

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

Revisione e ottimizzazione del processo di
controllo della qualità presso Nuova CD



Relatore

prof. Maurizio Galetto

Candidato

Martina Minonne

Marzo 2018

A mia mamma.

A mio papà.

SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	1
CAPITOLO 1 : IL CONCETTO DI QUALITÀ	3
1.1. DEFINIZIONE DI QUALITÀ.....	3
1.2. I COSTI E I BENEFICI DELLA QUALITÀ.....	6
1.2.1. I Costi	6
1.2.2. I Benefici.....	7
1.3. CENNI SULLA NORMATIVA.....	8
<i>Che cosa è un Sistema di Gestione per la Qualità?</i>	8
CAPITOLO 2 : I CONTROLLI	13
2.1. IL CONTROLLO CAMPIONARIO	13
2.2. I PIANI DI CAMPIONAMENTO.....	15
2.2.1. I Piani di Campionamento per Attributi.....	17
IL PIANO DI CAMPIONAMENTO SEMPLICE	19
IL PIANO DI CAMPIONAMENTO DOPPIO	21
IL PIANO DI CAMPIONAMENTO MULTIPLA	23
2.2.2. I Piani di Campionamento per Variabili.....	23
2.3. IL CONTROLLO STATISTICO DI PROCESSO	25
2.3.1. La variabilità del processo	26
<i>Dimensione del campione e frequenza di campionamento</i>	<i>29</i>
CAPITOLO 3 : L'AZIENDA.....	32
3.1. IL CONTROLLO DI QUALITÀ IN NUOVA CD	34
3.1.1. Descrizione del processo	34
3.1.2. Le problematiche riscontrate	36
CAPITOLO 4 : LA SOLUZIONE	39
4.1. IL PROGETTO	39
4.2. OBIETTIVI	39
4.3. RACCOLTA DATI.....	40
4.3.1. Il software Arxivar	40
4.3.2. Implementazione in Arxivar	43
4.4. IMPLEMENTAZIONE ANALISI	50
4.4.1. Il software Board.....	50
4.4.2. Caso di esempio - Controlli sulle capsule del caffè.....	51
4.4.3. Materiale Utilizzato	54
4.4.4. Implementazione in Board.....	55

<i>Analisi sul peso della capsula</i>	62
<i>Analisi sulla dose erogata</i>	65
<i>Analisi del tempo di erogazione</i>	66
CAPITOLO 5 : ANALISI DEI TEMPI E DEI COSTI	70
5.2 ANALISI DEI COSTI E DEI RICAVI	72
CAPITOLO 6 : IL CASO	74
6.1. PRIMO CASO DI STUDIO: CONFEZIONE CIOCCOLATINI	76
6.1.1. <i>Controllo degli attributi delle confezioni</i>	77
6.1.2. <i>Controllo del peso delle confezioni</i>	92
6.2. SECONDO CASO DI STUDIO: CALZA DELLA BEFANA	111
6.2.1. <i>Controllo degli attributi della calza</i>	111
6.2.2. <i>Controllo del peso delle confezioni</i>	126
CAPITOLO 7 : CONCLUSIONI E PUNTI APERTI	145
PUNTI APERTI	147

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1 - Il processo di miglioramento della qualità.....	4
Figura 1.2 - La spirale della qualità.....	6
Figura 1.3 - Modello di sistema di gestione per la qualità basato sui processi. Fonte: UNI EN ISO 9001:2000.....	11
Figura 2.1 - Flusso del processo di campionamento.....	15
Figura 2.2 - Curva Operativa Caratteristica ideale	17
Figura 2.3 - Curva Operativa Caratteristica.....	18
Figura 2.4 - Piano di campionamento semplice.....	20
Figura 2.5 - Ispezione con rettifica.....	20
Figura 2.6 - Piano di campionamento doppio.....	22
Figura 2.7 - Diagramma della variabilità.....	27
Figura 2.8 - Schema tipologia carte di controllo	30
Figura 3.1 - Il processo di packaging in Nuova CD	34
Figura 3.2 - Il processo di controllo in Nuova CD	35
Figura 4.1 - Ciclo di lavoro previsto dal progetto	40
Figura 4.2 - Finestra di inserimento dei criteri di ricerca con selezione sui campi di profilo	43
Figura 4.3 - I task.....	43
Figura 4.4 - Workflow Arxivar.....	46
Figura 4.5 - Maschera di profilazione	47
Figura 4.6 - Compilazione foglio dei controlli.....	48
Figura 4.7 - Schermata Arxivar	49
Figura 4.8 - Processo di controllo delle capsule.....	53
Figura 4.9 - Postazione di lavoro.....	54
Figura 4.10 - Architettura di Board	55
Figura 4.11 - Definizione delle entità in Board.....	58
Figura 4.12 - Definizione delle relazioni in Board.....	58
Figura 4.13 - Definizione degli InfoCubi in Board	59
Figura 4.14 - Dataview peso capsula Max-Min.....	62
Figura 4.15 - Indici peso capsula.....	63
Figura 4.16 - Grafico peso medio capsula per postazione.....	64
Figura 4.17- Grafico peso medio capsula per giorno	64
Figura 4.18 - Dataview dose erogata Min-Max e dose erogata media	65
Figura 4.19 - Grafico dose erogata su singola macchinetta.....	66
Figura 4.20 - Difetti per postazione.....	66
Figura 4.21 - Difetti per tipologia difetto	67

Figura 4.22 - Diagramma a torta sulla percentuale di difetti presenti	68
Figura 4.23 - Numero di difetti per postazione.....	68
Figura 4.24 - Grafico sulla percentuale dei difetti per postazione.....	69
Figura 4.25 - Grafico sulla percentuale dei difetti per postazione.....	69
Figura 4.26 - Label selector e numero di difetti	69
Figura 6.1 - Campionamento pesi.....	75
Figura 6.2 - Campionamento pesi.....	76
Figura 6.3 - Il processo di imballaggio delle confezioni di cioccolatini.....	76
Figura 6.4 - Tablet interfaccia file raccolta dati	77
Figura 6.5 - Curva operativa caratteristica del piano di campionamento delle confezioni dei cioccolatini	82
Figura 6.6 - Curva operativa caratteristica piano di campionamento proposto	86
Figura 6.7 - Curva operativa caratteristica piano di campionamento proposto	87
Figura 6.8 - Curva operativa piani di campionamento esaminati.....	88
Figura 6.9 - Curva operativa caratteristica cartoni/espositori.....	89
Figura 6.10 - Curva operativa caratteristica cartoni/espositori.....	92
Figura 6.11 - Tablet interfaccia file raccolta dati	93
Figura 6.12 - Istogramma e Probability plot pesi medi raccolti il 02/10/2017	94
Figura 6.13- Istogramma dati del 02/10/2017 con soglie di accettazione	95
Figura 6.14 - Istogramma e Probability plot pesi medi raccolti il 03/10/2017	96
Figura 6.15 - Istogramma dati del 03/10/2017 con soglie di accettazione	96
Figura 6.16 - Istogramma e Probability plot pesi medi raccolti il 04/10/2017	97
Figura 6.17 - Istogramma dati del 04/10/2017 con soglie di accettazione	97
Figura 6.18 - Istogramma e Probability plot pesi medi raccolti il 05/10/2017	98
Figura 6.19 - Istogramma dati del 05/10/2017 con soglie di accettazione	99
Figura 6.20 - Istogramma e Probability plot pesi medi raccolti il 06/10/2017	99
Figura 6.21 - Istogramma dati del 05/10/2017 con soglie di accettazione	100
Figura 6.22 - Grafico di Pareto sui dati raccolti	101
Figura 6.23 - Grafico di Pareto sui dati raccolti	101
Figura 6.24 - Dataview dfetti confezioni cioccolatini	102
Figura 6.25 - Datview numero difetti per tipologia.....	103
Figura 6.26 - Drill down giorno e ora difetto	104
Figura 6.27 - Dill down Controllo scatole per descrizione difetti e confezioni con rotture per firma	104
Figura 6.28 - Label % scatole e cartoni difettosi delle 4 giornate	104
Figura 6.29 - DynaWrite selezioni a schermo	107
Figura 6.30 - Andamento temporale difetti riscontrati nella settimana	107

Figura 6.31 - Screen controllo attributi confezioni cioccolatini con select 3 ottobre dalle 07:00 alle 13:00	108
Figura 6.32 - Dataview peso scatola medio per controlli	108
Figura 6.33 - Dataview peso scatola per giorni	109
Figura 6.34 - Distribuzione oraria peso medio scatola per la giornata del 03/10/2017	110
Figura 6.35 - Grafico peso medio con selezione	110
Figura 6.36 - Il processo di packaging della calza della befana	111
Figura 6.37 - Interfaccia di inserimento dei controlli su tablet.....	112
Figura 6.38 - Grafico piano di campionamento singoli prodotti	114
Figura 6.39 - Curva operativa caratteristica del piano di campionamento sui singoli prodotti	116
Figura 6.40 - Curva operativa caratteristica del piano di campionamento sui singoli prodotti zoom	116
Figura 6.41 - Curva operativa caratteristica con piano di campionamento proposto	119
Figura 6.42 - Curva operativa caratteristica campionamento confezioni	121
Figura 6.43 - Curva operativa caratteristica campionamento dei cartoni/espositori	124
Figura 6.44 - Curva operativa caratteristica con campionamento cartoni/espositori proposto.....	126
Figura 6.45 - Tablet interfaccia inserimento dati.....	127
Figura 6.46 - Istogramma e Probability Plot della media dei pesi delle calze del 02/10/2017.....	128
Figura 6.47 - Istogramma singole osservazioni 02/10/2017.....	129
Figura 6.48 - Istogramma e Probability Plot dei pesi della calza il giorno 03/10/2017	130
Figura 6.49 - Istogramma dei pesi delle singole unità del giorno 03/10/2017	130
Figura 6.50 - Istogramma e Probability Plot della media dei pesi della calza del giorno 04/10/2017.....	131
Figura 6.51 - Istogramma dei pesi delle singole calze del 04/10/2017.....	131
Figura 6.52 - Istogramma e Probability Plot della media dei pesi della calza del giorno 05/10/2017.....	132
Figura 6.53 - Istogramma dei pesi delle singole calze del 05/10/2017.....	132
Figura 6.54 - Istogramma e Probability Plot della media dei pesi della calza del giorno 06/10/2017.....	133
Figura 6.55 - Istogramma dei pesi delle singole calze del 06/10/2017.....	133
Figura 6.56 - Grafico di Pareto sui difetti riscontrati relativamente alle confezioni	135
Figura 6.57 - Grafico di Pareto sui difetti riscontrati relativamente ai prodotti singoli.....	135
Figura 6.58 - Grafico di Pareto sui difetti riscontrati relativamente ai cartoni/espositori	136
Figura 6.59 - Dataview numero difetti e % difetti con select sulla settimana	137
Figura 6.60 - Dataview numero di difetti con Drill sul giorno e sulle ore.....	137
Figura 6.61 - Dataview del numero dei defetti per tipologia di difetto	138
Figura 6.62 - Label con selezione del giorno 03/10/2017	138

Figura 6.63 - Distribuzione oraria dei difetti.....	141
Figura 6.64 - Dataview peso della calza con variazione % rispetto al valore nominale.....	141
Figura 6.65 - Applicazione di una drill-down per esplorazione del dato relativo al peso medio del 06/10/2017	142
Figura 6.66 - Peso della capsula per singola unità controllata con select sulla settimana	142
Figura 6.67 - Label con select sul giorno 03/10/20175	143
Figura 6.68 - Grafico peso medio con select sul giorno 03/10/2017	143
Figura 6.69 - Select su giorno, ora e unità campionata	144

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1.1 - I principi della qualità	12
Tabella 4.1 - Controllo capsula.....	52
Tabella 5.1 - Analisi dei tempi del progetto	71
Tabella 5.2 - Analisi dei costi e dei ricavi del progetto	72
Tabella 6.1 - Modalità di campionamento delle confezioni di cioccolatini.....	79
Tabella 6.2 - Parametri campionamento delle confezioni di cioccolatini.....	80
Tabella 6.3 - Dati curva operativa	81
Tabella 6.4 - Parametri piano di campionamento attuale	83
Tabella 6.5 - Parametri primo piano di campionamento proposto	85
Tabella 6.6 - Parametri secondo piano di campionamento proposto	86
Tabella 6.7 - Dati curva operativa controllo cartoni/espositori	89
Tabella 6.8 - Parametri piano di campionamento attuale cartoni/espositori.....	91
Tabella 6.9 - Parametri scenario proposto cartoni/espositori	91
Tabella 6.10 - Dati campionamento pesi delle confezioni dei cioccolatini	93
Tabella 6.11- Campionamento attributi della calza della befana.....	112
Tabella 6.12 - Dati campionamento attributi singoli prodotti	114
Tabella 6.13 - Dati per curva operativa caratteristica.....	115
Tabella 6.14 - Dati del piano di campionamento attuale.....	118
Tabella 6.15 - Dati del piano di campionamento proposto.....	118
Tabella 6.16 – Dati calcolo curva operativa per piano di campionamento per il controllo confezioni	120
Tabella 6.17 - Parametri piano di campionamento attuale	122
Tabella 6.18 - Dati calcolo curva operativa per piano di campionamento per il controllo dei cartoni/espositori	123
Tabella 6.19 - Parametri del piano di campionamento cartoni/espositori attuale.....	125
Tabella 6.20 - Parametri piano di campionamento cartoni/espositori proposto	126
Tabella 6.21- Parametri del controllo peso della calza.....	127

INTRODUZIONE

“Revisione e ottimizzazione del processo di controllo della qualità in Nuova CD”

Il presente studio è stato svolto durante un periodo di collaborazione con Bios Management Srl. Il progetto scelto ha come obiettivo l’ottimizzazione del processo legato al controllo della qualità in una cooperativa, Nuova CD, che lavora nel settore del packaging di prodotti di diverso tipo in particolare alimentari. L’attività svolta da Nuova CD segue dei processi molto semplici e standard per i diversi prodotti, comprende una fase legata al controllo della qualità, del materiale in ingresso, dei macchinari utilizzati e del prodotto imballato e pronto ad essere spedito ai diversi canali di distribuzione. Garantire e ottimizzare la qualità del prodotto e del processo, per Nuova CD, significa sia offrire al cliente finale il prodotto nel migliore dei modi, soddisfacendolo, che aver tutto sotto controllo; per tale motivo si è pensato di utilizzare la tecnologia, con diversi strumenti idonei che essa offre, per archiviare documenti, per raccogliere dati relativi al controllo e poter velocemente dare una prima valutazione del processo e del prodotto imballato, assicurando uniformità e affidabilità nel tempo. Il progetto ha previsto un periodo di formazione relativamente ai processi di lavorazione e legati al controllo, di collaborazione, di confronto, per il raggiungimento dell’obiettivo comune.

Nel documento in seguito verrà presentato il lavoro svolto. All’interno dei diversi capitoli verranno presi dei casi reali come esempio, per chiarire meglio i concetti spiegati. I controlli riguardano diversi prodotti e/o macchinari e/o processi, essendo di un numero abbastanza elevato, non è stato possibile trattarli o analizzarli tutti, la tesi in esame funge da manuale per spiegare ciò che è stato realizzato e come, prendendo sempre un caso in riferimento. Le altre realizzazioni sono simili con qualche piccola modifica. Nell’ultimo capitolo verranno trattati due casi di studio sui quali sono effettuate delle analisi critiche più specifiche e dettagliate, tali analisi vanno al di là del progetto in azienda, ma utili al mio studio per comprendere più nel dettaglio il lavoro analizzato. Nello svolgere il lavoro è stato sempre tenuto in mente l’obiettivo del cliente, cercando di soddisfare le sue esigenze, garantendo

qualità nella soluzione proposta, ricordando che *la qualità non deve essere pensata come una proprietà di un'entità ma deve essere pensata come proprietà del rapporto fra un'entità e chi ne fruisce* (Giorgio Olimpo, 1999).

Capitolo 1 : Il concetto di Qualità

“Siate meticolosi nell'approfondire le situazioni; non date niente per scontato. Siate sospettosi nei riguardi dell'esperienza e del sesto senso; dubitate della tradizione e dell'intuizione. Fate domande su tutto: gli standard di prodotto, gli standard delle materie prime, le tolleranze, gli strumenti di misura...tutto”. Questo è il motto che si sente sempre ripetere relativamente al controllo della qualità”
Ishikawa Kaoru [1915 – 1989]

L'obiettivo di questo Primo Capitolo è quello di definire il concetto di qualità e di soffermarsi sulla sua importanza in particolare nell'ambito dei prodotti e dei servizi offerti al cliente, analizzando i costi e i benefici che questa comporta. Al termine del capitolo verrà introdotto e trattato brevemente il tema della normativa, caratterizzante l'ambito qualità.

1.1. Definizione di Qualità

Che cos'è la qualità? Nel dizionario della lingua italiana la qualità è definita come: “La proprietà che caratterizza una persona, un animale o qualsiasi altro essere, una cosa, un oggetto o una situazione, o un loro insieme organico, come specifico modo di essere, soprattutto in relazione a particolari aspetti e condizioni, attività, funzioni e utilizzatori.”

In ambito aziendale il concetto di qualità è lo stesso. Il controllo della qualità consiste nell'assicurare che le parti caratterizzanti l'oggetto o il servizio siano conformi al progetto dello stesso e quindi alle sue caratteristiche implicite, con cui l'oggetto è stato progettato in base anche alle esigenze del cliente o dell'utilizzatore finale. Possiamo definire qualità come: *l'insieme delle caratteristiche del prodotto/servizio che conferiscono ad esso la capacità di soddisfare esigenze espresse o implicite del cliente*. La qualità è un concetto prettamente oggettivo da un lato, in quanto viene intesa come conformità alle specifiche dell'oggetto; mentre è un concetto prettamente soggettivo dall'altro, ovvero adeguatezza all'uso, soddisfacimento delle esigenze, delle

aspettative e dei desideri del cliente. *Quindi si può considerare come un rapporto tra una realizzazione e un'attesa in quanto esprime il livello di corrispondenza tra le aspettative del cliente e il prodotto/servizio offerto: più le aspettative e il prodotto/servizio si equivalgono, più questi saranno giudicati prodotti/servizi "di qualità"*.

La qualità è orientata al cliente, in quanto l'utilizzatore ultimo di qualsiasi prodotto o servizio è il cliente, ed è quindi in base alle sue esigenze che si definisce un prodotto/servizio di qualità. Inoltre garantire un miglioramento della qualità è positivo anche per l'azienda stessa in quanto implica minore spreco, risparmio di costi, soddisfazione all'interno dell'azienda.

Nel libro di E.W.Deming dal titolo "L'impresa di qualità" si legge:

"-Come mai la produttività aumenta via via che migliora la qualità?-, venne data una risposta chiara e precisa: -Perché non si devono fare o rilavorare i prodotti.- Non esiste risposta migliore. Spesso se ne ha un'altra versione: - Perché c'è minore spreco.-"

Ne risulta quindi una relazione a catena: migliorare la qualità implica trasformare lo spreco di ore di lavoro e di tempo macchina in produzione di un buon prodotto e di un miglior servizio, a ciò seguono costi inferiori, dovuti a una minore necessità di rilavorazione, a un numero inferiore di errori, di ritardi e di intoppi, una migliore posizione competitiva, dipendenti soddisfatti sul posto di lavoro, soddisfazione del cliente finale.

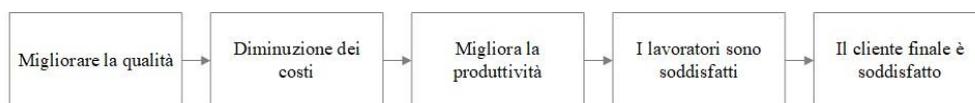


Figura 1.1 - Il processo di miglioramento della qualità

La qualità è uno strumento necessario per l'impresa che le permette di mantenere la competitività sul mercato attraverso la misurazione delle prestazioni e dei risultati, implica un miglioramento continuo. La qualità non è un processo di arrivo, ma un susseguirsi di sotto processi di qualità che rendono il processo di arrivo, conseguentemente, un prodotto/sistema ben controllato e di ottima qualità totale. Garantire la qualità non è semplice in

¹ <http://www.qualitiamo.com/due%20parole/cos%20e%20qualita.html>

quanto l'impresa è una realtà complessa; comprendere diversi aspetti, integrarli e ottimizzarli richiede impegno e collaborazione al fine di giungere al raggiungimento totale dell'obiettivo.

David Garvin (1964) individuò 8 componenti della qualità riportati di seguito:

1. La prestazione (il prodotto fa il lavoro richiesto?);
2. L'affidabilità (con quale frequenza il prodotto si guasta?);
3. La durata (quanto dura il prodotto?);
4. La manutenibilità (la manutenzione può essere fatta facilmente, in tempi brevi o con costi bassi? Come funziona il servizio post-vendita?);
5. Gli aspetti formali (come si presenta il prodotto, ha un aspetto gradevole o un design superato? Come è confezionato?);
6. La funzionalità (cosa fa il prodotto? Si installa facilmente?);
7. La qualità percepita (qual è la reputazione dell'azienda fornitrice? Quanto devo aspettare perché il prodotto mi venga consegnato? La persona con la quale ho parlato al telefono è stata gentile? È stato fatto un corso di formazione per l'utilizzo del prodotto? Il manuale che è stato fornito col prodotto è chiaro?);
8. La conformità alle norme (c'è aderenza alle specifiche? Il prodotto è sicuro? Il fornitore è stato capace di comprendere e interpretare secondo le normative i desideri del cliente? Esistono delle garanzie?).

Juran Taguchi uno dei padri del Total Quality Management pone importanza a due concetti relativamente alla qualità, quali:

- La presenza di difetti che rendono quindi il prodotto insoddisfacente → implica non soddisfazione;
- La prestazione del prodotto che rende il prodotto soddisfacente → il prodotto è il migliore per il cliente tra tutti i prodotti simili disponibili.

Taguchi definisce la qualità come inversamente proporzionale alla variabilità. Riducendo questo fattore diminuiscono le modifiche e i richiami e di conseguenza anche i costi e gli sprechi. Il concetto di qualità è ben rappresentato nella spirale di Juran del progresso nella qualità. Tale spirale

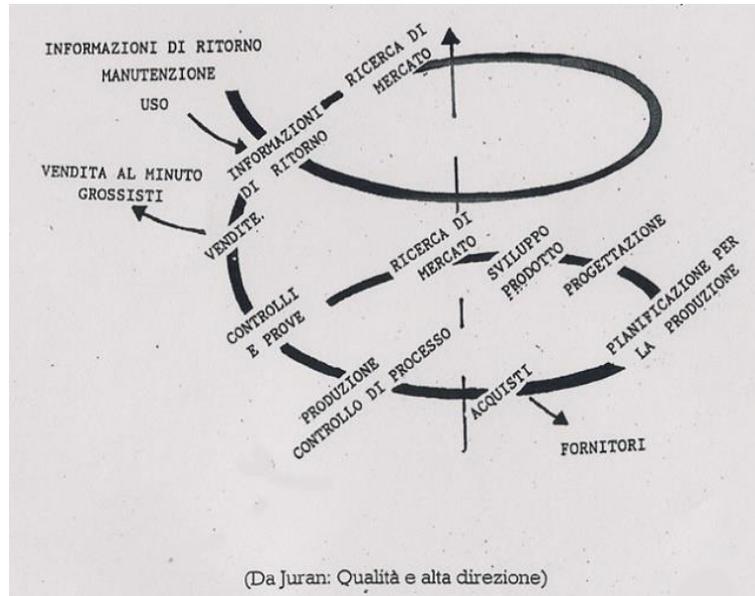


Figura 1.2 - La spirale della qualità

mostra come al termine di un ciclo produttivo non ci si debba trovare allo stesso punto, ma ad un livello qualitativo superiore. Grazie ad un corretto controllo della qualità e all'innovazione è possibile garantire un miglioramento continuo rimanendo competitivi nel mercato.

1.2. I Costi e i Benefici della Qualità

1.2.1. I Costi

La qualità costa. La qualità implica costi per la formazione, consulenze, acquisizione eventuale di software o altri strumenti per eseguire e registrare i controlli, ispezioni, certificazioni, ecc. È da precisare però che tali costi non sono dei veri e propri costi, ma degli investimenti, in quanto sono sostenuti per una crescita e un miglioramento con lo scopo di ottimizzare e generare fiducia nei propri prodotti da parte dei clienti. Garantire un'ottima qualità da principio, grazie a tecniche e strumenti che lo permettano implica definire e risolvere l'errore in una fase del progetto in cui l'errore ha un costo limitato.

Intraprendere un cammino di qualità genera sicuramente un tornaconto per le imprese, man mano che il processo va avanti il costo dell'errore aumenta.

Lo sviluppo di attività legate alla gestione della qualità implica quindi un incremento di costi. Esempi di costi della qualità sono:

- Costi legati alla revisione del progetto. Il costo può essere legato al tempo per la preparazione, per le riunioni di ogni partecipante, per il lavoro stesso dato da una revisione.
- Costi legati alla creazione di un piano di gestione della qualità. Analizzare e pianificare la qualità di un progetto prevede un impiego di tempo, a questo si aggiunge la pianificazione della soluzione e il tempo per verificare la correttezza e la completezza.
- Costi legati all'approvazione da parte dell'utente. Anche questo comporta tempo e impiego di risorse, generando quindi costi per la qualità nelle diverse fasi del progetto.
- Costi legati a test. Sono step fondamentali per lo sviluppo di un progetto, ma richiedono tempo e sono necessari per garantire la soddisfazione dei requisiti finali.
- Costi legati alla definizione degli standard di progetto.
- Costi legati alle ispezioni e controlli (Audit). Sono importanti per avere un'opinione imparziale da parte di un ente terzo, ma richiedono tempo e impiego di risorse.
- Costi legati alla raccolta delle metriche. Le metriche sono necessarie per mostrare lo stato di un processo o correggerlo o migliorarlo, questo però richiede tempo e comporta quindi un costo.

1.2.2. I Benefici

I benefici che la qualità comporta di solito si notano solo al termine del ciclo di vita di un progetto, al contrario dei costi. Di seguito si analizzano i benefici della qualità, visti in parte precedentemente:

- Benefici legati alla soddisfazione dell'utente. Un servizio di alta qualità rende il cliente sicuramente soddisfatto; soddisfare l'utente genera fiducia da parte del cliente per il prodotto offerto e quindi per l'azienda stessa.

- Benefici legati ad una produttività più alta. Individuare gli errori e risolverli implica una maggiore produttività in quanto non si rischia di continuare a produrre prodotti difettosi.
- Benefici legati a conseguenti costi più bassi. La gestione della qualità comporta dei costi, ma questi costi saranno compensati da una migliore qualità che genera risparmio di tempo e quindi di costi successivi.
- Benefici legati alla soddisfazione del team di lavoro. Individuare e correggere gli errori genera maggiore soddisfazione da parte del team.
- Benefici derivanti dalla presenza di meno errori e difetti.

1.3. Cenni sulla normativa

I Sistemi di Gestione per la Qualità (SGQ) sono definiti da norme sulla qualità che rappresentano direttive tecniche e descrivono i requisiti che le imprese dovrebbero possedere. Le norme in esame sono le UNI EN ISO serie 9000. L'introduzione delle norme ISO 9000 è stato un modo per definire a livello mondiale uno standard della qualità. Sono state emanate nel 1987 e hanno subito varie revisioni nel corso degli anni. Le Norme UNI EN ISO forniscono un modello di riferimento per la definizione dei Sistemi di Gestione della Qualità nelle aziende, assicurano dei prodotti e servizi di qualità cercando di migliorare l'efficacia e l'efficienza del prodotto e del servizio erogato. L'obiettivo finale resta sempre l'incremento del livello di soddisfazione del cliente. Le aziende che operano sulla base della normativa UNI EN ISO 9000 possono ottenere la certificazione che manifesta il riconoscimento formale che il proprio Sistema di Gestione della Qualità sia conforme alla norma in questione.

Che cosa è un Sistema di Gestione per la Qualità?

