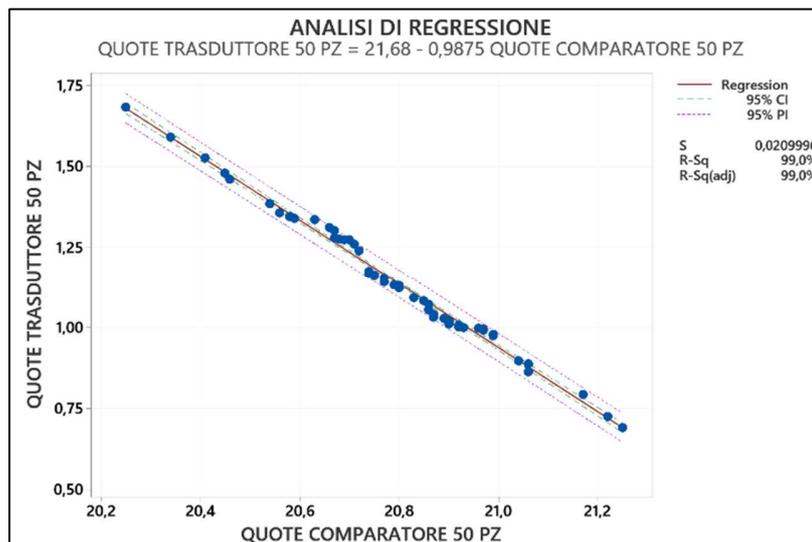


Figura 6.25. "Analisi di regressione: piantaggio spina ruota primaria".

Per la spina della ruota secondaria invece:

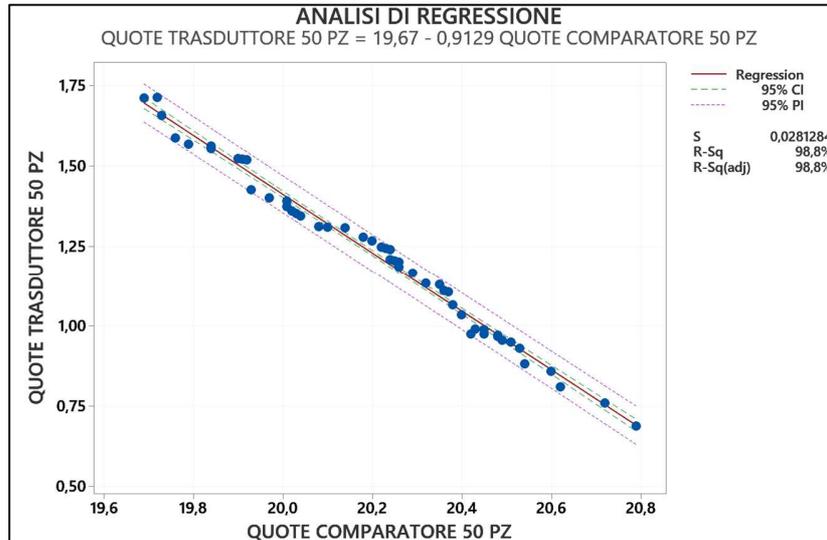


Figura 6.26. “Analisi di regressione: piantaggio spina ruota secondaria”.

Utilizzando l’equazione della retta di regressione è stato quindi possibile individuare i limiti di specifica inferiore (LSL) e superiore (USL) per il trasduttore per entrambe le spine:

SPINA RUOTA PRIMARIA

$$USL \text{ Trasduttore} = 21,68 - 0,9875 * LSL \text{ Comparatore} = 21,68 - 0,9875 * 20,40 = 1,535 \text{ mm}$$

$$LSL \text{ Trasduttore} = 21,68 - 0,9875 * USL \text{ Comparatore} = 21,68 - 0,9875 * 21,20 = 0,745 \text{ mm}$$

SPINA RUOTA SECONDARIA

$$USL \text{ Trasduttore} = 19,67 - 0,9129 * LSL \text{ Comparatore} = 19,67 - 0,9129 * 19,70 = 1,686 \text{ mm}$$

$$LSL \text{ Trasduttore} = 19,67 - 0,9129 * USL \text{ Comparatore} = 19,67 - 0,9129 * 20,50 = 0,956 \text{ mm}$$

(anche qui la relazione fra le due quote è inversamente proporzionale)

Una volta impostati i valori nel “burster” sono stati prodotti 500 pezzi. La stazione ha operato con i seguenti indici di C_p e C_{pk} :

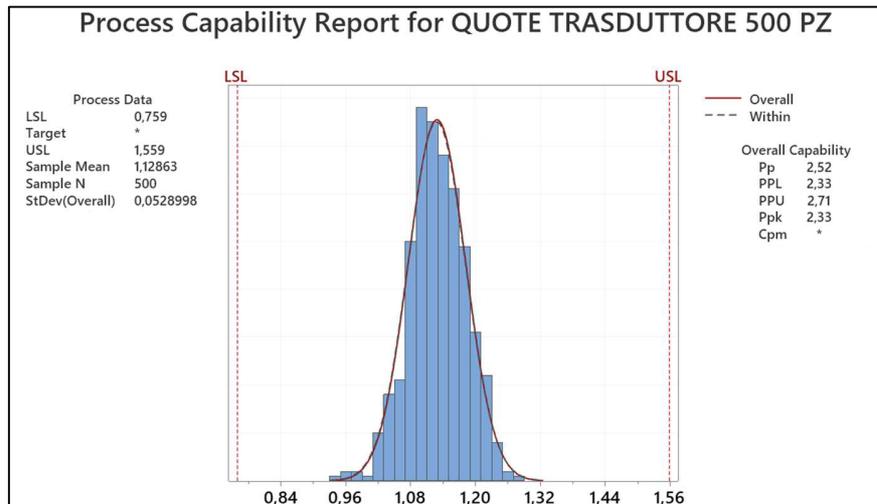


Figura 6.27. "Process capability report-piantaggio spina ruota primaria".

