

# POLITECNICO DI TORINO

**Corso di Laurea Magistrale in  
Ingegneria Gestionale**

Tesi di Laurea Magistrale

## **Analisi della variazione dei costi della qualità a seguito dell'implementazione di un sistema di controllo qualità per i semilavorati in ingresso in una PMI piemontese**



**Relatore**

prof. Luca Mastrogiacomo

**Candidato**

Giovanni Albanese

Aprile 2021



## Sommario

Capitolo 1	Qualità: tra definizione e costi .....	1
1.1	Definizione di qualità.....	1
1.2	I costi della qualità.....	2
1.3	Modelli per la classificazione dei costi della qualità .....	4
1.3.1	Il modello Prevention Appraisal Failure .....	5
1.3.2	Modello dei costi intangibili.....	7
1.3.3	Modello dei costi di processo .....	7
1.3.4	Modello Activity Based Costing.....	8
Capitolo 2	Una PMI piemontese .....	10
2.1	Presentazione dell'azienda.....	10
2.2	Struttura organizzativa .....	10
2.3	Organizzazione dei principali processi aziendali .....	12
2.3.1	Preventivazione e vendita .....	13
2.3.2	Progettazione, produzione e gestione della commessa.....	13
2.3.3	Acquisti .....	14
2.3.4	Valutazione dei fornitori .....	15
2.3.5	Gestione dei servizi post-vendita .....	15
2.4	Controllo della qualità.....	15
2.4.1	Controllo qualità per i semilavorati in ingresso.....	16
2.4.2	Collaudo finale dell'impianto .....	20
Capitolo 3	Obiettivo dello studio e metodologia applicata .....	22
3.1	Scelta del modello .....	22
3.2	Applicazione pratica del modello PAF alla commessa .....	23
3.2.1	Definizione dei costi della qualità sulla base del modello scelto .....	24
3.2.1.1	Costi di prevenzione .....	24
3.2.1.2	Costi di valutazione .....	26
3.2.1.3	Costi di fallimento interno .....	28
3.2.1.4	Costi di fallimento esterno.....	30
3.2.2	Calcolo dei costi della qualità sulla base del modello scelto .....	31
3.2.2.1	Calcolo dei costi di prevenzione.....	31
3.2.2.2	Calcolo dei costi di valutazione.....	34
3.2.2.3	Calcolo dei costi di fallimento interno.....	36
3.2.2.4	Calcolo dei costi di fallimento esterno .....	39
Capitolo 4	Analisi dei risultati, conclusioni e sviluppi futuri.....	41
4.1	Presentazione e analisi dei risultati .....	41

4.2	Conclusioni e sviluppi futuri.....	44
	Bibliografia.....	46
	Appendice A.....	48

## **Indice delle Figure**

Figura 1.1 Relazioni tra le categorie di costo della qualità. Fonte: BS6143:1981 .....	6
Figura 1.2 Modello bidimensionale dell'ABC. Fonte: Tsai, 1998.....	9
Figura 2.1 Organizzazione delle funzioni aziendali.....	11
Figura 2.2 Rappresentazione del processo di preventivazione e vendita.....	13
Figura 2.3 Scelta della tipologia di stock per il materiale ordinato .....	16
Figura 2.4 Rappresentazione del processo di controllo qualità per i semilavorati in ingresso .....	16
Figura 2.5 Registrazione del controllo qualità: scelta della tipologia di controllo.....	17
Figura 2.6 Registrazione del controllo qualità: registrazione del risultato .	18
Figura 2.7 Scelta della decisione d'impiego.....	18
Figura 2.8 Processo di gestione del materiale non conforme.....	19
Figura 2.9 Esempio di interfaccia preliminare per la registrazione dei costi delle non conformità .....	20
Figura 4.1 Quote delle categorie dei costi della qualità. Caso 0.....	44
Figura 4.2 Quote delle categorie dei costi della qualità. Caso 1.....	44

## **Indice delle Tabelle**

Tabella 1.1 Voci che compongono il costo della qualità. Fonte: D. C. Montgomery (2006) .....	4
Tabella 3.1 Tempi medi per il controllo qualità in ingresso di un pezzo .....	27
Tabella 3.2 Percentuale di pezzi controllati per ogni tipologia di controllo.....	34
Tabella 3.3 Dati utili per il calcolo del costo degli scarti .....	36
Tabella 4.1 Riepilogo del calcolo dei costi della qualità .....	42
Tabella 4.2 Variazione percentuale dei costi a seguito dell'introduzione del controllo qualità per i semilavorati in ingresso .....	43



## Introduzione

L'obiettivo del presente lavoro di tesi è quello di analizzare e applicare un modello per il calcolo dei costi della qualità ad una PMI piemontese al fine di valutare l'effetto sui costi della qualità a seguito dell'introduzione di un sistema di controllo qualità per i semilavorati in ingresso.

Prima di presentare l'analisi dei costi sono illustrati e analizzati alcuni dei modelli proposti in letteratura in modo da avere una visione chiara e completa degli strumenti da utilizzare per il proseguo del lavoro. Di ognuno di essi sono descritti i concetti teorici alla base e gli sviluppi operativi previsti a livello metodologico, con annessi i pregi e le criticità.

Tra i modelli illustrati, per lo sviluppo dell'analisi oggetto di tale lavoro di tesi si è optato per il modello PAF, (Prevention Appraisal Failure) ritenuto più idoneo e confacente al contesto aziendale esaminato che riguarda una PMI piemontese il cui core business è la progettazione e realizzazione di impianti per l'industria alimentare.

A seguito dello svolgimento di un tirocinio curriculare presso Syscons Digix s.r.l. è stato possibile per l'autore del presente lavoro seguire il progetto di sviluppo di un sistema gestionale presso una PMI cliente. L'azienda cliente ha introdotto, contestualmente al software gestionale, un sistema di gestione della qualità per i semilavorati in ingresso. Si è quindi presentata la possibilità di svolgere un'analisi in merito all'impatto del nuovo sistema di controllo qualità sui costi della PMI.

A causa del particolare momento di rinnovamento che sta attualmente attraversato l'azienda in esame, si è deciso di non focalizzare l'analisi sull'intera struttura dei costi aziendali, bensì su una commessa che mediamente rappresenta i lavori tipicamente svolti dall'azienda. I risultati ottenuti applicando tale modello evidenziano un importante risparmio dei costi della qualità.

Il lavoro è strutturato in 4 capitoli.

Il primo capitolo si ripropone di fornire le definizioni e i concetti fondamentali utili a contestualizzare l'analisi effettuata. Inizialmente si introduce il concetto di qualità, tracciando brevemente il percorso storico della sua definizione. Successivamente l'attenzione si focalizza sul concetto di costo della qualità presentandone una definizione e un'iniziale classificazione. Infine, sono presentati i quattro modelli per il calcolo dei costi della qualità analizzando per ognuno di essi i vantaggi e gli svantaggi della loro applicazione.

Il secondo capitolo è dedicato alla presentazione dell'azienda oggetto di studio. Dopo una breve descrizione del contesto aziendale, del mercato in cui opera e delle principali funzioni, si sono analizzati i principali processi attuati per realizzare una commessa.

Il terzo capitolo illustra il modello, tra quelli descritti nel primo capitolo, adottato per lo sviluppo dell'analisi e le ragioni per cui si è deciso di adoperarlo. Per ogni costo identificato dal modello, è stato assegnato un valore relativo al caso di assenza del un sistema di controllo qualità per i semilavorati in ingresso, e un valore relativo al caso di presenza del suddetto sistema.

Il quarto e ultimo capitolo è, infine, destinato alla presentazione dei risultati, alla definizione dei limiti del presente lavoro e alla proposta di eventuali sviluppi futuri.



# Capitolo 1 Qualità: tra definizione e costi

## 1.1 Definizione di qualità

I tentativi compiuti nel corso del tempo per fornire una definizione del concetto di qualità sono stati innumerevoli. Se da un lato la ricerca della qualità è una spinta naturale per l'uomo, che in ogni circostanza mira la soddisfazione delle proprie esigenze, dall'altro emerge inequivocabile la difficoltà di definire in modo univoco e universalmente accettabile il complesso degli elementi in grado di circoscrivere il significato della qualità.

La natura multifaccettata di tale costrutto ha attirato l'attenzione degli studiosi soprattutto a partire dal post II guerra mondiale. Difatti, è in quel periodo che il consumatore comincia ad essere più cosciente dei propri bisogni e le imprese iniziano a captare la necessità di puntare sulla qualità per fronteggiare l'evoluzione sociale in atto e, per tale ragione, parallelamente cominciano a moltiplicarsi gli studi incentrati su tale concetto.

In questo contesto Joseph Juran è uno dei primi studiosi che definisce la qualità come “un'attività che misura lo stato di salute di un'organizzazione e per questo non può essere solo un esercizio concettuale svincolato dalla pratica”. Secondo l'autore è necessario procedere con una diagnosi completa dell'impresa, progettare i rimedi e quantificare le perdite dovute alla carenza di qualità monetizzandole in termini formali. Bisogna poi pianificare un sistema di controllo qualità e definire una serie di parametri per analizzarlo nell'ottica di un miglioramento continuo.

Qualche anno dopo, nel 1979, Philip Crosby fornisce una definizione di qualità più improntata al punto di vista umano. L'autore, nel suo libro *Quality is free*, evidenzia il fatto che “la qualità è fatta dalle persone per le persone”. Quello che si evince dal suo pensiero è la particolare attenzione al cliente, non soltanto visto come utilizzatore finale del prodotto, ma come qualsiasi soggetto che riceve un determinato lavoro. Ognuno è fornitore e cliente allo stesso tempo e, per tanto, non è corretto deresponsabilizzare chi non è a stretto contatto con l'utilizzatore finale.

Il concetto di qualità ha subito un ulteriore ampliamento per merito degli studi di Garvin che nel 1987 pubblica un articolo sulla *Harvard Business Review* in cui individua otto componenti della qualità che sono rispettivamente:

- le prestazioni: componente che si riferisce a tutte le caratteristiche operative di un prodotto, ossia tutti quegli attributi misurabili che possono essere associati a un determinato bene;
- l'affidabilità: componente che indica la probabilità di guasto del prodotto entro un determinato tempo specifico;
- la durata: componente che costituisce la misura della vita del prodotto. La stima di questa dimensione diventa più complicata per prodotti che possono essere riparati. In tal caso, infatti, il prodotto si definisce utilizzabile finché i costi di riparazione aumentano in modo significativo;
- la manutenibilità: dimensione che indica la velocità con cui un prodotto torna ad essere utilizzabile dopo aver subito un guasto;
- l'aspetto formale: dimensione che si riferisce all'aspetto esteriore del prodotto e quindi alle preferenze estetiche degli utilizzatori;

- le caratteristiche: componente che indica quali sono le funzioni che, in aggiunta a quelle di base, conferiscono al prodotto un maggiore appeal per l'utilizzatore finale;
- la qualità percepita: livello di qualità che l'utilizzatore attribuisce a un prodotto su base soggettiva;
- la conformità alle norme: capacità del prodotto di soddisfare gli standard normativi di riferimento.

Con il passare degli anni si è palesata la necessità di dare al concetto di qualità una definizione dal punto di vista normativo. Il processo di formalizzazione in una norma valida a livello globale ha generato la famiglia delle norme UNI EN ISO 9000 redatta nel 1987 con quattro successive revisioni nel 1994, nel 2000, nel 2005 e nel 2015.

In particolare, nella revisione del 1994 la qualità è stata definita come “l'insieme delle proprietà e delle caratteristiche di un prodotto o di un servizio che conferiscono ad esso la capacità di soddisfare delle esigenze espresse o implicite”.

Ciò che si vuole mettere in risalto con questa definizione è che il concetto di qualità è indicato non come una singola proprietà, ma come un insieme di proprietà e di caratteristiche che hanno la funzione di soddisfare le esigenze di qualcuno.

Nel 2000 la revisione della norma definisce la qualità come “capacità di un insieme di caratteristiche inerenti a un prodotto, sistema, o processo di ottemperare a requisiti di clienti e di altre parti interessate”.

Nella revisione del 2005, la qualità è definita come “grado in cui un insieme di caratteristiche intrinseche soddisfa i requisiti”. Dove con il termine grado si vuole dare un'accezione di misurabilità a questo concetto astratto, e per requisito si intende un'esigenza o un'aspettativa che può essere espressa dal cliente in modo implicito o esplicito.

La versione definitiva e attualmente valida è quella del 2015, in cui si definisce la qualità come il “grado in cui un insieme di caratteristiche intrinseche di un oggetto soddisfa i requisiti”. Per oggetto si intende qualsiasi entità materiale, immateriale o immaginaria (es. un prodotto, un servizio, un processo o una risorsa).

La qualità non può essere quindi definita come un aggregato di caratteristiche ben determinate da potersi applicare così com'è a qualsiasi realtà aziendale, e non deve essere vista neanche come una serie di regole e disposizioni che si aggiungono alle mansioni quotidiane. La qualità è il risultato di un insieme di attività che, se svolte, consentono il raggiungimento di un obiettivo predeterminato. Essa è legata sia al rispetto dei requisiti tecnici che all'usabilità del prodotto: è una sorta di trade-off tra quelle che sono le richieste del cliente, e il soddisfacimento dei requisiti tecnici da parte di chi produce il bene.

La definizione oggi universalmente accettata di Qualità è quella data dall'American Society for Quality Control che recita: “La Qualità è l'insieme degli aspetti e delle caratteristiche di un prodotto, processo o servizio, da cui dipendono le sue capacità di soddisfare completamente un dato bisogno: caratteristiche fisiche, aspetto, durata, utilizzabilità, affidabilità, manutentibilità, supporto logistico, riparabilità, praticità”.

## **1.2 I costi della qualità**

Al giorno d'oggi, in tutti i settori industriali, sia nel mondo della produzione manifatturiera, sia in quello della fornitura dei servizi, è importante per ogni impresa impegnarsi nella ricerca di un vantaggio competitivo. Un modo per far sì che il cliente percepisca l'azienda come migliore rispetto ad un'altra è l'implementazione di un sistema

di controllo della qualità che permetta di fornire all'utilizzatore finale un bene o un servizio che garantisca quanti meno difetti possibili. Per progettare un buon sistema di controllo della qualità non si può prescindere da un'accurata analisi dei costi che lo caratterizzano.

Per un'azienda, la decisione di implementare un sistema di gestione della qualità è tutt'altro che priva di costi poiché richiede che vengano introdotte una molteplicità di procedure e risorse umane e materiali per puntare alla produzione o alla fornitura di un bene che il cliente valuti positivamente in termini di qualità. Tali oneri sono chiamati "costi della qualità".

Tuttavia, si deve anche considerare che non è sufficiente introdurre un sistema di controllo qualità per eliminare del tutto le voci di costo dovute a difetti, rilavorazioni, resi, e a tutte quelle operazioni che generano scarti. Pertanto, per completare l'analisi dell'impatto dovuto ad una maggior attenzione alla qualità, si devono prendere in considerazione anche quelle voci di costo della "non qualità". Con questi termini si fa riferimento a tutti quei costi generati a causa della mancanza di qualità.

Il costo totale della qualità è quindi dato dalla somma dei costi per implementare la qualità e dei costi dovuti alla mancanza di qualità.

Consultando la letteratura in merito alla classificazione dei costi della qualità risulta abbastanza evidente il fatto che non esista una visione comune nel definire una chiara categorizzazione dei costi relativi alla qualità. Il primo a parlare di costi della qualità è stato Juran, che nel suo libro *Quality control handbook* del 1951 definisce i costi dovuti alla scarsa qualità come "la somma di tutti i costi che dovrebbero sparire se non ci fossero problemi di qualità". Il contributo di Juran, anche se privo di un risvolto pratico in termini di modalità di riduzione dei costi, è stato molto importante per far sì che si iniziasse a porre attenzione alla questione dei costi della qualità.

Successivamente questi concetti sono stati ripresi da Feigenbaum nel 1956, uno tra i primi studiosi a definire una classificazione dei costi della qualità dividendoli in costi di prevenzione, costi di misura, costi di fallimento interno e costi di fallimento esterno.

Nel 1980, Philip B. Crosby, con la pubblicazione di un libro dal titolo quasi provocatorio *Quality is free*, si sofferma proprio sulla divisione netta tra i costi della qualità e i costi dovuti alla scarsa qualità. L'autore scrive: "La qualità è gratis. Non è un regalo, ma è gratis. Quello che costa è la mancanza di qualità, ovvero tutte quelle azioni che hanno a che fare con i lavori non fatti bene la prima volta". In questa frase si evidenzia che tutti gli sforzi messi in campo da un'azienda per il miglioramento della qualità sono sempre ripagati dall'assenza, o meglio, dall'elevata riduzione dei costi della non qualità.

La suddivisione dei costi definita da H. Harrington nel 1987 è quella più comunemente ripresa dalla letteratura e sarà illustrata di seguito.

Attenendosi alle linee guida definite dall'autore, è possibile dividere i costi come segue:

- Costi diretti: sono tutti quei costi sostenuti per dotare l'azienda di un sistema di controllo della qualità e per far sì che questo sia soggetto ad un miglioramento continuo. Questa categoria di costi si distingue in due sottocategorie:
  - Costi di prevenzione: di questi fanno parte tutti i costi associati ad interventi atti a prevenire le occasioni di commettere errori. Questi fondi sono impiegati principalmente per la progettazione della qualità, l'analisi dei processi, dei fornitori e delle necessità dei clienti.

- Costi di validazione: questa categoria comprende tutti i costi relativi al processo di verifica della corrispondenza tra le caratteristiche del prodotto e richieste del cliente. Tra questi rientrano i costi relativi alle ispezioni dei materiali in ingresso e dei prodotti finiti, alle revisioni, agli audit, alle valutazioni e alle prove.
- Costi indiretti: si identificano come costi indiretti, tutte quelle voci dovute ad esborsi effettuati per rimediare alle eventuali non conformità generate. Questi costi sono nulli in assenza di pezzi difettosi. I costi indiretti sono a loro volta suddivisi in:
  - Costi di malfunzionamento interno: di questa categoria fanno parte i costi relativi alle non conformità scoperte prima che il prodotto sia consegnato al cliente. Sono costi attribuiti ai processi interni di sviluppo del prodotto e alla realizzazione dello stesso. Se i requisiti dei clienti non sono soddisfatti è necessaria una fase di rilavorazione con conseguenti sprechi di tempo e risorse.
  - Costi di malfunzionamento esterno: questi costi insorgono quando un prodotto che non soddisfa i requisiti del cliente è inviato al consumatore. Questo è il caso dei resi, dei servizi post-vendita, delle richieste di garanzia ecc. Ai costi di malfunzionamento esterno si aggiungono, inoltre, altri costi che, anche se non possono essere facilmente quantificati, sono comunque dannosi per l'azienda. È il caso della perdita di reputazione e dell'insoddisfazione del cliente.

Nella Tabella 1.1 si evidenziano le principali voci di costo per tutte le categorie sopracitate.