Di seguito è stato riportato il significato di alcuni termini chiave relativi al Sistema di Gestione per la Qualità, enunciati nella normativa stessa:

- la “qualità” è “Il grado in cui un insieme di caratteristiche intrinseche soddisfa i requisiti (ISO 9000)”;
- le “caratteristiche” rappresentano “l'elemento distintivo (ISO 9000)”;

- il “requisito” indica “l’esigenza o aspettativa che può essere espressa, generalmente implicita o cogente (ISO 9000)”;
- la “soddisfazione del cliente” è “la percezione del cliente su quanto i suoi requisiti siano stati soddisfatti (ISO 9000)”;
- la “conformità” è “il soddisfacimento di un requisito (ISO 9000)”;
- la “non conformità” è “il mancato soddisfacimento di un requisito”;
- per “correzione” s’intende “l’azione per eliminare una non conformità potenziale rilevata (ISO 9000)”;
- l’“azione correttiva” è quell’attività che si compie per “eliminare la causa di una non conformità rilevata, o altre situazioni indesiderabili rilevate (ISO 9000)”;
- l’“azione preventiva” indica quell’attività che si genera “per eliminare la causa di una non conformità potenziale o di altre situazioni potenziali indesiderabili (ISO 9000)”;
- il “piano della qualità” è il “documento che, per uno specifico progetto, prodotto, processo o contratto, specifica quali procedure, e/o risorse associate, devono essere utilizzate (da chi e quando) (ISO 9000)”;
- l’“audit” è il “processo sistematico, indipendente e documentato per ottenere evidenze che i requisiti della norma siano stati soddisfatti (ISO 19011)”;
- per “sistema” s’intende “l’insieme di elementi tra loro correlati od interagenti (ISO 9000)”;
- il “sistema di gestione” è l’insieme delle attività che servono “a stabilire politica ed obiettivi e per conseguire gli obiettivi prefissati (ISO 9000)”;
- Il “processo” è “l’insieme di attività correlate o interagenti che trasformano elementi in entrata in elementi in uscita (ISO 9000)”;
- la “politica per la qualità” è l’insieme di “obiettivi ed indirizzi generali di un’organizzazione, relativi alla qualità, espressi in modo formale dall’alta direzione (ISO 9000)”;

- per “organizzazione” s’intende “l’insieme di persone e di mezzi, con definite responsabilità, autorità ed interrelazioni (ISO 9000)”;
- il “controllo” della qualità è quella “parte della gestione mirata a soddisfare i requisiti della qualità (ISO 9000)”;
- “l’assicurazione della qualità” è quella “parte della gestione aziendale mirata a garantire che i requisiti per la qualità siano soddisfatti (ISO 9000:2005)”;
- “l’evidenza oggettiva” sono i “dati che supportano l’esistenza o la veridicità di qualcosa”.

Un Sistema di Gestione per la Qualità è rappresentato, quindi, da un insieme di attività svolte per “guidare e tenere sotto controllo un’organizzazione, con riferimento alla qualità (ISO 9000)”. Si cerca di generare armonia tra tutti gli elementi interni all’azienda dal personale, agli impianti, alle procedure, ai fornitori, ai clienti.

Le norme appartenenti alla serie ISO 9000 sono:

- UNI EN ISO 9000 Sistemi di Gestione per la qualità (Fondamenti e terminologia). L'edizione corrente è la UNI EN ISO 9000:2015;
- UNI EN ISO 9001 Sistemi di Gestione per la Qualità (Requisiti). Questa norma è l’unica che può ottenere certificazione. La revisione corrente risale al 2015 (ISO 9001:2015);
- UNI EN ISO 9004 Sistemi di Gestione per la Qualità (Linee guida per il miglioramento delle prestazioni). Definisce le modalità che generano un miglioramento delle prestazioni di un’organizzazione;
- UNI EN ISO 19011 Linee guida per gli audit dei sistemi di gestione per la qualità ed ambientali. Fornisce le linee guida per le verifiche ispettive.

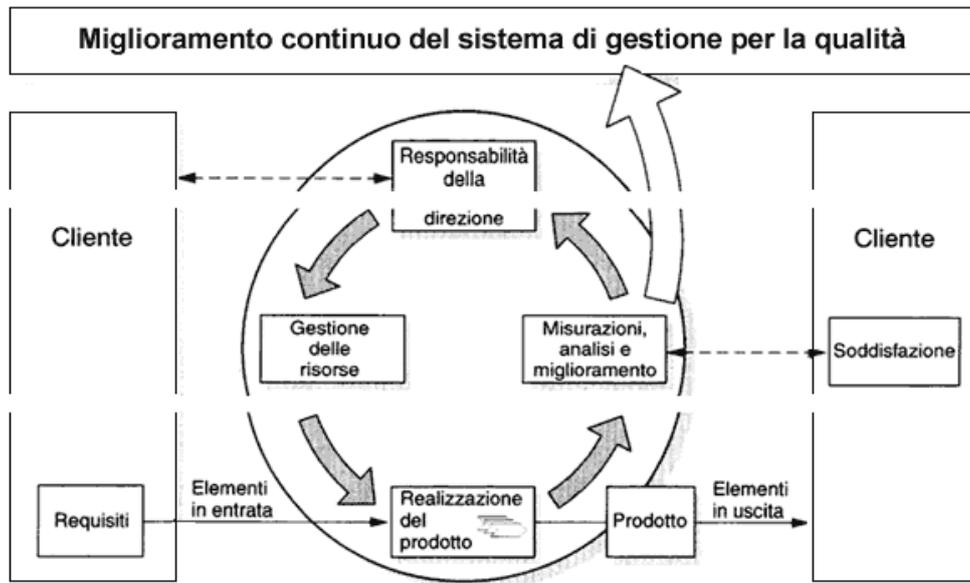


Figura 1.3 - Modello di sistema di gestione per la qualità basato sui processi. Fonte: UNI EN ISO 9001:2000

La qualità necessita di miglioramento e adattamento continuo, in Figura 1.3 è mostrato il ciclo di gestione della qualità il cui punto di partenza e punto di arrivo è il cliente, i suoi bisogni. Nel seguito sono rappresentati in forma tabellare i principi base su cui si basa la qualità, dettati dalle norme ISO 9000:

Orientamento al cliente	Attenzione rivolta verso il cliente
Leadership	Capacità di guidare. La Direzione aziendale deve saper dettare le linee guida orientate alla qualità.
Coinvolgimento del personale	Il Leader deve essere in grado di informare e formare il personale affinché sia attivo e coinvolto nella progettazione e implementazione di un buon piano orientato alla gestione della qualità.
Approccio per processi	“Qualsiasi attività, o insieme di attività, che utilizza risorse per trasformare elementi in entrata in elementi in uscita può considerarsi un processo”.
Approccio sistemico alla gestione	Avere una visione generale e completa dei processi per garantire un efficace ed efficiente sintonia.
Miglioramento sistemico alla gestione	L'azienda deve sempre migliorare, i propri prodotti, i rapporti con il Cliente, i rapporti con i fornitori, le performance di guadagno. il continuo miglioramento garantisce la sopravvivenza aziendale.
Decisioni basate su dati di fatto	Prendere le decisioni al momento opportuno.
Rapporti di reciproco beneficio	I fornitori rappresentano un tassello fondamentale per il perseguimento degli obiettivi aziendali.

Tabella 1.1 - I principi della qualità

Capitolo 2 : I Controlli

"Il Controllo Qualità è qualcosa di più di uno stato mentale. Richiede strumenti efficaci"

Shigeru Mizuno [1922 - 2015]

L'obiettivo del Secondo Capitolo è quello di fornire al lettore gli strumenti e le conoscenze utili relative ai controlli di prodotto e di processo. In particolare l'attenzione si focalizzerà, nella maniera più chiara possibile, sul concetto di piani di campionamento (tipologie e costruzione). Verrà introdotto l'argomento del controllo di processo con riferimento agli strumenti SPC (*Statistical Process Control*).

2.1. Il Controllo Campionario

“Come è possibile decidere se un lotto di materiale è conforme o non conforme senza collaudare ogni singolo pezzo?”

Il Controllo Campionario di Qualità di un prodotto consiste nel verificare determinate caratteristiche di qualità del prodotto (materia prima, semilavorato o prodotto finito) cercando di soddisfare una massima accuratezza e un minimo costo mediante ispezione e analisi di una sua porzione, ovvero di un campione limitato relativo ad un insieme definito “popolazione”. L'ispezione o il controllo ha come scopo l'accettazione o il rifiuto di un lotto in base alla corrispondenza alle specifiche richieste. L'ispezione del lotto può essere distinta in due macro tipi:

- Ispezione completa: ogni unità del lotto viene ispezionata;
- Ispezione campionaria: l'ispezione avviene su un campione casuale estratto dal lotto.

Come è facilmente intuibile, l'ispezione completa (o ispezione 100%), comporta un costo maggiore rispetto all'ispezione campionaria; in alcune situazioni però è preferibile usare tale tipo di ispezione, ad esempio quando il

prodotto è critico e accettare anche una sola unità difettosa del prodotto comporterebbe il rischio di avere guasti successivi che genererebbero costi molto elevati. L'ispezione 100% comporta inoltre il rifiuto di interi lotti invece del semplice rinvio di pezzi questo genera una motivazione più forte nel fornitore al migliorare la qualità. Nonostante ciò, salvo alcuni casi specifici, si utilizza sovente l'ispezione campionaria. L'ispezione campionaria richiede la definizione di alcuni parametri specifici tra cui la dimensione, del lotto e del campione, e i criteri di accettazione e rifiuto impiegati nel campionamento. Inoltre è necessario definire la tipologia di Piano di Campionamento da utilizzare:

“La scelta di una procedura di campionamento in accettazione dipende sia dallo scopo del campionamento sia dalla storia della produzione che si vuole valutare. Inoltre, l'applicazione della metodologia di campionamento non è statica, vale a dire che vi è un'evoluzione naturale da una procedura ad un'altra. Ad esempio, se ci troviamo in presenza di un fornitore che ha un'eccellente immagine di qualità produttiva, possiamo iniziare con un piano di campionamento per attributi. Mano a mano che la nostra conoscenza del fornitore aumenta, e la sua reputazione di produttore di buona qualità viene provata attraverso i risultati della nostra attività di campionamento, possiamo passare ad una procedura di campionamento che richiede molte meno ispezioni, quale quella del campionamento “skip-lot”. Infine, dopo una prolungata esperienza con quel fornitore e qualora la sua capacità produttiva si rilevi estremamente buona, possiamo cessare ogni attività di campionamento in accettazione sul prodotto. In una situazione diversa, in cui abbiamo una scarsa conoscenza o esperienza nei riguardi dello sforzo per assicurare la qualità compiuto dal fornitore, potremmo iniziare il campionamento per attributi usando un piano che ci assicuri che la qualità dei lotti accettati non sia inferiore ad uno specifico valore di riferimento. Se tale piano ha successo, e se la prestazione del fornitore è soddisfacente, potremmo passare dall'ispezione per attributi a quella per variabili, soprattutto

conoscendo meglio le caratteristiche del processo di produzione. Infine, potremmo utilizzare le informazioni raccolte con i piani di campionamento per variabili insieme alla conoscenza degli strumenti messi in atto da parte del fornitore per migliorare i controlli sul processo produttivo. Un efficace programma di controllo sul processo produttivo attuato direttamente dal fornitore potrebbe aumentare le capacità del processo di produzione del fornitore al punto da rendere le ispezioni meno frequenti.”²

2.2. I Piani di Campionamento

Il processo di campionamento segue il flusso rappresentato nel diagramma in seguito:

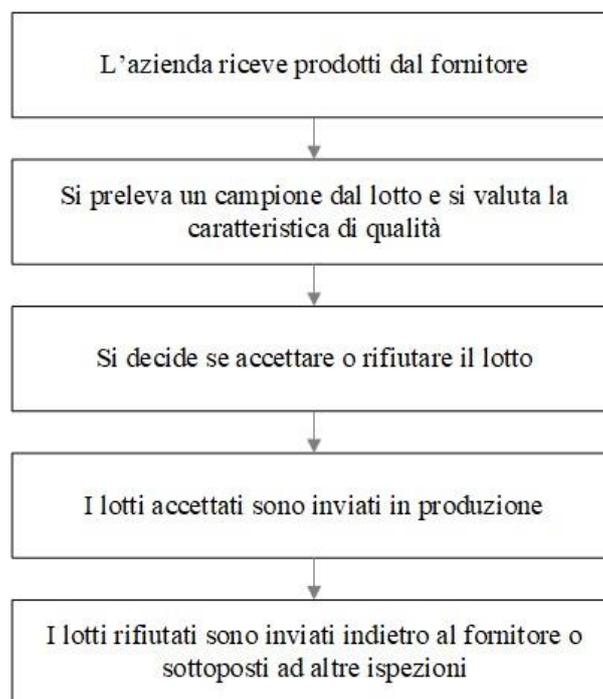


Figura 2.1 - Flusso del processo di campionamento

I Piani di Campionamento sono distinti in due macro categorie, in riferimento alla caratteristica oggetto del controllo:

- Piani di Campionamento per variabili;

² tratto da "Controllo statistico della qualità", Douglas C. Montgomery – Capitolo 14

- Piani di campionamento per attributi.

Le variabili sono le caratteristiche della qualità misurate su scala numerica, caratterizzate da misure. Gli attributi sono le caratteristiche della qualità espresse sulla base della presenza/non presenza di difettosità, sono delle variabili discrete basate su dati di conteggio: numero di elementi non conformi nel campione, numero di non conformità nel campione, ecc. Indipendentemente dal piano per variabili o per attributi utilizzato, è necessario identificare l'insieme delle regole che definiscono:

- La partita o il lotto di elementi grezzi, semi-finiti, finiti che si intende prendere in considerazione;
- L'ampiezza del campione che si deve estrarre dalla partita o dal lotto (numerosità campionaria);
- La caratteristica di qualità richiesta dalla specifica tecnica;
- Le condizioni di accettazione e/o di rifiuto della partita o del lotto.

Quando si effettua un collaudo per campioni si possono commettere i seguenti errori:

1. Rifiutare il lotto che dovrebbe essere accettato;
2. Accettare il lotto che dovrebbe essere rifiutato.

Ovvero, facendo riferimento ad un test d'ipotesi³:

1. H_0 : Il lotto soddisfa i requisiti di qualità, quindi accettare il lotto;
2. H_1 : Il lotto non soddisfa i requisiti di qualità, quindi non accettare il lotto.

Oltre alla macro distinzione in piani per variabili e per attributi, i Piani di Campionamento si classificano ancora in:

- Semplici: se l'accettazione del lotto dipende dal controllo di un solo campione;
- Doppi: se l'accettazione del lotto dipende dal controllo di due campioni;
- Multipli: se l'accettazione del lotto dipende dal controllo di più campioni;
- Sequenziali: se l'accettazione del lotto dipende dal risultato ottenuto dopo ogni elemento collaudato.

³ Un test d'ipotesi consente di verificare se una determinata ipotesi è supportata dall'evidenza empirica. Il fenomeno studiato deve essere rappresentabile mediante una distribuzione di probabilità.

2.2.1. I Piani di Campionamento per Attributi

Definizione della Curva Operativa

La Curva Operativa permette, disponendo sugli assi di un piano cartesiano la probabilità di accettazione di un lotto e la frazione di unità difettose, di mostrare l'andamento di una in funzione sull'altra esprimendo la potenza del piano di campionamento. La rappresentazione della curva OC è molto semplice, i parametri coinvolti sono:

N = Dimensione del lotto;

n = Dimensione del campione;

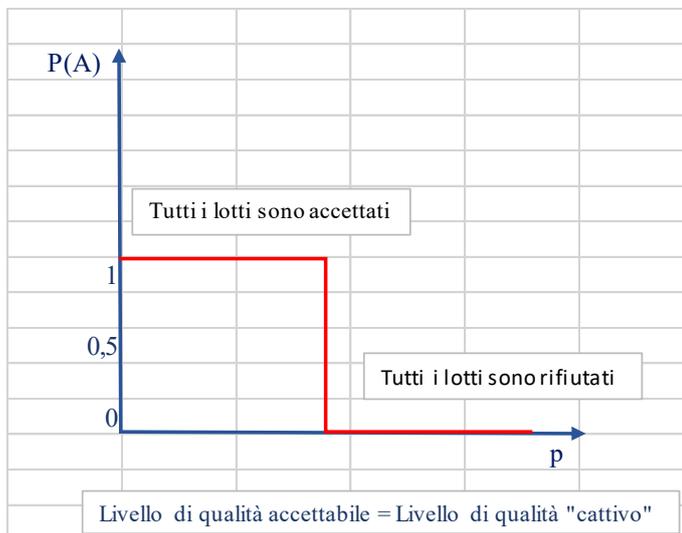
d = Numero di elementi difettosi presenti nel lotto;

c = Livello di accettazione del lotto;

p = percentuale di pezzi difettosi;

$P(A)$ = probabilità di accettare il lotto.

La Curva Operativa ideale



La Curva Operativa ideale è ottenuta con il 100% di ispezioni prive di errori. Come conseguenza il lotto si accetta o si rifiuta con certezza.

Figura 2.2 - Curva Operativa Caratteristica ideale

La probabilità di avere d elementi difettosi in un lotto composto da numerosità n , segue una distribuzione binomiale ed è uguale a:

$$P(d \text{ elementi difettosi}) = f(d) = \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d (1-p)^{n-d}$$

La probabilità di accettazione è la probabilità che d sia minore o uguale a c :

$$P_a = P(d \leq c) = \sum_{d=0}^c \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d (1-p)^{n-d}$$

Si ipotizza una distribuzione Binomiale.

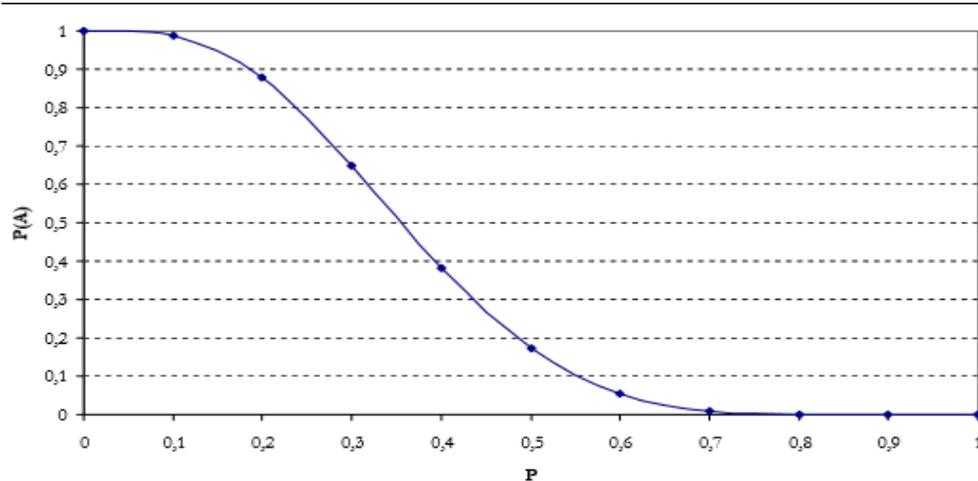


Figura 2.3 - Curva Operativa Caratteristica

Nella realtà le equazioni precedenti sono un'approssimazione valida solo quando il lotto è grande. Se il campione ha numerosità n , è estratto casualmente dal lotto di numerosità N , contiene d elementi difettosi senza sostituzione degli elementi estratti (schema di campionamento senza reintroduzione), allora il numero di elementi difettosi presenti nel lotto segue una distribuzione Ipergeometrica⁴ e la sua probabilità di accettazione si calcola come:

$$P_a = \sum_{d=0}^c \frac{\binom{N-Np}{n-d} * \binom{Np}{d}}{\binom{N}{n}}$$

Generalmente ciò che è noto è il parametro N , mentre i valori n e c bisogna determinarli sulla base dei livelli di rischio e dei parametri AQL e LTPD definiti da fornitore e committente.

⁴ La distribuzione Binomiale descrive le caratteristiche della frequenza assoluta campionaria, ma richiede che le osservazioni siano eseguite con campionamento *con reinserimento*. Se non è previsto il reinserimento la distribuzione che si ottiene è la distribuzione Ipergeometrica.

AQL(*Acceptance Quality Level*): valore limite della percentuale di difettosi nel lotto, al di sopra del quale il fornitore è disposto a vedersi rifiutare il lotto (con un rischio pari a α);

LTPD(*Lot Tolerance Percentage Defectives*): valore limite della percentuale di difettosi nel lotto, al di sotto del quale il committente è disposto ad accettare il lotto (con un livello di rischio pari a β).

Per la determinazione dei parametri si risolve il sistema:

Supponendo che sia possibile un'approssimazione con distribuzione Binomiale.

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 - \alpha = \sum_{d=0}^c \binom{n}{d} AQL^d (1 - AQL)^{n-d} \\ \beta = \sum_{d=0}^c \binom{n}{d} LTPD^d (1 - LTPD)^{n-d} \end{array} \right.$$

Oppure si potrebbe ricorrere per la risoluzione del sistema ad appositi nomogrammi.

IL PIANO DI CAMPIONAMENTO SEMPLICE

In un piano di campionamento semplice viene estratto e ispezionato un campione di dimensione n da un lotto N , il numero di elementi difettosi è confrontato con il numero di accettazione c . Con d viene indicato il numero di non conformi osservati, se tale numero supera il valore c , il lotto deve essere considerato non conforme e ciò porta al rifiuto del lotto stesso, viceversa se il numero di non conformi osservati è inferiore al numero di accettazione c .

La decisione è quindi presa analizzando un solo campione di dimensione n .

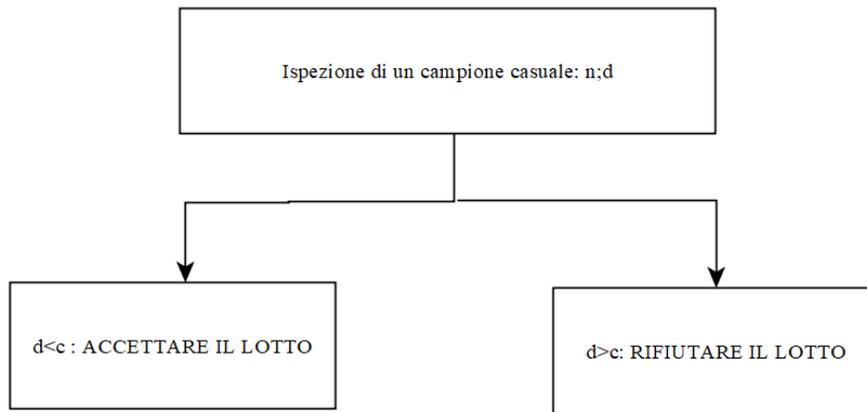


Figura 2.4 - Piano di campionamento semplice

Ispezione con Rettifica

Spesso è necessario applicare delle azioni correttive ai piani di campionamento per migliorare la qualità del lotto; tali azioni possono essere suggerite da ispezioni con rettifica ovvero i lotti rifiutati vengono ispezionati al 100%, secondo il seguente schema:

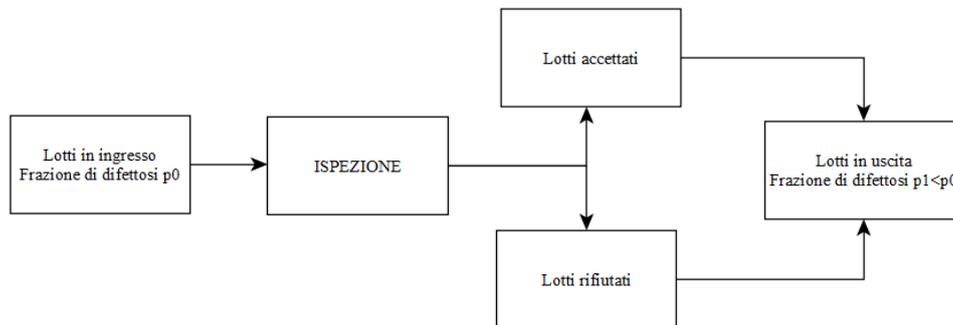


Figura 2.5 - Ispezione con rettifica

La qualità media risultante (AOQ o *Average Outgoing Quality*) è usata per valutare un piano di campionamento con rettifica. L'AOQ è il valore medio della qualità del lotto risultante da un piano di campionamento con rettifica:

$$AOQ = \frac{P_a p(N - n)}{N}$$

dove N è la dimensione del lotto.

$$P_a p(N - n) \rightarrow \text{elementi difettosi in uscita dal lotto}$$

L'AOQ esprime quindi la qualità del prodotto che arriva al cliente dopo che sono stati controllati tutti i pezzi dei lotti rifiutati e sostituiti i pezzi difettosi incontrati. Quando la qualità in entrata è molto buona, anche la qualità media risultante è molto buona; al contrario quando la qualità dei lotti è molto scadente, la maggior parte dei lotti viene rifiutata.

Il numero globale medio di elementi ispezionati (ATI o *Average Outgoing Quality*) è anch'esso usato nei piani di campionamento con rettifica, in particolare tale valore può variare da n (dimensione del campione) a N (dimensione del lotto).

$$ATI = n + (1 - P_a)(N - n)$$

IL PIANO DI CAMPIONAMENTO DOPPIO

Un piano di campionamento doppio richiede una seconda procedura per valutare il lotto. Viene estratto quindi un secondo campione e i parametri di base sono: n_1 , n_2 , c_1 , c_2 . Dopo aver estratto un campione iniziale, viene presa una decisione alternativa basata sulle informazioni ricavate da tale campione, che consiste in:

- a. accettare il lotto;
- b. rifiutare il lotto;
- c. prelevare un secondo campione.

Il numero di unità del campione da esaminare in un primo momento deve essere uguale alla numerosità del primo campione indicato nel piano. Se il numero di unità non conformi trovate nel primo campione è compreso tra il primo numero di accettazione e il primo numero di rifiuto, si deve estrarre un secondo campione avente la numerosità indicata nel piano. Le unità non conformi trovate nel primo e nel secondo campione verranno sommate. Se il totale di unità non conformi è uguale o inferiore al secondo numero di accettazione, il lotto deve considerarsi accettabile. Se il totale di unità non conformi è uguale o superiore al secondo numero di rifiuto, il lotto deve considerarsi non accettabile.

Vantaggi:

- riduce l'ammontare di ispezioni rispetto a un campionamento semplice;
- è possibile rifiutare un lotto senza un'ispezione completa del secondo campione (campionamento abbreviato al secondo campione);
- la procedura potrebbe essere intesa come “dare al lotto una seconda occasione”.

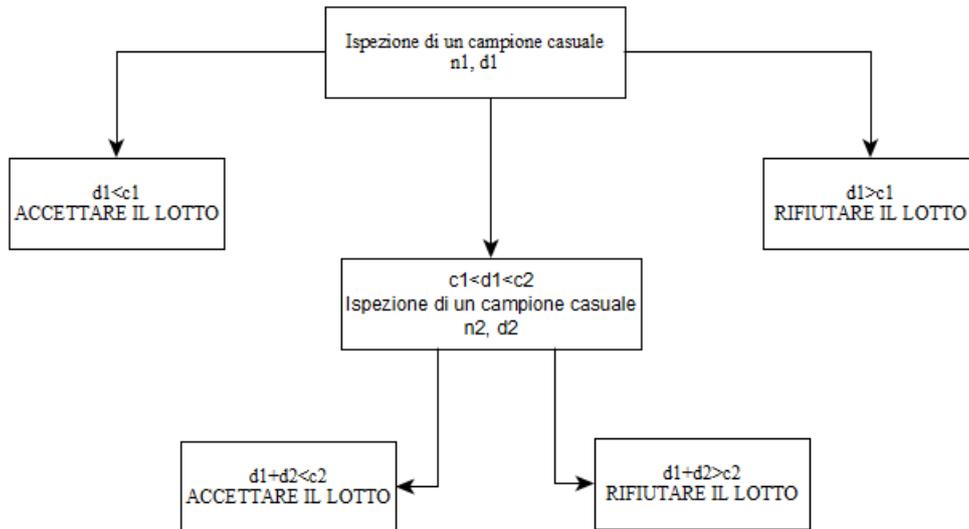


Figura 2.6 - Piano di campionamento doppio

La curva OC di un piano di campionamento doppio è più complessa rispetto alla curva OC di un piano di campionamento singolo, vengono distinte le probabilità di accettazione del lotto al primo e al secondo campionamento e sommate tra di loro per ottenere la probabilità di accettazione totale:

$$P_a = P_a^I + P_a^{II}$$

L'indice ASN (*Average Sample Number*), identifica la dimensione media campionaria, ed è uguale alla numerosità del primo campione moltiplicata per la probabilità che si estragga anche un secondo campione.

$$ASN = n_1 P_I + (n_1 - n_2)(1 - P_I) = n_1 + n_2(1 - P_I)$$

P_I è la probabilità di prendere una decisione relativamente alla qualità del lotto al primo campione.