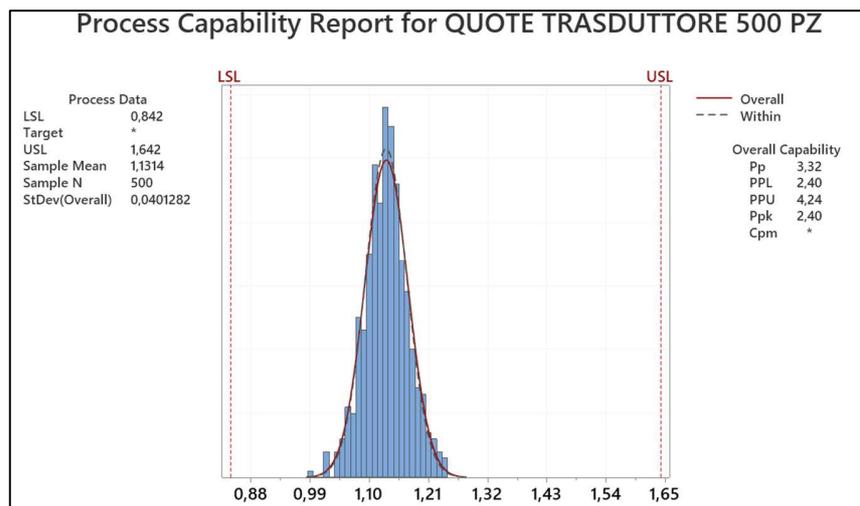


Figura 6.28. "Process capability report-piantaggio spina ruota secondaria".

Per quanto riguarda invece l'intervallo di tolleranza della forza di piantaggio si rimanda al discorso fatto per la tavola di piantaggio della vite elicoidale sull'albero motore.

6.3.4 COLLAUDO AUTOMATICO IN LINEA

Determinare la capacità del sistema di misurazione è importante al fine di perseguire il miglioramento del processo, quindi della qualità. Per poter stabilire in determinate condizioni se l'accuratezza, la ripetibilità e la riproducibilità di uno sistema di misurazione siano sufficienti per tenere sotto controllo un determinato processo è necessario ricorrere a diversi metodi e procedimenti. Gli studi che tendenzialmente vengono effettuati sono quelli di accuratezza e ripetibilità e di ripetibilità e riproducibilità, chiamati rispettivamente anche studio del primo tipo e del secondo tipo. Lo studio di capacità del primo tipo permette di valutare gli effetti combinati degli errori di accuratezza e di ripetibilità di un'apparecchiatura di misura tramite il calcolo di un indice complessivo di capacità. In maniera analoga lo studio del secondo tipo permette il calcolo di un indice complessivo di capacità rappresentativo degli errori di ripetibilità e di riproducibilità di uno strumento. Se uno o entrambi di questi studi dovessero fallire si può affermare che l'apparecchiatura di misura non è idonea, tenendo presente che se uno studio dovesse fallire non ha senso passare a uno studio dell'altro tipo. Lo scopo della maggior parte degli studi sulla capacità dei sistemi di misurazione riguarda il determinare quanta variabilità di quella totale osservata è dovuta allo strumento, l'isolare le componenti di variabilità del sistema di misurazione, e il valutare se il mezzo di misurazione è adatto all'utilizzo che ne si sta facendo. Si può affermare che la variabilità totale legata a procedure di misurazione può essere dovuta alla variabilità propria dei prodotti ma anche alla variabilità derivante dagli strumenti di misura.

$$\delta_{totale}^2 = \delta_{prodotto}^2 + \delta_{strumento}^2$$

Ed essendo:

$$\delta_{strumento}^2 = \delta_{ripetibilit\grave{a}}^2 + \delta_{riproducibilit\grave{a}}^2$$

Allora possiamo scrivere che:

$$\delta_{totale}^2 = \delta_{prodotto}^2 + \delta_{ripetibilit\grave{a}}^2 + \delta_{riproducibilit\grave{a}}^2$$

Graficamente:

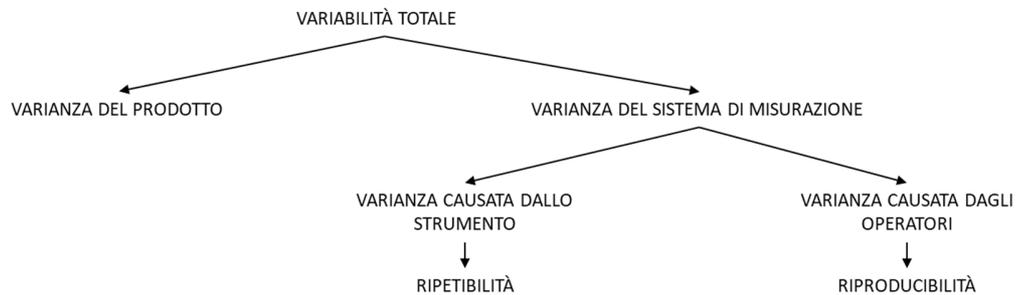


Figura 6.29. “Studio della varianza”.

Nella stazione ST150, la stazione di collaudo della linea di assemblaggio dell’SCS IOE, vengono effettuati diversi controlli in sequenza. In particolar modo concentreremo l’analisi su queste 4 caratteristiche che vengono ispezionate:

- Resistenza microswitch (interno all’attuatore).
- Tempo rotazione oraria 0°-160° della puleggia.
- Tempo di reset 160°-0° (rotazione antioraria della puleggia).
- Corrente a stallo (massima corrente assorbita quando viene applicata la coppia massima).



Foto 6.30. “Stazione di collaudo ST150”.

Per ognuna di queste caratteristiche è stato sviluppato uno studio del primo e del secondo tipo per verificare il corretto funzionamento delle operazioni di controllo.

Studio di secondo tipo-R&R

Intraprendendo questo studio si va ad analizzare la ripetibilità e la riproducibilità di uno strumento. Gli “R&R” una volta che sono stati effettuati, se danno esito positivo, restano validi fin quando non vengono introdotte modifiche sul processo e sulla strumentazione di misura e comunque vanno ripetuti alla scadenza della calibrazione della stazione di collaudo effettuata dalla metrologia annualmente.