*Tabella 1.1 Voci che compongono il costo della qualità. Fonte: D. C. Montgomery (2006)*

Costi di prevenzione	Costi di malfunzionamento interno
Pianificazione e ingegnerizzazione della qualità	Scarto
Revisione dei nuovi prodotti	Rilavorazione
Progetto di prodotto/processo	Re-test
Controllo di processo	Analisi di malfunzionamento
Test di affidabilità	Fermo macchina
Formazione	Perdite di produzione
Acquisizione e analisi dei dati di qualità	Declassamento
Costi di validazione	Costi di malfunzionamento esterno
Ispezione e valutazione dei materiali in arrivo	Prodotto o materiale respinto
Ispezione e valutazione di prodotto	Costi di assicurazione
Materiali e servizi consumati	Costi per responsabilità di prodotto
Manutenzione dell'accuratezza delle attrezzature di prova	Costi indiretti

### **1.3 Modelli per la classificazione dei costi della qualità**

Il controllo dei costi per una azienda, oltre che per questioni legate all'obbligo di redazione del bilancio imposto per legge, è importante per ottenere utili sempre più alti. I costi legati alla qualità sembrava potessero essere messi in secondo piano, ma partire dagli anni Cinquanta le imprese hanno cominciato ad interessarsi ai costi della qualità. In

particolare, si è ritenuto importante esplicitare questa tipologia di costo per i seguenti motivi (D. Montgomery, 2006):

- A causa dell'aumento della complessità dei processi produttivi associati alle innovazioni tecnologiche si è verificato un importante aumento dei costi legati alla qualità;
- Si è verificato un aumento dei costi affrontati durante il ciclo di vita di un prodotto, inclusi i costi di manutenzione, di pezzi di ricambio e costi legati alle difettosità;
- Si è palesata la necessità che i tecnici della qualità traducessero in termini comprensibili al top management - ossia in termini di denaro - i costi legati alla qualità.

La letteratura propone diversi modelli per la classificazione dei costi della qualità, nonostante in un articolo di A. B. Pursglove e B. G. Dale del 1995, e in altri articoli simili, si evidenzia l'importanza di creare per ogni azienda un modello dei costi ad hoc che possa correttamente descrivere la struttura dei costi aziendali.

I principali modelli presenti nella letteratura saranno analizzati di seguito in modo dettagliato.

### **1.3.1 Il modello Prevention Appraisal Failure**

Nel 1943 Armand Feigenbaum, uno tra i massimi esperti di controllo della qualità, considerato il padre fondatore del Total Quality Control, propone una suddivisione dei costi della qualità in tre categorie: prevenzione, valutazione e fallimento. Il suo modello prende infatti il nome dall'acronimo inglese di questi tre sostantivi PAF. L'applicazione del modello consiste nell'individuazione di tutte le voci di costo appartenenti ad ogni categoria indicata. Nello specifico:

- Della prima categoria fanno parte tutti quei costi dovuti ad interventi preliminari che consentano di produrre i beni fornendo un certo livello di qualità. In questi rientrano i costi di progettazione, implementazione e mantenimento del sistema di gestione della qualità.
- La seconda categoria include tutti i costi relativi alla misurazione concreta dei livelli di qualità raggiunti. Di questi fanno parte i costi relativi all'analisi dei fornitori e dei clienti, alla valutazione di materiali, processi intermedi, prodotti e servizi acquistati, in modo da assicurare la conformità ai requisiti.
- Alla terza categoria si riferiscono tutti quei costi relativi ai difetti riscontrati in un prodotto. Questa può ulteriormente essere suddivisa in due sottocategorie:
  - Costo di fallimento interno: questi costi riguardano il mancato soddisfacimento degli standard di qualità rilevato prima che il bene sia trasferito al consumatore;
  - Costo di fallimento esterno: questi costi riguardano il mancato soddisfacimento degli standard di qualità rilevato dopo che il bene è stato trasferito al consumatore;

L'assunzione di base del modello PAF è che esiste una relazione tra le prime due categorie di costo, e i costi di fallimento. In particolare, all'aumentare degli esborsi relativi a prevenzione e valutazione, si verifica una riduzione dei costi di fallimento. È per tanto evidente che esista una soglia ottima di investimento che permette di minimizzare il Costo Totale della Qualità (Figura 1.1)

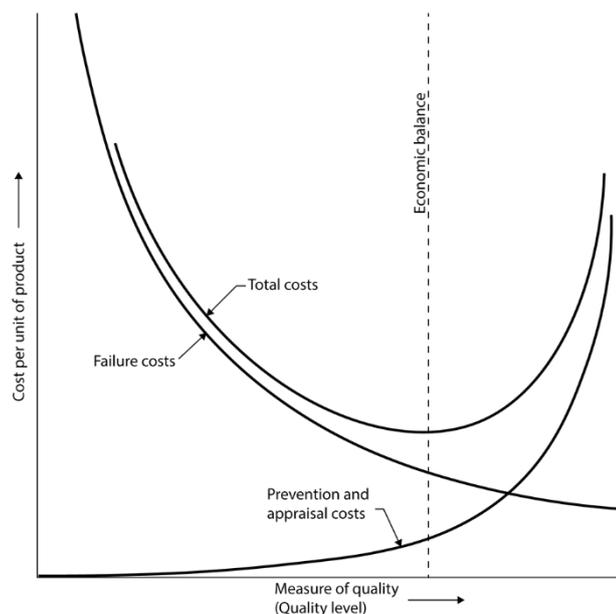


Figura 1.1 Relazioni tra le categorie di costo della qualità. Fonte: BS6143:1981

Nonostante, come già affermato in precedenza, in letteratura sia molto diffusa l'opinione che è importante la creazione di un modello dei costi che sia quanto più vicino possibile alla reale struttura dell'azienda, in alcuni articoli analizzati<sup>1</sup>, gli autori ritengono che un'applicazione del modello standard possa essere un buon punto di partenza per effettuare un'analisi preliminare.

Grazie alla sua semplicità di utilizzo, alla sua intuitività e alla facilità di adattamento a casi di studio anche molto diversi, il modello PAF è ampiamente utilizzato e diffuso (Machowski and Dale, 1998; Sandoval-Chávez and Beruvides, 1997).

Nonostante il largo impiego, il modello di classificazione di costi ideato da Feigenbaum presenta una serie di limiti, che saranno immediatamente esposti.

Le criticità principali riscontrate nel modello PAF derivano dal fatto che, pur essendo di facile impiego, è comunque un modello risalente a quasi 80 anni fa, tempi in cui il mercato era caratterizzato da dinamiche completamente differenti rispetto ad oggi. In passato fare qualità poteva essere un elemento distintivo, una sorta di valore aggiunto, ma oggi non è più così. La società odierna è molto diversa da quella del passato. Negli ultimi anni si sono infatti verificati diversi sostanziali cambiamenti sia dal lato competitivo che dal lato del cliente. In primo luogo, a causa dell'abbattimento delle barriere nazionali che hanno portato ad un mondo sempre più globalizzato, la competizione tra imprese si è sempre più inasprita; in secondo luogo, l'evoluzione dei mezzi di comunicazione, che ha portato all'utilizzo continuo di internet, permette alle informazioni di viaggiare velocemente rendendo il cliente sempre più consapevole e in grado di effettuare confronti. La qualità per le aziende moderne non è più una scelta ma una necessità.

In aggiunta il modello PAF è messo in discussione perché prevede una suddivisione dei costi solamente in modo aggregato, senza operare una categorizzazione che guardi ai processi e/o alle singole attività. In questo modo è piuttosto semplice individuare le voci

<sup>1</sup> T. F. Burgess, 1996, "Modelling quality-cost dynamics", International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 13, n. 3, pp. 8-26;  
C. H. Fine, 1986, "Quality improvement and learning in productive systems", Management Science, vol. 32, n. 10, pp. 1301-1315

di costo e classificarle, ma diventa estremamente complicato cercare di capire in quali punti del processo o su quali attività intervenire in un'ottica di miglioramento del sistema. Un'altra critica che si rivolge al modello PAF di Feigenbaum è quella di non tenere conto dei costi intangibili. Questa tipologia di costo è molto diffusa all'interno delle aziende e riguarda tutte quelle voci che possono solamente essere stimate e che si riferiscono ai mancati profitti a causa di perdita di quote di mercato o ai mancati ricavi a causa della presenza di non conformità.

### **1.3.2 Modello dei costi intangibili**

Già nel 1987, Modarres e Ansari scrivevano in un articolo che il modello PAF poteva essere ampliato con l'aggiunta di altre categorie. Sulla scia di questa affermazione e per superare i limiti del modello PAF D. A. Sandoval-Chavez e M. G. Beruvides nel 1998, hanno proposto un modello che provasse a incorporare all'interno della classificazione individuata dal modello PAF i costi dovuti alle mancate opportunità di guadagno. Gli autori sostengono che i costi intangibili siano formati da tre diverse componenti: il sottoutilizzo della capacità installata, la movimentazione inadeguata del materiale e la scarsa erogazione dei servizi. L'applicazione del modello è del tutto simile a quella del modello precedente, al netto del complicato lavoro di ricerca e stima dei costi intangibili.

Nonostante questo modello sembri risolvere un importante limite del modello PAF, dando una visione più realistica dei costi e delle perdite di un'impresa, anch'esso presenta una serie di difetti che saranno di seguito spiegati.

In primo luogo, rimane il limite dell'incapacità, da parte del modello, di individuare i punti del processo in cui si presentano i problemi relativi ai costi analizzati, rendendo quindi difficoltoso un intervento immediato e puntuale. Inoltre, dietro l'attuazione del modello dei costi intangibili c'è un ulteriore problema: i costi intangibili sono spesso nascosti, e quindi sono estremamente difficili da individuare, per questa ragione devono sempre essere stimati e, poiché dipendono da diversi fattori, la loro stima risulta complicata e difficoltosa.

Nel caso ci si volesse cimentare in una classificazione dei costi di questo tipo è necessario analizzare in modo preciso e dettagliato ogni aspetto dell'intera struttura aziendale.

### **1.3.3 Modello dei costi di processo**

Un ulteriore modello utilizzato per stimare i costi della qualità è stato proposto da Ross nel 1977, ed è stato poi ripreso da Marsh nel 1989. I due autori suggeriscono di partire dall'analisi dei processi in modo tale da individuare le attività su cui intervenire per il miglioramento delle prestazioni.

In questo modello, il costo totale del singolo processo è dato dalla somma di due componenti: il costo delle conformità e il costo delle non conformità relative al processo analizzato. La prima voce indica il costo attuale per produrre un bene la prima volta, per mezzo di un processo specifico, osservando gli standard richiesti; la seconda è riferita ai costi di fallimento che si devono sostenere nel caso in cui un processo specifico non sia eseguito rispettando gli standard richiesti.

Il vantaggio di questo modello risiede nella possibilità di poterlo applicare indistintamente ad ogni contesto aziendale e ad ogni processo realizzato, analizzandolo in modo dettagliato con l'ausilio di diagrammi di flusso e indicando per ogni step il costo di conformità o non conformità. Infine, si utilizzano i dati ottenuti da queste analisi decidendo se sia il caso di investire in processi di prevenzione o di riprogettare l'intero processo in ottica del miglioramento della struttura aziendale.

Il modello dei costi di processo si ripropone di risolvere uno dei principali limiti che ha accompagnato tutti i modelli precedentemente illustrati. Infatti, alla base di questo metodo di classificazione dei costi vi è un assunto fondamentale: i costi devono essere analizzati e classificati in base ai processi e non in modo generico.

Per queste ragioni il modello in questione, come si evidenzia in un articolo di Porter e Rayner del 1992, sarebbe da preferirsi al modello PAF, tenendo anche conto delle affinità presenti tra il modello dei costi di processo e le logiche del Total Quality Management, largamente applicate da diverse imprese.

D'altro canto, il principale limite di questo modello è da riscontrare nelle difficoltà di implementazione: un'analisi di questo tipo richiede la presenza di risorse piuttosto specializzate che in una PMI sono decisamente difficili da reperire.

Per queste ragioni la letteratura mostra una propensione maggiore per il modello PAF, la cui adozione è illustrata in un numero molto più ampio di documenti rispetto al modello del costo dei processi.

### **1.3.4 Modello Activity Based Costing**

Tutti i modelli analizzati fin ora sono accomunati da un problema: non permettono una corretta allocazione dei costi generali non direttamente riconducibili alla qualità. Per far fronte a questa mancanza, Cooper e Kaplan, nel 1988, hanno teorizzato il modello Activity Based Costing, detto anche modello ABC. Questo modello consiste di una procedura a due stadi che permette una corretta ed efficiente allocazione dei costi generali relativi alla qualità. Inizialmente il modello ABC si concentra solo sull'attribuzione dei costi senza considerare la parte di calcolo dei costi della qualità. In questo senso è stato sviluppato da Tsai, nel 1998, un modello bidimensionale (Figura 1.2) che prende in considerazione due viste:

- **Process view:** utilizzando i driver di costo, fornisce informazioni sul perché le attività sono svolte e, attraverso le misure di performance, permette di ottenere i dati relativi al livello di qualità con cui le attività sono eseguite;
- **Cost assignment view:** fornisce informazioni relative all'assegnazione dei costi. In particolare, nella prima fase si assegnano le risorse a varie attività, utilizzando i driver di risorsa, in modo da definire il costo di ogni attività; nella seconda fase si distribuiscono i costi delle attività agli oggetti di costo, utilizzando appositi driver di attività che misurano il livello di utilizzo delle attività stesse da parte degli oggetti di costo.

A seguito della maggiore complessità dei sistemi aziendali odierni, è importante per le aziende utilizzare un metodo di allocazione dei costi che sia efficiente, preciso e che permetta di individuare la migliore corrispondenza possibile tra i costi generali e le attività svolte all'interno dei processi aziendali. Per fare tutto questo si può utilizzare il modello ABC.

L'utilizzo di questo sistema permette di superare tutti quei limiti che si erano riscontrati nei modelli analizzati in precedenza, tuttavia non è un modello che può essere utilizzato da solo. Il modello ABC non permette infatti il calcolo dei costi, ma soltanto la loro allocazione e deve, quindi, essere necessariamente affiancato da un altro metodo che aiuti l'azienda nell'individuazione e nella quantificazione dei costi.

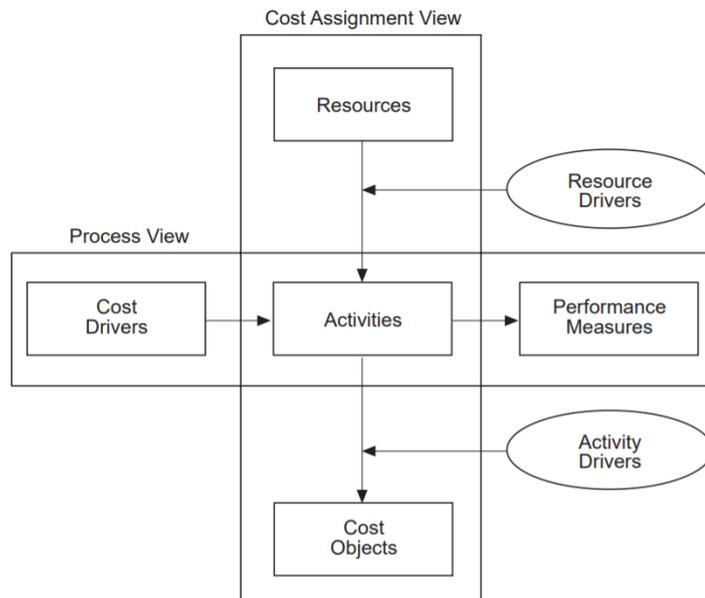


Figura 1.2 Modello bidimensionale dell'ABC. Fonte: Tsai, 1998

I modelli appena illustrati consentono di classificare, calcolare e valutare i costi che influenzano la qualità di un prodotto o di un servizio. Oggetto di tale lavoro di tesi è l'applicazione di uno tra questi modelli ad un caso reale analizzato in prima persona. Lo studio prevede l'analisi dei costi che influenzano la qualità, rilevati e calcolati rispetto ad una commessa relativa ad un impianto per la lavorazione del cioccolato. L'obiettivo è quello di verificare se l'introduzione di un sistema di controllo della qualità per i semilavorati in ingresso porta un beneficio in termini di costi sostenuti dall'azienda.

## **Capitolo 2 Una PMI piemontese**

Durante lo svolgimento del tirocinio curriculare presso Syscons Digix s.r.l., un'azienda che si occupa della progettazione, realizzazione e installazione di software gestionali, è stato commissionato alla società, da parte di un'azienda cliente, lo sviluppo di un sistema gestionale per supportare l'implementazione del sistema di controllo qualità. Con l'attività di tirocinio è stato possibile seguire il processo di progettazione del software gestionale e contestualmente è stato possibile assistere all'adozione, da parte del cliente, del sistema di controllo della qualità dei semilavorati in ingresso. Contemporaneamente allo svolgimento del tirocinio è stato sviluppato tale caso studio che si propone di valutare l'impatto dell'introduzione di questo sistema di controllo qualità sui costi di una commessa modello.

Prima di addentrarsi nell'analisi vera e propria si ritiene opportuno presentare l'azienda su cui è stata svolta l'analisi descrivendone le principali funzioni e i principali processi con un focus particolare sul sistema di controllo qualità.

### **2.1 Presentazione dell'azienda**

L'azienda per cui Syscons Digix s.r.l. ha sviluppato il software gestionale, e che è stata oggetto di analisi in questo lavoro di tesi è nata nel 1988 a Corneliano d'Alba e conta circa 40 dipendenti. Si tratta di una realtà a conduzione familiare che in poco più di trent'anni ha subito una crescita esponenziale, passando da una piccola officina ad uno stabilimento produttivo di più di 2.500 metri quadri. Il suo volume d'affari si è moltiplicato nel tempo: l'azienda negli ultimi cinque anni ha raddoppiato il suo fatturato, che dai dati dell'ultimo bilancio risulta attestarsi attorno ai 10 milioni di euro.

Il core business dell'azienda riguarda la progettazione, produzione e installazione di macchine e impianti di grandi dimensioni per l'industria alimentare, con un particolare focus nel settore dolciario del cioccolato. Gli impianti di questo tipo coprono la maggior parte delle fasi di lavorazione del prodotto con una vasta gamma di macchinari e linee di produzione complete. Lo stesso know-how acquisito nel corso degli anni in riferimento alla produzione di impianti per la lavorazione del cioccolato è sfruttato dall'azienda per la realizzazione di tutti gli altri impianti destinati alle varie produzioni e lavorazioni dolciarie: lavorazione della frutta secca, produzione di creme, fusione di grassi e masse solide lipidiche, stoccaggio e filtrazione di prodotti fluidi, e molte altre lavorazioni complementari.

L'organizzazione del lavoro è per il 95% orientato alla produzione su commessa, il restante 5% è dedicato a prodotti "di serie" utilizzati per la realizzazione di diversi macchinari e linee produttive. L'azienda dispone di un catalogo prodotti in cui è presente un'ampia gamma di macchinari che possono essere realizzati e quindi commercializzati. L'elemento chiave del processo produttivo, che costituisce valore aggiunto ai prodotti non è tanto il macchinario in sé, quanto la capacità di gestione e trattamento della materia prima in tutte le fasi del processo produttivo.

L'azienda opera principalmente sul territorio nazionale vantando un parco clienti molto ampio e variegato.

### **2.2 Struttura organizzativa**

Al fine di implementare un modello relativo alla gestione dei costi si ritiene importante capire come sono organizzate le funzioni aziendali.

La struttura organizzativa dell'azienda dal punto di vista funzionale (Figura 2.1), presenta tre livelli differenti; tutte le funzioni al primo livello rispondono direttamente alla dirigenza dell'azienda (livello 0) e per ognuna di esse è designato un responsabile che si occupa del coordinamento dell'intera funzione.