IL PIANO DI CAMPIONAMENTO MULTIPLO

Il piano di campionamento multiplo è un'estensione del concetto di piano di campionamento doppio, in cui possono essere richiesti più di due campioni per ottenere la decisione relativa alla situazione del lotto. Il numero di unità del campione da esaminare in un primo tempo deve essere uguale alla numerosità del primo campione indicata nel piano. Se il numero di unità non conformi trovate nel primo campione è uguale o inferiore al primo numero di accettazione, il lotto deve essere considerato accettabile. Se il numero di unità non conformi trovate nel primo campione è compreso tra il primo numero di accettazione ed il primo numero di rifiuto, si deve esaminare un secondo campione avente la numerosità indicata dal piano. Le unità non conformi del primo e del secondo campione devono essere sommate. Se il totale di unità non conformi è uguale o inferiore al secondo numero di accettazione, il lotto deve considerarsi accettabile, altrimenti si procede con un altro campione (fino ad un massimo di sette campioni, dopo di che si controlla l'intero lotto). Se il totale di unità non conformi è uguale o superiore al secondo numero di rifiuto, il lotto deve considerarsi non accettabile (bisogna comunque conseguire una decisione entro il settimo stadio). L'estensione massima del campionamento multiplo è il campionamento sequenziale, in cui le unità sono prelevate dal lotto una volta, è in seguito all'ispezione di ciascuna unità, viene presa una decisione sull'accettazione o il rifiuto del lotto, ovvero sul prelevamento di un'altra unità.

Il vantaggio principale di un piano di campionamento multiplo è che i campioni richiesti ad ogni stadio sono solitamente più piccoli rispetto a quelli richiesti dal campione semplice o doppio (economicità). Lo svantaggio principale è che è molto complesso da impiegare.

2.2.2. I Piani di Campionamento per Variabili

I Piani di Campionamento per variabili hanno come oggetto di controllo delle variabili misurabili. Ciò comporta costi per singola osservazione più elevati rispetto al controllo tramite piano di campionamento per attributi. Per applicare un piano di campionamento per variabili è necessario che la distribuzione della caratteristica di qualità sia nota e, in generale, si assume

di solito che tale distribuzione sia normale. Per la costituzione di un piano per variabili è necessario conoscere il limite di specifica superiore (LSS) o il limite di specifica inferiore (LSI) o entrambi. Oltre che alla posizione del fornitore (AQL, $1-\alpha$) e del committente (LTPD, β).

I Piani di Campionamento per variabili seguono due procedure diverse:

- Procedura 1: Metodo k;
- Procedura 2: Metodo M.

Generalmente si utilizzano indistintamente le due procedure se si conosce un solo limite di specifica; si utilizza il metodo M quando invece si conoscono entrambi i limiti.

Metodo k

Il metodo k si basa sulla definizione di una distanza critica, indicata con k. Si suppone di conoscere il limite inferiore di specifica LSL, il metodo k consiste nel calcolare z_{LSL} che indica la distanza tra media campionaria e limite inferiore di specifica. Tanto più questa distanza è grande, tanto piccola sarà la percentuale di elementi difettosi. La decisione del se accettare o meno il lotto viene data dal confronto del valore z_{LSL} con il valore k.

$$z_{LSL} = \frac{\mu - LSL}{\sigma}$$

se $z_{LSL} \geq k$ si accetta il lotto; viceversa una media troppo vicina a LSL comporta un rifiuto del lotto.

Nel caso di σ nota i valori per ottenere n e k sono i seguenti:

$$n = \left(\frac{-z_{1-\alpha} z_{\beta}}{z_{AQL} - z_{LTPD}} \right)^2$$

$$k = \frac{z_{AQL} z_{\beta} - z_{LTPD} z_{1-\alpha}}{z_{1-\alpha} z_{\beta}}$$

La probabilità di accettazione del piano è dato da:

$$P_a = \Phi(-(z_p + k)\sqrt{n})$$

Nel caso in cui σ non fosse nota, il valore di n si ottiene come:

$$n = \left(1 + \frac{k^2}{2}\right) \left(\frac{-z_{1-\alpha} z_{\beta}}{z_{AQL} - z_{LTPD}}\right)^2$$

I valori n e k possono essere ricavati anche tramite nomogramma.

Le probabilità di accettazione del piano diventa:

$$P_a = \Phi\left(-\frac{(z_p + k)\sqrt{n}}{\sqrt{1 + \frac{k^2}{2}}}\right)$$

Metodo M

Il metodo M parte dall'estrazione di un campione casuale di dimensione n e si calcola la statistica z_{LSI} supponendo di disporre solo del limite di specifica inferiore. Si ricava, quindi, il valore:

$$Q_{LSI} = z_{LSI} \sqrt{\frac{n}{n-1}}$$

Si stima la frazione di elementi non conformi presenti nel lotto indicata con il simbolo p. Si ricava la frazione ammessa di elementi difettosi M:

$$M = \Phi\left(-k \sqrt{\frac{n}{n-1}}\right)$$

da cui: $p = \Phi(-Q_{LSI})$.

I valori n e k, e quindi il valore M, possono essere ricavati da nomogramma.

2.3. Il Controllo Statistico di Processo

In ambito qualità ed in generale nei processi aziendali, analizzare il processo significa conoscere la struttura del processo evidenziando le caratteristiche e quindi le potenzialità e le performance che questo genera. Conoscere il processo rende semplice monitorarlo, questo è importante in quanto genera degli output utili all'attività che compirà l'attore seguente. Tanto gli output intermedi possono essere misurati e controllati, tanto quelli finali possono monitorare il processo nel suo divenire. Inoltre, il controllo del processo e il monitoraggio genera un prestare attenzione costante ai suoi output rendendo possibile l'intervento sulle cause determinanti l'instabilità. Monitorare il

processo significa anche confrontare i requisiti dell'output prodotto con i requisiti dichiarati per il prodotto stesso, significa quindi confrontarne l'omogeneità.

Introduzione agli Strumenti SPC

Indispensabile affinché un prodotto sia ritenuto idoneo è il soddisfacimento dei requisiti di sicurezza e delle caratteristiche proprie del prodotto. Per raggiungere questo obiettivo il processo deve essere in grado di produrre unità di prodotto tali per cui la variabilità del valore nominale del prodotto sia la più bassa possibile. Il Controllo Statistico del Processo produttivo (*SPC, Statistical Process Control*) è un insieme di importanti strumenti, utili per raggiungere e ridurre la variabilità del processo rendendolo quanto più possibile stabile. Tra gli strumenti che rientrano nei cosiddetti “*Statistical Process Control*” (detti i magnifici sette) vi sono gli istogrammi, i diagrammi Causa-Effetto e lo strumento più importante ovvero le carte di controllo.

2.3.1. La variabilità del processo

Un concetto fondamentale per svolgere un'analisi di processo è quello di variabilità. In un processo da analizzare, l'individuazione di un indice di posizione, come ad esempio la media o tendenza centrale, non risulta essere soddisfacente; è necessario conoscere quanto sono vicini o lontani i valori relativamente al valore centrale, ovvero è necessario conoscere la dispersione rispetto alla media. Possiamo affermare che nel mondo reale tutti i processi hanno output variabili. Nessun processo è in grado di riprodurre output con caratteristiche identiche. La variabilità è propria dell'universo materiale delle cose. Esistono due tipi di variabilità:

- la variabilità naturale di un processo, dovuta esclusivamente al caso (variabilità incontrollabile);
- la variabilità legata ad eventi esterni. Eventi o elementi perturbatori che influenzano il processo.

Un processo la cui variabilità sia provocata solo da fattori casuali verrà detto sotto controllo. Le fonti di variabilità che non sono riconducibili a fattori casuali vengono chiamate "fattori specifici". Un processo che opera

in presenza di fattori specifici verrà detto fuori controllo. Quando si studia un processo bisogna far attenzione ai fattori non casuali che lo influenzano e quindi alle cause che portano un processo ad essere fuori controllo.

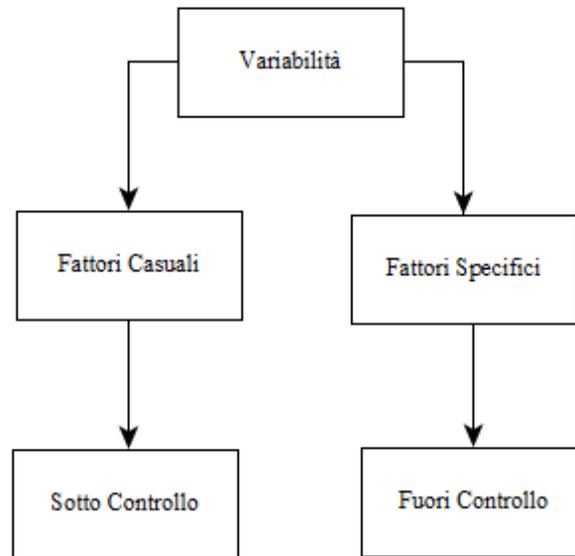


Figura 2.7 - Diagramma della variabilità

Le Carte di Controllo

Il controllo statistico di un processo produttivo ha come obiettivo l'individuazione delle cause che hanno generato un fuori controllo, quindi l'individuazione dei fattori specifici. Questo deve essere fatto in tempi brevi; quanto prima verranno individuate le cause di un fuori controllo, tanto prima è possibile avviare azioni correttive ed evitare la produzione di molti pezzi di qualità non accettabile.

A seconda dell'oggetto del controllo, si utilizzano due tipologie di carte quelle per variabili e quelle per attributi. Le carte di controllo per variabili sono adatte a esercitare il controllo su output di processo relativi a caratteristiche misurabili. Si immagini ad esempio un'azienda che produce cioccolatini, le caratteristiche misurabili possono essere in questo caso il peso o la dimensione dell'output. Le carte di controllo per attributi invece permettono il monitoraggio di dati espressi sotto forma di conteggio. In particolare relativamente alla presenza o meno di difettosità nell'output. Affinché venga controllata nel modo più idoneo la qualità e affinché venga garantita la

stabilità di un processo è necessario scegliere la carta di controllo adatta all'output da monitorare. In base alla frequenza considerata ad ogni ciclo di processo, il valore controllato viene confrontato con dei valori di massimo, minimo e media, definiti in ogni caso, indipendentemente dal tipo di carta di controllo scelta. La media, calcolata su un certo intervallo, diventa un riferimento di normalità. Il confronto con tale valore diventa un elemento importante per valutare il grado di dispersione dei valori calcolati intorno al valore centrale. I valori più lontani dalla media sono quelli che creano maggiore preoccupazione. Viceversa, i valori più prossimi alla media sono quelli che esprimono maggiore stabilità. Oltre al valore centrale, è importante individuare i valori limiti di controllo che definiscono il massimo e il minimo valore entro i quali il campione analizzato può essere ritenuto in controllo.

I Limiti di Controllo

La definizione dei limiti di controllo non è immediata ed è uno dei passaggi più critici nella progettazione di una carta di controllo. Bisogna porre quindi particolare attenzione quando si progetta una carta di controllo; se i limiti vengono posizionati lontani dalla linea centrale CL si va incontro ad un *trade-off* tra rischio di errore di I e II tipo. La linea centrale, come abbiamo detto precedentemente, rappresenta la situazione desiderata. Porre i limiti lontani da CL genera:

- difficoltà a posizionarsi fuori dai limiti, quindi probabilità minore che si verifichi un rischio di I tipo α (dichiarare una situazione fuori controllo quando invece in realtà non esiste nessun fattore specifico in atto);
- facilità a posizionarsi entro i limiti quando in realtà il processo non è sotto controllo, quindi maggiore probabilità che si verifichi un rischio di II tipo β .

Se i limiti sono vicini a CL si otterrà invece l'effetto opposto.

In generale, si suppone una distribuzione normale della caratteristica oggetto di controllo, solitamente si è soliti individuare i limiti di controllo come multiplo della deviazione standard della statistica di riferimento. Il multiplo scelto è 3, quindi nelle carte di controllo i limiti a 3σ sono abitualmente impiegati, indipendentemente dal tipo di carta scelto. I limiti di controllo

quindi altro non sono che dei limiti di tolleranza naturale del processo che vengono solitamente posti a distanza pari a 3σ dal valore medio.

Bisogna far attenzione a non confondere i limiti di controllo con i limiti di specifica. Quest'ultimi, al contrario dei limiti di controllo che vengono individuati in base alla variabilità naturale del processo, non dipendono dal comportamento naturale ma vengono definiti da management, ingegneri o da coloro che sono coinvolti nel processo.

Dimensione del campione e frequenza di campionamento

Altre variabili su cui far attenzione che spesso passano in secondo piano ma che in realtà molto importanti sono:

- la dimensione del campione;
- la frequenza del campionamento.

Una dimensione campionaria ampia, è consigliabile quando siamo interessati ad uno scostamento minimo del processo, viceversa se lo scostamento di interesse è ampio è possibile valutare anche un campione di dimensione più grande. Ovviamente maggiore è la dimensione del campione, maggiori saranno i costi legati al campionamento, viceversa se la dimensione campionaria è contenuta. La bontà di un campionamento è conseguenza diretta di una buona scelta della dimensione campionaria, è abbastanza naturale infatti interrogarsi sul numero di unità di interesse prima di intraprendere un controllo campionario.

Ad influenzare i costi e i risultati del campionamento, oltre che la dimensione del campione è anche la frequenza campionaria. L'ideale sarebbe confrontare grossi campioni di frequente, bisogna far attenzione al costo dal punto di vista economico nell'utilizzare questa soluzione.

Di seguito riportiamo due indici utili relativi alla dimensione campionaria e alla frequenza del campionamento:

- *ARL (Average Run Length)* lunghezza media della sequenza: numero medio di punti da osservare prima che un punto cada fuori controllo;

$$ARL = 1/p$$

dove p = probabilità che un punto superi i limiti di controllo;

- *ATS (Average Time to Signal)* tempo medio al segnale: prodotto tra *ARL* e intervallo medio di tempo intercorrente tra due campioni, tempo medio intercorrente tra due segnali di fuori controllo;

$$ATS = ARLh$$

Nella maggior parte dei problemi di controllo della qualità/monitoraggio del rischio si è soliti progettare una carta principalmente sulla base di considerazioni statistiche. Ad esempio, all'aumentare della numerosità campionaria si riduce l'errore di II tipo, aumentando quindi la capacità della carta di segnalare situazioni fuori controllo. A queste considerazioni vanno aggiunte ovviamente anche quelle legate all'esperienza e altre di tipo economico.

Tipologia delle Carte di Controllo

Come i Piani di Campionamento anche le Carte di Controllo possono essere di due tipi a seconda della caratteristica oggetto di studio:

- Se la caratteristica è rappresentabile su scala continua essa viene detta variabile ed è possibile descriverla con una misura di posizione e una di variabilità (carte di controllo per variabili);
- Se la caratteristica non può essere misurata su scala continua o anche solo numerica, la conformità delle unità prodotte è descritta dal possedere o meno certi attributi o dal numero di difetti rilevati (carte di controllo per attributi).

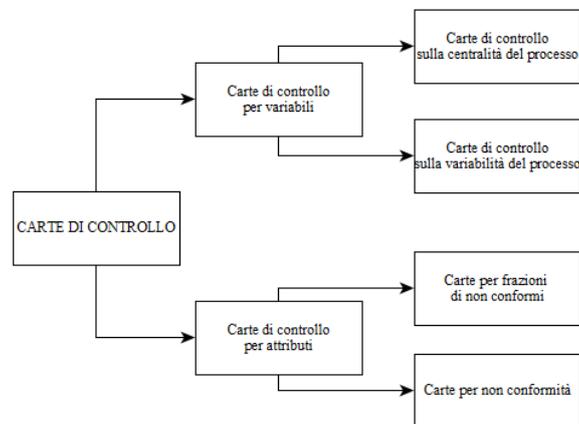


Figura 2.8 - Schema tipologia carte di controllo

Le carte di controllo sono quindi un utile ed efficace strumento per il calcolo della stabilità del processo. Non verranno utilizzate nel nostro caso di studio, per cui non sono state spiegate ed approfondite dettagliatamente le modalità di creazione delle carte esistenti.

Capitolo 3 : L'Azienda

"Il controllo qualità è applicabile in tutte le aziende anzi, va applicato in tutte le aziende"

Ishikawa Kaoru [1915 – 1989]

L'obiettivo del Terzo Capitolo è quello di presentare l'ambiente in cui lo studio è stato svolto. Dopo una breve introduzione di Bios Management, società di consulenza che si occupa dello sviluppo del progetto, verrà spiegato brevemente il settore di occupazione di Nuova CD, azienda cliente in cui il progetto sarà implementato. Verrà descritto il processo di packaging e di controllo interno con particolare attenzione a quelle che sono le problematiche riscontrate che rappresenteranno il punto di partenza per lo svolgimento della tesi.

Chi è Bios Management?

Bios Management è una società che si occupa dal 2004 di consulenza direzionale e di organizzazione aziendale. L'azienda è nata come società specializzata nell'implementazione di strumenti di Business Intelligence. L'attività di Bios Management in linea con il progetto di tesi riguarda il supporto operativo e gestionale per il miglioramento delle performance aziendali, tramite l'utilizzo di sistemi di knowledge management, attraverso lo sviluppo di modelli di Business Intelligence e la generazione di Work Flow Management, trasformando le informazioni in processi attivi.

Chi è Nuova CD?

Nuova CD è una cooperativa situata a Monticello d'Alba in provincia di Cuneo, opera, da oltre 25 anni nel settore del confezionamento e imballaggio, in particolare opera nel settore alimentare. Per confezionamento si intendono tutte le operazioni di allestimento di un prodotto nudo o preconfezionato fino

alla sua completa realizzazione e pronto per la distribuzione ai punti vendita. Nuova CD sviluppa tutte le operazioni che riguardano le diverse fasi del packaging utilizzando macchine confezionatrici, etichettatrici, reggiatrici. Si occupa di imballare i prodotti di diverso tipo per i diversi clienti.

Il packaging è un'attività che richiede attenzione, non è un'attività semplice, come si potrebbe pensare, in quanto permette di dare un tratto distintivo funzionale o estetico al prodotto, svolge un ruolo importante, ovvero quello di attirare l'attenzione del cliente. Il packaging identifica il prodotto, rafforza l'immagine di marca, differenzia il prodotto sullo scaffale, fornisce informazioni e inoltre attira l'attenzione del consumatore.

Stabilimenti

Nuova CD è strutturata in cinque stabilimenti.

Lo stabilimento M1 è caratterizzato da un reparto di confezionamento e da un magazzino. Lo stabilimento M2 è formato dai seguenti reparti:

- Confezionamento cioccolato
- Confezionamento prodotti da forno
- Magazzino di reparti
- Magazzino A
- Magazzino B
- Magazzino C
- Baie di carico

M3 – M4 – M5 sono stabilimenti di deposito quindi non hanno reparti

Essendo il suo core business il packaging di prodotto per la distribuzione ai punti vendita e al cliente finale, necessita di un accurato controllo del prodotto e del materiale in ingresso e interamente del proprio processo di imballaggio. Si analizza nel seguito la modalità relativa all'attuale controllo effettuato e le problematiche riscontrate con focus su quelli che sono gli aspetti da migliorare sulla base dei quali si pone in essere il progetto caso di studio.

3.1. Il Controllo di Qualità in Nuova CD

3.1.1. Descrizione del processo

Il Processo di Packaging

Prima di procedere con la descrizione del processo, è necessario definire alcuni termini che si useranno nel seguito. Con “semilavorato” sarà, da qui in poi, indicato il prodotto nudo o confezionato che arriva in azienda e i materiali necessari per imballarlo (scatole, contenitori, ...); con “prodotto finito” verrà invece inteso il prodotto semilavorato imballato nella sua confezione finale e inserito nelle scatole che andranno a delineare il lotto

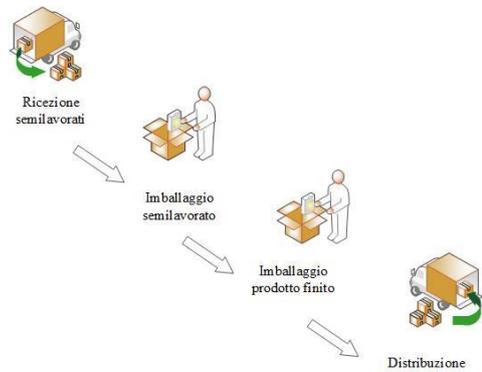


Figura 3.1 - Il processo di packaging in Nuova CD

finale da trasportare e distribuire ai diversi canali di vendita. In Figura 3.1 sono raffigurate le fasi relative al processo di packaging. Non verrà in questa fase definito il processo di packaging dettagliatamente, in quanto questo varia a seconda del semilavorato in ingresso e del prodotto finito da distribuire.

Il Processo di Controllo

Come precedentemente sottolineato per il processo di packaging, anche per il processo di controllo non è possibile illustrarlo in forma generica, in quanto ogni semilavorato e ogni prodotto finito necessita di un controllo differente, in linea con la caratteristica del prodotto oggetto del controllo.

Possiamo suddividere il controllo in due macro categorie:

- **CONTROLLI STANDARD:** sono tutti quei controlli che avvengono in maniera periodica all'interno di Nuova CD: riguardano i controlli di qualità sui processi di packaging quotidiani o legati ad un preciso periodo;
- **CONTROLLI STRAORDINARI:** sono tutti quei controlli che avvengono in maniera saltuaria, spesso non sono relativi a processi di packaging ma solo a controlli che l'azienda cliente affida alla cooperativa.

Per quanto riguarda i controlli standard.

Quando il semilavorato arriva in azienda, gli operatori addetti controllano in maniera visiva il materiale in ingresso, che sia tutto intatto e che non si siano verificati danni al prodotto durante il trasporto in Nuova CD, se così fosse viene subito avvisata l'azienda cliente del danno rilevato prima di spedire il semilavorato in produzione per l'imballaggio. Una volta inviato il materiale in produzione, si procede in un primo momento al controllo dei macchinari da utilizzare e presenti sulla linea, in un secondo momento, si procede con il packaging dei prodotti semilavorati. I prodotti vengono imballati nelle proprie confezioni, fornite anche esse dal cliente stesso (si controlla, anche in maniera visiva, lo stato delle confezioni, scatole, espositori). Per alcuni prodotti è previsto un controllo in *process* del prodotto semi-imballato. In ogni caso al termine del processo di packaging viene effettuato un controllo campionario sui lotti prima di spedirli e distribuirli.

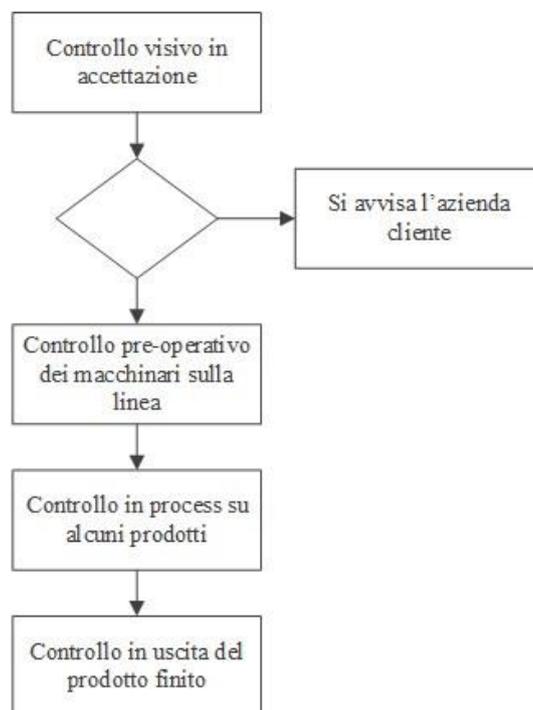


Figura 3.2 - Il processo di controllo in Nuova CD

Registrazione dei controlli

Come sono immagazzinate le informazioni del controllo?

Attualmente sono predisposti dei file giornalieri che vengono stampati e utilizzati in maniera cartacea, sui quali l'operatore addetto ai controlli, registra le informazioni utili. I file sono alcuni forniti dall'azienda cliente, dettagliati sul processo di campionamento da effettuare (dimensione, frequenza di campionamento, ecc.) e che dovranno, in seguito ai controlli, essere rispediti al cliente; altri sono creati internamente dagli addetti alla qualità in Nuova CD. I controlli periodici prevedono la verifica dell'integrità del prodotto o della specifica conformità alla caratteristica indicata (esempio corrispondenza peso). Alla compilazione del foglio giornaliero, segue nuovamente un controllo visivo sui valori inseriti. I dati richiesti dal cliente vengono ricopiati su formato elettronico e spediti a quest'ultimo. Tutti i fogli contenenti i controlli effettuati sono archiviati. Nel momento in cui viene riscontrata un'anomalia o un dubbio da parte del cliente su un controllo del prodotto, l'operatore in Nuova CD cerca il foglio cartaceo relativo al prodotto in questione e controlla i valori inseriti. Ogni processo di packaging è caratterizzato da un proprio piano di campionamento che prevede come e quando fermare la produzione, eventualmente a causa della presenza di un difetto "grave" nel campione, viene stabilito se eliminare il lotto difettoso in questione, o avvisare i responsabili di qualità dell'azienda cliente.

3.1.2. Le problematiche riscontrate

L'assenza di un meccanismo che possa immagazzinare i dati raccolti automaticamente rende il controllo di qualità interno un processo molto lungo, poco efficiente e non adatto ad offrire soluzioni ottimali per tener sotto controllo il processo dell'azienda e gli operai addetti a effettuare i controlli. Inoltre non crea motivazione negli operatori a coltivare l'interesse nella gestione della qualità, elemento fondamentale per l'azienda affinché si differenzi e assicuri al cliente il buon esito finale del processo di packaging. Per di più questa soluzione, rallenta il processo di gestione, in quanto, per tener traccia dei dati raccolti o inviarli al cliente che ne necessita occorre copiare manualmente i dati su file elettronico, ciò rende difficile anche, nel

caso si volesse, effettuare poi in seguito delle analisi. È immediato constatare che il controllo di qualità così come viene attualmente effettuato presenta delle debolezze e delle problematiche.

Si elencano nel seguito le diverse problematiche che sono state riscontrate nell'analisi del processo di controllo:

- Lentezza dei controlli.

A causa della compilazione manuale dei fogli sui quali registrare i dati e della trascrizione successiva dei dati raccolti su file da inviare al cliente.

- Poca efficienza.

Non è possibile tenere il processo sotto controllo ed è difficile verificare l'andamento e la performance del processo nel corso del tempo.

- Difficoltà nell'individuazione dell'errore o delle debolezze del processo. Non è immediato e tempestivo individuare l'errore, risultano difficili i confronti e la visione generale dell'andamento del processo.

- Difficoltà nel risolvere errori e continuare a garantire alte performance.

Come conseguenza del punto precedente.

- Non vi è alcun controllo sulla compilazione dei fogli cartacei.

Non vi è sicurezza che l'addetto compila e controlla nel momento giusto, ad esempio alla scadenza delle 2 ore; l'operatore potrebbe infatti effettuare il controllo "alla veloce" a fine giornata. Non vi è alcuna garanzia della corretta compilazione al momento giusto; non vi sono controlli sul lavoro dell'operatore.

- Archiviazione dei dati raccolti poco efficace.

Raccogliere i dati in formato cartaceo comporta diverse difficoltà come ad esempio nella consultazione successiva dei dati, nella comparazione o confronto in un momento successivo.

- Difficoltà a consultare lo storico dei dati.

Consultare lo storico o averne facilmente l'accesso implica un surplus per l'azienda. Avere a portata di click i dati raccolti velocizza il lavoro di consultazione.

- Assenza di memorizzazione dei controlli in ingresso.

I controlli in ingresso sono solo controlli visivi, spesso vengono effettuati in maniere molto veloce a volte limitandosi solo al controllo del numero dei semilavorati, se corrispondono effettivamente al numero definito dal fornitore/cliente, senza verificare l'effettiva integrità del prodotto ricevuto. Ciò comporta la constatazione dell'effettivo difetto del materiale in ingresso consegnato solo nel momento in cui il materiale viene inserito in macchina, ovvero durante l'avvio del processo di packaging generando in tal modo probabilmente un fermo macchina.

- Assenza di analisi.

Archiviare i dati su fogli di carta non offre la possibilità di svolgere delle analisi o di raggruppare i dati per monitorarli, per avere una visione veloce e immediata dei controlli effettuati e dell'esito di questi. Offrire una visione strategica dei dati facilita la consultazione e la valutazione dell'operato.

Il punto di partenza sono le problematiche riscontrate, l'obiettivo è quello di trovare il modo di risolverle, se non tutte, almeno in parte, per avere un processo di controllo più "sotto controllo", rassicurare la direzione e i clienti del buon esito dei controlli e dell'affidabilità di questi.