Per prima cosa è necessario identificare sia lo strumento di misura, verificando la taratura e la risoluzione, sia la caratteristica del componente che deve essere misurata, in modo da riuscire a individuare l’intervallo di tolleranza e a inserirlo nella casella T_{PRE} (intervallo di tolleranza prescritto). Una volta fatto questo, essendo il collaudo pienamente automatizzato, si selezionano numerandoli dieci pezzi che, teoricamente, dovrebbero coprire l’intero intervallo della tolleranza prescritta, e si eseguono 5 misurazioni per ogni pezzo. Lo studio R&R può essere eseguito con diversi metodi: nel caso in esame è stato utilizzato il metodo ARM (“*average and range method*”) che permette oltre ad analizzare i contributi separati delle due sorgenti di variabilità (la ripetibilità e la riproducibilità) anche di valutare la variazione fra le parti, ovvero quanto il campione al suo interno è diversificato, in modo da poter essere maggiormente rappresentativo della popolazione. Una volta che i dati sono stati raccolti e inseriti nel foglio di calcolo dedicato, fornito da ANFIA (“Associazione Nazionale Filiera Industria Automobile”), si ottengono in output degli indici che ci consentono di valutare lo studio R&R:

- **EV e EV% (“equipment variation”)**: stima della ripetibilità e stima della ripetibilità in % di T_{PRE} . Indica la variazione dovuta dall’operatore quando misura lo stesso componente più di una volta con lo stesso strumento.
- **PV e PV% (“part variation”)**: stima della variazione fra le parti e stima della variazione fra le parti in % di T_{PRE} .
- **R&R e R&R%**: ripetibilità e riproducibilità del sistema e ripetibilità e riproducibilità in % di T_{PRE} .
- **Ncd (“number of distinct categories”)**: numero di categorie di dati.

Lo studio di secondo tipo R&R ha esito positivo se i valori di R&R% e Ncd sono rispettivamente minore o uguale del 25% e maggiore o uguale a 5.

Si riporta nella figura sottostante lo studio R&R per due delle caratteristiche che vengono ispezionate a collaudo: la resistenza del microswitch e la corrente a stallo con carico di 5 Nm. Entrambi gli studi hanno avuto esito positivo: per la resistenza del microswitch è stato ottenuto un valore di ripetibilità e riproducibilità della misura del 15,3% (inferiore al 25% che rappresenta la soglia massima) e per le Ncd si è ottenuto un valore di circa 11 (maggiore della soglia minima di 5). Allo stesso modo per la corrente a stallo si è ottenuto un valore di ripetibilità e riproducibilità minore di 25 e un numero di categorie di dati all'incirca sempre di 11.

RESISTENZA MICROSWITCH

		parte										medie	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Repliche													
1		38,000	67,000	23,000	49,000	37,000	36,000	80,000	35,000	59,000	84,000		
2		38,000	73,000	24,000	51,000	36,000	35,000	82,000	40,000	51,000	89,000		
3		36,000	67,000	28,000	51,000	39,000	35,000	78,000	35,000	50,000	87,000		
4		38,000	71,000	25,000	52,000	37,000	38,000	75,000	32,000	53,000	82,000		
5		37,000	68,000	27,000	50,000	37,000	37,000	85,000	42,000	51,000	90,000		
6													
7													
8													
9													
10													
media		37,400	69,200	25,400	50,600	37,200	36,200	80,000	36,800	52,800	86,400	$\bar{X} =$	51,200
range		2,000	6,000	5,000	3,000	3,000	3,000	10,000	10,000	9,000	8,000	$\bar{R} =$	5,900
Media sulle parti												Range sulle medie	
media		37,400	69,200	25,400	50,600	37,200	36,200	80,000	36,800	52,800	86,400	$R_M =$	61,000
RIPETIBILITA' OPERATIVA								repliche		K_1			
$EV = K_1(r) \cdot \bar{R} = 2,519$		$\%EV = 100 \cdot \frac{k \cdot EV}{T_{PRE}} = 15,3$						2	0,862	6	0,392		
								3	0,583	7	0,368		
								4	0,481	8	0,350		
								5	0,427	9	0,336		
								10	0,324				
VARIANZA TRALE PARTI								parti		K_3			
$PV = K_3(p) \cdot R_M = 19,191$		$\%PV = 100 \cdot \frac{k \cdot PV}{T_{PRE}} = 116,3$						2	0,707	6	0,374		
								3	0,523	7	0,353		
								4	0,447	8	0,338		
								5	0,403	9	0,325		
								10	0,315				
R&R								accettare se					
$R \& R = \sqrt{EV^2} = 2,519$		$\%R \& R = 100 \cdot \frac{k \cdot R \& R}{T_{PRE}} = 15,3$						$\%R \& R \leq 25$					
ncd								valore consigliato					
		$ncd = 1,41 \cdot \frac{PV}{R \& R} \cong 11$						$ncd \geq 5$					
$T_{PRE} = 99,00$ intervallo di tolleranza prescritto								$\%P = 99,73$		percentuale di copertura			
$p = 10$ numero delle parti esaminate								$k = 6$		coefficiente di copertura			
$r = 5$ numero delle repliche per ciascuna parte													

Figura 6.31. "R&R-Resistenza microswitch".

CORRENTE A STALLO (Carico 5 Nm)