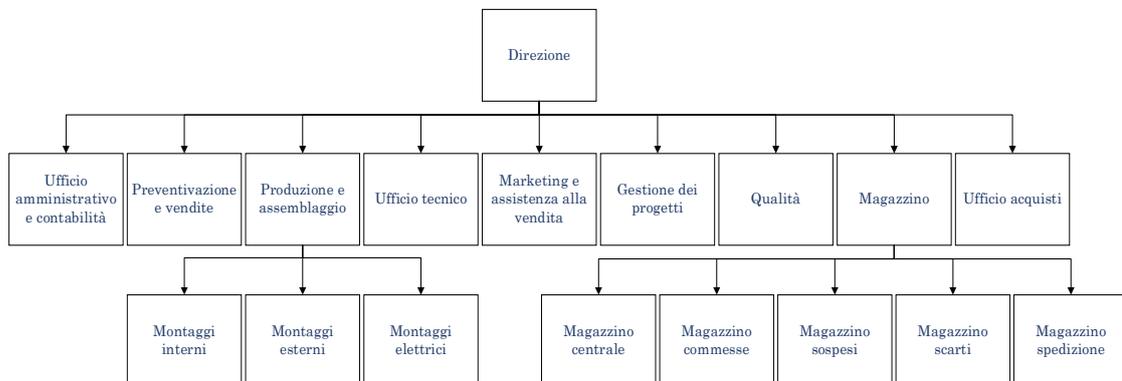


Figura 2.1 Organizzazione delle funzioni aziendali

Le funzioni aziendali sono descritte e presentate di seguito definendo la quantità delle risorse appartenenti ad ogni funzione e le loro mansioni principali:

- **Direzione:** La direzione è la funzione aziendale posta al livello 0. L'unica risorsa all'interno di questa funzione è il proprietario dell'azienda. La direzione aziendale si occupa del coordinamento delle risorse umane interne all'azienda, della supervisione e dell'assunzione di decisioni relative alla pianificazione e gestione delle attività svolte al fine di garantire l'ottenimento di risultati in linea con la mission e la vision aziendale.
- **Amministrazione e contabilità:** La funzione di amministrazione e contabilità è composta da 5 risorse che supervisionano, organizzano e coordinano i servizi amministrativi, contabili e finanziari dell'azienda. Analizzano gli scostamenti tra le spese programmate e le spese realmente effettuate individuando le cause che hanno determinato tali variazioni. Sono responsabili, inoltre, del tracciamento di tutti i flussi di denaro in entrata e in uscita.
- **Preventivazione e vendite:** La funzione di preventivazione e vendite è composta da:
  - 4 risorse dedicate alla fase di preventivazione, che si occupano di gestire i primi contatti con il cliente definendo i termini di adempimento dei contratti di vendita stipulati per la realizzazione delle commesse. Si occupano inoltre della stesura dei preventivi e della comunicazione con il cliente nella fase iniziale;
  - 3 risorse del reparto vendite che si occupano di sviluppare, mantenere e migliorare le relazioni con i clienti, di verificare che gli ordini siano evasi rispettando le richieste del cliente e di compilare correttamente tutta la documentazione relativa all'acquisizione di un nuovo ordine.
- **Ufficio tecnico:** L'ufficio tecnico comprende 6 risorse che si occupano della fase di progettazione della commessa dal disegno dei pezzi che devono essere ordinati ai fornitori fino alla progettazione dell'intera struttura dell'impianto. Inoltre, una risorsa dell'ufficio tecnico è anche addetta alla manutenzione del sistema IT dell'azienda.
- **Ufficio acquisti:** L'ufficio acquisti comprende 2 risorse le cui mansioni principali sono: individuare i potenziali fornitori, analizzare le offerte e i preventivi da loro forniti, valutando una serie di parametri decisi dalla direzione, contattare i

fornitori e negoziare le condizioni di acquisto e di ricezione della fornitura. Queste risorse si occupano inoltre di mantenere i rapporti commerciali con i fornitori, di verificare il rispetto delle condizioni concordate e di sbrigare eventuali procedure di reso del materiale ricevuto. I principali acquisti gestiti dall'azienda riguardano: componenti per la realizzazione di nuovi impianti, componenti e materiali utilizzabili su più commesse, parti di ricambio destinate alla vendita diretta, lavorazioni esterne su materiale progettato in azienda e servizi.

- **Marketing e assistenza alla vendita:** La funzione di marketing e assistenza alla vendita si occupa sia della fase promozione dell'azienda all'interno del mercato di riferimento, sia di fornire assistenza ai clienti soprattutto in fase di reclamo e di richieste di adempimento della garanzia. Questa funzione comprende 3 risorse che possono svolgere in caso di necessità sia le operazioni di assistenza alla vendita, sia le operazioni di marketing.
- **Gestione dei progetti:** Il team di gestione dei progetti dell'azienda in questione è composto da 2 risorse che si occupano di: pianificare in modo dettagliato tutte le attività da svolgere al fine di realizzare un progetto, coordinare il personale interno ed esterno coinvolto nell'esecuzione del progetto, analizzare i rischi e operare tutti gli aggiornamenti del piano di lavoro necessari a seguito di particolari eventi (es. ritardi dei fornitori, blocco non previsto della produzione, modifiche dell'ordine da parte di un cliente ecc.).
- **Reparto di produzione e assemblaggio:** Il reparto di produzione e assemblaggio comprende 12 risorse di cui 3 che svolgono le mansioni di capo area. Le risorse di produzione si occupano della realizzazione vera e propria della commessa, e quindi dello svolgimento delle operazioni di produzione di alcuni pezzi disegnati dall'ufficio tecnico, della fase di assemblaggio dell'impianto finale e delle fasi di collaudo. Il reparto di produzione e assemblaggio comprende 3 aree di montaggio che sono: montaggi interni, montaggi esterni e montaggi elettrici.
- **Magazzino:** Il magazzino prevede lo svolgimento di tutti i compiti di accettazione, stoccaggio e movimentazione del materiale utilizzato all'interno dei processi produttivi aziendali. L'unica risorsa addetta a queste operazioni è il magazziniere, che deve, tra l'altro, supportare il responsabile della qualità durante i controlli effettuati sui semilavorati in ingresso. Esistono 5 diverse tipologie di magazzino a seconda del materiale stoccato che sono:
  - **Magazzino centrale:** contiene il materiale che non è direttamente associato ad una specifica commessa (componenti, bulloneria, raccordi);
  - **Magazzino commesse:** contiene il materiale direttamente associato ad una specifica commessa (componenti e parti di ricambio);
  - **Magazzino sospesi:** per lo stoccaggio dei materiali non conformi in attesa di decisione;
  - **Magazzino scarti:** contiene tutti i materiali acquistati non conformi, che devono essere resi al fornitore e tutte le parti per cui è stato riscontrato un difetto in fase di produzione;
  - **Magazzino spedizione:** per lo stoccaggio degli impianti prodotti, imballati e destinati alla vendita.

### **2.3 Organizzazione dei principali processi aziendali**

Nonostante i processi aziendali siano in fase di rinnovamento, si propone nella presente sezione un'analisi delle fasi principali della gestione e realizzazione di una commessa.

### 2.3.1 Preventivazione e vendita

Il processo di preventivazione e vendita è di fondamentale importanza per la corretta realizzazione di una commessa.

La preventivazione è una fase particolarmente delicata, in quanto definisce in linea di massima le specifiche di progetto, ma soprattutto fornisce al reparto vendite, e di conseguenza al cliente, le specifiche standard e le tempistiche di realizzazione del macchinario o della linea produttiva. Precedentemente all'introduzione del sistema gestionale sviluppato da Syscons Digix s.r.l., tutta la fase di preventivazione e di gestione dei preventivi era organizzata attraverso l'utilizzo di cartelle dedicate all'interno dei server aziendali, fogli Excel e database Access da cui venivano scelti e visionati progetti, macchinari o parti di macchinari simili a quello da preventivare. A causa dell'utilizzo di diverse modalità di archiviazione, spesso non si riusciva a definire correttamente quanta parte di progetto potesse essere semplicemente replicata e quanta parte dovesse invece essere creata da zero. A seguito dell'introduzione del nuovo sistema gestionale, che permette di gestire tutti i preventivi da un'unica piattaforma, è stato possibile ridurre notevolmente i tempi e le difficoltà di consultazione dello storico dei preventivi, e attualmente l'ufficio acquisti è in grado di dare al team di gestione dei progetti delle direttive chiare sulle parti dell'impianto che potranno essere semplicemente replicate e su quelle che dovranno invece essere totalmente progettate.

Conclusa la trattativa con il cliente, dopo aver quindi ricevuto la conferma dell'offerta è possibile creare l'ordine, riferito al preventivo, e decretare quindi l'apertura della commessa. Da questo momento in poi inizia la fase di vendita. Gli addetti alle vendite, infatti, si dedicano alla creazione e alla redazione di tutta la documentazione necessaria, programmano la consegna dell'impianto presso il cliente e generano le fatture sulla base delle milestone definite per la commessa. Il processo di preventivazione e vendita è sinteticamente schematizzato nella Figura 2.2.

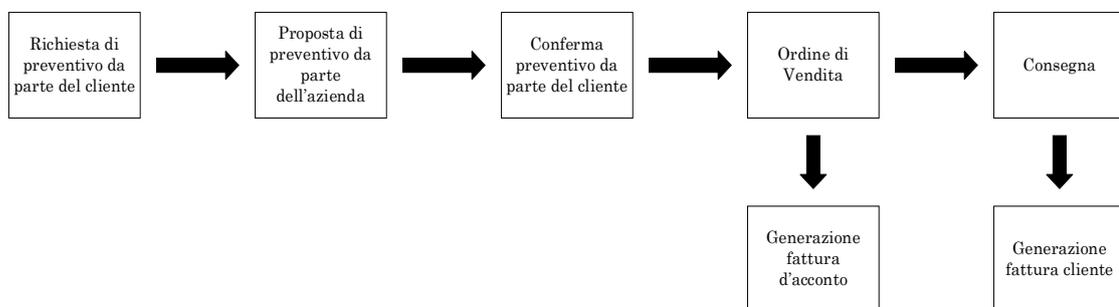


Figura 2.2 Rappresentazione del processo di preventivazione e vendita

### 2.3.2 Progettazione, produzione e gestione della commessa

Successivamente all'apertura della nuova commessa si avvia la fase di definizione dei modi e dei tempi operativi relativi a tutte le attività utili per realizzare la commessa da parte del team di gestione dei progetti. Si fornisce così l'avvio lavori all'ufficio tecnico, che è il primo ad eseguire le attività sulla nuova commessa.

L'ufficio tecnico si occupa della creazione dei disegni di progetto necessari al reparto produttivo per creare l'impianto secondo le caratteristiche desiderate dal cliente. Ogni disegno generato segue una numerazione specifica e l'elenco dei disegni è oggi raccolto all'interno del nuovo sistema gestionale. L'ufficio tecnico crea il progetto completo del prodotto, considerando quindi sia il macchinario nella sua completezza sia le singole componenti e generando un insieme di disegni che includono tutte le specifiche tecniche progettuali degli elementi (oltre all'indicazione di alcune lavorazioni che dovranno subire

certe componenti meccaniche). L'ufficio tecnico censisce, inoltre, le componentistiche che saranno poi suddivise in componenti prodotte internamente o acquistate esternamente a seconda delle necessità del reparto di produzione e ad altre variabili come urgenza, saturazione produttiva, caratteristiche del componente, ecc.

Successivamente alla loro realizzazione, i disegni sono affidati al reparto produttivo che si occupa quindi di pianificare i vari cicli di lavoro e assegnare le risorse alle attività previste in base alla loro disponibilità. Le risorse di produzione si occupano anche di integrare i disegni creati dall'ufficio tecnico e/o di svilupparne varianti e modifiche necessarie alla realizzazione del prodotto finito che risultano evidenti solo in fase di realizzazione costruttiva. Attualmente circa il 40% dei disegni è modificato dal reparto produttivo.

I dati relativi alla saturazione della linea, e alla disponibilità delle risorse sono condivisi con l'amministrazione e con l'ufficio vendite, attraverso l'utilizzo del sistema gestionale, in modo da gestire al meglio le offerte in arrivo e le nuove richieste da parte dei clienti.

Nel corso dell'ultimo anno, la dirigenza sta spingendo sempre di più affinché tutte le fasi di lavorazione siano svolte dai fornitori esterni. In questo modo si esprime la volontà dell'azienda di concentrare tutti gli sforzi nella fase di assemblaggio, che consiste nel vero e proprio montaggio dell'impianto al fine di verificare il corretto funzionamento di ogni parte che costituisce il prodotto finale.

### **2.3.3 Acquisti**

L'ufficio acquisti assume un'importanza centrale all'interno della realizzazione di una commessa in quanto è la funzione che si occupa di tutte le forniture relative alla commessa. Il macro-flusso del processo degli acquisti prevede i seguenti step:

1. Esplosione del Material Requirements Planning, un documento che contiene tutti i fabbisogni di risorse umane e non umane relative alla produzione di tutti i componenti dell'impianto;
2. Creazione delle richieste d'acquisto da parte delle risorse designate in funzione dei fabbisogni evidenziati dal MRP;
3. Trasformazione delle richieste d'acquisto in ordini da inviare ai fornitori;
4. Accettazione dell'ordine;
5. Acquisizione della fattura relativa all'entrata merci e/o alle prestazioni di servizio;
6. Rilevazione del debito nei confronti del fornitore.

Le richieste d'acquisto sono i documenti con cui si richiede all'ufficio acquisti di procedere all'acquisto di determinate quantità di materiali o di servizi che devono essere disponibili entro un determinato periodo.

L'ordine d'acquisto è il documento ufficiale emesso dall'ufficio acquisti per l'approvvigionamento di merci o prestazioni presso un fornitore.

Tutte le richieste d'acquisto inserite all'interno del sistema sono analizzate e vagliate dall'ufficio acquisti che può decidere se convertirle in ordine, dopo aver assegnato un fornitore alla richiesta in questione. In ogni caso è possibile creare direttamente un ordine d'acquisto senza passare dalla fase di creazione della richiesta.

In riferimento a tutti gli ordini d'acquisto rilasciati e confermati si effettua l'operazione di accettazione della merce al momento del suo arrivo. Questa operazione è in carico all'operatore di magazzino e si svolge manualmente certificando che i lotti consegnati siano conformi quantitativamente e qualitativamente a quanto ordinato.

In fase di registrazione l'operatore, in base alla decisione di impiego definita durante le attività di pianificazione della qualità e registrata all'interno del sistema gestionale, carica il materiale ricevuto nel magazzino commessa con lo stato "Controllo Qualità", quando deve essere ispezionato, oppure con lo stato "Utilizzo libero" quando la merce non necessita di ispezioni.

#### **2.3.4 Valutazione dei fornitori**

Per la valutazione dei fornitori, tutte le informazioni necessarie, come tempi di consegna, prezzi, qualità della fornitura, ecc., possono essere direttamente recepite, grazie al sistema gestionale, dagli ordini d'acquisto, dai documenti di entrata merce, dai dati di controllo qualità, ecc.

Le modalità di valutazione prevedono l'assegnazione di un punteggio che può andare da 1 a 100, che indica le prestazioni del fornitore basate sui criteri principali di valutazione. È possibile quindi confrontare le prestazioni di ogni singolo fornitore facendo riferimento ai punteggi complessivi totalizzati.

I criteri di valutazione dei fornitori attualmente previsti sono:

- prezzo;
- qualità della fornitura;
- tempi di consegna;
- qualità del servizio offerto;
- fatturazione.

A ciascun criterio è attribuito un determinato peso, in modo che nel calcolo del punteggio complessivo del fornitore si tenga conto dei valori delle importanze relative assegnati a ciascun criterio principale.

I risultati della valutazione sono visualizzati utilizzando dei report di analisi attraverso i quali è possibile definire il ranking dei fornitori sulla base del punteggio complessivo totalizzato, oppure è possibile confrontare più fornitori in merito alla fornitura dello stesso prodotto.

#### **2.3.5 Gestione dei servizi post-vendita**

I servizi di post-vendita consistono di tutte quelle attività svolte presso il cliente, a seguito del passaggio di proprietà del bene, al fine di mantenere l'impianto in funzione.

Ogni intervento è richiesto dal cliente al reparto assistenza alle vendite, che provvede alla creazione di una richiesta di manutenzione per la specifica attività. Gli ordini sono inseriti manualmente a sistema dal personale abilitato consentendo di tenere traccia delle ore lavorate e di eventuali componenti utilizzati negli interventi, attraverso la registrazione di tutti i relativi costi.

È possibile anche definire in fase di acquisto dell'impianto degli interventi di manutenzione programmata con il cliente.

### **2.4 Controllo della qualità**

Al giorno d'oggi, possedere un sistema ben articolato di controllo della qualità rappresenta un ottimo biglietto da visita per un'azienda. Effettuare controlli sistematici della qualità permette ad un'azienda sia un risparmio notevole dei costi, sia un aumento del livello di soddisfazione del cliente, che genera ritorni economici non trascurabili.

Nella PMI che è stata presentata in questo lavoro di tesi sono effettuati due diversi tipi di controllo qualità: un controllo sui semilavorati e più in generale su tutte le componenti ordinate da fornitori esterni e un controllo sul prodotto finito.

## 2.4.1 Controllo qualità per i semilavorati in ingresso

Il controllo qualità sui semilavorati in ingresso (Figura 2.3) è una novità introdotta grazie all'implementazione del sistema gestionale.

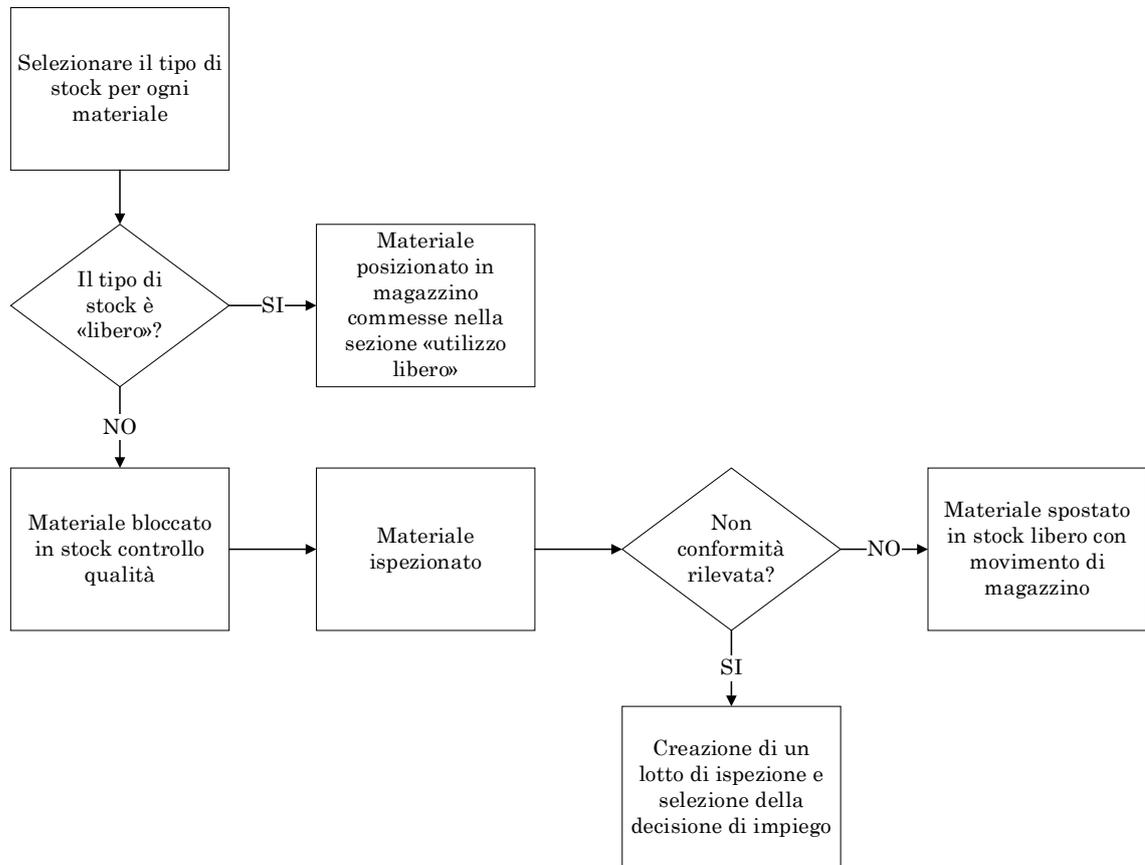


Figura 2.4 Rappresentazione del processo di controllo qualità per i semilavorati in ingresso

Inizialmente il responsabile della qualità, in fase di acquisto del materiale, decide, in base alla criticità del pezzo e al fornitore scelto, quale materiale bloccare per far sì che questo sia sottoposto ai controlli. Questa operazione è svolta cambiando all'interno del sistema gestionale la tipologia di stock relativa al materiale selezionato (Figura 2.4).