Capitolo 4 : La Soluzione

"Il Controllo Qualità è qualcosa di più di uno stato mentale. Richiede strumenti efficaci"

Shigeru Mizuno [1922 - 2015]

Nel Quarto Capitolo in esame si andrà ad analizzare ogni fase del progetto partendo dagli obiettivi che questo si pone. Si andrà a dettagliare come i controlli saranno svolti e come i dati saranno raccolti, inserendo una piccola panoramica sugli strumenti utilizzati e sul loro funzionamento.

4.1. Il Progetto

Il progetto in studio prevede l'ottimizzazione del processo di controllo della qualità in Nuova CD. Inizialmente è stato intrapreso uno studio dettagliato sulla situazione attuale riguardo l'azienda, il processo di packaging, le attività degli operatori ed il piano dei controlli qualità, con lo scopo di individuare le criticità e proporre possibili soluzioni di miglioramento (come visto nel capitolo precedente). Ci si è focalizzati sulla procedura di controllo qualità, incentrando le analisi e gli interventi nelle due fasi critiche di tale processo, ossia il controllo in *process* ed il controllo finale. Si è quindi elaborata una nuova metodologia di garanzia della conformità dei prodotti per superare le inefficienze dell'attuale sistema, con l'obiettivo di rendere il processo di controllo maggiormente efficace ed efficiente.

4.2. Obiettivi

L'obiettivo che il progetto si pone è quello di automatizzare il processo relativo alla raccolta delle informazioni legate al controllo di qualità del prodotto. Automatizzare questo primo *step* del processo, rende sicuramente più semplice e più veloce l'immagazzinamento delle informazioni. Registrare le informazioni su database consente di analizzarle, tramite software di business intelligence e analisi, questo permetterà di tener sotto controllo le

attività e gli addetti alle operazioni, assicurando il corretto funzionamento del processo in tutte le sue parti. Sarà possibile individuare con estrema velocità eventuali anomalie, esaminarle e risolvere in tempo reale i problemi riscontrati, capire se, queste anomalie, sono dovute a guasti macchina, alla poca attenzione degli operai o a materiali in ingresso difettosi.

Il ciclo di lavoro prevede quando illustrato in Figura 4.1.

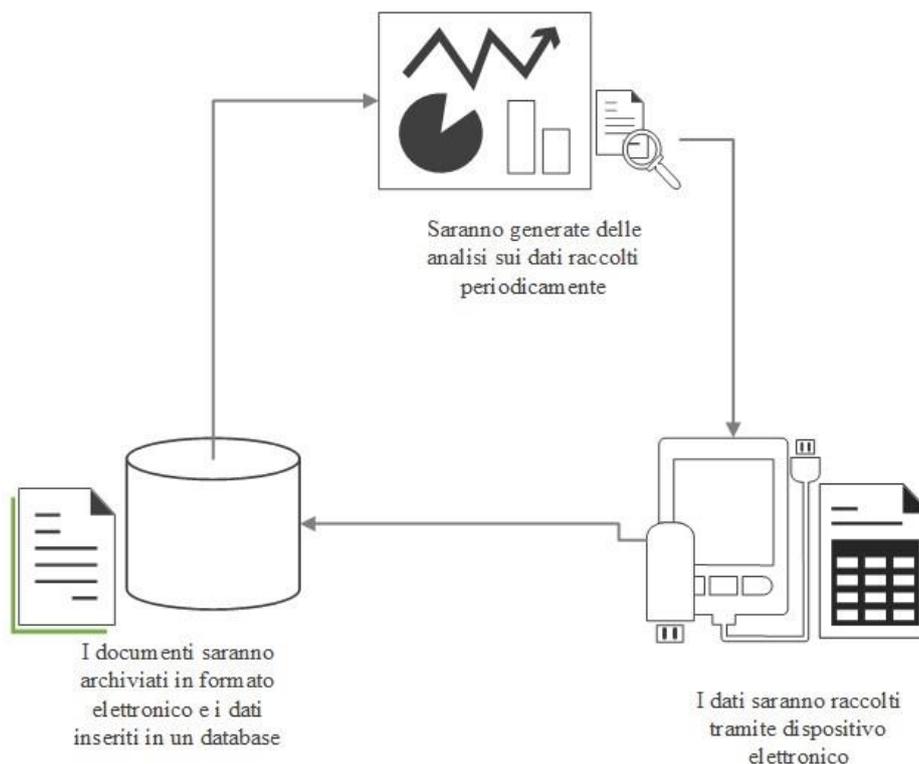


Figura 4.1 - Ciclo di lavoro previsto dal progetto

4.3. RACCOLTA DATI

4.3.1. Il software Arxivar

Per la fase di raccolta e archiviazione delle informazioni verrà utilizzata la piattaforma Arxivar.

Che cos'è Arxivar?

Arxivar è una piattaforma software di gestione documentale (DMS) utilizzata per monitorare, gestire e archiviare documenti in digitale. La soluzione Arxivar per il Document Management consente di organizzare, conservare, gestire e ricercare tutti i documenti aziendali in tempi brevi. Inoltre permette

la gestione della sicurezza, il flusso dei processi (workflow), la distribuzione, la firma digitale, pubblicare i documenti sul WEB, organizzarli, associarli tra di loro per formare una pratica ad esempio. Essendo Arxivar il software utilizzato già all'interno di Nuova CD per la gestione di email, fax, preventivi, ordini, clienti, contatti, e altro, in generale per la documentazione aziendale, si è pensato di inserire all'interno una sezione dedicata alla qualità con i relativi controlli.

L'archiviazione documentale in Arxivar permette di:

- ricercare in maniera immediata i documenti e quindi maggiore produttività;
- riduzione dello spazio degli archivi cartacei;
- riduzione dei materiali consumabili (cartucce stampanti, carta);
- riduzione degli errori in confronto all'archiviazione tradizionale;
- aumento della sicurezza aziendale, grazie ai permessi che si possono abilitare per la modifica e l'archiviazione.

Ogni documento archiviato non è più modificabile. È comunque possibile registrare nuove revisioni del documento, mantenendo lo storico delle revisioni sempre consultabile.

Concetti base

Sono definiti dei termini chiave riguardanti gli oggetti di Arxivar necessari per implementare la soluzione. Tali oggetti verranno utilizzati e richiamati nella spiegazione del progetto su software.

Maschera

La maschera è una finestra di dialogo che consente di creare delle "archiviazioni rapide" alle quali assegnare il profilo predefinito, la classe documentale interessata, i campi da rendere visibili, obbligatori o di sola lettura.

Modello

Il modello generalmente è in formato Word o Excel. È un documento già creato ed è molto utile per la gestione della modulistica interna, cioè per la

gestione di tutti quei documenti che devono sottostare ad uno standard aziendale prestabilito.

Classe documentale

La classe documentale è un contenitore che racchiude una determinata tipologia di documento. Ad esempio possono far parte della stessa classe tutti i documenti legati agli acquisti, ai contratti con i fornitori, alle fatture, alle vendite, agli ordini, e così via.

Vista

Le viste rappresentano una modalità di ricerca. Attraverso le viste, l'utente potrà crearsi un elenco di “ricerche” da poter eseguire con o senza parametri (sarà a discapito dell'utente scegliere quali parametri voler visualizzare in fase di esecuzione della stessa) andando a configurare anche dei valori di default.

Ricerca

La ricerca è la modalità standard utilizzata per cercare un documento.

Campi di profilo

I campi di profilo sono delle informazioni chiave. Di solito sono comuni a qualsiasi tipologia documentale, alcuni di questi campi sono obbligatori; cioè non è possibile procedere all'archiviazione dello specifico documento senza averne settato il valore. In questo modo sarà sempre possibile eseguire delle ricerche mirate sullo specifico documento.

La Figura 4.2 mostra l'interfaccia di ricerca principale, con i parametri standard definiti.

- AOO: indica l'Area Organizzativa, compilando questo campo si limiterà la ricerca all'area organizzativa selezionata.
- Classe: la ricerca viene limitata alla tipologia documentale selezionata. L'utente selezionerà solo le classi documentali cui è abilitato.
- Da – a: tramite questo campo è possibile eseguire delle ricerche mirate tenendo in considerazione solo il mittente e il destinatario.

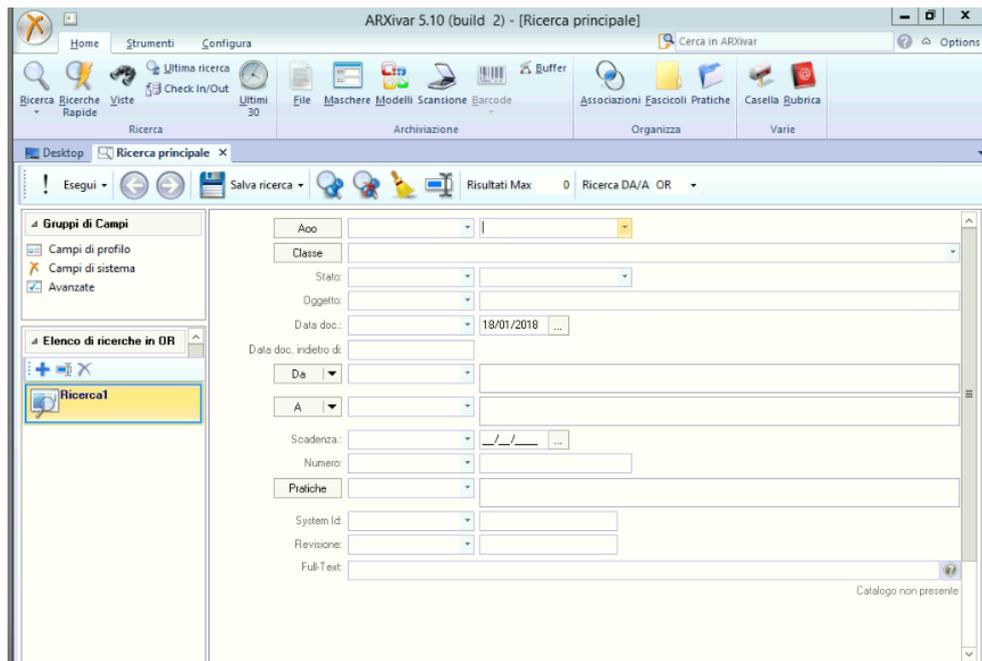


Figura 4.2 - Finestra di inserimento dei criteri di ricerca con selezione sui campi di profilo

Ogni campo definisce un filtro di ricerca.

Task

I tasks sono processi di workflow che generano delle attività, dei compiti (tasks) che devono essere svolti dall'utente destinatario.

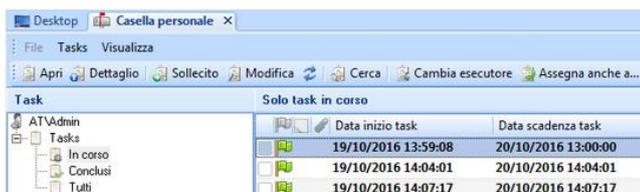


Figura 4.3 - I task

La casella dei tasks è suddivisa in tre cartelle:

- In corso: visualizza i tasks effettivamente ancora in corso.
- Concluso: visualizza tutti i tasks fino a quel momento conclusi.
- Tutti: fa una lista di tutti i tasks conclusi e in corso.

4.3.2. Implementazione in Arxivar

Il primo *step* per l'implementazione del progetto su software consiste nel creare il modello di raccolta delle informazioni e di generare in Arxivar delle classi documentali nuove dedicate al controllo della qualità.

Creazione del modello e delle maschere di profilazione

Il modello che si utilizza per effettuare i controlli è in Excel, in tal modo si mantiene lo standard richiesto dai clienti e in uso in Nuova CD. Il punto di partenza è stato quello di creare i diversi modelli in Excel e importarli successivamente in Arxivar. I modelli rappresentano i file di raccolta e inserimento delle informazioni e dei dati relativi al controllo. I modelli utilizzati sono di diverso tipo e richiedono un determinato tempo di creazione, non indifferente a causa delle diverse tipologie di controlli da effettuare, ciò permette un controllo specifico per prodotto.

In *Allegato 1* un esempio di modello creato in Excel per il controllo del confezionamento di astucci contenenti cialde da caffè.

Descrizione del modello

Quasi tutti i modelli sono caratterizzati da controlli pre-operativi legati alla linea e ai macchinari da utilizzare; da controlli sul prodotto finito, da controlli sul cartone o espositore nel quale verranno inseriti i prodotti finiti imballati. All'avvio del controllo in Arxivar verrà fornito il modello da compilare pre-popolato dalle informazioni registrate dall'operatore per identificare il controllo e il prodotto da controllare. Tutti i modelli sono caratterizzati da un'interfaccia utente e da un file che funge da contenitore delle informazioni inserite.

Identifichiamo quali sono le informazioni necessarie da catturare.

1. Le Informazioni generali che precompilano il file:
 - 1.1. il nome del cliente e del prodotto,
 - 1.2. la data in cui viene effettuato il controllo,
 - 1.3. il codice del prodotto finito, la descrizione e la scadenza (per prodotto finito si intende il prodotto imballato),
 - 1.4. il codice del semilavorato, la descrizione e la scadenza (per semilavorato si intende il prodotto finito consegnato all'azienda pre-confezionato prima di essere imballato);

Identificano l'oggetto del controllo e la caratteristica da controllare.

2. I controlli pre-operativi: sono delle verifiche visive riguardanti la linea e le attrezzature (pulizia, integrità), corrispondenza codici e scadente;

Corrispondono al primo *step* di controllo, ovvero successivo ai controlli visivi in accettazione sui semilavorati.

3. I controlli sul prodotto: in generale riguardano la conformità della caratteristica; questi controlli comprendono anche quelli relativi al materiale, carta e cartone, forniti per l'imballaggio.

Tali informazioni caratterizzano i controlli in *process* o sul prodotto finito.

Nel modello spesso sono inoltre contenute le informazioni relative al campionamento, ovvero la frequenza del campionamento che comprende l'intervallo orario giornaliero, la numerosità del campione da estrarre e le istruzioni per un ricampionamento, per un campionamento doppio o per un eventuale controllo al 100% del lotto.

Il contenitore delle informazioni inserite, raccoglie tutte quelle informazioni necessarie per eventuali analisi in base alle esigenze del cliente, l'impostazione studiata è standard, il foglio funge da database:

- DocNumber: identifica il numero del documento;
- Data: la data di compilazione;
- Commessa: una sigla che identifica la commessa;
- CodArticolo: il codice identificativo dell'articolo in esame;
- DesArticolo: la descrizione dell'articolo;
- Lotto: il numero del lotto considerato, è associato alle specifiche del controllo, in questo caso i lotti da controllare sono 2;
- Data scadenza;
- Tipo controllo: specifica il tipo del controllo effettuato, varia da prodotto a prodotto;
- DescControllo: definisce nello specifico di quale controllo si tratta;
- Ora: l'ora del controllo;
- Tipo Esito: se OkNo è un semplice controllo di tipo binario difettoso/non difettoso, ovvero per attributi; se Numerico, prevede l'inserimento di un numero relativo al tipo di controllo, ad esempio, vedremo in seguito, il

controllo relativo ai pesi, in questo caso il controllo è relativo a variabili misurabili.

- EsitoValoreCella: è il valore del controllo.
- Firma: contiene la sigla dell'operatore che ha effettuato il controllo. Questo permette di integrare un controllo aggiuntivo da parte dell'azienda anche sul lavoro dei dipendenti.

Quando viene riscontrata un'anomalia il sistema segnala l'errore e avvisa tramite email i responsabili della qualità in Nuova CD. Nel seguito verrà meglio delineato il workflow del processo.

Implementazione in Arxivar

Il processo in Arxivar è rappresentato dal workflow in basso e presente il *Allegato 2*. In Arxivar è presente un modulo dedicato al workflow, questo permette di associare ai documenti un flusso operativo rendendo le informazioni "attive". Si definiscono le azioni, i tempi, le persone che devono/possono vedere un documento, firmarlo o distribuirlo. Tutto il flusso viene tenuto sotto controllo.

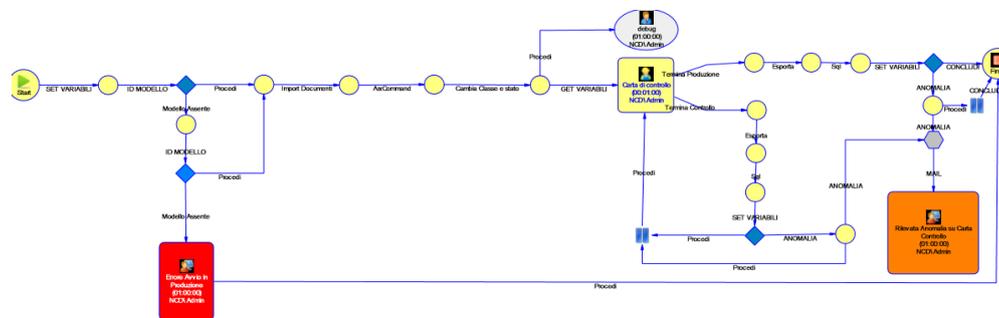


Figura 4.4 - Workflow Arxivar

Start: segnala l'avvio del processo in Arxivar;

Un modello in Arxivar viene generato dalla compilazione della maschera. L'Avvio del processo è legato quindi alla compilazione della maschera, alla creazione del un nuovo modello e allo start del processo di controllo. Come precedentemente visto la maschera richiede l'inserimento delle seguenti informazioni:

- Cliente: La ragione sociale del Cliente per il quale stiamo effettuando il controllo;

- Codice Articolo: Si riferisce al codice dell'articolo su cui si sta effettuando il controllo;
- Semilavorato: indica il prodotto da imballare;
- Data doc.: la data in cui viene avviato il controllo;
- Ora Inizio: identifica l'ora di inizio dello specifico controllo.

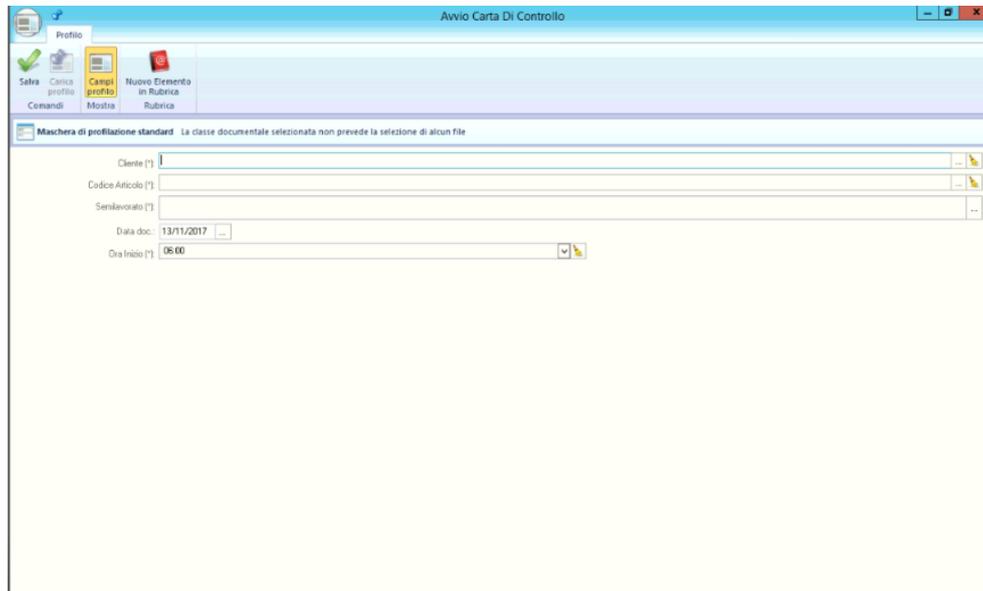


Figura 4.5 - Maschera di profilazione

Una volta compilati i campi della maschera, il software creerà un modello. Il sistema precompilerà il modello con le informazioni inserite e predisporrà l'inserimento delle nuove informazioni. Se il modello non è ancora stato creato (si suppone a inizio giornata, all'avvio del processo di controllo) il sistema creerà il modello. Si effettua, in seguito, un secondo controllo sull'idModello, prima di procedere con il processo di controllo. Nel caso in cui il secondo controllo sull'idModello presenta nuovamente un esito negativo compare un messaggio d'errore con conseguente invio di una e-mail ai gestori della qualità, e terminazione del processo. L'e-mail contiene il seguente testo:

“ATTENZIONE!

È stato richiesto l'avvio in produzione per un articolo del quale non è presente il modello della carta di produzione

per il codice articolo §CodiceArticolo§

del cliente §Cliente§”.

Se invece l’esito della ricerca risulta essere positivo viene creato il modello in Arxivar (prelevando il file in Excel). Verrà cambiata la classe documentale e lo stato. Lo stato del documento può essere ad esempio: Approvato, Assente, Avviato in produzione, Archiviato, Da firmare, da Visionare, ecc. Si procede con l’avvio del controllo. Si inseriscono i dati richiesti. Una volta inseriti tutti i dati è possibile scegliere tra:

- “procedi”: viene utilizzato quando il processo non è concluso, bisogna effettuare ancora altri controlli nella giornata per lo stesso prodotto;
- “concludi” per terminare la compilazione del documento, generalmente coincide con il termine della giornata.

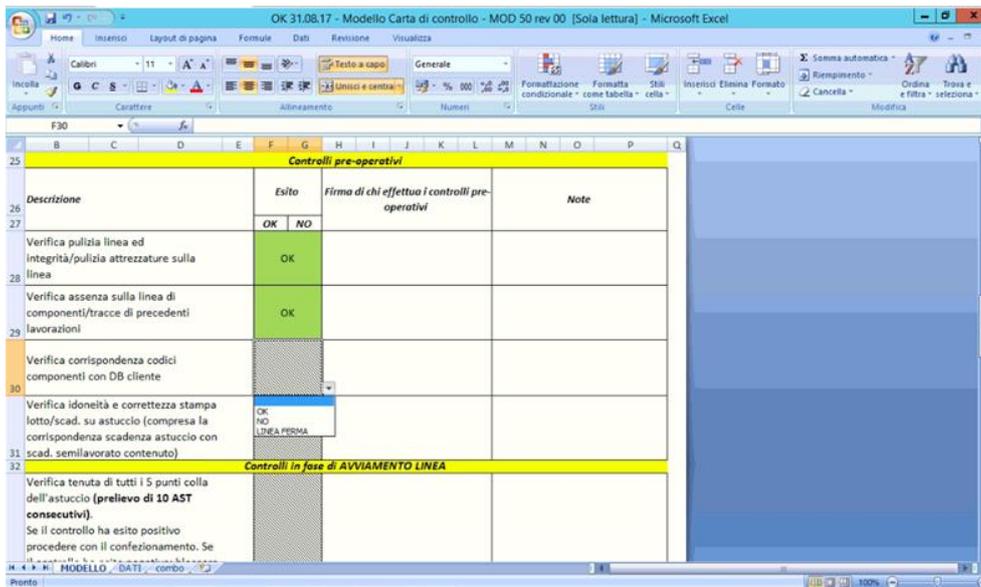


Figura 4.6 - Compilazione foglio dei controlli

Termina Controllo: un controllo termina ogni qual volta si esegue un ciclo di controlli e riparte allo scadere del tempo previsto dalla frequenza di campionamento. Segue l’esportazione del database SQL la verifica delle variabili e un controllo sulla presenza o meno di anomalie. Nel caso di presenza di anomalia il sistema invia automaticamente un’e-mail all’addetto del controllo della qualità, viceversa si attende un periodo pari allo *step* temporale prima del prossimo controllo per poi procedere nuovamente agli stessi controlli nell’arco di tempo successivo. Il sistema informa tramite un messaggio su schermo quando il prossimo controllo deve essere effettuato.

Termina Produzione: si verifica nel momento in cui termina l'intero controllo relativo al semilavorato e articolo sotto controllo. Ad esempio se il controllo è giornaliero, supponiamo con tempo di attesa di un'ora o due tra un controllo e un altro, il termine della produzione coincide con l'ultimo controllo della giornata, allo scadere delle 24 ore o 12 ore. Anche in questo caso segue un'esportazione del database SQL, un set sulle variabili con controllo di presenza o meno di anomalia. Nel caso di presenza viene mostrato un messaggio di errore:

“Rilevata Anomalia su Carta Controllo

La carta di controllo del §DataOggi§ dell'articolo §DescArticolo§ presenta la rilevazione di una anomalia aprire il documento in allegato per maggiori dettagli system id Arxivar: §idModello§”

Si invia, anche in questo caso, un'e-mail all'addetto al controllo della qualità. Viceversa o nel caso in cui viene corretta l'anomalia prima di concludere il controllo, si cambia lo stato del documento e si termina il processo.

Lo *step* di raccolta dati avviene in produzione tramite tablet. È assegnato a un operatore per turno il compito di effettuare i controlli.

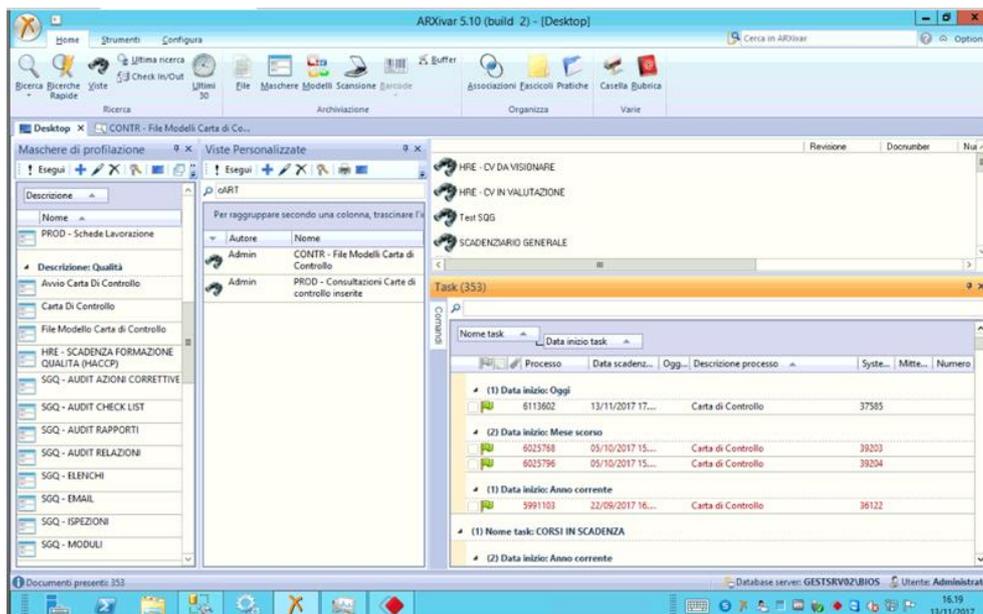


Figura 4.7 - Schermata Arxivar

Una volta terminati i controlli apparirà su tablet la schermata principale di Arxivar nella quale sono contenuti un elenco di Task che segnalano quando un “compito” deve essere svolto. Ovvero, una volta scaduto il tempo di attesa tra un controllo e il successivo, il task segnalerà la necessità di effettuare il nuovo controllo.

È immediato comprendere la convenienza nell’utilizzo del nuovo sistema che garantisce sicuramente una migliore gestione e un miglior controllo del processo. La piattaforma Arxivar consente inoltre la possibilità di salvare le diverse revisioni del file mantenendo in tal modo lo storico dettagliato dei documenti. Nel seguito verranno evidenziati i benefici e i costi dei singoli sistemi.

4.4. IMPLEMENTAZIONE ANALISI

Una volta raccolti i dati e archiviate le informazioni e i dati, è necessario generare delle analisi che permettano di verificare e confrontare i dati raccolti per mantenere l’ordine e la stabilità dei controlli. In seguito verrà presentato come è stata affrontata l’esigenza di analizzare i dati. Con l’obiettivo di monitorare il processo di controllo.

4.4.1. Il software Board

Per quanto riguarda la fase di analisi del dato, il progetto prevede l’utilizzo di un software di Business Intelligence, Board.

Che cos’è BOARD?

Board è un software che unifica Business Intelligence e Corporate Performance Management in un unico ambiente integrato, offre una soluzione completa per il supporto, il controllo e la gestione di processi aziendali, in particolare:

- Budgeting, Planning e Forecasting;
- Analisi e Simulazione;
- Ottimizzazione della Profittabilità;
- Reporting finanziario ed economico;
- Scorecarding e Dashboarding;

- Strategy Management.

Nel nostro caso di studio Board verrà utilizzato semplicemente come strumento di BI, di analisi e raccolta delle informazioni al fine di definire obiettivi e decisioni, in quanto inserito nell'intero contesto aziendale.