	parte										medie																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																							
Repliche																																	
1	6,670	6,690	8,280	5,220	9,450	6,530	8,350	6,470	8,300	6,410																							
2	6,640	6,750	8,410	5,240	9,230	6,670	8,500	6,670	8,190	6,880																							
3	6,520	6,760	8,250	5,450	9,220	6,330	8,130	6,570	8,110	6,770																							
4	6,560	6,700	8,340	5,200	9,300	6,220	8,950	6,730	8,260	7,000																							
5	6,680	6,800	8,430	5,510	9,280	6,750	7,920	6,650	8,540	6,750																							
6																																	
7																																	
8																																	
9																																	
10																																	
media	6,614	6,740	8,342	5,324	9,296	6,500	8,370	6,618	8,280	6,762	$\bar{X} =$	7,285																					
range	0,160	0,110	0,180	0,310	0,230	0,530	1,030	0,260	0,430	0,590	$\bar{R} =$	0,383																					
Media sulle parti																																	
media	6,614	6,740	8,342	5,324	9,296	6,500	8,370	6,618	8,280	6,762	$R_M =$	3,972																					
RIPETIBILITA' OPERATIVA																																	
$EV = K_1(r) \cdot \bar{R} = 0,164$						$\%EV = 100 \cdot \frac{k \cdot EV}{T_{PRE}} = 21,8$						<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><th>repliche</th><th>K_1</th><th>6</th><th>0,392</th></tr> <tr><td>2</td><td>0,862</td><td>7</td><td>0,368</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,583</td><td>8</td><td>0,350</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,481</td><td>9</td><td>0,336</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,427</td><td>10</td><td>0,324</td></tr> </table>		repliche	K_1	6	0,392	2	0,862	7	0,368	3	0,583	8	0,350	4	0,481	9	0,336	5	0,427	10	0,324
repliche	K_1	6	0,392																														
2	0,862	7	0,368																														
3	0,583	8	0,350																														
4	0,481	9	0,336																														
5	0,427	10	0,324																														
VARIAZIONE TRALE PARTI																																	
$PV = K_3(p) \cdot R_M = 1,250$						$\%PV = 100 \cdot \frac{k \cdot PV}{T_{PRE}} = 166,6$						<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><th>parti</th><th>K_3</th><th>6</th><th>0,374</th></tr> <tr><td>2</td><td>0,707</td><td>7</td><td>0,353</td></tr> <tr><td>3</td><td>0,523</td><td>8</td><td>0,338</td></tr> <tr><td>4</td><td>0,447</td><td>9</td><td>0,325</td></tr> <tr><td>5</td><td>0,403</td><td>10</td><td>0,315</td></tr> </table>		parti	K_3	6	0,374	2	0,707	7	0,353	3	0,523	8	0,338	4	0,447	9	0,325	5	0,403	10	0,315
parti	K_3	6	0,374																														
2	0,707	7	0,353																														
3	0,523	8	0,338																														
4	0,447	9	0,325																														
5	0,403	10	0,315																														
R&R																																	
$R \& R = \sqrt{EV^2} = 0,164$						$\%R \& R = 100 \cdot \frac{k \cdot R \& R}{T_{PRE}} = 21,8$						accettare se $\%R \& R \leq 25$																					
ncd																																	
$ncd = 1,41 \cdot \frac{PV}{R \& R} \cong 11$						valore consigliato $ncd \geq 5$																											
<table style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr> <td>$T_{PRE} = 4,50$</td> <td>intervallo di tolleranza prescritto</td> <td>$\%P = 99,73$</td> <td>percentuale di copertura</td> </tr> <tr> <td>$p = 10$</td> <td>numero delle parti esaminate</td> <td>$k = 6$</td> <td>coefficiente di copertura</td> </tr> <tr> <td>$r = 5$</td> <td>numero delle repliche per ciascuna parte</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>												$T_{PRE} = 4,50$	intervallo di tolleranza prescritto	$\%P = 99,73$	percentuale di copertura	$p = 10$	numero delle parti esaminate	$k = 6$	coefficiente di copertura	$r = 5$	numero delle repliche per ciascuna parte												
$T_{PRE} = 4,50$	intervallo di tolleranza prescritto	$\%P = 99,73$	percentuale di copertura																														
$p = 10$	numero delle parti esaminate	$k = 6$	coefficiente di copertura																														
$r = 5$	numero delle repliche per ciascuna parte																																

Figura 6.32. "R&R-Corrente a stallo".

Studio di primo tipo-A&R

Intraprendendo lo studio di primo tipo si va ad analizzare l'accuratezza e la ripetibilità di uno strumento. In particolar modo consente di individuare quello che è il "bias", chiamato anche "offset", ovvero la differenza tra il valore vero del campione utilizzato (il pezzo numerato) e la media dei risultati delle misurazioni sul master stesso.

Anche in questo caso per prima cosa è necessario identificare sia lo strumento di misura, verificando la taratura e la risoluzione, sia la caratteristica del componente che deve essere misurata, in modo da riuscire a individuare l'intervallo di tolleranza e a inserirlo nella casella T_{PRE} . Per ciascuna caratteristica viene anche definito il valore di taratura, ovvero il valore esatto di quella determinata caratteristica per quel determinato pezzo. I valori di taratura sono stati forniti dal laboratorio presente in Cebi che in precedenza ha eseguito misurazioni per ciascun pezzo utilizzando la strumentazione a disposizione: essi vengono riconosciuti come "ufficiali". Una volta ottenuti i valori di riferimento e inseriti nelle schede, ciascun pezzo viene ispezionato per ciascuna caratteristica di qualità 50 volte, ottenendo così 50 valori di misura per ciascuna caratteristica. Il metodo utilizzato per questo studio di primo tipo è il metodo ANOVA ("Analysis of variance method") che permette di elaborare gli indici di accuratezza ("Bias") e ripetibilità. Una volta che i dati sono stati raccolti e inseriti nel foglio di calcolo dedicato si ottengono in output degli indici che ci consentono di valutare lo studio A&R:

- **AC**: valore del "bias".
- **C_G** : indice di ripetibilità del sistema di misura.
- **C_{GK}** : indice combinato di "bias" e ripetibilità.
- **A&R%**: accuratezza e ripetibilità in % di T_{PRE} .

Lo studio di primo tipo A&R ha esito positivo se i valori di C_{GK} e A&R% sono rispettivamente maggiore o uguale di 1,33 e minore o uguale del 15%.

Si riporta nella figura sottostante lo studio A&R per due delle caratteristiche che vengono ispezionate a collaudo: il tempo di rotazione orario (0° - 160°) con coppia applicata di 1 Nm e il tempo di reset (160° - 0°) a carico 0 (0 Nm): per il valore di C_{GK} si è ottenuto un valore di 1,47 (maggiore di 1,33 che

rappresenta la soglia minima) e per il tempo di rotazione orario (0°-160°) è stato ottenuto un valore di accuratezza e ripetibilità della misura del 13,6% (inferiore al 15% che rappresenta la soglia massima). Allo stesso modo per il tempo di reset si è ottenuto un valore di accuratezza e di ripetibilità di 4,6 e un valore di C_{GK} pari a 8,61.