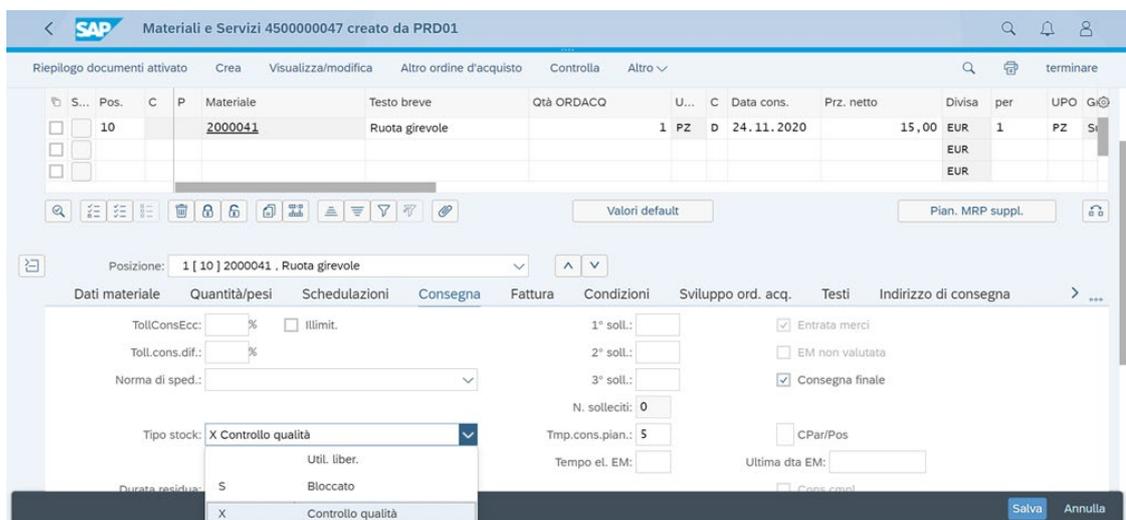


Figura 2.3 Scelta della tipologia di stock per il materiale ordinato

Le prime attività del controllo dei semilavorati in ingresso sono effettuate dal magazziniere che, all'arrivo del materiale ordinato deve decidere, in base a quanto indicato dal sistema gestionale relativamente alla tipologia di stock scelta dal responsabile della qualità, se spostare i lotti nell'area del magazzino dedicata all'utilizzo libero, o bloccare il lotto ricevuto e predisporlo per l'ispezione.

I lotti che sono contrassegnati dalla tipologia di stock "controllo qualità" sono trasferiti dal magazziniere nell'area dedicata alle ispezioni. A causa della dimensione molto esigua (in media 3 o 4 pezzi per lotto) i lotti sono soggetti ad un'ispezione a tappeto, operata dal responsabile della qualità con il supporto del magazziniere.

I materiali sono divisi in due categorie: materiali commerciali, che comprendono tutti i componenti che non sono progettati dall'azienda e materiali di disegno, che comprendono tutti quei componenti progettati dall'ufficio tecnico. Per quanto riguarda la prima categoria, il controllo qualità si sviluppa sull'analisi di tre caratteristiche:

- Controllo della quantità, che è un'operazione che permette di verificare la corrispondenza tra quantità riscontrata in fase di ispezione e quantità ordinata. La quantità a seconda del materiale analizzato può essere rilevata o in peso o semplicemente contando il numero di pezzi contenuti all'interno del lotto.
- Controllo del codice: che consiste nella verifica della corrispondenza del codice riportato sull'etichetta del materiale con il codice registrato all'interno del sistema.
- Controllo visivo: che è un'operazione che richiede particolare attenzione da parte della risorsa che ispeziona il singolo pezzo. Attraverso questo controllo è possibile rilevare, infatti, difetti strutturali dei pezzi, come pieghe, rughe, rigonfiamenti ammaccature e così via.

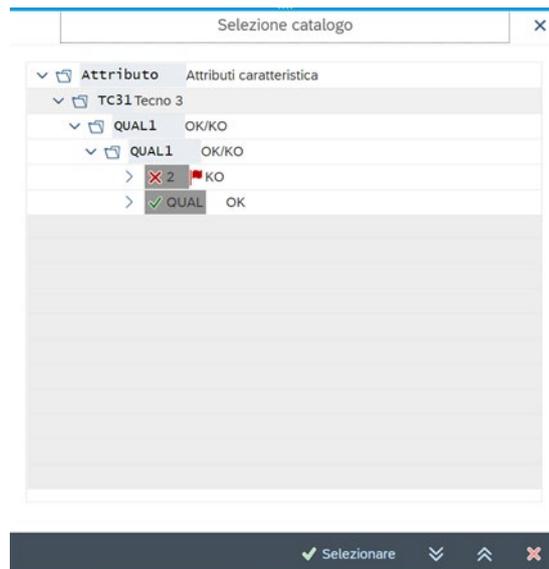
Relativamente alla categoria dei materiali di disegno, si effettua un controllo aggiuntivo che è quello dimensionale. Per i pezzi progettati in azienda e costruiti da fornitori esterni, è importante verificare se sono state rispettate tutte le caratteristiche definite in fase di progettazione, come dimensioni, spessori, posizione dei fori ecc.

I controlli sono registrati all'interno del sistema gestionale attraverso l'inserimento dell'etichetta "OK" o "KO" in corrispondenza di ogni tipologia di controllo, come presentato in Figura 2.5 e Figura 2.6.

Op.	Testo breve	Ril.contr.	C. lav.	Div.	Seq.
<input checked="" type="radio"/> 0010	Controllo Quantità	▲	MQUA001	TC31	0
<input type="radio"/> 0020	Controllo Cod. Consegnato/Cod. Ordinato	▲	MQUA001	TC31	0
<input type="radio"/> 0030	Controllo visivo	▲	MQUA001	TC31	0
<input type="radio"/> 0040	Controllo dimensionale	▲	MQUA001	TC31	0

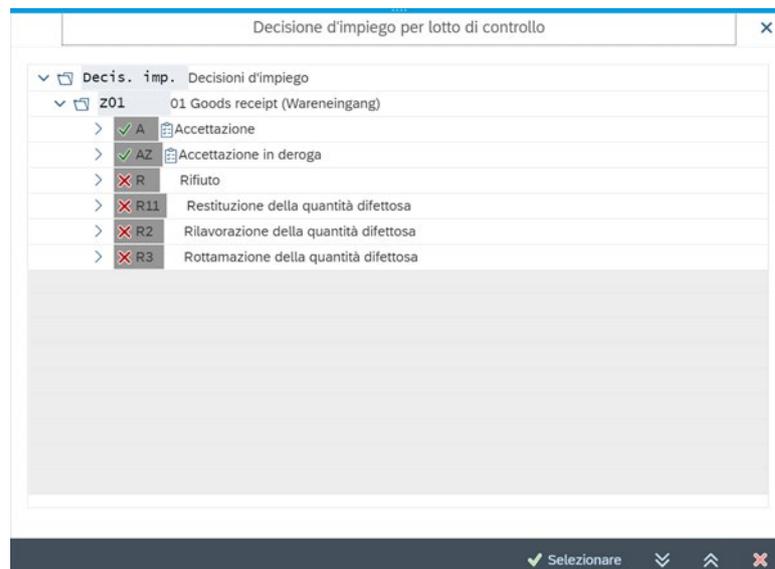
4 Trovati inserimenti

Figura 2.5 Registrazione del controllo qualità: scelta della tipologia di controllo



*Figura 2.6 Registrazione del controllo qualità: registrazione del risultato*

Nel caso in cui almeno una tipologia di controllo è registrata come KO, il sistema gestionale genera un lotto di ispezione all'interno del quale il responsabile della qualità deve definire la decisione di impiego (Figura 2.7). In sostanza si deve decidere se il materiale può essere mandato in produzione nonostante la non conformità oppure si deve optare per un'altra decisione.



*Figura 2.7 Scelta della decisione d'impiego*

In particolare, le varie decisioni di impiego che possono essere prese dal responsabile della qualità sono:

- Accettazione: il materiale si accetta così com'è senza segnalare il difetto;
- Accettazione in deroga: il materiale si accetta così com'è segnalando la presenza di un difetto;
- Rifiuto: si rifiuta il materiale ispezionato;
- Restituzione della quantità difettosa: si restituisce la quantità difettosa richiedendone la sostituzione;

- Rilavorazione della quantità difettosa: si decide di rilavorare la quantità difettosa internamente;
- Rottamazione della quantità difettosa: la quantità difettosa deve essere rottamata perché irrecuperabile.

A seguito della definizione della decisione di impiego, il materiale è posizionato nell'area del magazzino dedicata.

Nel caso in cui il sistema indichi, in corrispondenza della decisione di impiego, la voce "accettazione" o "accettazione in deroga", il materiale, attraverso una movimentazione da parte del magazziniere e il cambiamento della decisione di impiego è spostato nell'area del magazzino in cui sono posizionati i materiali in "utilizzo libero" e può essere tranquillamente immesso nella linea di produzione all'occorrenza.

Nel caso in cui il responsabile della qualità ritenga che il materiale necessiti di una rilavorazione interna, attraverso una movimentazione, questo viene trasferito al reparto produzione in cui si effettuerà la rilavorazione necessaria. Alla fine delle modifiche il pezzo potrà essere spostato nel magazzino cambiando la tipologia di stock in "utilizzo libero".

Infine, nel caso in cui il materiale si ritenga inutilizzabile è necessario definire due situazioni differenti:

- Se la responsabilità del difetto è interna, si avvia il processo di rottamazione del materiale difettoso, provvedendo al rimedio delle cause che hanno generato il difetto (es. errori in fase di design del pezzo). Il materiale si sposta nel magazzino scarti senza alcun cambiamento della tipologia di stock.
- Se si ritiene che la responsabilità dei difetti sia esterna, si avvia il processo di reso, e quindi di sostituzione delle quantità difettose. Il materiale anche in questo caso è posizionato nel magazzino scarti, nell'area dedicata ai resi ai fornitori, senza nessuna variazione della tipologia di stock.

Un modello riassuntivo del processo di gestione del materiale non conforme è presentato nel diagramma in Figura 2.8.

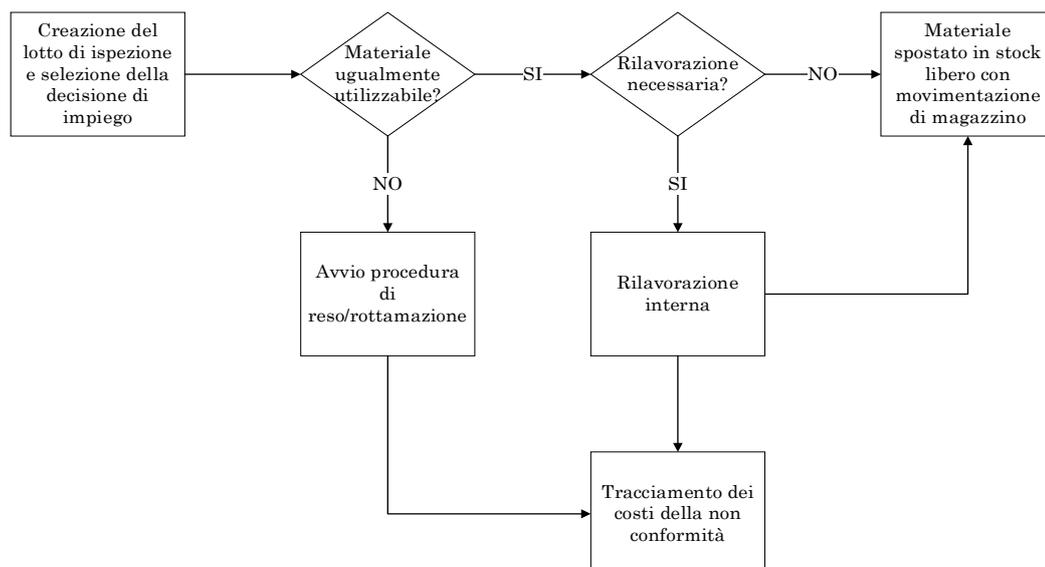


Figura 2.8 Processo di gestione del materiale non conforme

Per ogni materiale considerato difettoso, l'azienda tiene traccia di tutti i costi generati dalla non conformità. Per far questo è in fase di sviluppo un'applicazione all'interno del sistema gestionale per tracciamento dei costi delle non conformità rilevate. Ogni non conformità è registrata in un'interfaccia che riprende la Figura 2.9.

Il numero documento segue la seguente logica YYNC### dove:

- YY sono le ultime due cifre dell'anno;
- NC sta ad indicare "non conformità";
- ### è un codice numerico progressivo.

Nell'area "sorgente della non conformità" è indicato il soggetto ritenuto responsabile del difetto, questo può essere un fornitore o una persona (es. chi ha progettato il pezzo, chi ha inviato l'ordine).

La responsabilità è indicata con una sola lettera che può essere "E" per esterna oppure "I" per interna.

Si tiene traccia della data in cui è stata riscontrata la non conformità e della gravità della stessa, indicata con una sola lettera: "L" per lieve, "M" per media, "A" per alta.

Nella sezione "tipo di difetto" si contrassegna con una "X" la tipologia di difetto riscontrata, mentre nella sezione "Costo" si inserisce il costo in base alla voce corrispondente. I costi sono sommati nella colonna del totale.

In questo modo è possibile organizzare delle viste per poter effettuare delle analisi sui fornitori, sui lavoratori interni, sulle tipologie di costo o di non conformità. Queste viste di riepilogo assumono un'importanza rilevante in termini di analisi dei costi, di gestione del personale e di scelta dei fornitori stessi.

Numero documento	Sorgente non conformità	Responsabilità	Data	Gravità	Tipo difetto					Costo					
					Corrispondenza codice	Quantità	Dimensioni	Disegno	Visivo/finitura	Altro	Manodopera	Logistica	Materiale	Amministrativo	Totale
20NC001	Fornitore 1	E	24/09/2020	M			X							50,00 €	50,00 €
20NC002	Fornitore 2	E	06/10/2020	L					X			104,00 €		50,00 €	154,00 €
21NC001	Mario Rossi	I	11/01/2020	A				X		740,00 €		11,00 €	50,00 €		801,00 €

Figura 2.9 Esempio di interfaccia preliminare per la registrazione dei costi delle non conformità

## 2.4.2 Collaudo finale dell'impianto

Il processo di ispezione dell'intero impianto assemblato è una delle fasi più delicate di tutto il processo di realizzazione. A valle della fase di assemblaggio del prodotto finito sono previste due fasi di collaudo:

- Factory Acceptance Test: A seguito della fase di montaggio dei singoli gruppi tecnici si effettuano una serie di test utili a verificarne il funzionamento. Al completamento della posa in opera dell'impianto si svolgono nuovamente una serie di test per verificare il funzionamento dell'intero impianto. Completato questo step si mette in funzione l'intero sistema di produzione introducendovi il materiale da trasformare. Si verifica così che non ci siano intoppi in tutte le fasi

di lavorazione della linea. terminate anche queste verifiche dell'impianto, si provvede allo smontaggio e all'imballaggio dello stesso, in modo che possa essere spedito al cliente. I test, svolti da alcune risorse della produzione sono realizzati alla presenza del responsabile della qualità, che si occupa di raccogliere i dati necessari.

- Site Acceptance Test: A seguito della ricezione dell'impianto, un gruppo di risorse della produzione si reca per alcuni giorni presso il cliente al fine di svolgere le operazioni di montaggio della linea. Conclusa questa fase si effettuano nuovamente le verifiche di funzionamento e di collaudo della produzione per mezzo dell'inserimento della materia prima che deve essere trasformata. Se i risultati sono positivi e non si verificano particolari intoppi, si provvede a collegare l'impianto al resto della linea di produzione del cliente e a metterlo in funzione.

## Capitolo 3 Obiettivo dello studio e metodologia applicata

Al fine di valutare al meglio la ricaduta in termini di costi del sistema di controllo della qualità per i semilavorati in ingresso implementato dall'azienda in questione, si è deciso di applicare ad una commessa modello, uno dei metodi di calcolo dei costi della qualità presentati nel Capitolo 1. L'obiettivo del lavoro di tesi è analizzare l'impatto sui costi in seguito all'introduzione del sistema di controllo qualità per i semilavorati in ingresso. Quello che ci si aspetta è una riduzione elevata dei costi dovuti alla mancanza di qualità a fronte di un moderato aumento dei costi dovuti all'adozione del sistema di controllo della qualità in modo che si verifichi una riduzione del costo totale. Sarà ritenuta positiva una variazione del costo totale superiore al 5%.

A tale scopo è stata costruita una commessa che mediamente rappresenta le commesse realizzate sulla base dei dati reali forniti dall'azienda in quanto, a causa delle politiche aziendali in merito alla riservatezza, non è stato possibile rendere pubblici dati di commesse realmente realizzate.

La commessa utilizzata nell'analisi che segue è riferita alla produzione di un grande impianto industriale per la lavorazione del cioccolato. La realizzazione dell'impinto, durata complessivamente 9 mesi<sup>2</sup>, ha visto l'impiego, oltre che della maggior parte delle risorse aziendali, di 10 fornitori esterni che si occupano della realizzazione di parti dell'impianto, progettate dall'ufficio tecnico, e della fornitura di materiale commerciale. L'impianto, nella sua totalità è composto da 350 pezzi da assemblare, e per esso è stato stimato un valore a preventivo di 350.000,00€.

### 3.1 Scelta del modello

Per una scelta del modello che sia quanto più oculata possibile è necessario tenere in considerazione prima di tutto l'approccio che l'azienda in questione ha nei confronti della qualità; in secondo luogo, è necessario valutare quali sono le capacità e l'esperienza dell'azienda nella gestione della qualità; il tutto senza trascurare le considerazioni fatte in fase di presentazione dei modelli nella sezione 1.3 del presente lavoro di tesi.