4.4.2. Caso di esempio - Controlli sulle capsule del caffè

Per semplificare la fase relativa all'implementazione delle analisi su software Board, si parte direttamente da un caso sviluppato durante questa fase di tirocinio, in cui verrà focalizzata l'attenzione sull'implementazione delle analisi post-controlli su software. Si tratta di un controllo straordinario. Tale controllo non è correlato ad un processo di packaging precedente. Il periodo temporale è di 4 giornate, in cui saranno effettuati dei controlli continui sulle capsule da caffè. I controlli sono relativi a caratteristiche differenti. Verrà presentato di seguito il processo, la realizzazione di questo e l'implementazione delle analisi su software; verranno definite le caratteristiche del software che permettono tale realizzazione con brevi descrizioni. Una procedura del genere sarà poi impostata per tutti i diversi controlli e analisi in Nuova CD.

Mappatura e descrizione del processo

Il test sulle capsule da caffè è suddiviso in 4 giornate su 5 postazioni di lavoro.

Le informazioni necessarie da conoscere sono:

- Tipologia Macchinetta;
- Numero Macchinetta;
- Dose;
- Peso Capsula;
- Tempo Erogazione;
- Dose Erogata(cc);
- Lotto Prodotto finito;
- Data Erogazione.

I controlli sono:

L'Aspetto della Capsula non è idoneo?	Capsula forata o deformata prima dell'inserimento.
La Capsula si inserisce male?	Si ha difficoltà nell'introduzione della capsula nella macchinetta.
Si ha un gocciolamento di acqua in tazza prima del caffè?	
Si ha un gocciolamento posteriore durante l'erogazione?	
L'erogazione non è continua?	
La Capsula si incolla frontalmente?	Al termine dell'erogazione la capsula si incolla frontalmente
La Capsula resta incollata?	Tolta con dito; Tolta con difficoltà. 
La Capsula si incolla nel canale di scarico?	
La Capsula non è forata.	
La Capsula è caduta?	

Tabella 4.1 - Controllo capsula

Ogni postazione di lavoro è caratterizzata da 4 macchinette del caffè, su cui operano 2 persone.

Una persona si occupa di:

- decidere l'idoneità o meno della cialda valutando il suo aspetto;

- pesare la cialda;
- pesare il bicchiere vuoto;
- cronometrare il tempo di erogazione;
- registrare i dati nella tabella;

una seconda persona si occupa delle operazioni che richiedono l'utilizzo della macchinetta:

- posizionare i bicchieri;
- erogare il caffè;
- pesare i bicchieri;
- controllare la cialda al termine dell'operazione;
- svuotare i bicchieri.

Una terza persona si occupa di svuotare le cassette e mantenere l'ambiente in ordine, operando sulle cinque postazioni.

Per singola postazione:

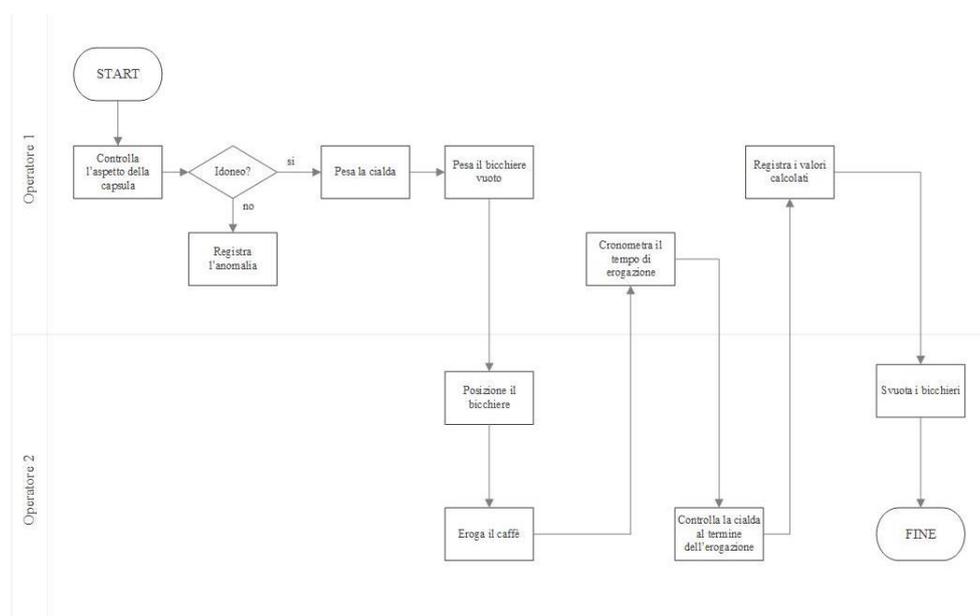


Figura 4.8 - Processo di controllo delle capsule

Il processo di taratura è la prima fase necessaria per avviare il processo di controllo. Si effettua a inizio giornata. Viene inserita la cialda nella macchinetta e viene avviata l'erogazione. Dopo aver tarato il bicchiere vuoto, si controlla il peso del caffè. Il cliente ha fornito nelle istruzioni un range massimo di erogazione. Si possono verificare due casi:

Range di riferimento: (+35;+45)g

1. Il peso rientra nel range: la macchinetta è tarata correttamente, è possibile effettuare l'erogazione;
2. Il peso è esterno al range: la macchinetta verrà ritarata con una nuova cialda. Al termine della taratura, verrà pesato il caffè e verificato che questo rientra nel range di riferimento, è possibile effettuare l'erogazione.

Nel corso dei controlli si effettuerà nuovamente la taratura ogni qual volta sulla stessa macchinetta la somma dell'acqua caduta prima e dopo e del caffè erogato è inferiore a 20 g, per tre erogazioni successive.

4.4.4. Implementazione in Board

L'architettura di Board si basa sul paradigma "Service Oriented Architecture" (SOA). In questo tipo di architettura è possibile individuare un fornitore di servizi, il "Board Server", e un insieme di consumatori dei servizi diversi che sono il Board Client, i componenti aggiuntivi MS-Office e il browser Web.

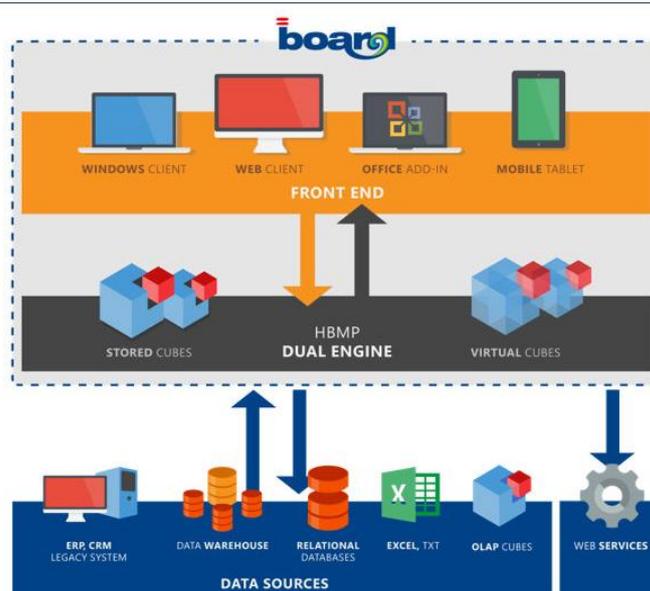


Figura 4.10 - Architettura di Board

- Board Client, Board Web Client, Board Office Add-in e Board per Mobile sono programmi utente front-end
- Board Server è legato al database multidimensionale che esegue tutta l'elaborazione sui database. Esegue tutte le aggregazioni, i calcoli, le selezioni, le procedure, le procedure di importazione dei dati e qualsiasi altra interazione che coinvolga il database multidimensionale di Board. Gestisce anche le connessioni in entrata dagli utenti della scheda. Esegue l'autenticazione dell'utente, applica restrizioni di sicurezza o privilegi.
- Board Database sono i file di database, che si trovano su un dispositivo di archiviazione. Un database Board è un insieme di file memorizzati in una directory. Il database Board può essere memorizzato sul disco fisso della macchina su cui è in esecuzione il Board Server o su un dispositivo di archiviazione ad esso collegato.

Concetti base

Si elencano nel seguito quei concetti per comprendere gli oggetti base in Board.

Entità

Un'entità è un insieme di elementi omogenei con cui i dati possono essere visualizzati e riepilogati. Ad esempio, un'entità è la "Tipologia Macchinetta" che detiene l'elenco delle macchinette utilizzate. Gli elementi di un'entità sono chiamati membri di entità o ricorrenze. Un'entità viene utilizzata come dimensione di un InfoCubo (definito in seguito). Possono essere definite relazioni tra una o più entità per formare una gerarchia. La definizione di un'entità implica la definizione di alcune caratteristiche correlate, quali:

- Code Width: la lunghezza del codice;
- Desc Width: la lunghezza della descrizione;

in quanto ogni entità è caratterizzata da un codice e una descrizione, anche se non obbligatoriamente.

- Max Item nr.: numero massimo di membri dell'entità. Questo parametro definisce il numero massimo di membri che l'entità può gestire;

- Sort by: Opzione di ordinamento predefinita. L'ordinamento è sempre in ordine crescente.
- Display: Indica il campo dell'entità predefinito visualizzato nei report;
- User View: consente di nascondere un'entità nell'ambiente Capsule;

Nel nostro caso le entità definite sono:

- Postazione: contiene i valori da 1 a 5;
- Tipo Capsula: contiene le diverse tipologie di Capsule utilizzate nel test;
- Numero Campionamento: è un'entità caratterizzata da n numeri, quanti sono i controlli effettuati per postazione;
- Tipologia Macchinetta: nel suo interno vi è l'elenco dei tipi di macchinetta utilizzati;
- Numero Macchinetta: contiene le matricole delle diverse macchinette che le identificano in maniera univoca;
- Difetto: è un'entità il cui campo codice contiene il numero del difetto e il cui campo entità è caratterizzato dalla descrizione del difetto; descrizioni viste in precedenza;
- Tipo Difetto; contiene due ricorrenze, "bit" e "ccpersi". Con "bit" si intendono tutti quei controlli che hanno come risposta un sì o un no (0 o 1); con "ccpersi" sono quei controlli che richiedono come risposta un valore, in particolare quei controlli riferiti al calcolo dei centimetri cubi persi (es. prima o durante l'erogazione...);
- Lotto Capsule: è il codice del lotto cui viene prelevata la capsula da testare; le capsule all'interno del lotto sono prelevate tutte, per cui il controllo può essere definito al 100%;
- Data erogazione: comprende le 4 date relative alle 4 giornate di test;
- Firma: contiene la sigla dell'operatore che si è occupato del test, in questo caso specifico identificano anche la postazione. In quanto vi è un solo operatore che registra i controlli a postazione.

In Figura 4.11 è raffigurata lo screen in Board che permette di definire e creare le entità che verranno popolate in una fase successiva in cui verranno letti i dati da database.

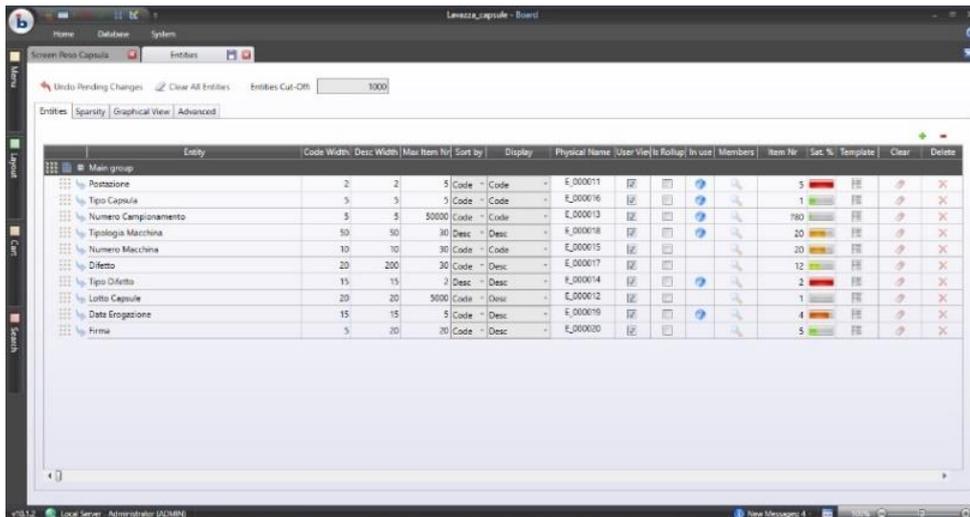


Figura 4.11 - Definizione delle entità in Board

Relazione

Una relazione indica un legame gerarchico, definisce una relazione multi-a-1, tra due entità di riferimento che rappresentano l'entità padre e l'entità figlio. Entità e gerarchie forniscono viste sugli InfoCubi (rappresentati di solito da dati numerici) a vari livelli di aggregazione. Un esempio di gerarchia, seppur semplice, è rappresentata in Figura 4.12. Ad esempio, Tipologia Macchina e Numero Macchina, sono entità padre e figlio: una Macchina può avere una sola matricola, una stessa Tipologia Macchina può includere diverse macchinette identificate con matricole diverse. Le gerarchie vengono anche chiamate alberi. Le relazioni nel nostro caso sono molto semplici e di facile comprensione:

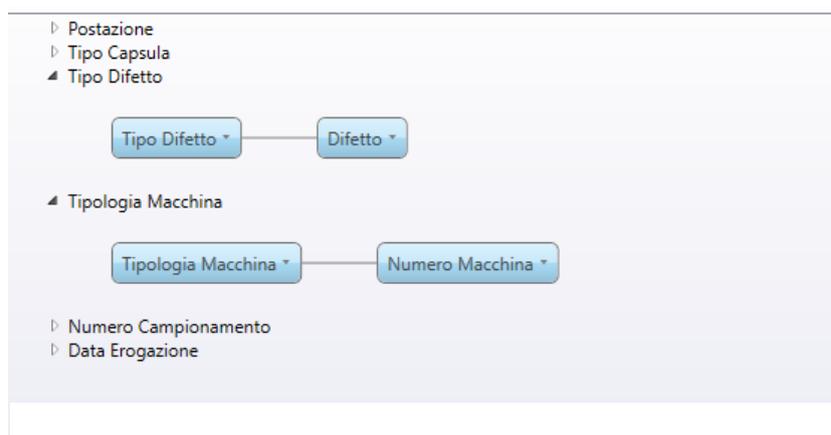


Figura 4.12 - Definizione delle relazioni in Board

Postazione → Firma

Tipo Capsula → Lotto Capsula

Tipo Difetto → Difetto

Tipologia Macchinetta → Numero Macchinetta

InfoCubo

Un InfoCubo è un elemento multidimensionale che consente di archiviare e recuperare dati. Una dimensione di un InfoCubo, identifica una diversa prospettiva di visualizzazione dei dati.

Ad esempio, l'InfoCubo Peso Capsula, ha come dimensione:

- Giorno,
- Postazione,
- Tipo Capsula,
- Tipologia Macchina,
- Numero Campionamento,
- Data erogazione.

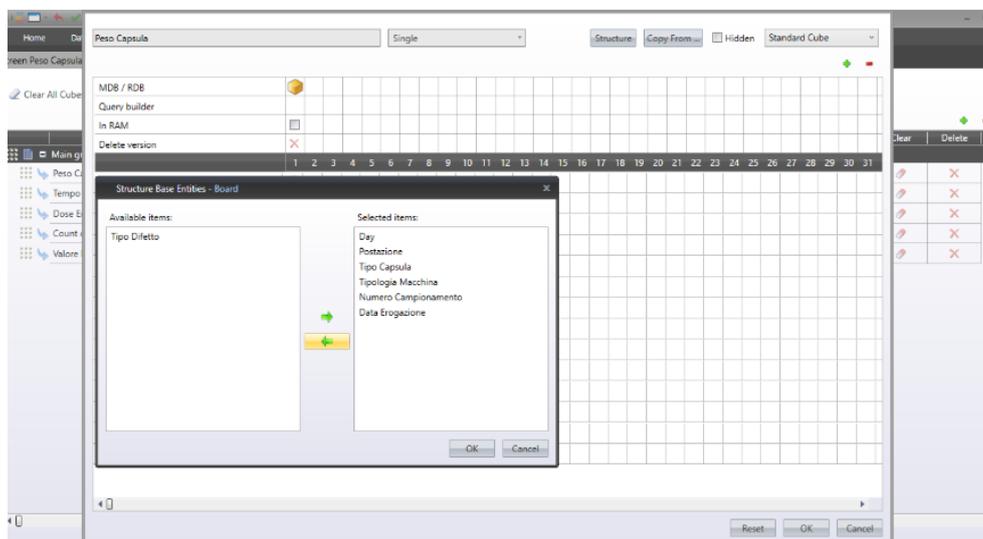


Figura 4.13 - Definizione degli InfoCubi in Board

Può essere visualizzato da uno qualsiasi degli assi, ad esempio Peso Capsula per Tipo Capsula, Peso Capsula per Postazione di lavoro o per il giorno, e

così via anche per le intersezioni e per le classi figli ad esempio per Numero Macchinetta.

DataReader

Un DataReader consente di importare dati da file di testo in un database Board. Un protocollo DataReader definisce come i dati esterni devono essere importati nel database Board e mappati su entità e InfoCubi; definisce quindi quali campi di una tabella in un database devono essere inseriti in quali entità e InfoCubi. Un protocollo DataReader può caricare contemporaneamente più entità e InfoCubi e InfoCubi e entità possono essere caricati da più protocolli di DataReader. Solitamente i database di Board vengono aggiornati quotidianamente durante un processo programmato nella notte che esegue tutti i protocolli di lettura richiesti.

Procedure

Una procedura in Board è una sequenza di azioni che consentono di eseguire una serie di attività, ad esempio attività di manutenzione come l'aggiornamento di un database Board, l'estrazione o la stampa di dati, il richiamare un programma esterno o attività che ricalcolano i dati, esempio calcolo di alcuni nuovi cubi, o procedure complesse di allocazione. I passaggi interni alle procedure sono chiamati azioni. Un'azione può eseguire un protocollo DataReader, eseguire un calcolo su un InfiCubo (DataFlow), stampare report o inviare report via e-mail, estrarne alcuni, ecc.

Capsule

Una capsule è una raccolta di schermate e procedure. Le schermate contengono oggetti come fogli di calcolo, grafici, pulsanti, annotazioni di testo e altri oggetti di presentazione dei dati. Una Capsula non contiene dati memorizzati, contiene solo la definizione di report (il Layout) e le definizioni degli oggetti di presentazione dei dati (fogli di calcolo e grafici). Ogni volta che una capsula viene aperta, i dati vengono recuperati da database.

Drill-down

Un elemento molto importante è utile in Board è il *drill-down*. Rappresenta una funzionalità di base e consiste nell'operazione di "esplosione" del dato nelle sue determinanti. È un'operazione molto utile e importante ai fini analitici.

4.4.4.1. Le Analisi

Si è cercato di delineare in maniera quanto più chiara possibile gli oggetti utili e principali per la definizione e la creazione di report in Board. Si continua nel seguito con il caso preso in esame per giungere alla creazione delle interfacce di analisi. Lo sviluppo di questa parte di tesi non prevede un'analisi dettagliata dei dati, ma permette la comprensione più approfondita degli oggetti e delle potenzialità dell'utilizzo del software, si è scelto di farlo tramite analisi di un caso per semplificare la spiegazione e renderla di immediata comprensione.

Le Analisi sono state divise in 4 macro categorie:

- Analisi sul Peso della Capsula;
- Analisi sulla Dose Erogata;
- Analisi sul Tempo di Erogazione;
- Analisi sulla Difettosità.

Per rappresentare i dati Board mette a disposizione degli oggetti, quali grafici, etichette o tabelle che permettono una visualizzazione personalizzata delle informazioni raccolte; nell'impostare le analisi del caso in oggetto sono stati scelti i seguenti:

- **DataView**: i dati vengono rappresentati in forma tabellare. I dati possono essere raggruppati in diversi livelli di aggregazione.
- **Grafici**.
- **Selector**: consente all'utente finale di selezionare membri di un'entità. I dati sullo schermo vengono immediatamente aggiornati per riflettere la selezione. Risultato schermi più intuitivi e interattivi.
- **Pager**: è un elenco a discesa che consente all'utente finale di selezionare membri di un'entità e quindi filtra in base all'elemento scelto. L'elemento

selezionato diventa un filtro per tutti i layout (i dati) presenti sullo schermo.

- DynaWrite: è una finestra che mostra le selezioni a schermo.
- Label: è un'etichetta che viene utilizzata per includere sullo schermo:
 - un semplice testo come un titolo o un commento;
 - un'immagine, ad esempio un'icona o un logo;
 - un valore di cella da un layout, come ad esempio un numero o un testo.

L'oggetto Label può anche eseguire un'azione quando viene cliccato come ad esempio:

- Go to screen action: per aprire un'altra schermata;
- Run procedure action: che avvia una procedura.

Analisi sul peso della capsula

La Dashboard di analisi è stata sviluppata e implementata in Board dopo aver consultato la direzione in Nuova CD e aver definito quali sono le informazioni da tener sotto controllo e di immediato impatto per le analisi. In *Allegato 3* è presente lo screen relativo all'interfaccia implementata che l'operatore utilizzerà direttamente per effettuare le analisi e le valutazioni opportune sui dati raccolti. Nel seguito gli oggetti presenti.



	Peso MAX Capsula	Peso MIN Capsula
1	MAX 6,29	MIN 5,82
2	MAX 6,29	MIN 5,91
3	MAX 6,27	MIN 5,89
4	MAX 6,27	MIN 5,89
5	MAX 6,97	MIN 5,88
Grand Total	MAX 21.372,71	MIN 21.372,71

Figura 4.14 - Dataview peso capsula Max-Min

Dataview. Si è pensato di definire una tabella che potesse mostrare all'utente che analizza i dati, il peso massimo e minimo della capsula per singola postazione. Il sistema in automatico raggrupperà i dati relativi ai pesi

per singola postazione e mostrerà il valore maggiore e minore tra questi. Questo permetterà di constatare subito se vi è la presenza di un valore anomalo o se c'è stato un errore di registrazione del dato da parte dell'operatore, per fretta ad esempio. Tale valore comprometterà tutte le analisi. In questo modo si potrebbe pensare di eliminarlo o di tenerne eventualmente conto. Inoltre cliccando sul "+" è possibile visualizzare il peso dei singoli controlli della singola postazione. Nel caso in cui supponiamo si

presenti un valore anomalo, il software permette di “*drillare*”, ovvero di esplorare a fondo il dato, per vedere ad esempio su quale macchinetta si è presentata l’anomalia o quale operatore addetto ha effettuato il controllo quando l’anomalia si è verificata.



Figura 4.15 - Indici peso capsula

Label. Le etichette in Figura 4.15 contengono diverse informazioni. Una prima label contiene il numero di controlli totali per postazione selezionata. In questo caso sono state selezionate tutte le postazioni, i controlli totali sono pari a 3500.

Nella label accanto sono presenti i valori percentuali relativamente al numero di controlli preventivati. Il numero di controlli prefissati che dovevano essere svolti nelle 4 giornate dalle singole postazioni è pari a 800 controlli. In quanto si era prefissato di effettuare in totale 4000 controlli, quindi 800 controlli per postazione. Sono quindi state calcolate le percentuali di lavoro svolto considerando gli 800 controlli corrispondenti al 100% del lavoro da effettuare.

- POSTAZIONE 1, OPERATORE MM: 622 controlli → ovvero sono stati effettuati il 77,75% dei controlli preventivati $(622/800)*100$;
- POSTAZIONE 2, OPERATORE LM: 774 controlli → ovvero sono stati effettuati il 96,75% dei controlli preventivati;
- POSTAZIONE 3, OPERATORE RM: 780 controlli → ovvero sono stati effettuati il 97,5% dei controlli preventivati;
- POSTAZIONE 4, OPERATORE DPC: 546 controlli → ovvero sono stati effettuati il 68,25% dei controlli preventivati;
- POSTAZIONE 5, OPERATORE MPS: 778 controlli → ovvero sono stati effettuati il 97,25% dei controlli preventivati.

È chiaro che l’operatore RM in postazione 3 è stato più veloce nell’effettuare i controlli. Si potrebbe andare a vedere nel dettaglio solo i controlli effettuati dall’operatore RM ad esempio. Questo potrebbe essere un modo per tenere sotto controllo i dipendenti o per generare eventualmente un meccanismo di incentivazione. È evidente che ciò permette di controllare la saturazione del

lavoro, per garantire la soddisfazione del cliente finale che potrebbe nel nostro caso non essere fortemente soddisfatto in quanto 500 delle osservazioni che aveva preventivato di ricevere non sono state effettuate, per mancanza di efficienza o di organizzazione da parte di chi ha effettuato i controlli, basare un meccanismo di premio avrebbe potuto motivare il dipendente ad essere più performante. Ciò lo si può fare solo avendo alla base un buon sistema di controllo.

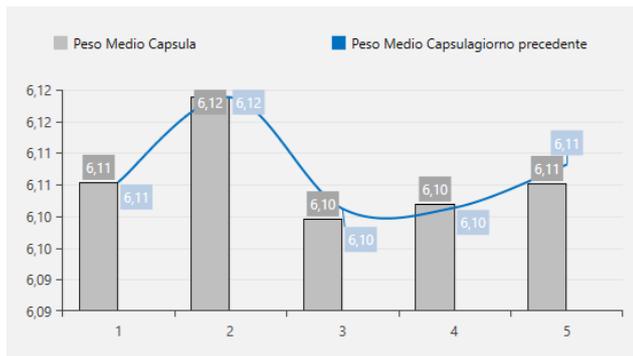


Figura 4.16 - Grafico peso medio capsula per postazione

Si è pensato fosse utile anche controllare che i pesi medi delle capsule trovati nelle varie postazioni corrispondano o siano quasi simili in quanto l'oggetto del controllo è lo stesso. Il grafico a barre presenta il peso medio per singola postazione; il grafico a linea permette di fare un confronto immediato con il peso medio del giorno precedente;

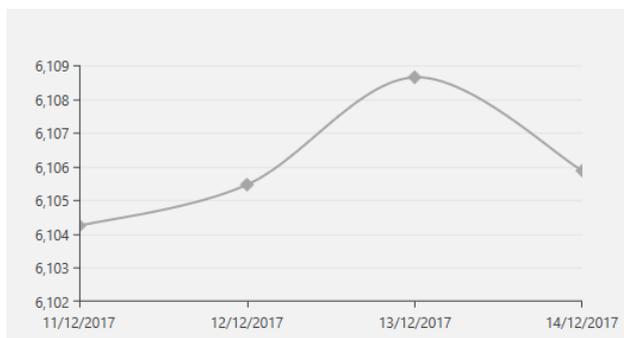


Figura 4.17- Grafico peso medio capsula per giorno

Un'altra visualizzazione interessante dei controlli effettuati si è pensato fosse quella di rappresentare l'andamento nelle varie giornate di lavoro. Nel nostro caso le giornate sono solo 4, in casi generali, in cui la rappresentazione verrebbe utilizzata, si potrebbe riferire ad un orizzonte temporale più ampio. Ciò permetterebbe di soffermarsi sulla variabilità della caratteristica controllata.

Se fossimo interessati a filtrare i dati rappresentati per giorno, singola macchinetta o postazione o operatore o numero di campionamento, ciò è possibile tramite i *Selector* e i *Pager* presenti nello schermo. Come si può vedere dallo screen in allegato.

Analisi sulla dose erogata

In *Allegato 3* è presente anche l'immagine del cruscotto di analisi relativo alla dose erogata.