TEMPO DI ROTAZIONE ORARIA (0°-160°) (Carico 1Nm)

prove											calcoli		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
x 10													
0	0,63	0,65	0,67	0,67	0,64	0,67	0,62	0,67	0,68	0,64			
1	0,68	0,63	0,68	0,66	0,67	0,66	0,67	0,65	0,67	0,68			
2	0,66	0,67	0,66	0,66	0,65	0,68	0,65	0,63	0,65	0,66			
3	0,66	0,66	0,64	0,66	0,63	0,63	0,67	0,65	0,62	0,68			
4	0,65	0,66	0,63	0,66	0,66	0,63	0,64	0,62	0,65	0,63			
											media	$\bar{y}_G = 0,6538$	
											scarto tipo	$S_G = 0,018$	
Indici di Capacità													
$C_G = \frac{0,2 \cdot T_{PRE}}{6 \cdot S_G} = 1,49$											$C_{GK} = \frac{0,1 \cdot T_{PRE} - AC}{3 \cdot S_G} = 1,47$		accettare se $C_{GK} \geq 1,33$
$AC = y_G - y_{RIF} = 0,0008$													
Indici percentuali													
$\%R_G = 100 \cdot \frac{6 \cdot S_G}{T_{PRE}} = 13,5$											$\%A \& R = 100 \cdot \frac{6 \cdot S_G + 1,5 \cdot y_G - y_{RIF} }{T_{PRE}} = 13,6$		accettare se $\%A \& R \leq 15$
$\%A_G = 100 \cdot \frac{ y_G - y_{RIF} }{T_{PRE}} = 0,1$													
$T_{PRE} = 0,80$ intervallo di tolleranza specificato $n = 1$ numero degli operatori $p = 1$ numero delle parti per ciascun operatore $r = 50$ numero delle repliche per ciascuna parte										$y_{RIF} = 0,653$ valore di taratura $U_{RIF} =$ incertezza di taratura deve essere : $U_{RIF} \leq 0,05 \cdot T_{PRE}$			

Figura 6.33. "A&R-Tempo di rotazione oraria".

TEMPO DI RESET (160°-0°) (Carico 0 Nm)

	prove										calcoli
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
x 10											
0	0,58	0,58	0,58	0,58	0,57	0,58	0,57	0,58	0,57	0,58	
1	0,57	0,58	0,58	0,57	0,58	0,57	0,58	0,58	0,58	0,58	
2	0,57	0,58	0,58	0,57	0,58	0,58	0,58	0,57	0,58	0,58	
3	0,57	0,58	0,57	0,58	0,58	0,57	0,58	0,58	0,57	0,57	
4	0,58	0,58	0,58	0,57	0,58	0,58	0,57	0,58	0,57	0,58	
											media
											scarto tipo
											$\bar{y}_G = 0,5766$
											$s_G = 0,005$
Indici di Capacità											
$C_G = \frac{0,2 \cdot T_{PRE}}{6 \cdot s_G} = 10,45$ $C_{GK} = \frac{0,1 \cdot T_{PRE} - AC}{3 \cdot s_G} = 8,61$ $AC = y_G - y_{RIF} = 0,0264$											
accettare se $C_{GK} \geq 1,33$											
Indici percentuali											
$\%R_G = 100 \cdot \frac{6 \cdot s_G}{T_{PRE}} = 1,9$ $\%A \& R = 100 \cdot \frac{6 \cdot s_G + 1,5 \cdot y_G - y_{RIF} }{T_{PRE}} = 4,6$ $\%A_G = 100 \cdot \frac{ y_G - y_{RIF} }{T_{PRE}} = 1,8$											
accettare se $\%A \& R \leq 15$											
$T_{PRE} = 1,50$ intervallo di tolleranza specificato $n = 1$ numero degli operatori $p = 1$ numero delle parti per ciascun operatore $r = 50$ numero delle repliche per ciascuna parte					$y_{RIF} = 0,603$ valore di taratura $U_{RIF} = 0,010$ incertezza di taratura deve essere : $U_{RIF} \leq 0,05 \cdot T_{PRE}$						

Figura 6.34. "A&R-Tempo di reset".

Si riportano ora in maniera riassuntiva i risultati degli studi effettuati:

Caratteristica considerata	%A&R (≤ 15)	%R&R (≤ 25)
Resistenza microswitch	8,0	15,3
Corrente a stallo (5 Nm)	12,0	21,8
Tempo di rotazione orario (0°-160°) 1 Nm	13,6	15,7
Tempo di reset (160°-0°)	4,6	0,2

Tabella 6.2. "Risultati studi sulla stazione di collaudo".

Come è possibile osservare, tutti gli studi sulle caratteristiche prese in esame hanno dato esito positivo: la stazione di collaudo ST150 è in grado di operare garantendo oltre all'accuratezza, anche ripetibilità e riproducibilità nella misurazione.

6.3.5 STUDIO DI CAPACITÀ MACCHINA

Lo studio di capacità macchina (relativamente alle caratteristiche di prodotto/parametri di processo più importanti) di regola si esegue:

- All'accettazione delle nuove macchine in stabilimento, per verificare se la macchina raggiunge gli obiettivi di capacità richiesti a capitolato.
- Ogni volta che la macchina subisce una revisione, un riattrezzamento, una ricollazione, una modifica o una riparazione "importante", tali da impattare sugli aspetti qualitativi del prodotto.