La PMI oggetto dello studio, fino a pochissimo tempo fa non era dotata di un vero e proprio reparto di controllo qualità. Il compito di ispezionare il materiale in ingresso era affidato al magazziniere e/o al personale di produzione, che provvedevano a svolgere esclusivamente rapidi controlli visivi. All'inizio del 2020, rendendosi conto della necessità di dotarsi di un sistema di controllo della qualità, è stata assunta dall'azienda una figura che svolgesse il ruolo di responsabile della qualità, al quale è stato affidato il compito di svolgere alcuni controlli sui semilavorati in ingresso e di supervisionare il collaudo finale degli impianti realizzati. Contestualmente è stato attivato un contratto per la fornitura di un sistema gestionale, di cui chi scrive ha potuto seguire la fase di progettazione. Da questo si deduce che l'azienda sta affrontando un periodo di transizione verso un rinnovamento e una sempre maggiore semplificazione dei processi interni.

A seguito di queste considerazioni preliminari, il modello PAF sarebbe sicuramente quello più immediato da implementare in quanto: definisce una chiara classificazione dei costi, è molto semplice da utilizzare e non richiede competenze specifiche né da parte del management dell'azienda, né da parte della risorsa che dovrà utilizzare il modello. Tuttavia, riprendendo le valutazioni fatte precedentemente sulle criticità del modello, a seguito della sua applicazione risulterebbe difficile capire in quali aree è necessario

---

<sup>2</sup> Un mese è composto da 25 giorni lavorativi. Si conta un giorno lavorativo ogni 8 ore

intervenire per migliorare i processi aziendali, in quanto la suddivisione dei costi in questa metodologia è effettuata in modo generale, senza seguire i processi o le singole attività.

Nonostante ciò, tenendo conto della situazione attuale dell'azienda oggetto di studio, si ritiene che il metodo che più si adatta all'analisi che si andrà ad effettuare di seguito è quello del modello PAF. La sua semplicità di applicazione lo rende il migliore nelle fasi di analisi preliminare dei costi in un'azienda che si è appena affacciata al mondo della gestione e del controllo della qualità.

Il modello dei costi intangibili è una soluzione migliorativa del modello PAF che permette di far rientrare all'interno dell'analisi dei costi tutte quelle voci di spesa che per varie ragioni restano fuori dal conteggio dei costi visibili.

Tra i problemi riscontrati nell'utilizzo di questa metodologia si evidenzia la difficoltà nel reperimento di informazioni relative ai costi nascosti; infatti, l'addetto ad effettuare questo tipo di analisi deve avere accesso ad una serie di dati relativi ai costi che spesso la dirigenza è restia a concedere, anche per ragioni di mancanza di fiducia nei confronti della risorsa stessa. Inoltre, l'analista deve avere una conoscenza approfondita dei processi in modo da riuscire ad individuare le inefficienze nascoste al loro interno.

Per tutte queste ragioni, il modello dei costi intangibili risulta di difficile applicazione rispetto alla realtà aziendale in questione: la figura del responsabile della qualità è entrata in azienda da meno di un anno e in più tutti i processi aziendali sono in fase di ridefinizione e di adattamento al nuovo sistema gestionale.

Il modello dei costi di processo è sicuramente, come detto nel paragrafo 1.3.3, uno dei modelli più completi presentati dalla letteratura. Attraverso l'analisi dei processi è possibile definire puntualmente i costi delle conformità e delle non conformità, così da poter individuare in modo rapido e preciso i punti esatti in cui è necessario intervenire. Nonostante ciò, il modello in questione presenta un problema fondamentale che per una PMI è davvero difficile da superare: è un sistema che, per un'adeguata e corretta implementazione, richiede tempi elevati e risorse altamente specializzate.

Tenendo conto di queste valutazioni, e poiché nel caso specifico, come già evidenziato in precedenza, i processi sono in fase di ridefinizione, anche questo modello risulta di difficile adattamento.

Il modello ABC è un modello di pura classificazione che permette una corretta allocazione in presenza di costi distribuiti su diverse attività. Il problema di questo metodo è la mancanza di una tecnica di quantificazione dei costi e deve quindi essere necessariamente affiancato da altri modelli.

### **3.2 Applicazione pratica del modello PAF alla commessa**

Prima di spiegare nel dettaglio come è stato adattato il modello PAF al caso di studio in questione, è importante capire le ragioni che hanno portato alla scelta di applicare il modello ad una singola commessa, piuttosto che utilizzare i dati relativi all'orizzonte temporale annuale raccolti nel bilancio aziendale.

L'azienda è in una fase di completa ridefinizione, sia dal punto di vista delle funzioni aziendali, sia dal punto di vista dei processi. Da pochi mesi è stata inserita la figura di responsabile della qualità che ha portato ad una serie di rinnovamenti:

- È stato installato un sistema gestionale che permette di tenere traccia di tutte le attività all'interno dell'azienda;

- Si è iniziato a parlare di controllo in fase di accettazione del materiale: fino a qualche tempo fa il materiale subiva esclusivamente un rapido e superficiale controllo visivo da parte del magazziniere in fase di stoccaggio;
- Si è iniziato ad effettuare un'analisi dei costi delle non conformità, con importanti ricadute anche sulla valutazione dei fornitori.
- La dirigenza spinge sempre di più verso l'esternalizzazione della produzione, in modo da focalizzarsi con maggiore enfasi sulla fase di progettazione e assemblaggio degli impianti.

Al fine di evitare ripetizioni e favorire una lettura scorrevole del presente lavoro, i riferimenti delle formule presenti in questo capitolo sono stati riportati nell'Appendice A.

### **3.2.1 Definizione dei costi della qualità sulla base del modello scelto**

All'interno di questo paragrafo sono individuate le modalità di calcolo di tutte le voci di costo prese in considerazione durante l'analisi effettuata. Tutti gli elementi utilizzati per calcolare ogni singolo costo sono stati stimati sulla base di dati reali relativi alle commesse realizzate opportunamente perturbati per ragioni di riservatezza. Per individuare le voci di costo che saranno discusse in modo puntuale di seguito, si è fatto riferimento alle linee guida fornite dall'appendice A del BS 6143:1990-parte 2.

#### **3.2.1.1 Costi di prevenzione**

I costi di prevenzione includono tutte quelle spese in cui si incorre per far sì che il prodotto finito sia quanto più possibile privo di difetti.

Nell'ambito della prevenzione sono state individuate le 9 voci di costo descritte di seguito:

##### ➤ *Costo di pianificazione della qualità*

Il costo di pianificazione della qualità riguarda le fasi di progettazione dei sistemi relativi alla qualità in termini di traduzione del design del prodotto e delle esigenze del cliente in misure che garantiscano la realizzazione della qualità richiesta. All'interno di questo costo sono comprese tutte le attività di redazione dei piani di ispezione in fase di accettazione e dei piani di collaudo. Sono inoltre incluse tutte le attività di preparazione e consultazione di documenti e manuali e la fase di preparazione delle procedure di comunicazione dei suddetti piani a tutte le risorse interessate.

Per quantificare questo costo si è tenuto conto del tempo impiegato dal responsabile della qualità per sviluppare tutti i piani relativi alla verifica della qualità sia per il materiale in ingresso che per l'impianto finito, per definire le procedure di informazione del personale interessato e per la consultazione dei manuali e dei documenti utili.

Per il calcolo di questo costo è stata utilizzata la seguente formula:

$$\text{Costo pianificazione qualità} = T_{RQ} \times W_{RQ}$$

Dove  $T_{RQ}$  e  $W_{RQ}$  sono rispettivamente il tempo impiegato e lo stipendio giornaliero dal responsabile della qualità.

##### ➤ *Costo di progettazione e sviluppo di strumenti per misurare la qualità*

Questa voce di costo include tutte le spese per la progettazione, lo sviluppo e la documentazione di tutte le attrezzature per la misurazione della qualità. È escluso da questo calcolo il capitale speso per l'acquisto delle suddette attrezzature.

Poiché nel caso presentato, i controlli prevedono l'utilizzo di strumenti semplici che non necessitano di progettazione o particolare documentazione, come metri a nastro, metri pieghevoli o semplici bilance, questo costo non è stato calcolato.

➤ *Costo di revisione della qualità e verifica della progettazione*

In questo costo rientrano tutte le attività di monitoraggio della qualità nelle fasi di progettazione dell'impianto per assicurare il rispetto dei requisiti minimi di qualità. Le attività di monitoraggio di questo tipo sono esclusivamente effettuate dal responsabile della qualità.

Questa voce di costo è stata calcolata moltiplicando il tempo impiegato dalle risorse per il loro stipendio medio:

$$\text{Costo revisione qualità e verifica progettazione} = T_{RQ} \times W_{RQ} + T_D \times W_D \times n_D$$

Dove  $T_D$  e  $W_D$  sono rispettivamente il tempo impiegato e lo stipendio giornaliero di una risorsa di progettazione e  $n_D$  è il numero di risorse di progettazione impegnate nell'attività.

➤ *Costo di taratura e manutenzione degli strumenti di misurazione*

Il costo di taratura e manutenzione degli strumenti di misurazione include tutte le spese per la taratura di tutte le apparecchiature di misurazione della qualità. Poiché, come già affermato in precedenza, gli strumenti di misurazione sono strumenti semplici e di utilizzo comune che non hanno bisogno di particolari sforzi per la taratura e calibrazione, questo costo non è stato calcolato.

➤ *Costo di valutazione e scelta dei fornitori*

Il costo di valutazione e scelta del fornitore include, sia la valutazione iniziale effettuata per tutti i nuovi fornitori, sia le verifiche effettuate in corso d'opera per garantire che questi siano in grado di soddisfare la qualità richiesta.

La valutazione dei fornitori nel caso in analisi è effettuata dall'ufficio acquisti con il supporto del responsabile della qualità. Si effettua, infatti, un'analisi dei dati sulle consegne dei singoli fornitori e su gli ordini effettuati, e si valutano i fornitori guardando tutti i parametri descritti nel paragrafo 2.3.4.

Questa voce di costo è calcolata applicando la formula che segue:

$$\text{Costo valutazione e scelta fornitori} = T_{RQ} \times W_{RQ} + T_{AC} \times W_{AC} \times n_{AC}$$

Dove  $T_{AC}$  e  $W_{AC}$  sono rispettivamente il tempo impiegato e lo stipendio giornaliero di una risorsa dell'ufficio acquisti e  $n_{AC}$  è il numero di risorse dell'ufficio acquisti impegnate nelle attività.

➤ *Costo delle attività di training per la qualità*

Questa voce di costo include la partecipazione, lo sviluppo, l'implementazione e il mantenimento dei programmi di formazione per la qualità.

Il principale soggetto che partecipa a questa voce di costo è il responsabile della qualità che, oltre a partecipare all'attività di training, ha anche il compito di organizzarla. L'attività di training svolta in azienda consiste in una giornata di attività di formazione a cui partecipano le principali risorse coinvolte nel sistema qualità: le risorse dell'ufficio acquisti, coloro che si occupano della gestione dei progetti, i responsabili della produzione e il magazziniere.

Questo costo è calcolato come segue:

$$\begin{aligned} \text{Costo training} = & T_{RQ} \times W_{RQ} + T_{AC} \times W_{AC} \times n_{AC} + T_{GP} \times W_{GP} \times n_{GP} + \\ & + T_P \times W_P \times n_P + T_M \times W_M + T_D \times W_D \times n_D \end{aligned}$$

Dove GP indica le risorse del team di gestione dei progetti, P le risorse di produzione e M il magazziniere.

➤ *Costo degli auditing sulla qualità*

È una voce di costi relativa all'implementazione di attività che fungano da strumenti di valutazione dell'intero sistema di controllo della qualità.

Nell'azienda in questione non è attualmente presente un processo di valutazione del sistema di controllo qualità.

➤ *Costo relativo all'analisi dei dati acquisiti sulla qualità*

Il costo relativo all'analisi dei dati acquisiti sulla qualità è un costo sostenuto con l'obiettivo di prevenire intoppi futuri attraverso l'elaborazione dei dati relativi alla qualità.

L'analisi dei dati raccolti in riferimento alle ispezioni e ai collaudi effettuati è attualmente svolta dal solo responsabile della qualità, per tanto, la formula per calcolare il costo di analisi dei dati sulla qualità è:

$$\text{Costo analisi dati} = T_{RQ} \times W_{RQ}$$

➤ *Costo dei programmi di miglioramento della qualità*

I programmi di miglioramento della qualità comprendono tutte le attività finalizzate a migliorare i livelli attuali di qualità all'interno dell'azienda.

Questi programmi sono interamente affidati al responsabile della qualità e al responsabile di produzione.

Per calcolare questa voce di costo si utilizza la seguente formula:

$$\text{Costo pianificazione miglioramento della qualità} = T_{RQ} \times W_{RQ} + T_P \times W_P \times n_P$$

### **3.2.1.2 Costi di valutazione**

I costi di valutazione includono tutte quelle spese sostenute per l'accertamento della conformità del prodotto ai requisiti di qualità. Di questi fanno parte:

➤ *Costi dovuti alle verifiche di preproduzione*

I costi dovuti alla preproduzione riguardano tutte quelle attività utili a verificare la conformità del piano di produzione agli standard di qualità.

I soggetti individuati come responsabili di quest'area di costo sono il responsabile della qualità, il magazziniere e i responsabili della produzione. Queste figure hanno il compito di svolgere tutte le verifiche necessarie affinché le operazioni di produzione si svolgano con meno intoppi possibili.

La formula per il calcolo di questo costo è la seguente:

$$\text{Costo preproduzione} = T_{RQ} \times W_{RQ} + T_P \times W_P \times n_P + T_M \times W_M$$

➤ *Costi del controllo di accettazione*

I costi relativi al controllo di accettazione del materiale includono tutte le spese sostenute per le attività svolte dal magazziniere all'arrivo della merce: l'identificazione del materiale e il posizionamento presso l'area del magazzino di riferimento.

Il valore di questo costo è dato dalla seguente formula:

$$\text{Costo controllo accettazione} = T_M \times W_M$$

➤ *Costo dei test di accettazione in laboratorio*

I test in laboratorio sono effettuati per rilevare la qualità del materiale acquistato che deve essere inviato alla linea di produzione. Al fine del calcolo di questo costo è stato assegnato un tempo medio di svolgimento di ogni tipologia di test per ogni pezzo testato, come indicato dalla Tabella 3.1.

Tabella 3.1 Tempi medi per il controllo qualità in ingresso di un pezzo

Tipologia di controllo	Quantità	Codice	Visivo	Dimensionale
Tempo medio per un pezzo (minuti)	2	2	5	15

La formula per il calcolo di questo costo è data da:

$$\text{Costo test in LAB} = N \times \sum_{\substack{\text{tipologie} \\ \text{controllo}}} \frac{t_i \times p_i}{60 \times 8} \times (W_{RQ} + W_M)$$

Dove con  $N$  è indicato il numero medio di pezzi che costituiscono la commessa,  $t_i$  è il tempo medio che serve per svolgere il controllo di tipo  $i$  su un pezzo e  $p_i$  è la percentuale di pezzi controllati con un controllo di tipo  $i$ . Tutti i tempi  $t_i$  sono stati divisi per 60 e poi per 8 per riportare il tempo in giorni impiegati per effettuare i controlli.

➤ *Costo del collaudo finale*

Il costo del collaudo finale include tutti i costi dell'ispezione e del collaudo finale in sede, che comprendo eventuali costi di audit di qualità del prodotto finito, di controllo da parte degli operatori di produzione e di supervisione e supporto amministrativo.

Il collaudo consiste nel testare l'impianto assemblato, introducendovi anche all'interno la materia prima, per valutare se tutti i gruppi tecnici lavorano bene insieme. Questi test sono effettuati alla presenza del responsabile della qualità che si occupa della supervisione del collaudo e di due risorse della produzione che si occupano di effettuare tutti i test del caso nel modo corretto.

La formula per il calcolo di questo costo è la seguente:

$$\text{Costo collaudo impianto} = T_{RQ} \times W_{RQ} + T_P \times W_P \times n_P$$

➤ *Costo delle apparecchiature di collaudo*

Includono i costi di ammortamento delle apparecchiature e delle strutture dedicate al collaudo.

Attualmente i collaudi degli impianti sono effettuati all'interno dell'area di produzione e assemblaggio, senza l'utilizzo di macchinari specifici. Per questo motivo non è stato svolto nessun calcolo per questa voce di costo.

➤ *Costo dei materiali distrutti durante i collaudi*

Comprende tutti i costi dovuti alle prove distruttive effettuate sui materiali testati.

Attualmente l'azienda non esegue prove distruttive di nessun tipo, per tanto non è stato possibile calcolare questo costo.

➤ *Costo di analisi dei test e di redazione della reportistica*

Comprende tutti gli esborsi relativi alla fase immediatamente antecedente il rilascio del prodotto, al fine di stabilire se sono stati soddisfatti i requisiti di qualità.

La risorsa impegnata in queste attività è il responsabile della qualità che ha il compito di registrare i dati dei collaudi, affiancato nella fase finale dal reparto vendite in modo da poter confrontare i dati registrati con le richieste del cliente. La risorsa del reparto vendite deve poi occuparsi della redazione della documentazione utile.

Questo costo è calcolato nel seguente modo:

$$\text{Costo analisi test e redazione reportistica} = T_{RQ} \times W_{RQ} + T_V \times W_V \times n_V$$

Dove il pedice V identifica le risorse del reparto vendite.

➤ *Costo del test delle prestazioni presso il cliente*

Questa voce di costo include tutte le spese relative alla fase di test dell'impianto industriale presso la sede del cliente.

Il test svolto presso il cliente è effettuato esclusivamente da risorse di produzione, che devono recarsi fisicamente sul posto. Per questo motivo, alla spesa per le attività di test è stato aggiunto un costo di 100€/giorno per dipendente che racchiude le spese che l'azienda deve sostenere per garantire la trasferta dei dipendenti. La composizione del costo di trasferta è definita in Appendice A.

Il calcolo totale del costo per il test delle prestazioni presso il cliente è dato da:

$$\text{Costo test presso il cliente} = T_P \times n_P \times (W_P + 100,00)$$

➤ *Costo di valutazione delle scorte*

Il costo di valutazione delle scorte è relativo a tutte le attività di ispezione e valutazione delle scorte che possono avere una durata limitata nel tempo.

Tutte le scorte dell'azienda presa in esame sono scorte di lunga durata (es. viti, bulloni, cuscinetti), per tanto non si ritiene che siano sostenuti costi di questo tipo.

➤ *Costo di archiviazione dei risultati*

Il costo di archiviazione dei risultati è riferito all'attività di registrazione dei dati del collaudo e dei controlli effettuati in fase di ricezione della merce da parte del responsabile della qualità.

Il calcolo di questa voce di costo si effettua nel seguente modo:

$$\text{Costo archiviazione risultati} = T_{RQ} \times W_{RQ}$$

### 3.2.1.3 Costi di fallimento interno

I costi di fallimento interno sono tutti quei costi sostenuti a causa della qualità inadeguata del prodotto, scoperti prima del passaggio di proprietà del bene dal venditore all'acquirente. Per questa categoria sono stati individuati i seguenti costi:

➤ *Costo degli scarti*

Gli scarti sono tutti quei componenti che non sono conformi ai requisiti di qualità e che non possono essere né riadattati per essere utilizzati in produzione, né sostituiti.

Per calcolare questi costi si utilizza la seguente formula:

$$\text{Costo scarti} = (N_{nc} - N_{re} - N_{ri}) \times c$$

Dove  $N_{nc}$ ,  $N_{re}$ ,  $N_{ri}$  sono rispettivamente il numero di pezzi non conformi, resi al fornitore e rilavorati e  $c$  è il costo medio di un pezzo.