MIN-MIAX		MEDIA	
	Dose Erogata MAX (s)	Dose Erogata MIN (s)	
⊕ Citiz1	45,41	18,44	
⊕ Citiz2	44,69	22,07	
⊕ Essenza Mini	49,01	3,75	
⊕ Essenza Mini1	46,35	26,15	
⊕ Essenza1	49,16	4,59	
⊕ Essenza2	54,17	11,80	
⊕ Expert	51,10	7,28	
⊕ Expert1	62,12	5,99	
⊕ Inissia1	47,07	21,10	
⊕ Inissia2	41,78	21,83	
⊕ Kitchenaid	41,97	3,50	
⊕ Kitchenaid2	38,89	4,22	
⊕ Lattissima	39,42	21,35	
⊕ Lattissima1	41,90	29,45	
⊕ Pixie2	43,61	32,96	
⊕ Pixie3	42,70	1,35	
⊕ Prodigio	43,30	3,89	
⊕ Prodigio1	45,27	4,26	
⊕ U1	38,78	5,66	
⊕ U2	41,45	16,33	
⊕ Grand Total	125.292,19	125.292,19	

MIN-MIAX		MEDIA	
	Numero Controlli	Dose erogata Media (s)	
1			
Citiz1	194	41,75	
Citiz2	194	36,51	
Prodigio	117	34,44	
Prodigio1	117	34,50	
Total 1	622	36,80	AVG
2			
Essenza Mini	194	37,41	
Essenza Mini1	195	38,89	
Lattissima	194	35,19	
Lattissima1	191	38,37	
Total 2	774	37,46	AVG
3			
Essenza1	195	38,34	
Essenza2	195	35,97	
Kitchenaid	195	34,15	
Kitchenaid2	195	32,35	
Total 3	780	35,20	AVG
4			
Expert	78	32,91	
Expert1	78	33,45	

Figura 4.18 - Dataview dose erogata Min-Max e dose erogata media

DataView. Sono inseriti due dataview all'interno di un contenitore, *Folder*, come dice il nome, il *Folder* è una cartella al cui interno possono essere contenuti altri oggetti. Il primo dataview mostra la quantità di dose erogata massima e minima. Come nel caso del peso, è possibile cliccare sul simbolo “+” per vedere i dati scomposti nei vari campionamenti. Anche in questo caso, questa rappresentazione permette di constatare subito se vi sono grosse variazioni tra le dosi erogate. Si nota infatti una forte variabilità tra dose erogata minima e dose erogata massima, addirittura una variabilità che va da 1,35 gr minimi di dose erogata minima ad un valore pari a 62,12 gr di dose erogata massima, ovvero un delta pari a circa 58 gr. Ciò individua una chiara anomalia. Allegare delle analisi che mostrano dei campanelli di allarme per il cliente o dei punti su cui far attenzione potrebbe essere un valore aggiunto per Nuova CD che non si limiterebbe a registrare i dati ma a farlo in maniera intelligente. Il secondo dataview (immagine sulla destra) mostra il numero di controlli e la dose erogata, raggruppati per singola macchinetta a sua volta per singola postazione.

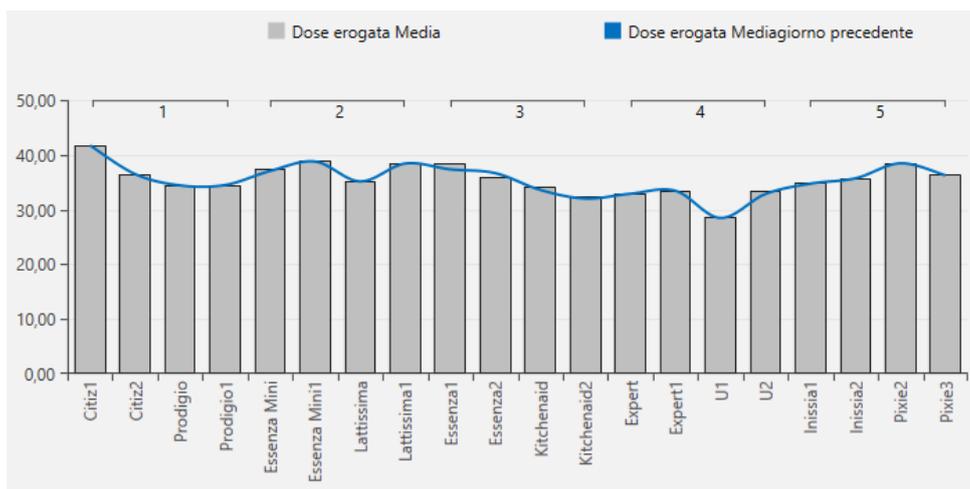


Figura 4.19 - Grafico dose erogata su singola macchinetta

Nonostante le grosse variazioni riscontrate tra dose erogata minima e massima, il grafico della dose erogata media per postazione presenta una variabilità non eccessivamente elevata. Anche in questo caso, come nel caso del peso, vi è il confronto dei dati raccolti di due giornate o in generale di due periodi. Il grafico a barre mostra la dose media erogata su singola macchinetta, raggruppando il dato per postazione. Il grafico a spline mostra la stessa del periodo precedente.

Anche in questo screen di analisi, è possibile filtrarlo con *Pager* e *Selector* per vedere solo i valori di interesse. (Vedi *Allegato 3*)

Analisi del tempo di erogazione

Lo screen del tempo di erogazione è strutturato nello stesso modo dello screen riguardante la dose erogata, come si può vedere in *Allegato 3*.

Analisi sui difetti

Le analisi sui difetti sono caratterizzati da due schermate, presenti in *Allegato 3*. I dati relativi ai difetti sono mostrati sia in maniera aggregata, sia nel

Postazione	Numero Difetti	Numerosità	Percentuale Difetti su Totale controlli
1	2.595	7.488	34,66%
2	2.630	9.360	28,10%
3	2.869	9.360	30,65%
4	2.703	6.552	41,25%
5	2.827	9.360	30,20%
TOTAL	13.624	42.120	AVG 32,97%

Figura 4.20 - Difetti per postazione

dettaglio del difetto.

Dataview. Il dataview in Figura 4.20 mostra il numero totale dei difetti riscontrati per postazione. Viene calcolata poi la

percentuale dei difetti relativamente al totale dei controlli. La colonna “Numerosità” indica per ogni postazione il numero di controlli che sono stati effettuati supponendo un controllo per tipologia di difetto da controllare. Si nota come la percentuale maggiore di difetti sono stati riscontrati in postazione 4, anche se i valori sono abbastanza simili.

Difetto	Numero Difetti	Percentuale Difetto su Totale difetti	Percentuale Difetti su Totale controlli
L'Aspetto della capsula non e idoneo?	23	0,17%	0,05%
la Capsula e caduta?	0	0,00%	0,00%
la capsula si inserisce male?	1.995	14,64%	4,74%
Si ha un gocciolamento di acqua in tazza prima del caffè?	1.990	14,61%	4,72%
Si ha un gocciolamento posteriore durante l'erogazione del caffè	578	4,24%	1,37%
l'erogazione non e continua?	1.295	9,51%	3,07%
la capsula si incolla frontalmente?	1.986	14,58%	4,72%
la capsula si blocca nella BU?	1.989	14,60%	4,72%
tolta con il dito	1.989	14,60%	4,72%
tolta con difficoltà	1	0,01%	0,00%
la capsula si incastra nel canale di scarico?	0	0,00%	0,00%
la Capsula non e forata?	1.778	13,05%	4,22%

Figura 4.21 - Difetti per tipologia difetto

Il secondo dataview che si è scelto di implementare analizza i difetti riscontrati per dettaglio di difetto. Raggruppa i dati per tipologia di difetto, mostrando:

- il numero di difetti riscontrati;
- la percentuale di difetti sul totale di difetti

$$\left(\frac{\text{Numero di difetto}}{\text{Totale di difetti}} \right) * 100$$

- la percentuale di difetti sul totale dei controlli

$$\left(\frac{\text{Numero di difetto}}{\text{Totale di controlli}} \right) * 100$$

Il difetto maggiormente riscontrato riguarda il mal inserimento della capsula, con un totale di 1995 volte su un numero totale di controlli pari a 3500. Ciò permette di notare subito quanto varia il numero di difetti in base alla tipologia di difetto, consente, individuando il maggior difetto riscontrato, di capire le cause del possibile presentarsi ripetutamente del difetto in questione, di

risolverle per avere una performance migliore l'ora dopo o il giorno dopo, o in genere al controllo successivo.

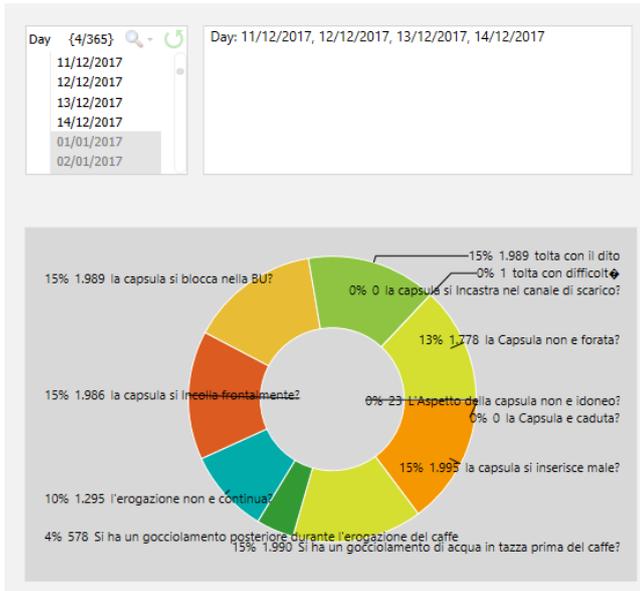


Figura 4.22 - Diagramma a torta sulla percentuale di difetti presenti

Il grafico a torta in Figura 4.22 è una rappresentazione grafica della percentuale di difetti sul totale dei difetti.

Si nota a schermo la presenza del DynaWrite che permette di vedere le selezioni attive sulla schermata di visualizzazione dei dati.

Nel caso della Figura in questione, sono selezionate solo le quattro giornate in cui sono stati effettuati i controlli. Poiché vi è la possibilità di effettuare diverse combinazioni e selezioni per visualizzare il dato, l'oggetto DynaWrite risulta essere molto utile.

	Numero Difetti	Percentuale Difetti su Totale difetti	Percentuale Difetti su Totale controlli
1	2.595	19,05%	6,16%
2	2.630	19,30%	6,24%
3	2.869	21,06%	6,81%
4	2.703	19,84%	6,42%
5	2.827	20,75%	6,71%
TOTAL	13.624	100,00%	32,35%

Figura 4.23 - Numero di difetti per postazione

In Figura 4.23 sono presenti gli stessi valori calcolati ma mostrati per postazione. Agganciato a questa visualizzazione vi è il grafico a torta che

permette una visualizzazione immediata visiva della distribuzione dei difetti riscontrati su ogni postazione.

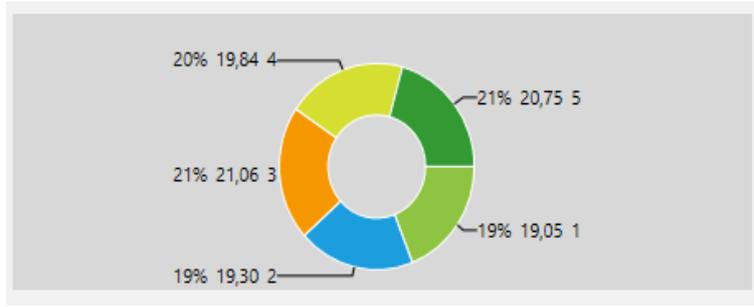


Figura 4.25 - Grafico sulla percentuale dei difetti per postazione

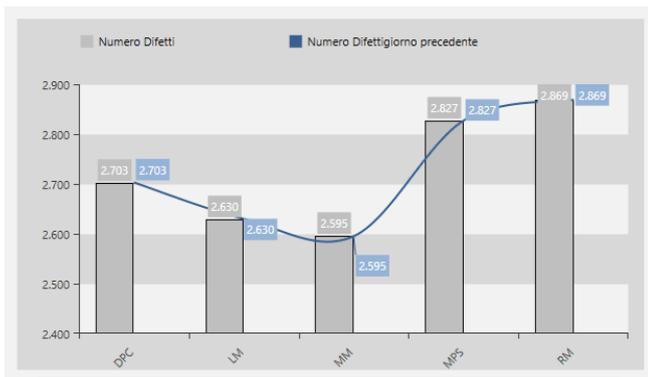


Figura 4.24 - Grafico sulla percentuale dei difetti per postazione

Il grafico a linee + spline: mostra un confronto tra il numero di difetti con il numero di difetti del giorno precedente per singolo operatore che ha

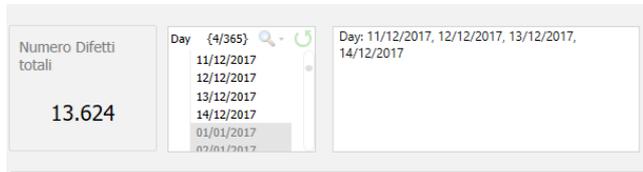


Figura 4.26 - Label selector e numero di difetti

effettuato i controlli.

Label. Permette di tener sotto controllo il numero di difetti riscontrato totale; questo in base alle

selezioni attive sullo schermo. In Figura 4.26, come si può vedere, la select è applicata sulle quattro giornate di test, quindi indica il numero di difetti totali riscontrati nel processo di controllo.

Capitolo 5 : Analisi dei tempi e dei costi

"Il miglioramento della Qualità è la principale fonte di riduzione dei costi. Una cattiva Qualità ha costi enormi ben documentabili"

Tom Peters [1942 -]

L'obiettivo del Quinto Capitolo è quello di definire un'analisi qualitativa sui tempi e sui costi del progetto per creare nel lettore un'idea riguardante la convenienza o meno dello stesso.

5.1 Analisi dei Tempi

Si analizzano le voci relative ai tempi.

Tempo impiegato per consultare i documenti: notevolmente migliorabile con il progetto.

Tempi controlli e raccolta dati:

- Tempo per effettuare i controlli (t_i): trascurabile in quanto nel caso del piano di raccolta dati prima e dopo si può supporre uguale; il tempo dedicato materialmente al controllo dei pezzi escludendo la raccolta dei dati è lo stesso. Si immagini un tempo necessario ad effettuare i controlli pari al 40% del tempo totale;
- Tempo di registrazione dei dati su foglio cartaceo (t_{11}): si suppone il 20% del tempo totale;
- Tempo per riportare i dati raccolti da file su pc (t_{12}): 20% del tempo totale;
- Tempo di registrazione dei dati su tablet (t_2): si stima pari al 40% del tempo totale; questo tempo potrebbe coincidere con il tempo necessario a riportare i dati su pc, ma viene considerato un $\Delta t = 10\%$ tra i due tempi, dovuto alle condizioni diverse, più scomode in produzione.
- Tempo consultazione (t_c): viene supposto pari al 20% del tempo totale prima del progetto, considerando la consultazione cartacea dei fogli; e un

risparmio del 15% nel caso di progetto implementato in quanto il processo è molto veloce.

$$T_{\text{tot}}(1) = t_1 + t_{11} + t_{12} + t_{c1} = 100\%$$

$$T_{\text{tot}}(2) = t_1 + t_2 + t_{c2} = 75\%$$

$\Delta t_t = T_{\text{tot}}(1) - T_{\text{tot}}(2) = 15\%$ indica il risparmio del tempo generato dall'apporto del nuovo metodo.

Tale valutazione dei tempi è stata confermata in seguito alla raccolta dei dati in fase di test. Durante questa fase sono stati calcolati i tempi che hanno confermato le precedenti assunzioni. Il risparmio dei tempi è del 15% circa del tempo di controllo e raccolta dati. Tale tempo risparmiato potrebbe essere investito in altre attività.

Tempo impiegato per generare i file di raccolta dati: un fattore a sfavore del nuovo progetto è il tempo impiegato per la generazione dei file in formato “dinamico”. Questo aspetto non è trascurabile in quanto i prodotti controllati sono tanti e di diverso tipo e richiedono dei file di raccolta dati dettagliati per ogni prodotto. La generazione dei file avviene in una fase limitata durante l'implementazione del progetto. I controlli sono differenti ma di solito standard, i file di raccolta dati generalmente non cambiano, per cui il tempo generato a creare i file è un tempo impiegato prima dell'avvio del progetto. Successivamente verrà adoperato un tempo minore solo occasionalmente quando si verificano controlli nuovi o modifiche ai vecchi controlli.

TEMPI	PRIMA	DOPO
Tempo creazione fogli controlli	pari a 0	maggiore
Tempo raccolta controlli	uguale	uguale
Tempo raccolta dati	minore	maggiore
Tempo consultazione	maggiore	minore
Tempo trascrizione	maggiore	pari a 0

Tabella 5.1 - Analisi dei tempi del progetto

Si nota che vi è un generale risparmio dei tempi. Un risparmio dei tempi comporta minori ore lavoro da applicare sullo stesso processo, quindi minori risorse da impiegare, che si trasforma in un minore costo per l'azienda.

5.2 Analisi dei costi e dei ricavi

Sulla base delle assunzioni fatte sui tempi, nella tabella seguente sono elencate le voci di costo e di ricavi che il progetto comporterebbe. Non è stato possibile quantificarle, ma seguono delle osservazioni.

VOCE	PRIMA	DOPO	COSTO	RICAVO
Progetto			Costo del progetto	No
ARXIVAR				
Tempo generazione file di raccolta dati	Pari a 0	Più veloce	SI	No
Tempo controlli	Uguale	Uguale	No	No
Tempo raccolta dati	Foglio cartaceo → più veloce	Tablet → più lento	Si	No
Tempo trascrizione dati	Più veloce	Pari a 0	No	SI
Consultazione documentazione	Più lento	Più veloce	No	SI
Controllo personale	No	Si	No	SI
Riconoscimento dell'errore	Fine controllo	In tempo reale	No	Si
BOARD				
Analisi dati controlli	Pari a 0	Si	No	Si
Proposta: Piano di Campionamento in ingresso				
Individuazione pezzo difettoso fornito	Controllo visivo → superficiale e poco attendibile	Registrazione dati su file → maggiore controllo	Si	Si

Tabella 5.2 - Analisi dei costi e dei ricavi del progetto

- Il “Tempo di generazione dei file di raccolta dati”, il “Tempo di raccolta dati”, il “Tempo di trascrizione dei dati” e il “Tempo di consultazione dei

documenti”, corrispondono ad ore di lavoro impiegate o risparmiate. Si è visto nella sezione precedente che circa il 15% del tempo, fatto un totale 100% dei tempi giornalieri impiegati, può essere considerato un risparmio. Il 15% in una giornata lavorativa di 8 ore corrisponde a 1,2 ore a giornata. Moltiplicando le 1,2 ore a giornata per 5 giorni lavorativi a settimana e per 40 settimane/anno, si ottiene un risparmio orario pari a 240 ore/anno. Si dovrebbe conoscere l’importo orario pagato a lavoratore per quantificare in euro il risparmio.

- Il “Controllo del personale”. Assegnare un valore al controllo del personale non è per nulla semplice. Si potrebbe supporre che per avere lo stesso tipo di controllo dovrebbe essere posta una persona che si occupa di supervisionare, per cui potrebbe essere inteso come risparmio monetario di questo;
- Il “Riconoscimento dell’errore” implica un risparmio di costi legati al ripresentarsi dello stesso errore, abbattimento immediato degli stessi e risoluzione immediata. Si dovrebbe ricavare il costo medio attuale generato dall’errore.
- L’ “analisi dei dati” crea maggior controllo. Fornire le analisi al cliente finale genera maggior credibilità da parte del cliente che potrebbe essere disposto a pagare un prezzo maggiore.
- Generare un piano di campionamento in ingresso genera dei costi e dei ricavi. I costi legati alla generazione dei file; i ricavi legati all’individuazione dei pezzi forniti difettosi in una fase in cui la lavorazione non è ancora avviata. Si potrebbero quantificare quanti blocchi macchina si sono verificati a causa di pezzi difettosi in ingresso e quantificarli in termini di tempo e monetari.

Si è cercato di dare una visione qualitativa dei benefici e dei costi legati all’applicazione del progetto. Rimangono tutti quegli aspetti positivi legati alla spendibilità del processo generale in termini di affidabilità e performance che non implicano un guadagno monetario immediato ma sicuramente a lungo termine e che permettono di aumentare la fiducia, la credibilità e le prestazioni dell’azienda stessa.

Capitolo 6 : Il Caso

"Se non riuscite a descrivere quello che state facendo come se fosse un processo, non sapete cosa state facendo" W. Edwards Deming [1900 – 1993]

Nel Sesto Capitolo verranno analizzati due casi aziendali nel dettaglio. Saranno effettuate delle analisi complete con spiegazione e valutazione del processo di campionamento. Sono stati scelti i casi seguenti:

1. Confezione di cioccolatini: controllo dei pesi dei cioccolatini e controllo sulla presenza o meno di difettosità negli attributi della confezione;
2. Calza della befana: controllo sul peso della calza della befana e controllo sulla presenza o meno di difettosità negli attributi della calza.

In entrambi i casi sono stati raccolti dei dati per un periodo pari ad una settimana durante la fase di test del progetto. Nell'analizzare gli attributi dei due casi, verrà messo in discussione, qualora si ritenesse opportuno, il piano di campionamento attuale e proposte delle soluzioni alternative. Nell'analizzare la variabile peso verrà semplicemente spiegata la modalità del piano di campionamento utilizzato, in quanto tale piano fa riferimento ad una legge relativa al confezionamento in volume dei prodotti alimentari in imballaggi preconfezionati⁵. Per imballaggio preconfezionato o preimballaggio si intende l'insieme di un prodotto e dell'imballaggio individuale nel quale tale prodotto è preconfezionato (Art.2 Legge 25 Ottobre 1978, n.690). Un prodotto è preconfezionato quando è contenuto in un imballaggio di qualsiasi tipo chiuso in assenza dell'acquirente e preparato in modo che la quantità del prodotto in esso contenuta abbia un valore prefissato e non possa essere modificata senza aprire o alterare palesemente l'imballaggio stesso (Art.2 Legge 25 Ottobre 1978, n.690). In *Allegato 4* è

⁵ Legge 25 Ottobre 1978, n.690

presente la tabella relativa agli ERRORI MASSIMI TOLLERATI IN MENO SUI CONTENUTI DEGLI IMBALLAGGI PRECONFEZIONATI CEE.

Nuova CD è una cooperativa che opera nel settore del packaging, imballa prodotti di altri clienti; per questa ragione non si dispone di molte informazioni utili per esaminare più nel dettaglio i casi di studio. Si è cercato di risalire alle informazioni mancanti e necessarie attraverso ipotesi giustificate per ottenere uno studio quanto più completo del caso.

Il controllo del peso

Nei due casi di studio il campionamento relativo al controllo statistico del peso degli imballaggi preconfezionati avviene nello stesso modo. Secondo normativa.

Dove T_1 è pari a $Q_n - (\% \text{ o grammi tollerati})$; mentre T_2 è uguale a $Q_n - 2(\% \text{ o grammi tollerati})$.

Le condizioni di accettazione del controllo orario dei pesi sono:

- Peso medio orario $\geq Q_n$;
- Massimo 0 unità di vendita tollerata tra T_1 e T_2 ;
- Non ammesse singole unità di vendita $< T_2$.

Le altre condizioni cui porre attenzione sono:

1. Peso medio $< Q_n$.

p_1 =peso medio del primo campione pesato

p_2 =peso medio del secondo campione pesato

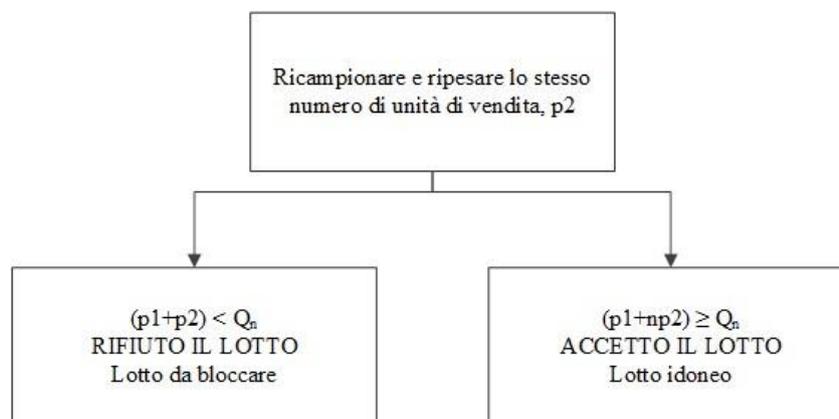


Figura 6.1 - Campionamento pesi

2. Unità di vendita tra T_1 e $T_2 > 2 \rightarrow$ RIFIUTO IL LOTTO. Lotto da bloccare.
3. Unità di vendita tra T_1 e $T_2 = 1$ o a 2.
 n_1 =unità di vendita comprese tra T_1 e T_2 ;
 n_2 =unità di vendita comprese tra T_1 e T_2 .

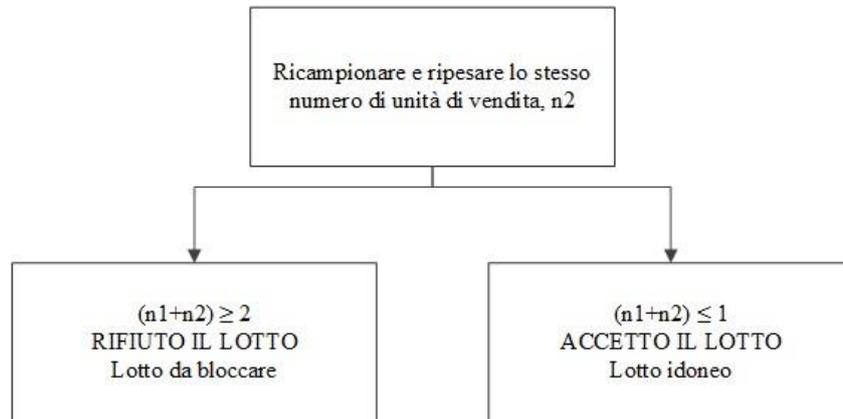


Figura 6.2 - Campionamento pesi

6.1. Primo caso di studio: Confezione cioccolatini

Il processo di Packaging

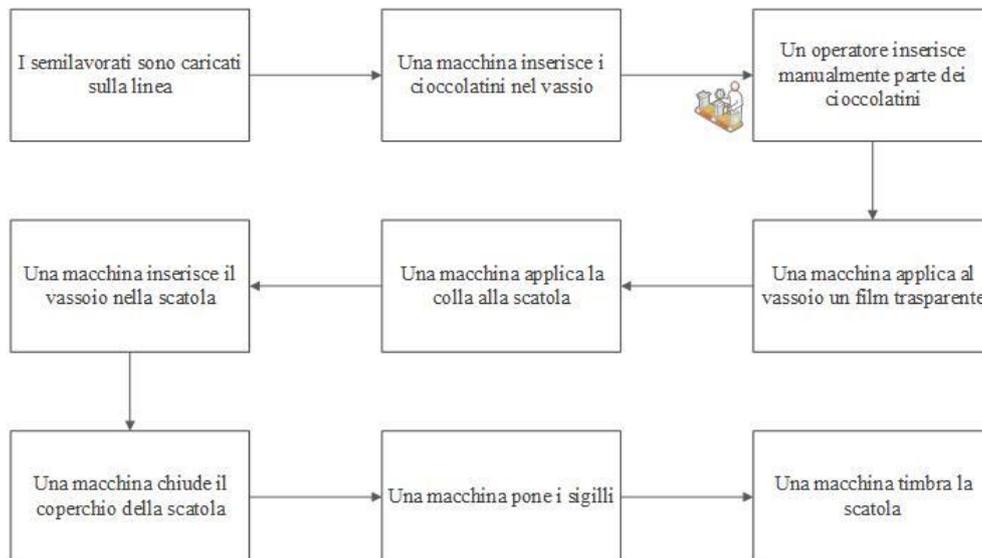


Figura 6.3 - Il processo di imballaggio delle confezioni di cioccolatini

Il processo di confezionamento dei cioccolatini è semi automatico. Vengono caricati i semilavorati sulla linea; una parte di cioccolatini viene inserita nel

vassoio da macchina “inseritore cioccolatini”, un’altra parte viene inserita manualmente dall’operatore. Sul vassoio si applica un film trasparente (è il punto in cui se la macchina non funziona blocca l’intera linea). Successivamente è applicata la colla alla scatola, si inserisce il vassoio nella scatola. Una macchina chiude il coperchio (se scatola piccola) o si posa manualmente il coperchio sulla scatola (se scatola grande). Si pongono i sigilli, si timbra la scadenza.

6.1.1. Controllo degli attributi delle confezioni

Nel seguente paragrafo verrà esaminato il caso di studio partendo dalla descrizione del processo scelto e proseguendo con una descrizione critica del piano di campionamento utilizzato attualmente. Verranno presentati degli scenari alternativi come ipotesi di miglioramento del piano di campionamento.

Durante la settimana del 02/10/2017 sono stati prelevati dei dati reali al fine di sviluppare dei test e impostare le analisi in Board, verranno in questo paragrafo esaminati questi dati. I dati sono stati registrati su tablet in modo da testare la nuova procedura di raccolta. In Figura 6.4 è presente l’interfaccia di inserimento dei valori per la raccolta dei dati.