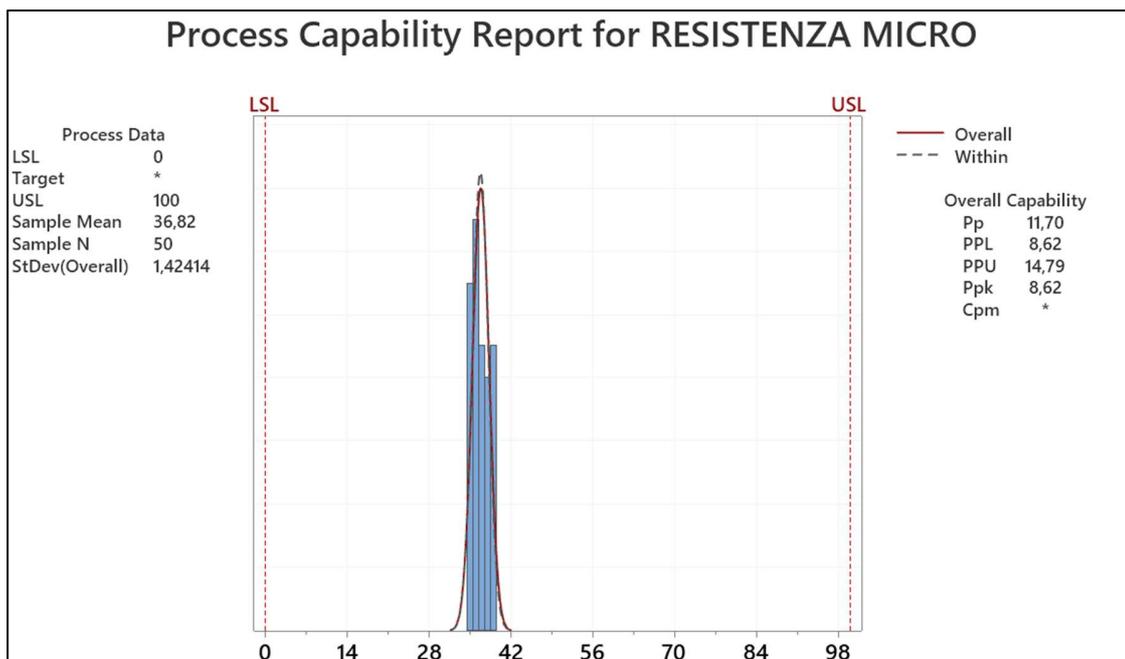
Per valutare in condizioni "ideali" di funzionamento la capacità di una macchina **si devono eliminare il più possibile tutte le potenziali cause di variabilità esterne alla macchina stessa**, utilizzando il sistema 5M (Macchine, Metodi, Misure, Materiali, Manodopera) + A(Ambiente) ossia:

- la macchina/attrezzature devono essere in situazione ottimali (lubrificazione, raffreddamento, ecc...).
- il metodo di lavorazione deve essere ben definito e si deve quindi operare secondo gli standard prefissati.
- le apparecchiature di controllo/misura devono essere definite e correttamente tarate.
- i materiali (grezzi/semilavorati) devono possedere caratteristiche conosciute ed appartenere a lotti omogenei di fornitura.
- gli operatori devono conoscere la macchina e devono quindi applicare le metodologie definite.
- le condizioni ambientali devono essere il più possibile note e costanti.

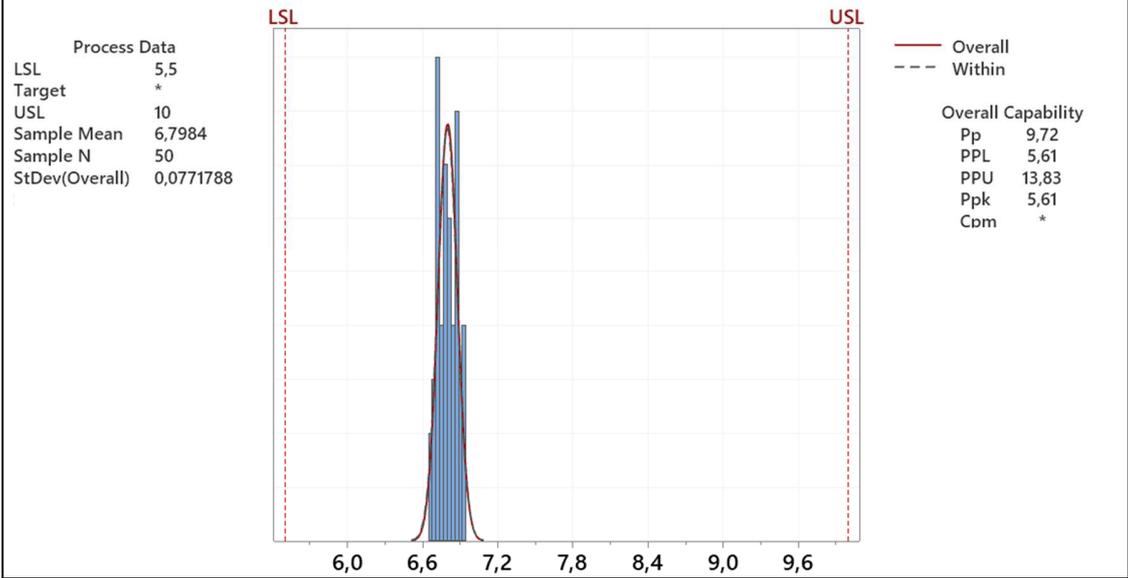
Lo studio di capacità è stato effettuato su 50 pezzi nella stazione di collaudo finale (ST150) e sono state prese in considerazione le seguenti caratteristiche:

1. Resistenza micro.
2. Corrente a stallo con carico applicato di 5 Nm.
3. Tempo di rotazione oraria puleggia da 0° a 160° con carico applicato di 1 Nm.
4. Tempo di reset (160°-0°) a carico 0 Nm.