➤ *Costo di sostituzione dei pezzi scartati*

Dopo aver individuato quali sono i pezzi da sostituire, l'ufficio acquisti si occupa di svolgere tutte le attività che precedono il reso, come contattare il fornitore, sbrigare le pratiche di spedizione ecc.

Per il calcolo di questo costo è sufficiente moltiplicare il tempo speso dalle risorse dell'ufficio acquisti impegnate per il loro stipendio medio:

$$\text{Costo sostituzione scarti} = T_{AC} \times W_{AC} \times n_{AC}$$

➤ *Costo di rilavorazione dei pezzi difettosi*

Quando un pezzo non conforme non necessita di modifiche particolarmente complesse per la messa in produzione, questo è trasportato nell'area di produzione e assemblaggio dove subisce le piccole modifiche necessarie (es. foratura, smussamento, leggero ridimensionamento, levigatura ecc.).

Il costo delle rilavorazioni sarà quindi dato dal prodotto del tempo impiegato dagli addetti alla rilavorazione nel reparto di produzione per il loro stipendio medio:

$$\text{Costo rilavorazione} = T_P \times W_P \times n_P$$

➤ *Costo di analisi dei difetti*

In questa voce di costo rientrano tutte le spese sostenute per analizzare i materiali non conformi e per determinare le cause e le azioni da intraprendere a riguardo.

I soggetti principali che si occupano di queste attività sono il responsabile della qualità, che si occupa di analizzare le non conformità e definire i piani di azione in riferimento alle analisi effettuate, e il responsabile di produzione che affianca il primo esclusivamente nella fase di analisi.

Il calcolo di questo costo avviene nel seguente modo:

$$\text{Costo analisi difetti} = T_{RQ} \times W_{RQ} + T_P \times W_P \times n_P$$

➤ *Costo di re-ispezione e ripetizione dei test*

Il costo di ripetizione dei test è sostenuto in fase di re-ispezione dei materiali rilavorati o sostituiti.

Nell'azienda presa in esame, a seguito delle rilavorazioni e delle sostituzioni, non sono effettuati nuovi test sul materiale ma questo è direttamente inviato alla produzione.

➤ *Costo di inadempimento dei fornitori*

Il costo dovuto all'inadempimento dei fornitori è sostenuto quando un fornitore non è in grado di rispettare i termini del contratto stipulato, sia in termini di tempo che in termini di qualità della merce.

Nel caso in cui un fornitore risultasse inadempiente ci sarebbero una serie di spese a cascata che sono illustrate di seguito:

- Spesa derivante dalla ricerca di un nuovo fornitore da parte dell'ufficio acquisti;
- Spesa per la riprogettazione della parte di commessa da parte di una risorsa della gestione dei progetti;
- Spesa di revisione del piano della qualità;
- Maggiore tempo impiegato dalla produzione per l'aggiornamento del piano di lavoro;
- Tempo aggiuntivo impiegato dal responsabile del magazzino per l'accettazione dei nuovi materiali in arrivo;

Questa voce di costo è calcolata con la seguente formula:

$$\begin{aligned} \text{Costo inadempimento fornitori} &= T_{RQ} \times W_{RQ} + T_{AC} \times W_{AC} \times n_{AC} \\ &+ T_{GP} \times W_{GP} \times n_{GP} + T_P \times W_P \times n_P + T_M \times W_M \end{aligned}$$

➤ *Costo per le richieste di modifica da parte del cliente*

Questo costo è sostenuto nel caso, molto frequente soprattutto in un progetto molto grande, in cui il cliente richieda delle modifiche rispetto al progetto preventivato.

Anche in questo caso sono coinvolte diverse funzioni aziendali:

- L'assistenza alle vendite che deve comunicare con il cliente e registrare le modifiche richieste;
- L'ufficio acquisti che deve reperire eventuale materiale aggiuntivo;
- Il project manager, per ridefinire il piano di lavoro per tutte le risorse coinvolte;
- Il responsabile della qualità, impegnato negli eventuali controlli per i nuovi pezzi ordinati;

- La produzione che deve aggiornare i piani di lavoro;
- Il magazziniere, che deve registrare l'ingresso del materiale aggiuntivo;
- L'ufficio progettazione che dovrà riprogettare i componenti per cui è stata richiesta una modifica;

La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Costo modifiche cliente} = T_{AV} \times W_{AV} \times n_{AV} + T_{RQ} \times W_{RQ} + T_{AC} \times W_{AC} \times n_{AC} + T_{GP} \times W_{GP} \times n_{GP} + T_P \times W_P \times n_P + T_M \times W_M + T_D \times W_D \times n_D$$

Dove il pedice AV è riferito alle risorse di assistenza alle vendite

➤ *Costo di downgrade*

Il costo di downgrade è definito come le perdite derivanti dalla differenza tra prezzo di vendita e prezzo preventivato.

Questa differenza è data da uno sconto proposto per ragioni riconducibili alla scarsa qualità (ritardi nei tempi, mancata soddisfazione di tutti i requisiti del cliente ecc.).

Il costo di downgrade è calcolato come una percentuale del valore a preventivo della commessa:

$$\text{Costo downgrade} = d \times V$$

Dove d è il tasso di sconto e V è il valore a preventivo della commessa.

➤ *Costo dovuto al fermo della linea di produzione*

Il costo di inattività della linea di produzione è un costo sostenuto in presenza di fermi dell'impianto di produzione dovuti principalmente a problemi relativi alla qualità non rilevati durante i controlli (es. linea di assemblaggio bloccata perché ad un componente manca un foro).

Le risorse che partecipano a questo costo sono le risorse di produzione e le risorse di gestione dei progetti che devono riprogrammare i piani di lavoro della commessa.

Per calcolare questa voce di costo è stata utilizzata la seguente formula:

$$\text{Costo fermo linea} = T_{GP} \times W_{GP} \times n_{GP} + T_P \times W_P \times n_P$$

### 3.2.1.4 Costi di fallimento esterno

I costi di fallimento esterno riguardano tutte quelle spese sostenute a causa di uno scarso livello di qualità rilevato a seguito del trasferimento della proprietà del bene dal fornitore al cliente. Nell'Appendice A del BS6143:1990 sono indicate 6 voci di costo riferite al fallimento esterno:

- Costo di reclami e contestazioni: Costi che comprendono la gestione dei reclami da parte dell'azienda;
- Costo dovuto alle richieste di adempimento della garanzia: Costi che riguardano tutte le operazioni di manutenzione dei prodotti;
- Costo dei prodotti rifiutati o restituiti: Costi dovuti alla gestione dei componenti difettosi sostituiti. Sono incluse le spese di gestione e i costi amministrativi;
- Costo delle concessioni: Sconti riconosciuti all'acquirente per l'accettazione di prodotti non conformi;
- Costo di recupero: Voce di costo associata al richiamo dei prodotti difettosi dal mercato. In questo costo è inclusa anche la preparazione dei piani per il recupero della merce difettosa;
- Costo di responsabilità del prodotto: Costo sostenuto a seguito di una richiesta di risarcimento dopo aver effettuato un accertamento della responsabilità dell'azienda per prodotti di scarsa qualità.

Nel caso di studio in questione, a causa della natura della produzione dell'azienda, che lavora su commessa, dopo aver ascoltato il parere del responsabile della qualità si è deciso di prendere in considerazione solo due di queste voci:

➤ *Costo di reclami e contestazioni*

Di questo costo fanno parte tutti gli esborsi necessari per gestire i reclami da parte dei clienti.

Nell'azienda analizzata, i reclami sono gestiti dalle risorse del reparto di assistenza alle vendite e pertanto il costo è stato calcolato come segue:

$$\text{Costo reclami} = T_{AV} \times W_{AV} \times n_{AV}$$

➤ *Costo dovuto alle richieste di adempimento della garanzia*

A seguito della messa in produzione, l'azienda garantisce la manutenzione gratuita dell'impianto presso il cliente per un certo periodo di tempo.

I costi relativi al servizio di manutenzione riguardano innanzitutto le attività svolte da reparto di assistenza alle vendite dovute alla gestione della richiesta di manutenzione da parte del cliente. Sono inoltre sostenuti i costi per la riparazione dell'impianto da parte del personale di produzione, a cui si aggiungono i costi della trasferta che sono stati definiti nell'Appendice A.

Per calcolare questo costo si utilizza la formula che segue:

$$\text{Costo adempimento garanzia} = T_{AV} \times n_{AV} \times W_{AV} + T_P \times n_P \times (W_P + 100,00)$$

Il calcolo puntuale dei costi sarà effettuato nel paragrafo successivo.

### **3.2.2 Calcolo dei costi della qualità sulla base del modello scelto**

In questo paragrafo sono presentati i valori dei costi individuati precedentemente, sia nel caso assenza del sistema di controllo della qualità per i semilavorati in ingresso (Caso 0), e sia nel caso attuale in cui questa procedura è stata introdotta (Caso 1).

Per ragioni scorrevolezza nella lettura del presente lavoro, nell'Appendice A sono riportati i valori dello stipendio medio giornaliero delle risorse appartenenti a tutte le funzioni aziendali.

#### **3.2.2.1 Calcolo dei costi di prevenzione**

○ *Costo di pianificazione della qualità*

Per il calcolo del costo di pianificazione della qualità nel caso 1, sono state allocate 25 giornate di lavoro al responsabile della qualità che ha il compito di pianificare le ispezioni dei semilavorati in ingresso e le operazioni di collaudo finale. All'interno del tempo indicato è stato considerato anche il tempo impiegato per redigere la documentazione necessaria e per la consultazione dei manuali e delle linee guida.

Il valore di questo costo è dato da:

$$\text{Costo pianificazione qualità} = 25 \times 300,00 = 7.500,00\text{€}.$$

Analizzando i dati precedenti all'implementazione del sistema di controllo qualità si può notare come l'impiego del responsabile della qualità, dovendosi esclusivamente occupare della pianificazione e di redigere la documentazione relativa al collaudo finale, è sostanzialmente dimezzato.

Essendo impegnato per un tempo totale pari a 13 giorni lavorativi il valore del costo di pianificazione per il caso 0 è dunque:

$$\text{Costo pianificazione qualità} = 13 \times 300,00 = 3.900,00\text{€}$$

300€/giorno è il valore dello stipendio del responsabile della qualità fornito dall'azienda.

➤ *Costo di revisione della qualità e verifica della progettazione*

Per il calcolo del costo di revisione e verifica della progettazione si è tenuto conto del tempo impiegato dal responsabile della qualità nelle attività di monitoraggio delle fasi di progettazione dell'impianto.

Considerando i due casi analizzati, il costo in questione non subisce variazioni poiché l'azienda svolge le attività di monitoraggio della progettazione indipendentemente dal fatto di avere o no un sistema di controllo qualità per i semilavorati in ingresso.

Le operazioni di verifica della conformità ai requisiti sono effettuate per 4 volte durante la fase di preparazione dei disegni dell'impianto e dei vari pezzi che lo compongono. Le riunioni della durata di mezza giornata l'una, coinvolgono il responsabile della qualità e il responsabile della progettazione.

$$\begin{aligned}\text{Costo verifica progettazione} &= 4 \times (0,5 \times 300,00 + 0,5 \times 262,50 \times 1) \\ &= 1.125,00\text{€}\end{aligned}$$

➤ *Costo di valutazione e scelta dei fornitori*

Il processo di valutazione dei fornitori è ben consolidato in azienda, in quanto a seguito della volontà di esternalizzare sempre di più la produzione si è dovuto definire un sistema solido e rigido per questa valutazione. Per questa ragione, si ritiene che questa voce di costo non sia particolarmente influenzata dalla scelta di implementare o no un sistema di controllo della qualità dei semilavorati in ingresso.

Il costo di valutazione e scelta dei fornitori comprende due componenti: il costo del tempo impiegato per la scelta dei fornitori, che vede impegnate 2 risorse dell'ufficio acquisti per 5 giorni lavorativi (in media mezza giornata per ogni fornitore), e il costo del tempo impiegato per il processo di valutazione dei fornitori, che vede impegnate sempre 2 risorse dell'ufficio acquisti per 5 giorni lavorativi (in media mezza giornata per ogni fornitore). Il contributo all'analisi del responsabile della qualità è richiesto saltuariamente all'interno del processo di valutazione dei fornitori; è stato per tanto stimato un contributo complessivo di 3 giorni lavorativi.

In seguito a queste considerazioni il costo per la valutazione e scelta dei fornitori è:

$$\begin{aligned}\text{Costo valutazione e scelta fornitori} &= 3 \times 300,00 + 10 \times 300,00 \times 2 \\ &= 6.900,00\text{€}\end{aligned}$$

➤ *Costo delle attività di training per la qualità*

Nel costo dovuto alle attività di training sono incluse:

- Le attività di pianificazione e preparazione degli incontri di formazione da parte del responsabile della qualità, per il quale si è stabilito un impegno per la risorsa di 3 giorni lavorativi;
- La partecipazione ai programmi di formazione che vedono coinvolte per un giorno: 2 risorse dell'ufficio acquisti, 2 risorse della gestione dei progetti, il responsabile della qualità, 3 risorse di produzione, il magazziniere e una risorsa di progettazione.

Nel caso di assenza del sistema di controllo qualità relativo ai semilavorati in ingresso i tempi sono stati dimezzati, supponendo che sia la programmazione che la formazione dei dipendenti relativa al collaudo richiedano lo stesso tempo di quelle relative al controllo

dei semilavorati in ingresso. In più sono esclusi dalla partecipazione il magazziniere e la risorsa della progettazione, in quanto la riunione in questione riguarda esclusivamente la fase di collaudo, fase nella quale queste due risorse non sono interessate.

Il valore del costo nel caso 1 è:

$$\begin{aligned} \text{Costo training} &= 4 \times 300,00 + 1 \times 300,00 \times 2 + 1 \times 315,00 \times 2 + \\ &1 \times 225,00 \times 3 + 1 \times 210,00 + 1 \times 262,50 \times 1 = 3.577,50\text{€} \end{aligned}$$

Nel caso 0 il costo di training ammonta a:

$$\begin{aligned} \text{Costo training} &= 2 \times 300,00 + 0,5 \times 300,00 \times 2 + \\ &0,5 \times 315,00 \times 2 + 0,5 \times 225,00 \times 3 = 1.552,50\text{€} \end{aligned}$$

➤ *Costo relativo all'analisi dei dati acquisiti sulla qualità*

Il processo di analisi dei dati sulla qualità è effettuato dal responsabile della qualità che impiega una settimana (5 giorni lavorativi) per svolgere tutte le operazioni relative a questa attività.

Supponendo che la risorsa impieghi lo stesso tempo per analizzare i dati relativi alle ispezioni dei semilavorati e i dati relativi alle operazioni di collaudo dell'impianto, per calcolare il tempo impiegato dalla risorsa nel caso 0, è stata operata una riduzione del 50% del tempo rispetto al caso 1.

Nel caso 1 il costo è:

$$\text{Costo analisi dati} = 5 \times 300,00 = 1.500,00\text{€}$$

Nel caso 0, invece, il costo è:

$$\text{Costo analisi dati} = 2,5 \times 300,00 = 750,00\text{€}$$

➤ *Costo dei programmi di miglioramento della qualità*

I programmi di miglioramento della qualità comprendono tutte le attività di individuazione e pianificazione dei miglioramenti da apportare al sistema di controllo della qualità in riferimento alla commessa in fase di realizzazione. Nello svolgimento di queste attività, nel caso 1, è impegnato il responsabile della qualità, che si occupa dell'analisi e dell'organizzazione dei miglioramenti all'interno di tutto il sistema qualità per una settimana lavorativa. Nella fase dedicata al collaudo finale, che ha una durata stimata di 2,5 giorni, il responsabile della qualità è supportato dal responsabile della produzione.

Nel caso 0, invece, non sono eseguite le attività relative alla redazione dei programmi di miglioramento del processo di controllo qualità relativo ai semilavorati in ingresso. Per questa ragione si è considerato un impegno del responsabile della qualità ridotto della metà rispetto al caso 1.

Il costo calcolato nel caso 1 è il seguente:

$$\begin{aligned} \text{Costo pianificazione del miglioramento qualità} &= 5 \times 300,00 + 2,5 \times 225,00 \times 1 \\ &= 2.062,50\text{€} \end{aligned}$$

Il costo calcolato nel caso 0 è il seguente:

$$\begin{aligned} \text{Costo pianificazione del miglioramento qualità} &= 2,5 \times 300,00 + 2,5 \times 225,00 \times 1 = 1.312,50\text{€} \end{aligned}$$

Il totale dei costi di pianificazione calcolato nel caso 1 è di 22.665,00€, il totale dei costi di pianificazione nel caso 0 è invece di 15.540,00€. L'aumento dei costi di prevenzione è

stato di circa il 45%: un aumento significativo assolutamente in linea con le aspettative, dovuto all'introduzione delle nuove procedure di controllo qualità.

### 3.2.2.2 Calcolo dei costi di valutazione

#### ➤ Costi dovuti alle verifiche di preproduzione

Al calcolo dei costi delle verifiche di preproduzione concorrono tutte le attività svolte dal responsabile della qualità, dal magazziniere e dal responsabile della produzione per la verifica dei piani di lavoro.

Il tempo impiegato dalle risorse, che lavorano insieme per la preparazione dello stabilimento all'avvio della produzione della commessa, è di una settimana lavorativa in entrambi i casi presi in considerazione.

Il calcolo di questo costo è stato svolto come segue:

$$\text{Costo preproduzione} = 5 \times 300,00 + 5 \times 225,00 \times 1 + 5 \times 210,00 = 3.675,00\text{€}$$

#### ➤ Costi del controllo di accettazione

Le attività svolte all'arrivo della merce impegnano il magazziniere per mezza giornata ogni volta che si consegna la merce. Assumendo che ogni fornitore consegni tutto il materiale in una sola volta e considerando la presenza di 10 fornitori impegnati per la commessa, il tempo totale speso dal magazziniere per le operazioni di accettazione degli ordini è di 5 giorni lavorativi. Indipendentemente dal fatto che i semilavorati in arrivo debbano essere stoccati nell'area di controllo qualità o nell'area di utilizzo libero, si ritiene che il tempo impiegato per lo stoccaggio del materiale risulti invariato.

Per queste ragioni non si verifica una significativa variazione, tra il caso 1 e il caso 0, del costo dovuto al controllo di accettazione che vale:

$$\text{Costo controllo accettazione} = 5 \times 210,00 = 1.050,00\text{€}$$

#### ➤ Costo dei test di accettazione in laboratorio

Per il calcolo dei costi dei test effettuati in laboratorio sui semilavorati in ingresso, è importante calcolare il tempo impiegato dal responsabile della qualità e dal magazziniere durante lo svolgimento di questo tipo di ispezioni.

Sono state, per tanto, stimate le durate medie dei singoli controlli effettuati su pezzo ( $t_i$ ), raccolte nella Tabella 3.1; durate che sono state utilizzate come base per il calcolo dei tempi totali impiegati dalle risorse.

In media il numero dei pezzi controllati si attesta attorno al 50% dei 350 pezzi totali, e di questi solo il 90% è soggetto al controllo dimensionale. Il riepilogo dei pezzi controllati per ogni tipologia di controllo è consultabile nella Tabella 3.2.