DESCRIZIONE	NUMERO RIFIUTO	TURNO 6 - 14				TURNO 14 - 22				TURNO 22 - 06					
		07	09	11	13	15	17	19	21	23	01	03	05		
SCATOLE		CONTROLLARE 50 SCATOLE OGNI 2 ORE													
CORPI ESTRANEI	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
PEZZI MANCANTI	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
DATAZIONE ERR. / MANC. / ILL.	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
CONFEZIONI CON ROTTURE	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
DISTRIBUZIONE COLLA ERPATA O MANCANTE	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CONF. SPORCHE, GRAFFIATE, MACCHiate	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CONFEZIONI CON PEZZI MAL POSIZIONATI	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CONF. CON PZ. SENZA PIROTTINO	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INF. CON PZ. CON BOLLINO DOPP.	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CONF. CON PZ. SENZA BOLLINO	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
CONF. CON PZ CON CIOCCOLATO VISIBILE	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
CONF. CON PZ MALE INCARTATI	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
CARTONI / ESPOSITORI		CONTROLLARE 8 PEZZI OGNI 2 ORE													
CART. / ESP. CON CONFEZ. MANC.	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
DATAZIONE MANC./ERR./ILL.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
ESP. CON DIFETTI EST./FUNZ.	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
FIRMA															

Figura 6.4 - Tablet interfaccia file raccolta dati

Il Processo di Controllo

Il Processo di controllo è un processo del tutto manuale. Si suddivide in:

- Controllo scatole contenenti i cioccolatini;
- Controllo cartoni/espositori contenenti le scatole.

Le scatole prelevate dal lotto per l'ispezione hanno una numerosità stabilita da piano di campionamento. Un operatore si occupa di controllare gli attributi del campione periodicamente; sono registrati sul foglio fornito gli esiti del campionamento. Il processo di controllo delle scatole ha distribuzione binomiale. In maniera del tutto simile avviene anche il processo di controllo dei cartoni/espositori.

Sistema di campionamento e osservazioni

Il controllo ingegneristico non cerca di identificare le cause che hanno portato il processo fuori controllo ma si limita a valutare lo spostamento del processo nel tempo, generando un controllo continuo, rendendo il processo stabile. In genere sono imposti dei limiti ingegneristici, spesso che coincidono con le specifiche. Si valuta l'indice di capacità il quale deve assumere valori molto alti. Può accadere che il processo esca fuori dai limiti di specifica questo indica probabilmente che il processo sia da regolare, in quanto ha subito una deriva. È necessario mantenere il processo nei limiti applicando frequenti regolazioni. L'indice di capacità del processo misura l'attitudine di questo a costruire prodotti che soddisfano le specifiche. Dopo ciò, se il processo è capace, allora è possibile predisporre controlli ingegneristici in relazione agli obiettivi.

Scenario attuale

Il Campionamento per le scatole e per i cartoni/espositori è strutturato nel seguente modo:

Frequenza campionamento	Num. scatole campionate	Num. cartoni/espositori campionati
07:00	50	8
09:00	50	8
11:00	50	8
13:00	50	8
15:00	50	8
17:00	50	8
19:00	50	8
21:00	50	8
23:00	50	8
01:00	50	8
03:00	50	8
05:00	50	8

Tabella 6.1 - Modalità di campionamento delle confezioni di cioccolatini

La frequenza del campionamento è pari a 2 ore, la numerosità del campione ispezionato è pari a 50 unità per le scatole e 8 unità per i cartoni/espositori.

La difettosità di una scatola viene stabilita in base ai seguenti controlli:

- Corpi estranei;
- Pezzi mancanti;
- Datazione errata/mancante;
- Confezioni con rotture;
- Distribuzione colla errata o mancante;
- Confezioni sporche, graffiate, macchiate;
- Confezioni con pezzi mal posizionati;
- Confezioni con pezzi senza pirottino;
- Confezioni con pezzi con bollino doppio;
- Confezioni con pezzi senza bollino;
- Confezioni con pezzi senza cioccolato visibile;
- Confezioni con pezzi male incartati.

I controlli su cartoni/espositori sono invece i seguenti:

- Cartone/espositore con confezione mancante;
- Datazione mancante/errata;
- Espositore con difetti esterni/funzionali.

Controllo sulle scatole di cioccolatini

Il processo di campionamento delle scatole dei cioccolatini è un campionamento di tipo singolo; in particolare i parametri sono i seguenti:

n	50
c	1
b	Elementi difettosi riscontrati nel campionamento

Tabella 6.2 - Parametri campionamento delle confezioni di cioccolatini

Grazie allo storico dei dati è possibile conoscere la difettosità del processo approssimativamente pari a 1,6%. I valori di AQL e LTPD non sono stati forniti per le analisi. Supponendo che il livello di rischio α e β siano ragionevolmente pari al 5% e 10% è stato possibile risalire ai valori di AQL e LTPD. AQL risulta pari a 0,0075 valore inferiore alla difettosità media. Sarebbe opportuno avere una difettosità media del processo minore o al più uguale al livello di AQL, sarà proprio questo aspetto che verrà messo in discussione nelle analisi seguenti. Il valore LTPD risulta invece pari a 0,075 circa. Da notare lo scarto tra i due valori di AQL e LTPD pari al 10%.

Efficacia del Piano di Campionamento

È stato confrontato nel seguito tale piano di campionamento singolo attuale con un piano di campionamento doppio per valutare l'efficacia del piano di campionamento.

In Tabella 6.3 sono state ricavate le probabilità di accettazione dei due piani, utilizzate in seguito per il calcolo della curva operativa caratteristica dello stesso.

Frazione difettosi	PaI	PaII	Pa
0,001	0,9988	0,0012	1,0000
0,01	0,9106	0,0556	0,9662
0,02	0,7358	0,0749	0,8107
0,03	0,5553	0,0497	0,6050
0,04	0,4005	0,0241	0,4246
0,05	0,2794	0,0097	0,2891
0,06	0,1900	0,0034	0,1934
0,07	0,1265	0,0011	0,1276
0,08	0,0827	0,0003	0,0830
0,09	0,0532	0,0001	0,0533
0,1	0,0338	0,0000	0,0338
0,2	0,0002	0,0000	0,0002
0,3	0,0000	0,0000	0,0000
0,4	0,0000	0,0000	0,0000
0,5	0,0000	0,0000	0,0000
0,6	0,0000	0,0000	0,0000
0,7	0,0000	0,0000	0,0000
0,8	0,0000	0,0000	0,0000
0,9	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000

Tabella 6.3 - Dati curva operativa

Come si può notare in Figura 6.5, la curva operativa caratteristica mostra uno scostamento tra l'utilizzo di un piano di campionamento singolo e uno doppio con i parametri considerati. Per valori molto bassi di difettosità vi è una discriminazione tra i due piani relativamente alla probabilità di accettazione: per una stessa percentuale di difettosità si ha una probabilità di accettazione più alta utilizzando un piano di campionamento doppio e quindi uno scarto minore di pezzi difettosi. Aumentando la difettosità la differenza tra piano di campionamento singolo e doppio perde di significatività.

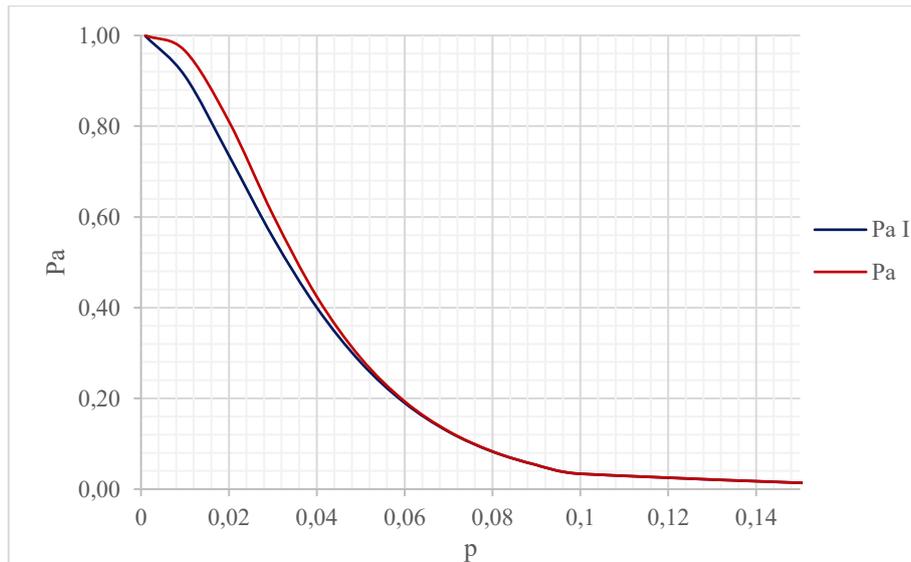


Figura 6.5 - Curva operativa caratteristica del piano di campionamento delle confezioni dei cioccolatini

Calcolando l'indice ASN (*Average Sample Number*) è possibile ricavare il numero totale medio di ispezioni nel caso di campionamento singolo o doppio.

p	PaI	PrI	PI
0,016	0,8094	0,0460	0,8554

ASN (campionamento singolo) = 50 unità

ASN (campionamento doppio) = $n_1 + n_2 (1 - P^I)$

dove $P^I = P(\text{lotto accettato al primo campionamento}) + P(\text{lotto rifiutato al primo campionamento})$

$P(\text{lotto accettato al primo campionamento}) = P(\text{elementi difettosi pari a 0 e 1}) = 0,8094$

$P(\text{lotto rifiutato al primo campionamento}) = P(\text{elementi difettosi maggiori strettamente di } c_2=3) = 1 - [P(d_1 = 0) + (d_1 = 1) + (d_1 = 2) + (d_1 = 3)] = 0,0460$

$P^I = 0,8554$

$ASN = 50 + 100(1 - 0,8554) = 64,5 \sim 65$

Il campionamento doppio, si applica prelevando un secondo campione dallo stesso lotto di 100 unità e effettuando su questo gli stessi controlli. Si nota

che il calcolo dell'indice di numerosità media campionata mostra un aumento di 11 unità utilizzando il campionamento doppio. Nel caso in oggetto si mostra quindi una convenienza nell'utilizzo di tale piano.

Osservazioni sul piano di campionamento attuale

Per confermare l'adeguatezza all'utilizzo di un piano di campionamento doppio si calcola la probabilità di accettazione relativamente ad un $p = 0,016$.

Il piano doppio presenta una probabilità di accettazione superiore rispetto al piano di campionamento singolo in corrispondenza ad una probabilità media di difettosità pari a 0,016.

Pa (singolo)	Pa (doppio)
0,8094	0,8851

Si nota uno scarto del 19% circa di prodotti nel caso di campionamento singolo, contro uno scarto del 12% circa di lotti nel caso di campionamento doppio. Essendo lo scarto del 12% un valore comunque alto, si suppone che si voglia ottenere uno scarto medio ideale del 5%, quindi di voler aumentare ancora la probabilità di accettazione; sono state valutate le modalità per farlo e quali potrebbero essere i parametri su cui intervenire.

In Tabella 6.4 sono rappresentati i parametri attuali, considerando il piano singolo.

AQL	0,0075
LTPD	0,075
α	5%
β	10%
n	50
c	1

Tabella 6.4 - Parametri piano di campionamento attuale

Si analizzano le possibili modalità di intervento:

- Aumentare o diminuire i valori n o c: Un aumento del livello di qualità accettabile genererebbe sicuramente un aumento della probabilità di accettazione ma con conseguente abbassamento della discriminazione tra lotti buoni e cattivi. Inoltre comporterebbe un aumento della dimensione campionaria n per mantenere l'equilibrio. Viceversa il crescere della

dimensione campionaria n , comporterebbe una conseguente decrescita della probabilità di accettazione generando un piano più severo e selettivo. In aggiunta avere campioni più numerosi implicherebbe un impiego di risorse e tempo maggiore per l'azienda. Ma un aumento della dimensione campionaria genera un avvicinarsi dell'andamento della curva OC all'andamento ideale, ciò causa un conseguente aumento della discriminazione tra lotti di buona e cattiva qualità.

- Agire sui rischi α o β : Il livello $1 - \alpha$ è detto, come visto, il rischio del fornitore, il livello β è detto rischio dell'acquirente. Il fornitore sarà concentrato sul rischio di vedersi rifiutati lotti conformi, nel nostro caso la probabilità di accettare tali lotti è pari al 95%, cui corrisponde una qualità del lotto pari all'AQL = 0,05% massima frazione di difettosi cui il cliente è disposto ad accettare con probabilità pari al 95%. Verranno accettati il 95% di lotti con una difettosità pari o inferiore allo 0,05%.

L'acquirente si focalizza sul rischio di accettare lotti non conformi β . Non vuole cioè accettare più del 10% di lotti che abbiamo una difettosità maggiore o uguale al 7,5%. Agire su questi valori significherebbe maggiore tolleranza da parte del cliente che dovrebbe sopportare un maggior rischio nell'accettazione di un lotto non conforme. Nelle nostre analisi lasceremo inalterati questi livelli.

- Aumentare o diminuire il livello di LTPD: Si potrebbe valutare un aumento del livello LTPD, ovvero stabilire un livello di tollerabilità da parte del cliente maggiore, ma essendo un parametro definito dal cliente, difficilmente è possibile intervenire su questo parametro. Il livello LTPD indica il valore limite della percentuale di difettosi nel lotto, al di sotto del quale il committente è disposto ad accettare il lotto (con un livello di rischio β). È preferibile non alterarlo.
- Ridefinire il livello di AQL: il livello di qualità accettabile rappresenta il minor livello qualitativo per il processo produttivo del fornitore che l'acquirente può considerare accettabile, definisce uno standard rispetto al quale i lotti vengono giudicati. È necessario che il processo produttivo del fornitore operi a un livello di produzione considerevolmente migliore di quello dell'AQL considerato. In altre parole l'AQL è il valore limite

della percentuale di difettosi nel lotto al di sopra del quale il fornitore è disposto a vedersi rifiutare il lotto (con un livello di rischio α). Fissare un livello di AQL minore della percentuale di difettosità nel campione non ha gran senso in quanto implicherebbe un rifiuto da parte dell'acquirente di *default*, il minor livello qualitativo del processo produttivo del fornitore deve essere quindi almeno pari alla percentuale di difettosità a cui opera realmente il processo. Nel nostro caso di studio si potrebbe pensare di aumentare il livello di AQL rendendolo pari alla difettosità riscontrata nel processo in quanto lasciando i parametri così come sono attualmente definiscono un piano di campionamento poco funzionale.

Scenario proposto

Si aumenta quindi il livello di AQL, rendendolo pari alla percentuale media di lotti difettosi ($p=1,6\%$). Sono stati ricavati di conseguenza i valori in tabella:

AQL	0,016
LTPD	0,075
α	5%
β	10%
n	85
c	3

Tabella 6.5 - Parametri primo piano di campionamento proposto

Utilizzando un piano di campionamento singolo con i nuovi valori ricavati si ottiene una probabilità di accettazione pari a: $P_a = 0,95211$.

La curva operativa caratteristica si sposta verso destra, ciò indica un aumento della P_a per una $p = 1,6\%$. Per ottenere una probabilità di accettazione maggiore, si potrebbe supporre una maggiore tolleranza da parte dell'azienda e/o del cliente, ciò però comporterebbe un diminuire della capacità discriminatoria del piano sulla bontà del lotto data da un aumento della dimensione campionaria n e da un aumento del livello di qualità accettabile c. La probabilità di accettazione salirebbe al 95,2% con uno scarto del 5% circa di lotti difettosi.

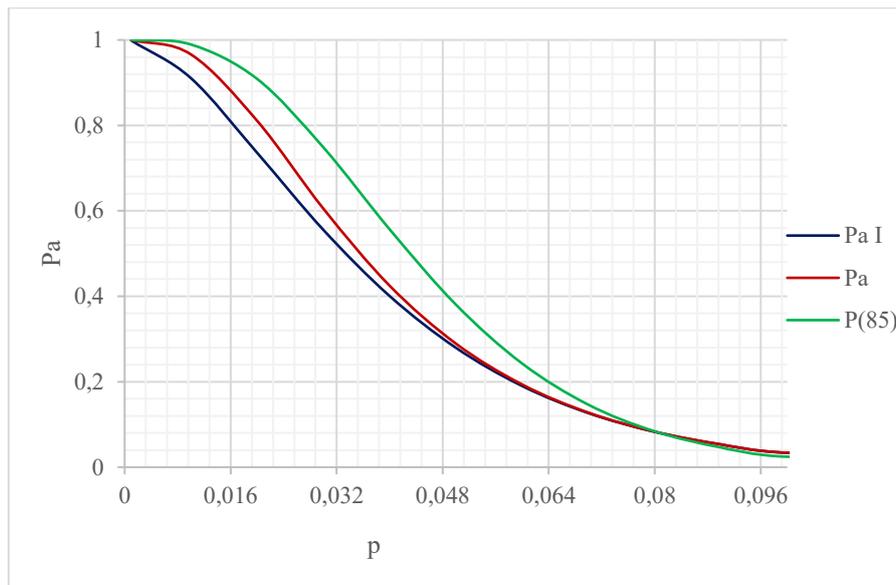


Figura 6.6 - Curva operativa caratteristica piano di campionamento proposto

Secondo scenario proposto

Operare sui livelli AQL e LTPD risulta essere delicato. La percentuale media di pezzi difettosi riscontrata dai dati storici, risulta essere abbastanza stabile. Il processo di packaging non pare mostrare grosse variazioni. Questo porta a pensare che difficilmente tale percentuale possa aumentare e quindi risulta difficile pensare di aumentare ancora il livello di AQL; nonostante ciò supponiamo di agire in modo pessimistico, proviamo ad immaginare un aumento dello 0,01 dei livelli, consapevoli del fatto che agire sul livello LTPD implica ridefinire gli accordi con il cliente che difficilmente è disposto a aumentare il suo livello di tollerabilità di pezzi difettosi. Lo scenario ora presenta diversi valori di n e c, definiti in tabella.

AQL	0,026
LTPD	0,083
α	5%
β	10%
n	110
c	5

Tabella 6.6 - Parametri secondo piano di campionamento proposto

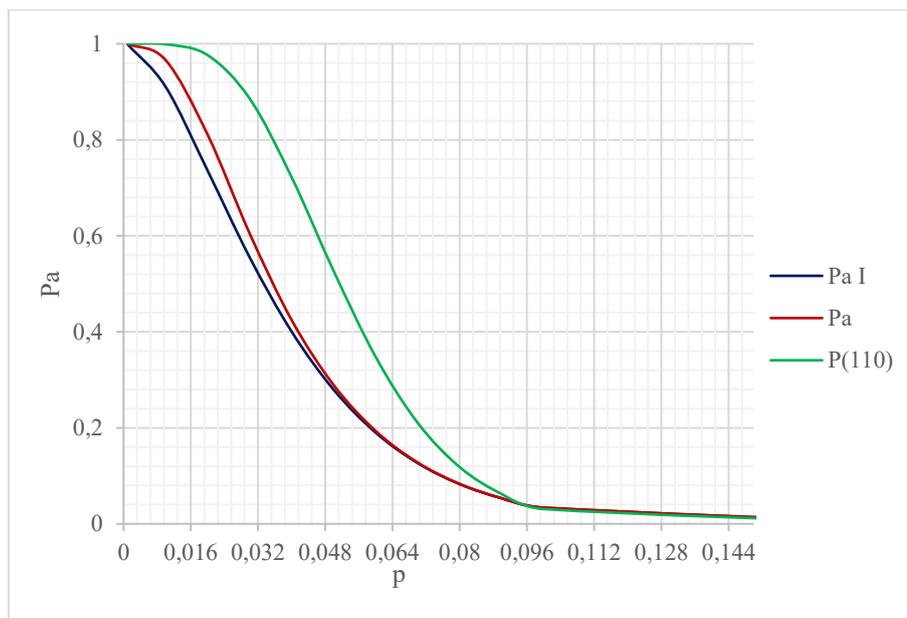


Figura 6.7 - Curva operativa caratteristica piano di campionamento proposto

La curva OC tende a spostarsi ancora verso destra; la probabilità di accettazione aumenta fino a raggiungere il valore del 99,13%. Man mano che vengono aumentati i valori di AQL, LTPD si genera un aumento del livello di qualità accettabile con conseguente aumento della probabilità di accettazione ma minore discriminazione tra lotti buoni e cattivi. Quest'ultimo scenario proposto pare essere lo scenario più idoneo ad essere preso in considerazione, supponendo una possibile variazione della percentuale di lotti rifiutati nel tempo e un livello di tollerabilità di lotti rifiutati dal cliente leggermente superiore al piano attuale. A ciò segue un aumento della numerosità del campione e un aumento del livello di accettazione dei pezzi difettosi, quindi, minore capacità discriminante del piano ma una probabilità di accettazione garantita maggiore.

In Figura 6.8 sono messe a confronto le 4 curve operative oggetto d'analisi. Si nota uno spostamento verso destra della curva con conseguente aumento della probabilità di accettazione, come precedentemente visto.

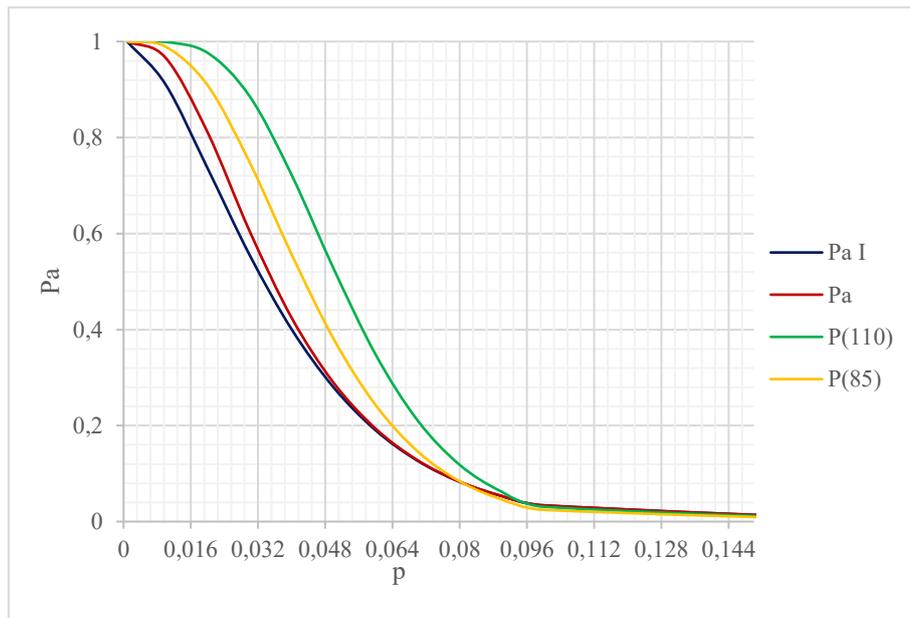


Figura 6.8 - Curva operativa piani di campionamento esaminati

p	P(singolo)	P(doppio)	P(proposto) I	P(proposto) II
0,016	0,8094	0,8851	0,95211	0,9913

Controllo sui cartoni/espositori

Il processo di campionamento dei cartoni/espositori è un campionamento di tipo singolo. In particolare la numerosità campionaria è pari a 8 unità con un livello di accettazione pari all'unità.

Efficienza del Piano di Campionamento

In seguito sarà calcolata la curva OC confrontando il piano singolo utilizzato attualmente con un piano doppio di numerosità pari al doppio della numerosità del piano singolo per il secondo campionamento, ed un c pari a 3.

Frazione difettosi	PaI	PaII	Pa
0,001	1,0000	0,0000	1,0000
0,01	0,9973	0,0027	1,0000
0,02	0,9897	0,0098	0,9995
0,03	0,9777	0,0201	0,9977
0,04	0,9619	0,0319	0,9938
0,05	0,9428	0,0441	0,9869
0,06	0,9208	0,0555	0,9764
0,07	0,8965	0,0655	0,9620
0,08	0,8702	0,0734	0,9437
0,09	0,8423	0,0792	0,9215
0,1	0,8131	0,0827	0,8958
0,2	0,5033	0,0455	0,5488
0,3	0,2553	0,0086	0,2639
0,4	0,1064	0,0008	0,1071
0,5	0,0352	0,0000	0,0352
0,6	0,0085	0,0000	0,0085
0,7	0,0013	0,0000	0,0013
0,8	0,0013	0,0000	0,0013
0,9	0,0000	0,0000	0,0000

Tabella 6.7 - Dati curva operativa controllo cartoni/espositori

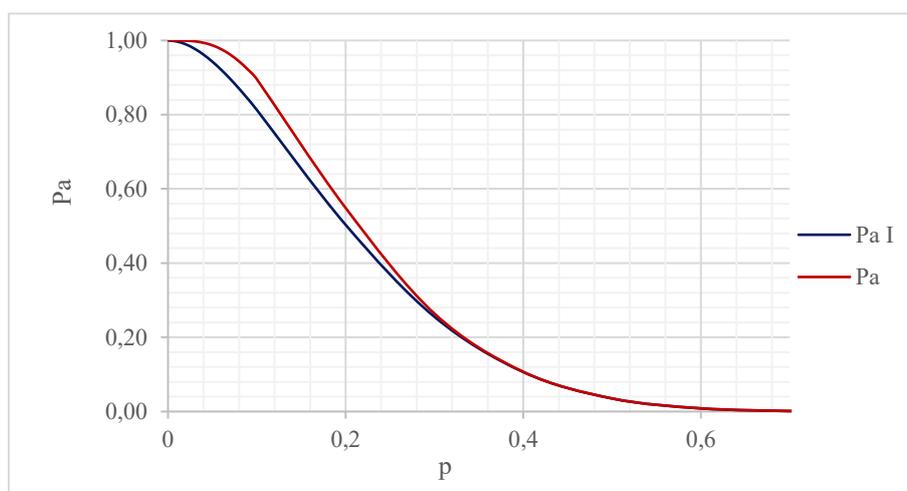


Figura 6.9 - Curva operativa caratteristica cartoni/espositori

La probabilità di accettazione del piano scelto risulta essere abbastanza alta, utilizzando un piano di campionamento doppio, supponendo una numerosità del campione n_2 pari al doppio della numerosità del campione n_1 , si ottiene un aumento della probabilità di accettazione dovuta ad una minore severità del piano di campionamento. Dal confronto delle curve operative caratteristiche si nota un miglioramento utilizzando un piano di campionamento doppio, generando uno scarto inferiore dei lotti. Si calcola in seguito il valore di ASN per valutare la convenienza del piano di campionamento doppio nel caso di studio considerando una difettosità media, $p = 0,008$ ricavata dallo storico dei dati.

Calcolo ASN (*Average Sample Number*):

p	PaI	PrI	PI
0,008	0,9983	0	0,9983

ASN (campionamento singolo) = 8 unità

ASN (campionamento doppio) = $n_1 + n_2 (1-P^I)$

dove $P^I = P(\text{lotto accettato al primo campionamento}) + P(\text{lotto rifiutato al primo campionamento})$

$P(\text{lotto accettato al primo campionamento}) = P(\text{elementi difettosi pari a 0 e a 1}) = 0,9983$

$P(\text{lotto rifiutato al primo campionamento}) = P(\text{elementi difettosi maggiori strettamente di } c_2=3) = 1 - [P(d_1 = 0) + (d_1 = 1) + (d_1 = 2) + (d_1 = 3)] \sim 1$

$P^I = 0,9983$

$ASN = 8 + 16(1 - 0,9983) = 8,027 \sim 8$

La numerosità media campionata resta la stessa, ciò indica che per una percentuale di difettosi pari allo 0,8%, il prodotto generalmente non è ricontrollato se si utilizzasse un piano di campionamento doppio.

Osservazioni sul piano di campionamento attuale

La percentuale di difettosità media fornita da Nuova CD relativa allo storico è pari a 0,008. I parametri del piano di campionamento sono, avendo supposto anche in questo caso un rischio del fornitore e dell'acquirente pari al 5% e al 10%:

AQL	0,046
LTPD	0,406
α	5%
β	10%
n	8
c	1

Tabella 6.8 - Parametri piano di campionamento attuale cartoni/espositori

I valori AQL e LTPD sono stati ricavati.

p	Pa (singolo)	Pa (doppio)
0,008	0,9983	1,0000

Si nota che i valori di P_a sono molto simili, ciò conferma e giustifica il valore di ASN riscontrato. Non appare esserci una convenienza nell'utilizzo di un piano di campionamento doppio sulla base dei dati esaminati.