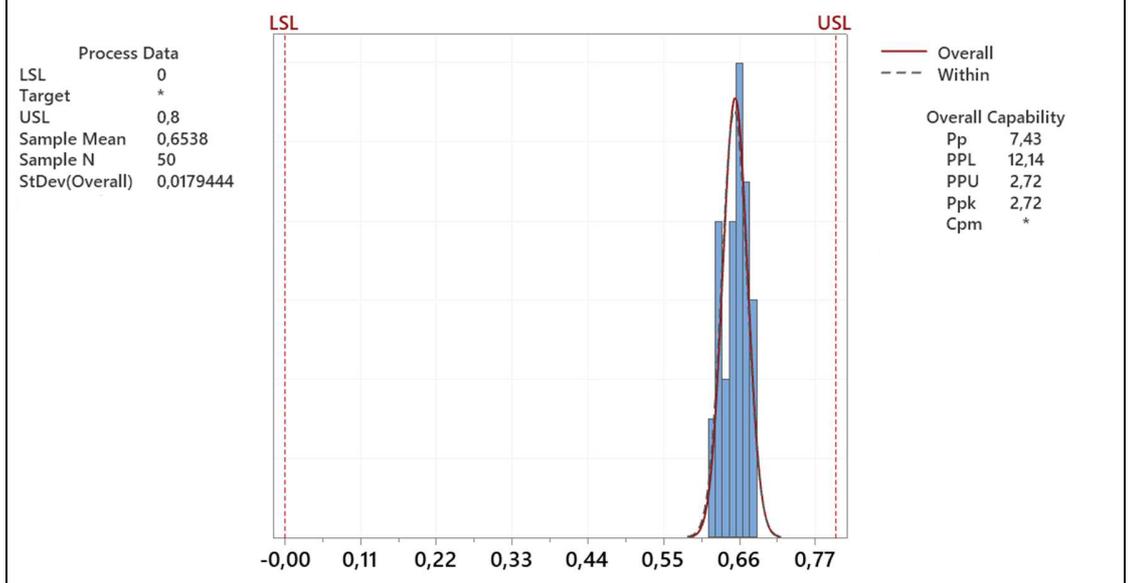
I 50 campioni che sono stati utilizzati nella stazione di collaudo per ogni caratteristica, sono stati preventivamente selezionati misurandoli in laboratorio e sono stati scelti quelli che presentavano una dispersione molto ridotta. Successivamente i 50 campioni (per ogni caratteristica) sono stati ripassati nella stazione di collaudo e i risultati ottenuti sono stati elaborati utilizzando il software di "data analysis" "Minitab": si osserva come la variabilità introdotta esclusivamente dalla macchina sia contenuta per ciascuna delle caratteristiche analizzate, e questo viene confermato dai valori di C_p ottenuti, la cui soglia minima accettabile deve essere pari a 2.



Process Capability Report for CORRENTE A STALLO (5 Nm)



Process Capability Report for TEMPO ROTAZIONE ORARIA 0°-160° (1 Nm)



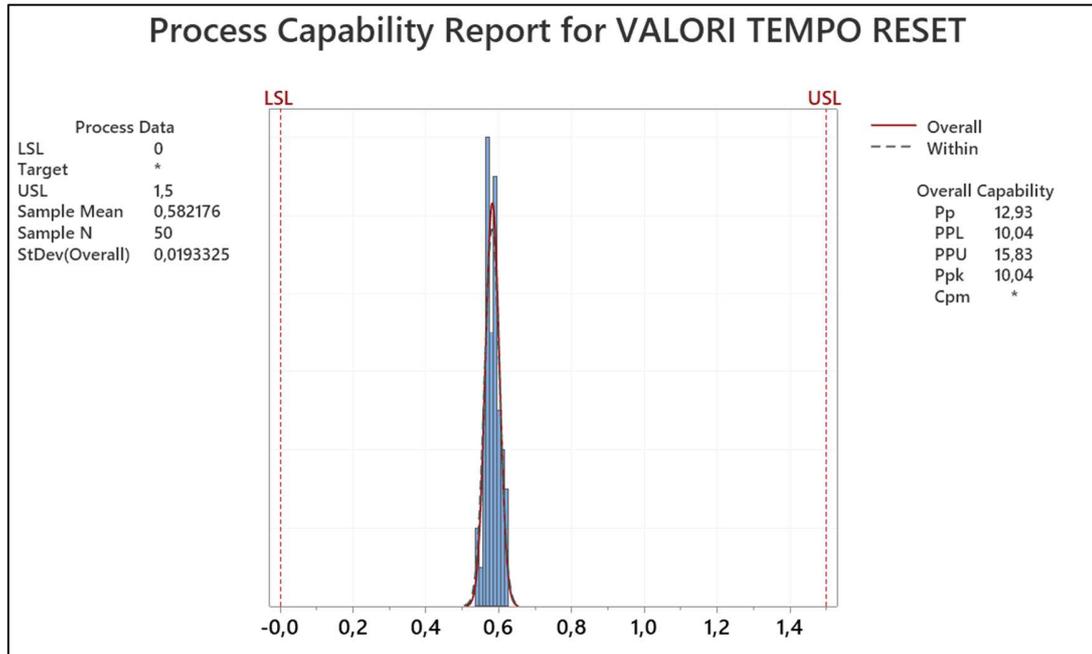


Figure 6.35 " C_{pk} stazione di collaudo-ST150".

CONCLUSIONE

Nel lavoro di tesi è stato descritto il progetto sviluppato nello stabilimento Cebi di Ancona, durante l'attività di tirocinio nel periodo da Aprile a Luglio 2021. Lo studio si è incentrato su una linea di assemblaggio semiautomatica da poco introdotta nello stabilimento capace di realizzare un attuatore che permette un serraggio automatico della serratura presente nel baule di una determinata famiglia di autovetture.

Sono stati riportati e descritti vari componenti, acquistati esternamente, che formano il prodotto finito andando, per ognuno, ad analizzare il disegno tecnico relativo al fine di individuare le quote a disegno maggiormente critiche che possono compromettere le funzionalità del prodotto finito. In questo modo è stato possibile formalizzare la procedura di controllo in accettazione per i componenti che vengono spediti dai fornitori esterni: per ciascuna caratteristica di qualità da analizzare è stato predisposto un opportuno strumento di misura da dover utilizzare.

Dopo aver determinato i controlli sui componenti sono stati presentati i controlli sul prodotto e sul processo di assemblaggio, riportando in un documento, il "*control plan*", tutte le modalità e le procedure da seguire. Il "*control plan*" è il documento "padre", dal quale discendono vari documenti, ognuno relativo a una particolare famiglia di controlli che devono essere messi in pratica in determinati momenti.