Tabella 3.2 Percentuale di pezzi controllati per ogni tipologia di controllo

Tipologia di controllo	Quantità	Codice	Visivo	Dimensionale
% di pezzi controllati rispetto ai pezzi totali ( $p_i$ )	50%	50%	50%	45%

Il valore di questo costo nel caso 1 è:

$$\text{Costo test in LAB} = 350 \times \frac{0,5 \times 2 + 0,5 \times 2 + 0,5 \times 5 + 0,45 \times 15}{60 \times 8} \times (300,00 + 210,00) = 4.183,59\text{€}$$

Nel caso 0 questo costo non è stato calcolato in quanto non sono svolti test di alcun tipo sul materiale in ingresso.

➤ *Costo del collaudo finale*

Il collaudo finale è svolto da 2 risorse della produzione alla presenza del responsabile della qualità.

Le attività di collaudo nel caso 1 prevedono delle attività di test sul funzionamento dei gruppi tecnici della durata di 2 giorni e un vero e proprio test di produzione della durata di 3 giorni, per un totale di 5 giorni di impiego delle risorse coinvolte. Il costo totale calcolato sulla base di queste informazioni è:

$$\text{Costo collaudo impianto} = 5 \times 300,00 + 5 \times 225,00 \times 2 = 3.750,00\text{€}$$

Nel caso 0, a causa del mancato rilevamento di eventuali difetti dei semilavorati nelle fasi precedenti, sono richiesti tempi di collaudo maggiori, soprattutto nelle fasi di test sul funzionamento dei gruppi tecnici. Per questa ragione si è deciso di raddoppiare il tempo impiegato per i test sui gruppi tecnici portando il tempo totale di collaudo da 5 a 7 giorni lavorativi. Il costo in questo caso è:

$$\text{Costo collaudo impianto} = 7 \times 300,00 + 7 \times 225,00 \times 2 = 5.250,00\text{€}$$

➤ *Costo di analisi dei test e di redazione della reportistica*

Le risorse coinvolte all'interno delle attività di analisi dei test e redazione della reportistica relativi alla fase immediatamente antecedente il rilascio del prodotto sono il responsabile della qualità e una risorsa dell'ufficio vendite. In particolare, questo costo comprende l'attività di registrazione dei dati dei collaudi svolta dal responsabile della qualità per 2 giornate e l'attività di analisi dei dati e verifica della corrispondenza tra questi e le richieste del cliente, svolta sempre dal responsabile della qualità supportato, in questo caso, da una risorsa dell'ufficio vendite per un giorno lavorativo. La risorsa dell'ufficio vendite dedica poi altre 8 ore alla redazione e compilazione di tutti i documenti e della reportistica del caso. Il tempo totale impiegato dalle due risorse risulta quindi essere: 3 giorni per il responsabile della qualità e 2 giorni per la risorsa dell'ufficio vendite.

Il costo di analisi dei test e di redazione della reportistica è:

$$\begin{aligned} \text{Costo analisi test e redazione reportistica} &= 3 \times 300,00 + 2 \times 375,00 \times 1 \\ &= 1.650,00\text{€} \end{aligned}$$

➤ *Costo del test delle prestazioni presso il cliente*

Il test delle prestazioni svolto presso il cliente richiede l'invio sul posto di 3 risorse di produzione per una settimana lavorativa. Le risorse devono infatti occuparsi sia del montaggio, sia del collaudo vero e proprio dell'impianto. Questo costo non è influenzato dalla presenza di un sistema di controllo della qualità per i semilavorati in ingresso, il suo valore risulta per tanto invariato nei due casi presi in considerazione.

Il valore del costo dei test presso il cliente è:

$$\text{Costo test presso il cliente} = 5 \times 3 \times (225,00 + 100,00) = 4.875,00\text{€}$$

Dove 100€/giorno è il costo totale della trasferta di una risorsa.

➤ *Costo di archiviazione dei risultati*

La risorsa che si occupa di registrare i dati relativi ai controlli e ai collaudi è il responsabile della qualità. La stima effettuata comprende i tempi di registrazione dei dati relativi a tutte le fasi del controllo qualità. Per compiere queste attività che nella realtà sono spalmate su tutta la durata della commessa, si ritiene che la risorsa impieghi mediamente 3 giorni lavorativi, equamente suddivisi nella registrazione dei dati sui controlli dei semilavorati e dei dati del collaudo. Per questo motivo nel caso 0 il tempo impiegato dal responsabile della qualità è di 1,5 giorni.

Nel caso in cui si effettui il controllo sui semilavorati il costo di archiviazione dei risultati vale:

$$\text{Costo archiviazione risultati} = 3 \times 300,00 = 900,00\text{€}$$

Nel secondo caso, in assenza del controllo dei semilavorati il costo in questione vale:

$$\text{Costo archiviazione risultati} = 1,5 \times 300,00 = 450,00\text{€}$$

Il totale dei costi di valutazione nel caso di presenza del controllo qualità dei semilavorati in ingresso è di 20.083,59€, mentre nel caso di assenza di questo controllo della qualità il totale dei costi di valutazione è di 16.950,00€. I costi di valutazione sono aumentati del 18,5% circa. L'aumento è perfettamente in linea con quello che ci si attendeva a seguito dell'introduzione del nuovo sistema di controllo della qualità

### 3.2.2.3 Calcolo dei costi di fallimento interno

➤ *Costo degli scarti*

Per calcolare il costo degli scarti, ossia il costo dei pezzi rottamati, è necessario conoscere il numero di pezzi non conformi, il numero di pezzi resi al fornitore e il numero di pezzi sottoposti a rilavorazione. Queste quantità sono state individuate grazie ai dati forniti dall'azienda e riportate nella Tabella 3.3.

Tabella 3.3 Dati utili per il calcolo del costo degli scarti

Dato	Valore
No. pezzi non conformi	28
No. resi	19
No. pezzi rilavorati	9

Si è ritenuto opportuno lasciare invariato il numero dei pezzi non conformi, il numero dei resi al fornitore e il numero dei pezzi rilavorati sia nel caso 1 che nel caso 0, poiché si ritiene che, nonostante l'assenza di un controllo della qualità posto a monte della linea di produzione, i pezzi non conformi sarebbero comunque individuati in fase di assemblaggio e di collaudo dell'impianto finito.

Il valore di questa voce di costo è:

$$\text{Costo scarti} = (28 - 19 - 9) \times 350 = 0,00\text{€}$$

Il costo degli scarti nell'azienda in questione è nullo poiché tutti i materiali non conformi che non possono essere rilavorati sono restituiti al fornitore.

➤ *Costo di sostituzione dei pezzi scartati*

Per calcolare il costo di sostituzione dei pezzi scartati si suppone, dall'analisi di diverse commesse prese in considerazione, che, in media, i pezzi provengono da 4 diversi

fornitori, e che una risorsa dell'ufficio acquisti impieghi mezza giornata per sbrigare le pratiche di reso relative ad ogni fornitore. In totale il tempo impiegato sarà di 2 giorni lavorativi.

Valgono inoltre le stesse considerazioni effettuate per il calcolo del precedente costo, nel caso di assenza di un controllo qualità dei semilavorati ricevuti dai fornitori.

Il costo totale sostenuto dall'azienda per la sostituzione dei pezzi scartati è:

$$\text{Costo sostituzione scarti} = 2 \times 300,00 \times 1 = 600,00\text{€}$$

➤ *Costo di rilavorazione dei pezzi difettosi*

Il tempo impiegato dalle risorse di produzione per la rilavorazione di un pezzo difettoso è stato stimato di 30 minuti.

Considerando che, il processo di rilavorazione necessita di due risorse della produzione e che in media 9 pezzi necessitano di rilavorazione, si è calcolata la durata totale di questa attività come segue:

$$\text{Durata totale rilavorazioni} = \frac{9 \times 30}{60 \times 8} = 0,55 \text{ giorni}$$

Alla luce di questa informazione ottenuta è stato possibile calcolare il costo delle rilavorazioni:

$$\text{Costo rilavorazione} = 0,55 \times 225,00 \times 2 = 246,09\text{€}$$

Anche in questo caso valgono le considerazioni sulla presenza/assenza del controllo qualità dei semilavorati in ingresso fatte per i due costi precedenti.

➤ *Costo di analisi dei difetti e risoluzione dei problemi*

Il costo dell'analisi dei difetti e risoluzione dei problemi vede impegnato, in primo luogo, il responsabile della qualità che nella fase di analisi dei difetti e delle non conformità, della durata di una settimana lavorativa, è affiancato dal responsabile di produzione. Successivamente il responsabile della qualità deve definire quali sono le azioni da intraprendere in merito all'analisi effettuata. Questo processo di definizione del piano di azione impegna la risorsa per un'altra settimana lavorativa.

In sintesi, il responsabile della qualità è impegnato per 10 giorni, mentre il responsabile della produzione è impegnato solamente per la metà del tempo.

Il costo, calcolato di seguito segue, vale:

$$\text{Costo analisi difetti} = 10 \times 300,00 + 5 \times 225,00 \times 1 = 4.125,00\text{€}$$

Poiché, i difetti, se non sono rilevati attraverso una fase di controllo qualità a monte della linea, sono rilevati nelle fasi di assemblaggio e collaudo, il costo è lo stesso sia nel caso 1, sia nel caso 0.

➤ *Costo di inadempimento dei fornitori*

Nel caso in cui un fornitore risulti inadempiente si avviano una serie di attività che portano ad un aumento dei costi per l'azienda:

- Una risorsa dell'ufficio acquisti deve cercare un nuovo fornitore, contattarlo, sbrigare le pratiche necessarie per effettuare il nuovo ordine e per questo impiega in media 4 giorni;
- Una risorsa del team di gestione dei progetti deve riprogettare una parte della commessa e per questo impiega 2 giorni;
- È necessario rivedere il piano di controllo qualità per la merce in ingresso e per questo il responsabile della qualità impiega 2 giorni;

- Il responsabile della produzione impiega 2 giorni per aggiornare il piano di produzione
- Il magazziniere impiega una giornata per stoccare la nuova merce in arrivo

Il costo totale in questo caso è differente a seconda del fatto che consideriamo o no la presenza di un controllo della qualità della merce in ingresso.

Nello specifico per il caso 1 il costo totale dovuto all' inadempimento dei fornitori è:

$$\begin{aligned} \text{Costo inadempimento fornitori} &= 4 \times 300,00 \times 1 + 2 \times 300,00 + \\ &2 \times 315,00 \times 1 + 2 \times 225,00 \times 1 + 1 \times 210,00 = 3.090,00\text{€} \end{aligned}$$

Nel caso 0 invece, l'unica differenza è il tempo impiegato dal responsabile della qualità. Non essendoci infatti un controllo da effettuare sulla merce in ingresso, la risorsa non deve essere considerata all'interno di questo costo.

Il valore del costo dovuto all'inadempimento dei fornitori nel caso 0 è:

$$\begin{aligned} \text{Costo inadempimento fornitori} &= 4 \times 300,00 \times 1 + 2 \times 315,00 \times 1 + \\ &2 \times 225,00 \times 1 + 1 \times 210,00 = 2.490,00\text{€} \end{aligned}$$

➤ *Costo per le richieste di modifica da parte del cliente*

Anche nel caso di richieste di modifica al progetto sono coinvolte una serie di risorse in diverse attività:

- Una risorsa dell'assistenza alle vendite impiega in media un totale di 3 giorni lavorativi in cui è incluso in tempo in cui la risorsa è in contatto con il cliente e il tempo che la stessa impiega per registrare e comunicare le modifiche richieste dal cliente;
- Una risorsa dell'ufficio acquisti è impegnata in media per 8 ore nel reperimento del materiale che serve ad apportare le modifiche richieste dal cliente;
- Una risorsa del team di gestione dei progetti è impegnata per una giornata a modificare i piani di lavoro della commessa;
- Il responsabile della qualità è impegnato per un giorno nella revisione dei piani di controllo qualità per i nuovi pezzi ordinati;
- Il responsabile della produzione è impegnato per 2 giorni nella revisione e comunicazione del nuovo piano di lavoro;
- Una risorsa della progettazione è impegnata per una settimana lavorativa nella fase di design dei nuovi pezzi da ordinare.

Il costo calcolato in presenza di un sistema di controllo qualità del materiale ricevuto dai fornitori è:

$$\begin{aligned} \text{Costo modifiche cliente} &= \\ &3 \times 187,50 \times 1 + 1 \times 300,00 + 1 \times 300,00 \times 1 + 1 \times 315,00 \times 1 + \\ &2 \times 225,00 \times 1 + 1 \times 210,00 + 5 \times 262,50 \times 1 = 3.450,00\text{€} \end{aligned}$$

Nel caso in cui il sistema di controllo a monte della linea di produzione fosse assente, è necessario eliminare il tempo impiegato per la progettazione del controllo dei nuovi pezzi da parte del responsabile della qualità. Il costo così calcolato sarebbe:

$$\begin{aligned} \text{Costo modifiche cliente} &= \\ &3 \times 187,50 \times 1 + 1 \times 300,00 \times 1 + 1 \times 315,00 \times 1 + 2 \times 225,00 \times 1 + \\ &1 \times 210,00 + 5 \times 262,50 \times 1 = 3.150,00\text{€} \end{aligned}$$

➤ *Costo di downgrade*

Dalle analisi effettuate su alcune commesse realizzate dall'azienda è stato stimato che la percentuale media di sconto concesso per ragioni riconducibili alla scarsa qualità è il 4% del valore a preventivo della commessa, nel caso 1, mentre nel caso 0 il valore dello sconto è dell'8% del valore preventivato.

Posto che il valore del preventivo di una commessa è 350.000,00€, il costo di downgrade è di:

$$\text{Costo downgrade} = 0,04 \times 350.000,00 = 14.000,00\text{€}$$

nel caso 1, mentre nel caso 0 il costo di downgrade vale:

$$\text{Costo downgrade} = 0,08 \times 350.000,00 = 28.000,00\text{€}$$

➤ *Costo dovuto al fermo della linea di produzione*

Il costo di inattività della produzione comprende il costo del tempo impiegato da una risorsa del team di gestione dei progetti per ridefinire i piani di lavoro della commessa, e dal costo del tempo in cui la linea di produzione è ferma.

Nel caso 1 la risorsa di gestione dei progetti impiega in media un tempo totale di 8 ore sull'intera commessa per ridefinire i piani di lavoro, mentre i costi relativi al reparto produzione e assemblaggio sono di 5 lavoratori fermi per circa 10 giorni totali sull'intero tempo di produzione della commessa. Il valore del costo così ottenuto è di:

$$\text{Costo fermo linea} = 1 \times 315,00 \times 1 + 10 \times 225,00 \times 5 = 11.565,00\text{€}$$

Nel caso 0, a causa di fermi della linea più frequenti, dovuti al ritrovamento di pezzi difettosi, il team della gestione dei progetti impiega in totale 24 ore per la ridefinizione dei piani di lavoro; inoltre, sempre per la stessa ragione, è triplicato anche il tempo di fermo della linea di produzione e assemblaggio passando così a 30 giorni lavorativi.

Il nuovo costo ottenuto è:

$$\text{Costo fermo linea} = 3 \times 315,00 \times 1 + 30 \times 225,00 \times 5 = 34.695,00\text{€}$$

Il costo totale dovuto al fallimento interno è di 37.076,00€ nel caso di presenza di un sistema di controllo qualità per i semilavorati in ingresso, mentre nel caso di assenza di questo controllo il costo di fallimento interno è di 73.306,09€. La riduzione dei costi di fallimento interno è stata di circa il 50% grazie all'introduzione del nuovo sistema di controllo qualità.

### **3.2.2.4 Calcolo dei costi di fallimento esterno**

➤ *Costo di reclami e contestazioni*

Nel calcolo del costo di gestione dei reclami è identificata una sola risorsa del reparto di assistenza alle vendite, che si occupa di questa attività per 24 ore in totale. Il valore del costo è:

$$\text{Costo reclami} = 3 \times 187,50 \times 1 = 562,50\text{€}$$

➤ *Costo dovuto alle richieste di adempimento della garanzia*

Nel calcolo del costo di adempimento della garanzia rientrano tutte le spese di riparazione dell'impianto fornite dall'azienda al cliente per l'anno successivo alla messa in produzione dell'impianto stesso.

Delle riparazioni si occupano 3 risorse della produzione inviate presso la sede del cliente per un totale di 10 giornate. Secondo le stime dell'azienda nel periodo di garanzia si effettuano 2 interventi di manutenzione della durata di una settimana.

Al costo del personale si deve aggiungere un costo di 100€/giorno per dipendente, dovuto alla trasferta, e le spese di gestione da parte del reparto assistenza alle vendite della richiesta di intervento, che vede impegnata una risorsa per la durata totale di 2 giornate (una per ogni intervento richiesto).

Il costo totale per le richieste di adempimento della garanzia è calcolato di seguito:

$$\begin{aligned} \text{Costo adempimento garanzia} &= 2 \times 1 \times 187,50 + \\ &10 \times 3 \times (225,00 + 100,00) = 10.325,00\text{€} \end{aligned}$$

Nessuno dei costi di fallimento esterno individuati varia a seconda che ci si trovi nel caso 1 o nel caso 0, non essendo né il costo di gestione dei reclami, né il costo dovuto alla riparazione dell'impianto presso il cliente, collegato in alcun modo agli effetti della presenza o assenza di un sistema di controllo della qualità per i semilavorati in ingresso. Di conseguenza, il costo totale di fallimento esterno è in entrambi i casi di 10.887,50€.

Analogamente a quanto ci si aspettava a seguito di un moderato aumento dei costi di prevenzione e valutazione si è verificata un'importante riduzione dei costi di fallimento. La rappresentazione dei risultati con i relativi commenti sono affrontati nel capitolo successivo.

## Capitolo 4 Analisi dei risultati, conclusioni e sviluppi futuri

Al fine di calcolare e analizzare agevolmente le singole voci di costo è stato predisposto un foglio di calcolo che permettesse di raccogliere e aggregare tutti i risultati ottenuti.

### 4.1 Presentazione e analisi dei risultati

In uno studio effettuato dalla Harvard Business School nel 1972, in merito ad un progetto denominato “The profit impact of market strategy”, si evidenzia che, per un’azienda, la scelta strategica che paga di più è proprio l’implementazione della qualità. Infatti, il costo di un errore rilevato a valle del processo produttivo è cinque volte più elevato dello stesso costo individuato dall’azienda nelle fasi iniziali. Ed è proprio questo quello che emerge dall’analisi svolta nel presente lavoro di tesi: rilevare le non conformità nelle fasi preliminari all’assemblaggio e al collaudo dell’impianto permettono un risparmio rilevante dei costi.

Teoricamente, un’impresa decide di introdurre un sistema di controllo della qualità perché è consapevole che ad un incremento modesto dei costi di prevenzione e valutazione, corrisponde una ben più ingente riduzione dei costi di fallimento, determinando nella valutazione complessiva un decremento dei costi totali e dunque un risparmio per l’azienda. È a seguito di questa disamina che la PMI in questione ha intrapreso la decisione di rafforzare le attività incentrate sulla qualità.

In particolare, nel caso studio in esame si riterranno rilevanti le variazioni di costo superiori al 5%.

Come è possibile notare dalla Tabella 4.1, che sintetizza i valori delle singole voci di costo della qualità individuate e calcolate al capitolo precedente, l’introduzione del sistema di controllo qualità ha permesso all’azienda di risparmiare circa 26.000€ rispetto ai costi totali della qualità riferiti alla commessa (approssimativamente il 22%). Il valore più elevato dei costi di fallimento nel caso 0 riguarda tutti i costi generati da una mancata individuazione delle non conformità prima dell’avvio della produzione.