Successivamente l'analisi si è fortemente incentrata sulle modalità di controllo per verificare il corretto funzionamento degli strumenti di misurazione automatici presenti lungo la linea di assemblaggio dell'attuatore SCS IOE. Per monitorare il regolare andamento delle fotocamere in grado di rilevare la presenza dei componenti e dell'ingrassaggio all'interno e all'esterno dell'attuatore sono stati realizzati dei pezzi master, ovvero dei semiprodotto conformi o non conformi a causa della mancanza o della non conformità di un componente piuttosto che di un altro. Si è verificato che tutte le stazioni dove sono installate le fotocamere (1T90, ST90, Tavola di piantaggio del microswitch sul connettore) rilevino i pezzi master e ne indichino il corretto giudizio. Ci si è poi concentrati sui "burster" DIGIFORCE 9311 in grado di rilevare e mostrare a video i valori di forza e di spostamento durante il piantaggio delle spine sul guscio inferiore (1T30), durante il piantaggio del microswitch sul connettore e durante il piantaggio della vite elicoidale sull'albero motore. Attraverso

un'analisi di regressione, dove si è individuata la correlazione fra le quote di piantaggio misurate manualmente attraverso un comparatore e le quote di piantaggio individuate dai trasduttori presente sulle stazioni automatiche, è stato possibile determinare i limiti di specifica inferiore e superiore delle quote di piantaggio misurate dal trasduttore, e in questo modo stabilire e "settare" la finestra di conformità riportata nell'interfaccia grafica del DIGIFORCE.

Infine l'analisi è stata rivolta sulla stazione di collaudo automatica ST150 presente sulla linea di assemblaggio in grado di verificare che diverse caratteristiche di qualità dell'attuatore rientrino all'interno dei relativi intervalli di specifica. Questa stazione presente nella linea SCS 10 si distingue dalle altre presenti nello stabilimento per la prontezza e la velocità con la quale è in grado di misurare le caratteristiche di qualità sottoposte a collaudo. L'obiettivo dell'analisi effettuata era quello di accertarsi che gli strumenti di misura fossero in grado di garantire misure accurate, ripetibili e riproducibili, ed è per questo che sono stati condotti degli studi del primo e del secondo tipo (A&R e R&R) su quattro particolari caratteristiche di qualità. I risultati sono stati i seguenti:

Caratteristica considerata	%A&R (≤ 15)	%R&R (≤ 25)
Resistenza microswitch	8,0	15,3
Corrente a stallo (5 Nm)	12,0	21,8
Tempo di rotazione orario (0°-160°) 1 Nm	13,6	15,7
Tempo di reset (160°-0°)	4,6	0,2

Tabella A. "Risultati finali stazione di collaudo".

Sono stati valutati anche gli indici di capacità di processo C_p e C_{pk} della stazione 1T30 (piantaggio delle spine sul guscio) e della tavola di piantaggio della vite elicoidale sull'albero motore e di capacità macchina nella stazione di collaudo, i cui valori sono ampiamente maggiori delle soglie minime consigliabili per processi di produzione di nuova implementazione.

In questo elaborato tuttavia ci si sofferma solamente su un'analisi circoscritta ad alcune delle tante caratteristiche di qualità che possono essere controllate durante la fase di collaudo e durante tutto il processo di assemblaggio. Non è stato possibile effettuare uno studio di capacità di processo per

ogni caratteristica esaminata nella stazione di collaudo poichè attualmente nella macchina non è ancora predisposta l'archiviazione dati tramite "compact flash" e "industria 4.0.", e ciò avrebbe comportato la necessità di raccogliere manualmente 2000/3000 dati. L'obiettivo nel prossimo futuro è quello di approfondire tali aspetti e concludere le questioni ancora aperte, come anche le modalità per riesaminare periodicamente gli strumenti di controllo automatici presenti in linea, utilizzando inoltre questo approccio anche per tutte le nuove linee di assemblaggio che saranno implementate all'interno degli stabilimenti del gruppo Cebi.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Statistica Process Control (SPC): il controllo statistico del processo. Febbraio 2019. Anfia Service.
- Measurement System Analysis: l'analisi dei sistemi di misurazione secondo AIAG e ANFIA. Anfia Service.
- ISO 9000:2015 Quality Management Systems.
- Chiarini A., "Total Quality Management" Franco Angeli Editore, 2004.
- Ishikawa K., "Che cos'è la Qualità Totale?" Il Sole 24 Ore Libri, Milano 1992.
- Galgano "I sette strumenti della Qualità Totale - Manuale operativo", Il Sole 24 Ore Libri, Milano, 1996.
- Montgomery D.C., Controllo statistico della qualità. McGraw Hill, Milano, 2006.
- Slide corso "Gestione Industriale della Qualità", Carmine Dazj, 2020/21, UNIVPM.

SITOGRAFIA

- <https://www.iso.org>
- <https://wikipedia.org>
- <https://www.qualitiamo.com>
- <https://www.cebi.com>
- <https://www.smeup.com>
- <https://tecnicodiproduzione.wordpress.com>
- <https://www.sixsigmain.it/ebook/Capu24-11.html>
- <https://www.mitutoyo.com/>
- <https://automation.omron.com/en/us/>
- <https://industrial.omron.eu/en/home>
- <http://www.accredia.it>
- <https://www.minitab.com/en-us/>
- <https://www.minitab.com/en-us/>
- <http://www.annuarioqualita.it>
- http://www.sistemigestione.com/certificazione_qualita.html
- <http://www.slideshare.net/NagiripatiHarisha/pokayoke-report-in-pdf-form>

RINGRAZIAMENTI

Prima di tutto desidero ringraziare il mio relatore, il Professor Carmine Dazj, per i suoi preziosi insegnamenti e per avermi seguito durante tutto il percorso.

Ringrazio Cebi Italia per avermi dato l'opportunità di lavorare a questo progetto interessante e di buon livello professionale.

Un ringraziamento speciale va al mio tutor aziendale, l'Ing. Gaetano Sessa. I suoi consigli e la sua disponibilità sono stati fondamentali per l'inserimento in azienda e per lo sviluppo del mio lavoro.

Ringrazio, inoltre, tutto il Team Qualità con cui ho avuto modo di collaborare. Grazie soprattutto all'Ing. Giovanni Morini, per il prezioso supporto, gli insegnamenti, e i consigli di questi mesi.

Grazie a chi ha sempre creduto in me.

Grazie infine a me stesso, per la mia Costanza, la mia Tenacia e per le mie Ambizioni.