Nel caso specifico, come si evidenzia dalla Tabella 4.2, che raccoglie le variazioni percentuali dei costi dovute all’introduzione del controllo della qualità dei semilavorati in ingresso, l’incremento dei costi di prevenzione di circa il 46% e quello dei costi di valutazione del 18,5%, sono stati compensati dalla riduzione del costo di fallimento del 50% circa.

Le voci di costo che hanno maggiormente subito l’effetto positivo dovuto all’avvio del sistema di controllo qualità per i semilavorati sono:

- Il costo di downgrade, che si è ridotto del 50%, passando da un valore di 28.000,00€ nel caso 0 a un valore di 14.000,00€ nel caso 1. Questa riduzione è dovuta alla concessione di una quota più bassa di sconto al cliente a causa di eventuali problemi dovuti alla scarsa qualità;
- Il costo di inattività della linea, che passando da un valore di poco più di 34.500,00€ ad un valore di appena 11.500,00€, ha subito una riduzione del 67% circa. Le ragioni sottostanti alla diminuzione del valore di questa voce di costo sono da ricercare nella sostanziale riduzione dei tempi di attesa dovuti al ritrovamento di pezzi difettosi nelle fasi di assemblaggio e di collaudo dell’impianto.

Osservando ancora i dati in Tabella 4.1 e in Tabella 4.2, le voci di costo che hanno subito più di tutti l'effetto negativo dell'inserimento del nuovo sistema di controllo qualità sono:

- Il costo della pianificazione della qualità che è aumentato del 92% passando da un valore di poco meno di 4.000,00€ ad un valore di 7.500,00€, a causa del maggior impiego di tempo riservato alla progettazione dei piani di controllo qualità anche per i semilavorati in ingresso;
- Il costo della formazione relativa alla qualità, che è aumentato del 130%, passando da un valore di circa 1.500,00€ ad un valore che supera i 3.500,00€ a causa del maggior numero di ore impiegate dalle risorse per apprendere le modalità con cui applicare i piani relativi al sistema di controllo qualità dei semilavorati;
- Il costo relativo al processo di analisi dei dati da parte del responsabile della qualità, che ha subito un incremento del 100%, passando da 750,00€ a 1.500,00€. Si è infatti considerato una mole di dati da analizzare che è pressoché raddoppiata, con un consecutivo raddoppio del tempo impiegato dalla risorsa.

Tabella 4.1 Riepilogo del calcolo dei costi della qualità

	Costo	Valore (Caso 1)	Valore (Caso 0)
P	Pianificazione della qualità	7.500,00 €	3.900,00 €
	Revisione della qualità e verifica della progettazione	1.125,00 €	1.125,00 €
	Valutazione e scelta dei fornitori	6.900,00 €	6.900,00 €
	Training della qualità	3.577,50 €	1.552,50 €
	Analisi dei dati acquisiti sulla qualità	1.500,00 €	750,00 €
	Programmi di miglioramento della qualità	2.062,50 €	1.312,50 €
	<b>TOTALE</b>	<b>22.665,00 €</b>	<b>15.540,00 €</b>
A	Verifiche di preproduzione	3.675,00 €	3.675,00 €
	Controllo di accettazione	1.050,00 €	1.050,00 €
	Test di accettazione in laboratorio	4.183,59 €	0,00 €
	Collaudo finale	3.750,00 €	5.250,00 €
	Analisi e reportistica dei test e dei risultati delle ispezioni	1.650,00 €	1.650,00 €
	Test delle prestazioni presso il cliente	4.875,00 €	4.875,00 €
	Archiviazione dei risultati	900,00 €	450,00 €
	<b>TOTALE</b>	<b>20.083,59 €</b>	<b>16.950,00 €</b>
F(I)	Scarti	0,00 €	0,00 €
	Sostituzione	600,00 €	600,00 €
	Rilavorazione	246,09 €	246,09 €
	Risoluzione dei problemi o analisi dei difetti / guasti	4.125,00 €	4.125,00 €
	Inadempimento dei fornitori	3.090,00 €	2.490,00 €
	Richieste di modifica	3.450,00 €	3.150,00 €
	Downgrade	14.000,00 €	28.000,00 €
	Tempo di inattività	11.565,00 €	34.695,00 €
	<b>TOTALE</b>	<b>37.076,09 €</b>	<b>73.306,09 €</b>
F(E)	Reclami e contestazioni	562,50 €	562,50 €
	Richieste di adempimento della garanzia	10.325,00 €	10.325,00 €
	<b>TOTALE</b>	<b>10.887,50 €</b>	<b>10.887,50 €</b>
<b>TOTALE GENERALE</b>		<b>90.712,19 €</b>	<b>116.683,59 €</b>

Tabella 4.2 Variazione percentuale dei costi a seguito dell'introduzione del controllo qualità per i semilavorati in ingresso

	Costo	Variazione %
P	Pianificazione della qualità	92,31%
	Revisione della qualità e verifica della progettazione	0,00%
	Valutazione e scelta dei fornitori	0,00%
	Training della qualità	130,43%
	Analisi dei dati acquisiti sulla qualità	100,00%
	Programmi di miglioramento della qualità	57,14%
	<b>TOTALE</b>	<b>45,85%</b>
A	Verifiche di preproduzione	0,00%
	Controllo di accettazione	0,00%
	Test di accettazione in laboratorio	-100,00%
	Collaudo finale	-28,57%
	Analisi e reportistica dei test e dei risultati delle ispezioni	0,00%
	Test delle prestazioni presso il cliente	0,00%
	Archiviazione dei risultati	100,00%
	<b>TOTALE</b>	<b>18,49%</b>
F(I)	Scarti	0,00%
	Sostituzione	0,00%
	Rilavorazione	0,00%
	Risoluzione dei problemi o analisi dei difetti / guasti	0,00%
	Inadempimento dei fornitori	24,10%
	Richieste di modifica	9,52%
	Downgrade	-50,00%
	Tempo di inattività	-66,67%
<b>TOTALE</b>	<b>-49,42%</b>	
F(E)	Reclami e contestazioni	0,00%
	Richieste di adempimento della garanzia	0,00%
	<b>TOTALE</b>	<b>0,00%</b>

Dall'analisi effettuata sui costi della qualità risulta evidente che nel caso 0, in cui non è presente un sistema di controllo qualità per i semilavorati in ingresso, la quota più rilevante di costo è quella riservata ai costi di fallimento; costi che, come evidenziato dalla Figura 4.1 valgono circa il 63% del costo totale della qualità. A seguito dell'implementazione del sistema di controllo della qualità per i semilavorati, si verifica una sostanziale riduzione di questa categoria di costi, con una quota che si riduce passando al 41% circa del costo totale (Figura 4.2).

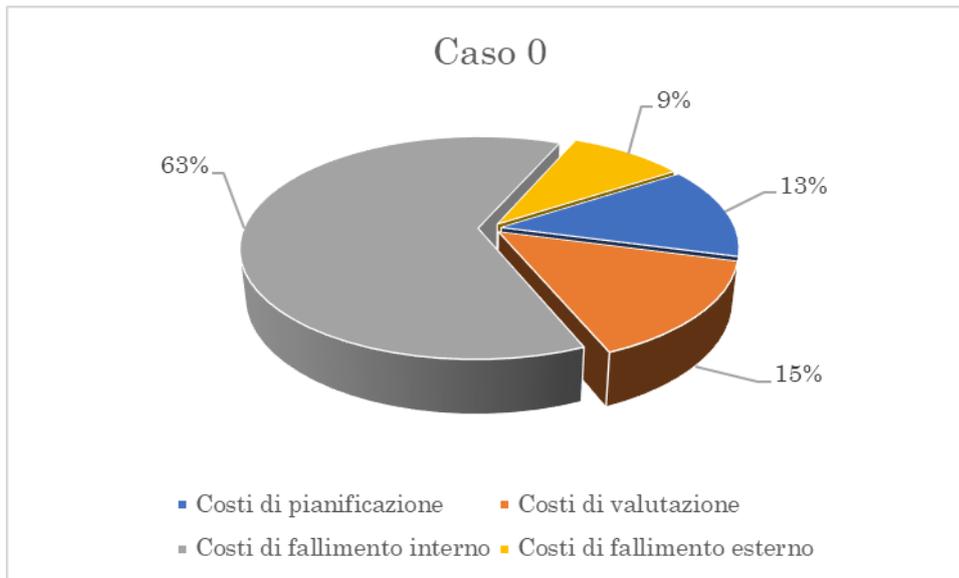


Figura 4.1 Quote delle categorie dei costi della qualità. Caso 0

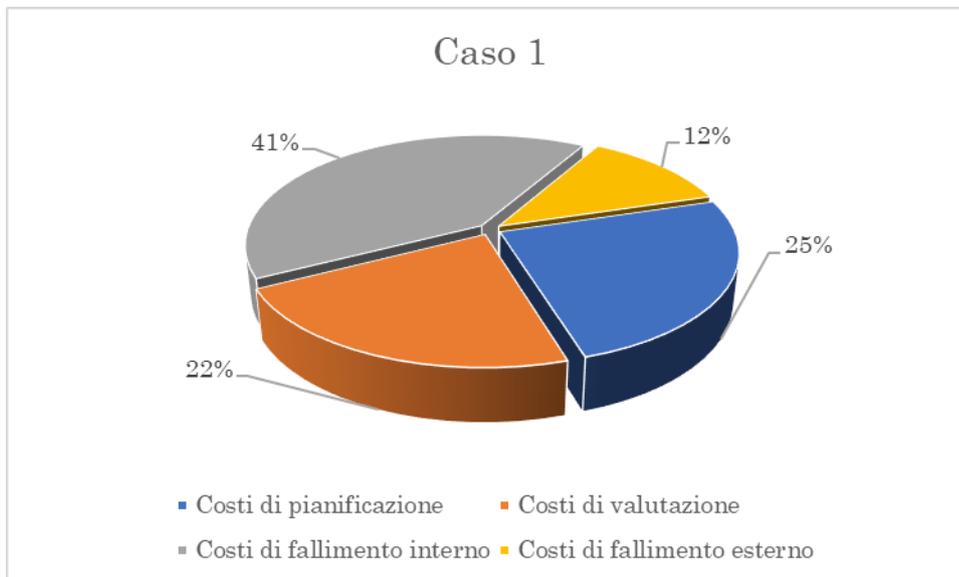


Figura 4.2 Quote delle categorie dei costi della qualità. Caso 1

Ai fini delle considerazioni effettuate, tutte le variazioni dei costi rilevate dal modello sono da considerarsi rilevanti.

## 4.2 Conclusioni e sviluppi futuri

Tale lavoro di tesi è stato sviluppato con l'intento di valutare l'impatto dell'introduzione di un sistema di controllo qualità a monte della linea di produzione.

I risultati ottenuti dimostrano che implementare un sistema di controllo della qualità per i semilavorati in ingresso, permette, nonostante l'aumento dei costi di prevenzione e di valutazione, una riduzione dei costi di fallimento tale da far risparmiare all'azienda il 22% rispetto ai costi della qualità.

Nonostante il notevole risparmio, il valore che preoccupa di più a seguito dell'analisi effettuata è quello dei costi di fallimento interno che ancora oggi vale più del 40% del totale dei costi della qualità in cui si incorre durante la realizzazione di una commessa.

Al netto di tutte le considerazioni, non sono trascurabili le criticità insite nel modello PAF e già dibattute nei capitoli precedenti, motivo per cui per un'analisi più accurata sarebbe necessario adottare uno degli altri modelli proposti in letteratura magari prendendo in considerazione tutti i costi aziendali e non soltanto quelli relativi ad una singola commessa realizzata.

Quando il nuovo sistema di controllo qualità in ingresso sarà entrato a regime, e a seguito del completamento delle procedure di trasformazione aziendale a cui la PMI analizzata sta andando incontro, sarà possibile effettuare un'analisi simile a quella presentata in questo lavoro, ma con l'apporto di una serie di miglioramenti che saranno indicati di seguito.

Al fine di superare i limiti principali del modello PAF, si suggerisce l'applicazione di un modello ibrido che integri il modello dei costi di processo e il modello dei costi intangibili. In questo modo sarà possibile fondere i principali vantaggi dei modelli in questione in modo da sopperire alle principali mancanze del presente studio:

- I costi sono stati considerati in termini generici, senza concentrare l'attenzione sui processi. In questo modo è difficile identificare i punti precisi in cui intervenire per operare un'ulteriore riduzione dei costi;
- Non sono stati considerati i costi intangibili, che secondo alcuni studi di Giakatis e di Malchi et al, entrambi pubblicati 2001, risultano avere un impatto, sulla riduzione dei costi totali, tre volte maggiore rispetto a quello dei costi tradizionali.

Quello che si propone nello specifico è di analizzare tutti i processi aziendali, calcolando per ogni punto del processo i costi delle conformità e delle non conformità. In questo modo sarà possibile ottenere una fotografia chiara della situazione di ogni processo aziendale.

Dopo aver individuato i punti dei processi che presentano criticità, sarà possibile intervenire tempestivamente e in modo mirato per poterle risolvere.

Si ritiene, inoltre, di fondamentale importanza svolgere un'analisi approfondita relativa ai costi intangibili che sono raramente presi in considerazione a causa delle numerose difficoltà che si incontrano nella loro individuazione e stima.

È chiaro che un'analisi di questo tipo sarebbe notevolmente costosa, sia in termini di tempo impiegato, sia in termini di costi delle risorse, ma si ritiene che potrebbe essere importante al fine di apportare sostanziali miglioramenti a tutta l'organizzazione aziendale.

## **Bibliografia**

- Bamford D. R., Land N., 2006, "The application and use of the PAF quality costing model within a footwear company", *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 23, n. 3; pp. 265-278.
- BS 6143-1:1981, The determination and use of quality related costs.
- BS 6143-2:1990, Guide to the economics of quality.
- Crosby P. B., 1979, *Quality is free: making quality certain in uncertain times*, McGraw-Hill.
- Feigenbaum A.V., 1956, "Total quality control", *Harvard Business Review*, vol. 34, n. 6; p. 93.
- Fine C. H., 1986, "Quality improvement and learning in productive systems", *Management Science*, vol. 32, n. 10, pp. 1301-1315.
- Garvin D. A., 1987, "Competing on the Eight Dimensions of Quality", *Harvard Business Review*.
- Giakatis G., Rooney E. M., 2000, "The use of quality costing to trigger process improvement in an automotive company", *Total Quality Management*, vol. 11, n. 2, pp. 155-170.
- Goulden C., Rawlins L., 1995, "A hybrid model for process quality costing", *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 12, n. 8, pp. 32-47.
- Juran J. M., 1951, *Quality Control Handbook*, 1st ed., McGraw-Hill.
- Montgomery D. C., 2006, *Controllo statistico della qualità*, 2nd ed., McGraw-Hill.
- Omar M. K., Murgan S., 2014, "An improved model for the cost of quality", *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 31, n. 4, pp. 395-418.
- Psomas E. et al., 2018, "Cost of quality measurement in food manufacturing companies: the Greek case", *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 67, n. 9, pp. 1882-1900.
- Pursglove A. B., Dale B. G., 1995, "Developing a Quality Costing System: Key Features and Outcomes", *Omega - The International Journal of Management Science*, vol. 23., n. 5, pp. 567-575.
- Reeves C. A., Bednar D. A., 1994, "Defining quality: alternatives and implications", *Academy of Management Review*, vol. 19, n. 3, pp. 419-445.
- Sandoval-Chávez D. A., Beruvides M. G., 2007, "Using opportunity costs to determine the cost of quality: A case study in a continuous-process industry", *The Engineering Economist*, vol. 43, n.2, pp. 107-124.
- Schiffauerova A., Thomson V., 2006, "A review of research on cost of quality model and best practices", *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 23, n. 6, pp. 647-669.
- Sinieska V., Daunoriene A., Zekeviciene A., 2013, "Hidden Costs in the Evaluation of Quality Failure Costs", *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, vol. 24, n. 3, pp. 176-186.
- Tsai W., 1998, "Quality cost measurement under activity-based costing", *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 15, n. 7, pp. 719-752.

Vaxevanidis N. M., Petropoulos G., 2008, "A literature survey of cost of quality models", *Journal Of Engineering*, vol. 4, n. 3, pp. 1584 – 2673.

## Appendice A

### Riferimenti alle formule relative al calcolo dei costi

$T_{RQ}$  = tempo impiegato dal responsabile della qualità per svolgere le attività

$T_D$  = tempo impiegato da una risorsa dell'ufficio progettazione per svolgere le attività

$T_{AC}$  = tempo impiegato da una risorsa dell'ufficio acquisti per svolgere le attività

$T_{GP}$  = tempo impiegato da una risorsa del team di gestione dei progetti per svolgere le attività

$T_P$  = tempo impiegato da una risorsa di produzione per svolgere le attività

$T_M$  = tempo impiegato dal magazziniere per svolgere le attività

$T_V$  = tempo impiegato da una risorsa del reparto vendite per svolgere le attività

$T_{AV}$  = tempo impiegato da una risorsa dell'ufficio di assistenza alle vendite per svolgere le attività.

$W_{RQ}$  = stipendio medio giornaliero del responsabile della qualità

$W_D$  = stipendio medio giornaliero di una risorsa dell'ufficio progettazione

$W_{AC}$  = stipendio medio giornaliero di una risorsa dell'ufficio acquisti

$W_{GP}$  = stipendio medio giornaliero di una risorsa del team di gestione dei progetti

$W_P$  = stipendio medio giornaliero di una risorsa di produzione

$W_M$  = stipendio medio giornaliero del magazziniere

$W_V$  = stipendio medio giornaliero di una risorsa del reparto vendite

$W_{AV}$  = stipendio medio giornaliero di una risorsa dell'ufficio di assistenza alle vendite

$n_D$  = numero di risorse dell'ufficio progettazione impegnate nelle attività

$n_{AC}$  = numero di risorse dell'ufficio acquisti impegnate nelle attività

$n_{GP}$  = numero di risorse del team di gestione dei progetti impegnate nelle attività

$n_P$  = numero di risorse di produzione impegnate nelle attività

$n_V$  = numero di risorse del reparto vendite impegnate nelle attività

$n_{AV}$  = numero di risorse dell'ufficio di assistenza alle vendite impegnate nelle attività

### Costo di trasferta

Il costo di trasferta è composto come segue:

- 40€/giorno come indennità di trasferta;
- 15€/pasto per ogni giorno di trasferta;
- 30€/giorno per il pernottamento;

Il costo totale di trasferta è, per tanto:

$$\text{Costo di trasferta} = 40,00 + 2 \times 15,00 + 30,00 = 100\text{€/giorno}$$

### **Stipendi medi giornalieri delle risorse appartenenti alle funzioni aziendali**

Lo stipendio medio giornaliero è calcolato facendo una media di tutti gli stipendi delle risorse di una funzione.

Risorsa	Stipendio medio giornaliero
Direzione	645,00€
Amministrazione	225,00€
Acquisti	300,00€
Assistenza alle vendite	187,50€
Vendite	375,00€
Preventivazione	360,00€
Gestione dei progetti	315,00€
Qualità	300,00€
Produzione	225,00€
Ricambi-Documentazione	210,00€
Magazzino	210,00€
Ricerca e sviluppo	375,00€
Progettazione & IT admin	225,00€
Progettazione	262,50€