Scenario proposto

In questo caso non è necessario proporre uno scenario alternativo, il piano di campionamento utilizzato risulta abbastanza performante e produce dei risultati soddisfacenti. Si vuole comunque proporre una variazione. Essendo la percentuale media di difettosità pari allo 0,8% ed un AQL pari al 4% supponiamo di abbassare il livello di AQL rendendolo pari all'1% (valore vicino a p). Ricavando nuovamente i parametri con il nuovo livello di AQL impostato otteniamo:

AQL	0,1
LTPD	0,4
α	5%
β	10%
n	5
c	0

Tabella 6.9 - Parametri scenario proposto cartoni/espositori

La curva ricavata con i nuovi parametri calcolati mostra una curva OC convessa data dal parametro $c=0$. La probabilità di accettazione inizia a cadere assai rapidamente anche per valori bassi di frazioni di elementi difettosi presenti nel lotto. Questa soluzione ha effetti negativi per il fornitore e in parte dei casi anche per l'acquirente. L'utilizzo di un piano di campionamento con $c=0$ potrebbe comportare un rifiuto di lotti di qualità AQL.

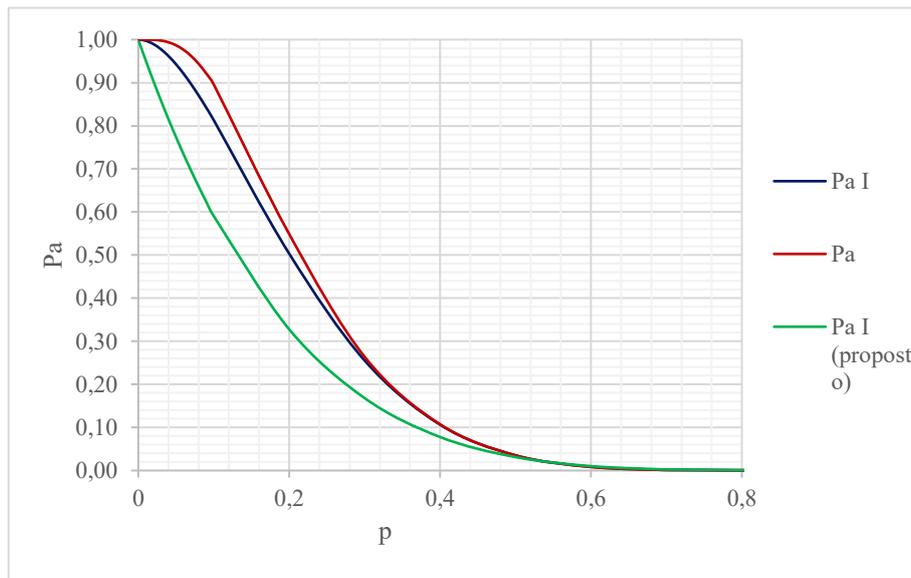


Figura 6.10 - Curva operativa caratteristica cartoni/espositori

Potrebbe accadere che il fornitore si veda consegnare lotti senza che ciò sia necessario, ciò comporta un uso non efficace delle risorse del campionamento. Inoltre genera un abbassamento del valore della probabilità di accettazione.

p	Pa I	Pa (doppio)	Pa(proposto)
0,008	0,9983	1,0000	0,9950

Sulla base di queste considerazioni, nel caso di campionamento dei cartoni/espositori è preferibile usare il piano di campionamento attuale.

6.1.2. Controllo del peso delle confezioni

Anche nel caso della registrazione dei pesi, è stato predisposto un file da caricare in Arxiv da cui è possibile effettuare il processo di raccolta dati e

di controllo. In Figura 6.11 è rappresentata l'interfaccia di compilazione inserimento dati su tablet.

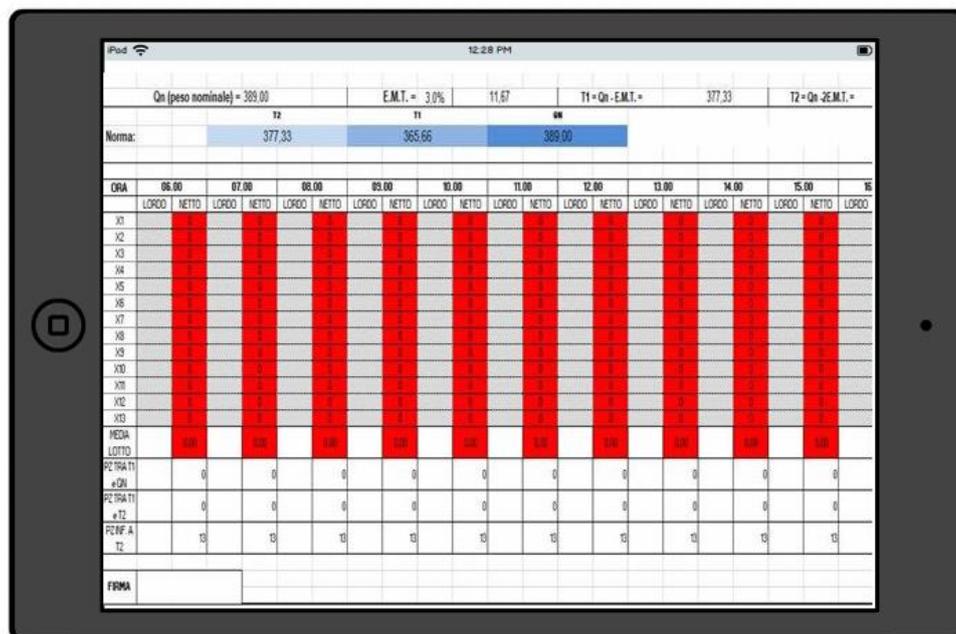


Figura 6.11 - Tablet interfaccia file raccolta dati

I dati caratterizzanti il piano di campionamento sono inseriti in tabella. Il valore nominale dei pesi è pari a 389 grammi.

% tollerata	3,0%
Q_n	389,00 g
T_1	377,33 g
T_2	365,66 g
n	13
frequenza	1 ora
tara	221,5 g

Tabella 6.10 - Dati campionamento pesi delle confezioni dei cioccolatini

Vengono effettuati dei controlli sul peso delle confezioni di cioccolatini. A inizio giornata vengono pesate 25 confezioni vuote e riportato il peso per il calcolo della tara calcolato come valore medio delle 25 confezioni pesate; questo valore viene utilizzata per i pesi relativi all'intera settimana; i controlli sono effettuati sul valore del peso netto, quindi escludendo il valore della tara ottenuto. A seguire vengono effettuati i controlli.

Analisi dei dati raccolti

Per ogni giorno, si analizzano i dati raccolti, con particolare attenzione alla distribuzione e alla percentuale di valori che si discostano dal valore nominale e che rientrano tra quei valori definiti come T_1 e T_2 . I dati raccolti sono presenti in *Allegato 6*.

02/10/2017

Si valuta la media dei pesi ottenuta nella giornata del 2 ottobre. I dati analizzati corrispondono alla media di pesi ottenuta dai 13 campioni raccolti ogni ora.

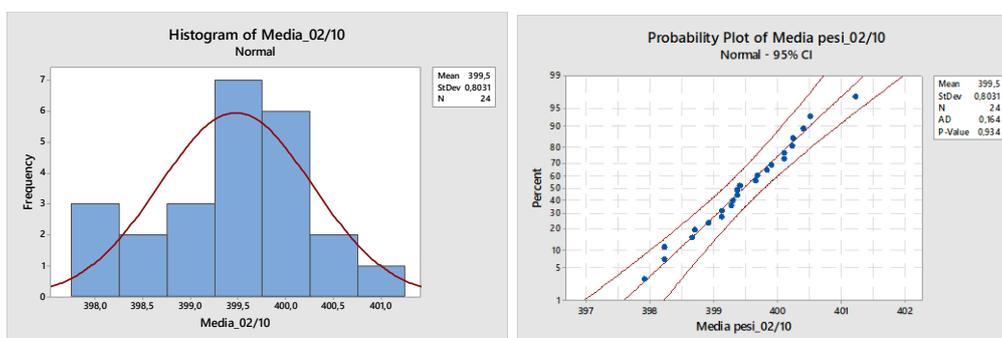


Figura 6.12 - Istogramma e Probability plot pesi medi raccolti il 02/10/2017

L'istogramma mostra che il picco dei dati è rappresentato da un peso pari a 399,5 e 400 gr, mentre tutti i dati hanno uno spread che varia da 398 gr a 401 gr. Non vi è la presenza di outlier che potrebbe far pensare ad un errore dell'operatore nella registrazione dei valori e che potrebbe influenzare fortemente le statistiche delle valutazioni. Il valore inferiore dei dati contenuti nel campione è molto alto rispetto al valore nominale Q_n di riferimento e si discosta molto dai valori limite per il controllo T_1 e T_2 . Il campione presenta dei dati con peso ottimale. Il valor medio è pari a 399,5 gr; i dati calcolati presentano una variabilità data dal valore della deviazione standard uguale a 0,8031. Il valore della deviazione standard è basso, ciò fa pensare ad una distribuzione dei valori molto vicini al valor medio.

Considerando un livello di significatività α del 0,05, si verifichi che i dati seguano una distribuzione normale. Il livello di significatività del 5% indica il valore del rischio di sostenere che i dati non seguono la distribuzione

specificata quando invece questi la seguono. Questo può essere verificato tramite Probability Plot. Se il valore del p-value è inferiore al valore di α , si deve rifiutare H_0 secondo cui i dati seguono la distribuzione specificata; viceversa quando il valore p è maggiore di α allora non si può rifiutare l'ipotesi nulla H_0 secondo cui i dati si distribuiscono secondo quanto specificato. Essendo il valore del p-value molto alto, si accetta l'ipotesi H_0 . I dati sono distribuiti normalmente. I punti, inoltre, sono molto vicini alla linea retta, ciò conferma la loro distribuzione.

Per vedere la percentuale di valori compresi o inferiori alle soglie definite dalla normativa su cui fare attenzione T_1 e T_2 , sono state analizzate le varie unità calcolate dei vari campioni, ricavando un insieme di dati pari a 312 unità giornaliere.

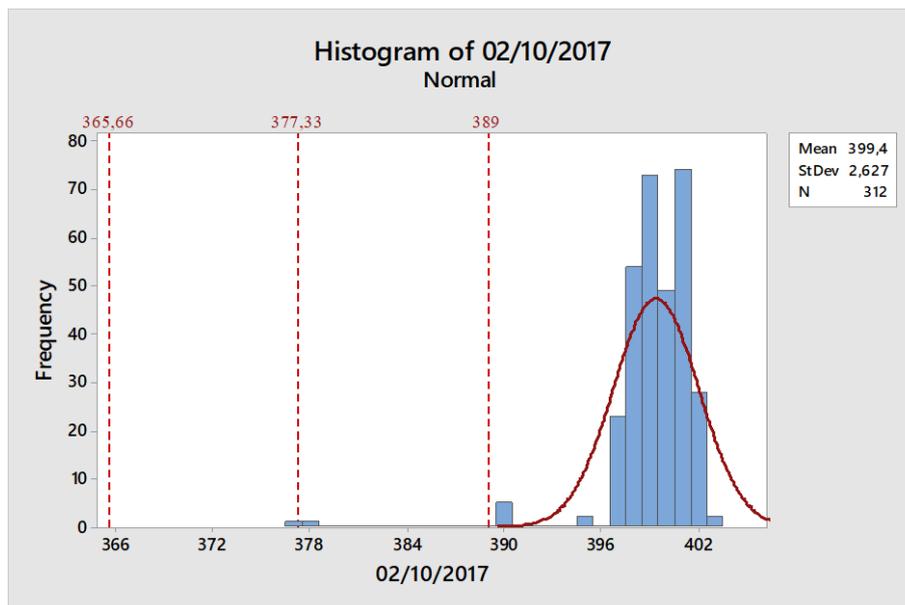


Figura 6.13- Istogramma dati del 02/10/2017 con soglie di accettazione

Si nota solo un dato poco inferiore alla soglia T_2 , tale valore, andando a guardare i singoli dati raccolti è uguale a 376,9 grammi riscontrato nell'unità 1 del campionamento delle ore 18:00. La percentuale quindi relativa ai valori compresi tra T_1 e T_2 è uguale a 0,32%, ovvero un valore sulle 312 osservazioni.

03/10/2017

Anche i dati del 3 ottobre, superano di molto i limiti definiti dal controllo. Questo indica che i valori medi soddisfano le specifiche superando i limiti imposti da normativa. Il peso netto più piccolo calcolato è 395,5 grammi che è presente in un solo campione. Il resto dei valori del campione presenta uno spread tra 396,5 e 399,0. La media dei valori è pari a 397,5 gr, con una deviazione standard dello 0,8088.

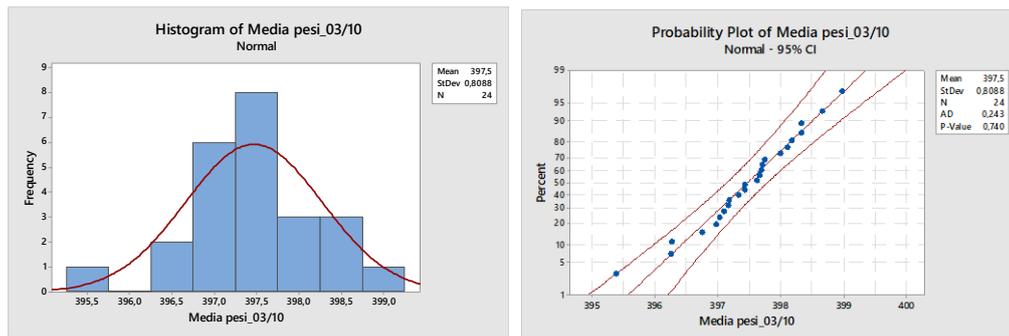


Figura 6.14 - Istogramma e Probability plot pesi medi raccolti il 03/10/2017

Dal Probability Plot, si evidenziano anche in questo caso punti relativamente vicini alla linea di distribuzione normale. Si nota la presenza di un valore anomalo che si discosta dal normale andamento dei dati, ma che, come è possibile notare dal Probability Plot, è posto sulla linea Lower Bound, al limite quindi. I dati possono essere rappresentati da una distribuzione normale, a conferma di questo è il valore p maggiore del livello di significatività α .

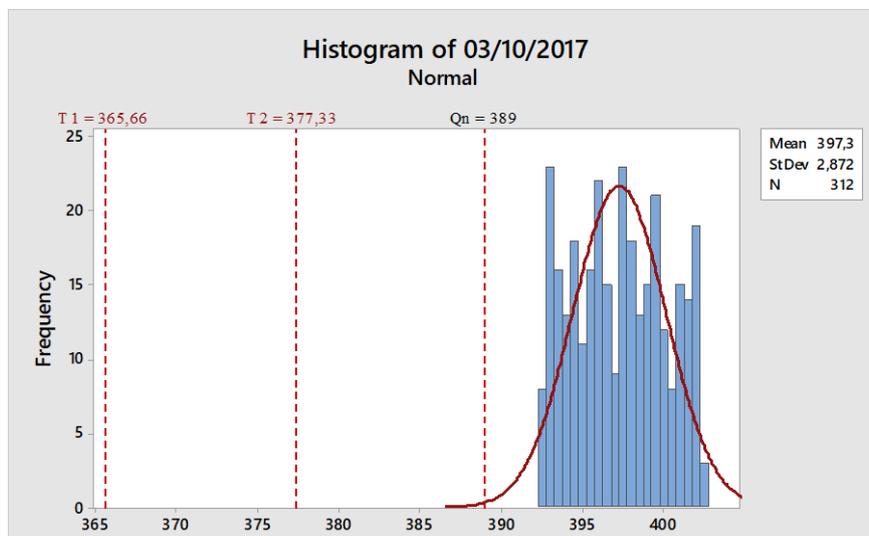


Figura 6.15 - Istogramma dati del 03/10/2017 con soglie di accettazione

I valori delle singole unità raccolti il 3 ottobre sono valori abbastanza elevati, di gran lunga lontani dalle soglie T_1 e T_2 . L'istogramma mostra che i valori sono maggiori anche del valore nominale pari a 389 grammi. La percentuale di valori rifiutati è stata pari a 0 in questo campionamento.

04/10/2017

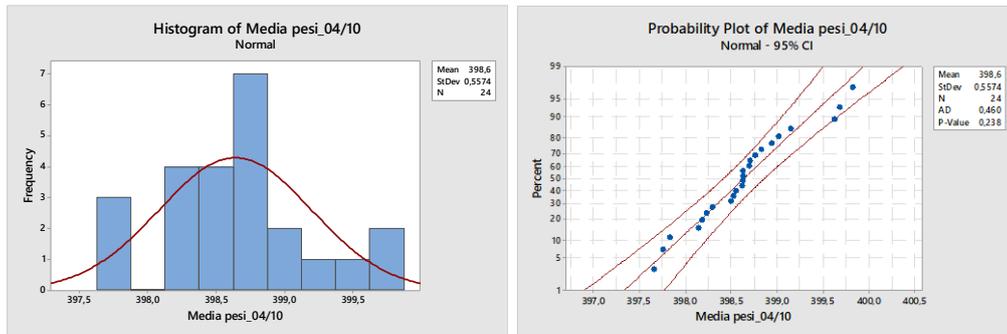


Figura 6.16 - Istantogramma e Probability plot pesi medi raccolti il 04/10/2017

I valori di giorno 4 ottobre, mostrano una distribuzione meno prossima ad una distribuzione normale. L'istogramma evidenzia i valori con frequenza maggiore compresi nell'intervallo 398,625 a 398,875 gr. I valori sono accettabili e sempre molto distanti dal valore nominale di riferimento pari a $Q_n = 389,00$. La media dei valori è pari a 398,6 gr con una deviazione standard uguale a 0,5574; la deviazione standard ha un valore basso, per cui i dati sono abbastanza prossimi al valor medio, vi è bassa variabilità. Il Probability Plot calcola un p-value di 0,238; minore rispetto alle giornate precedenti ma comunque abbastanza maggiore del livello di significatività α . Per tale motivo

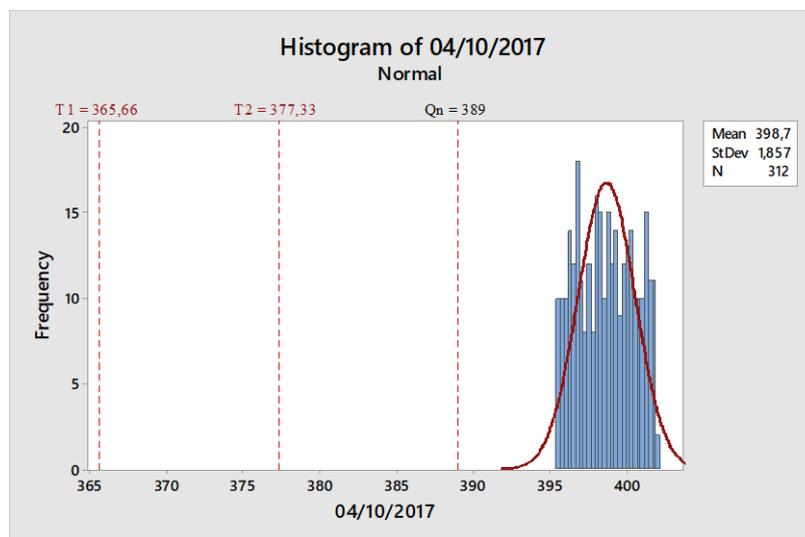


Figura 6.17 - Istantogramma dati del 04/10/2017 con soglie di accettazione

anche in questo caso non è possibile rifiutare l'ipotesi nulla di non normalità nella distribuzione dei dati.

I valori delle singole unità sono molto grandi, non si pone il problema che qualche unità possa generare il rifiuto del lotto. Come si è visto le singole unità sono tutte maggiori di 395,5 grammi. I valori sono ritenuti tutti accettabili.

05/10/2017

I dati raccolti il 5 ottobre, mostrano una media inferiore allo standard riscontrato nei giorni precedenti. Analizzando i dati si nota un range dei valori inferiore rispetto alle altre giornate. Vi sono una serie di pesi che appartengono all'intervallo 392-395, valori non riscontrati precedentemente. Il valor medio infatti è pari a 395,3 gr; la deviazione standard è uguale a 1,197 valore maggiore delle giornate precedenti seppur resta basso, non vi è un'eccessiva variabilità nei dati. Il valore del p-value presentato dal Probability Plot non esclude la possibilità che la distribuzione dei dati possa

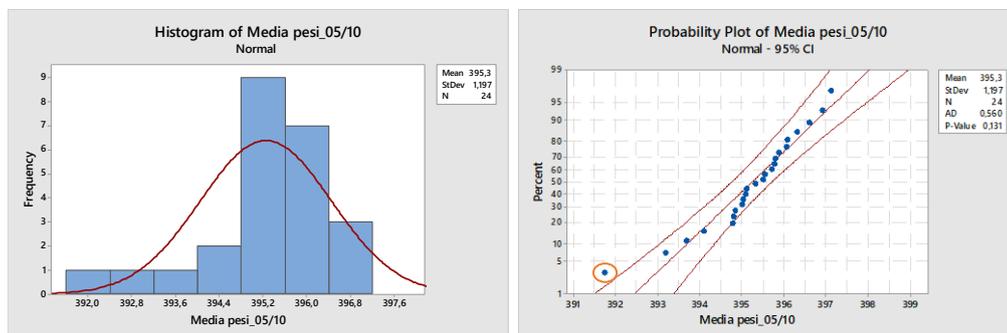


Figura 6.18 - Istogramma e Probability plot pesi medi raccolti il 05/10/2017

essere considerata normale, perché tale valore risulta comunque superiore ad α . I valori restano superiori al valore nominale, per cui i dati sono ritenuti sufficientemente corretti. Si nota inoltre, la presenza di un outlier, un valore anomalo che si discosta dalla distribuzione standard dei puntini e che va al di là della *Lower Bound*, come si può notare dal Probability Plot.

Il grafico sottostante permette di valutare la bontà dei dati raccolti il giorno 5 ottobre. Tutti i dati sono molto lontani dalle soglie prestabilite, ma ben 16 unità pesate presentano un peso inferiore al valore nominale, riscontrabili in

diverse fasce orarie, come si può notare dall'allegato dei dati (*Allegato 5*). La percentuale di valori inferiori a Q_n risulta essere pari a 5,13%.

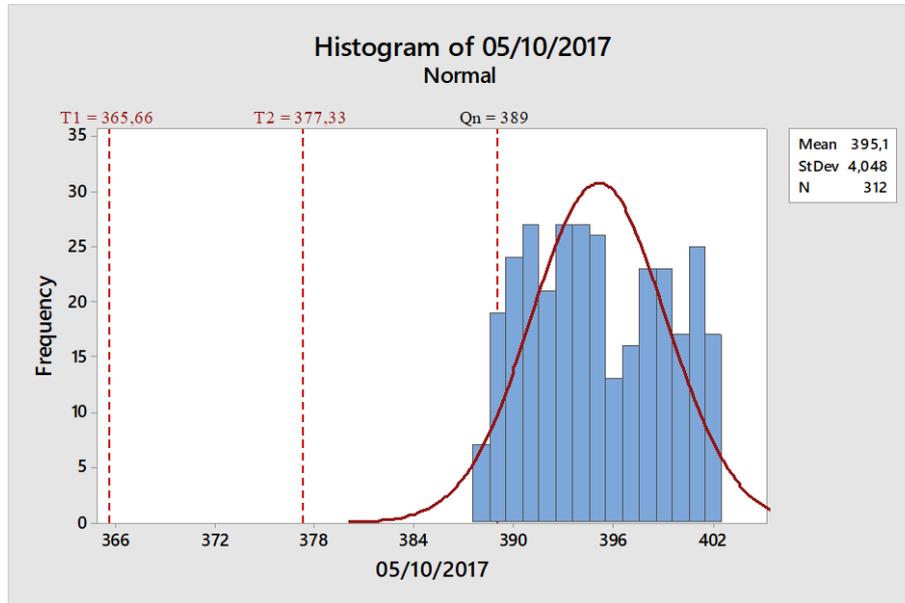


Figura 6.19 - Istogramma dati del 05/10/2017 con soglie di accettazione

06/10/2017

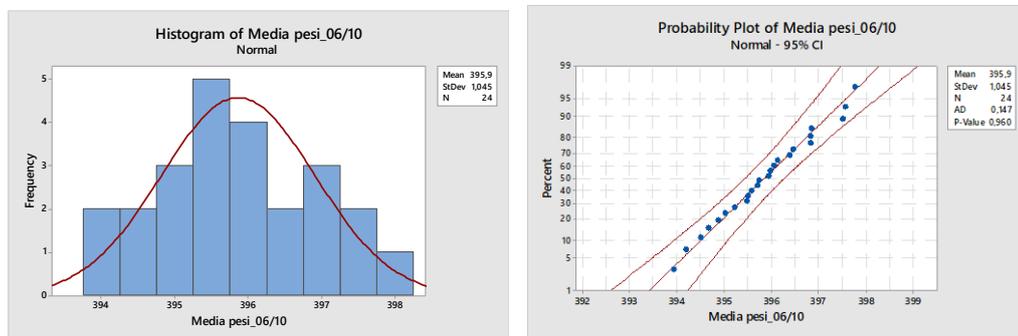


Figura 6.20 - Istogramma e Probability plot pesi medi raccolti il 06/10/2017

I dati raccolti venerdì 6 ottobre presentano uno spread che va da 394 a 398 gr. Anche in questo caso i valori sono abbastanza alti. La media è pari a 395,9 e la deviazione standard ha un valore uguale a 1,045. Dal Probability Plot si nota che i valori sono molto prossimi alla retta di distribuzione normale. Il valore p è molto alto, pari a 0,96; di gran lunga superiore al livello di confronto 0,05. Si può affermare con certezza che non è possibile rifiutare l'ipotesi nulla secondo cui i dati seguono una distribuzione normale.

I pesi raccolti presentano valori molto elevati, distanti dal valore nominale e dai limiti T_1 e T_2 . Tutte le unità sono accettate e nessun campionamento richiede un intervento aggiuntivo per accettare il lotto o un rifiuto del lotto.

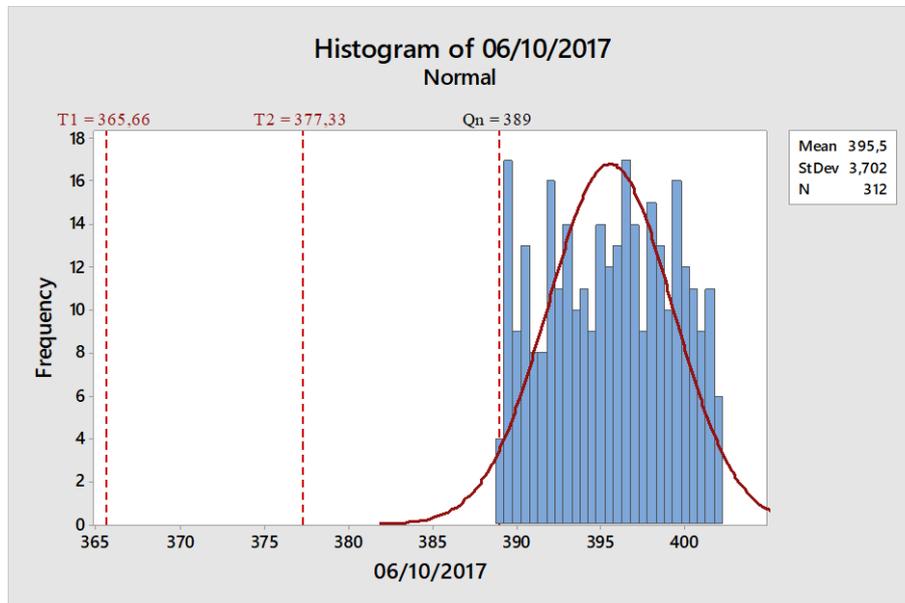


Figura 6.21 - Istogramma dati del 05/10/2017 con soglie di accettazione

Analisi dei dati

Sono stati analizzati i dati. Per l'implementazione su software Board, è stato concordato il miglior modo per raggrupparli, in base alle esigenze del cliente, ovvero a ciò che il cliente si aspetta di monitorare per un miglior controllo. In base a ciò è stata predisposta una *dashboard* di analisi in Board. In *Allegato 7* sono illustrate le interfacce di analisi distinte anche in questo caso in:

- Analisi del peso;
- Analisi degli attributi delle confezioni di cioccolatini.

Analisi degli attributi delle confezioni di cioccolatini

Grafico di Pareto sui difetti relativi alle scatole dei cioccolatini.

Si mostra una rappresentazione degli esiti dei controlli tramite grafico di Pareto, per aver una prima visione di quelli che sono stati i difetti riscontrati con maggior frequenza. In questo modo si potrebbero concentrare gli sforzi di miglioramento nelle aree in cui si possono ottenere maggiori guadagni. La percentuale maggiore di difetti riscontrati sono le confezioni con rotture,

ovvero il 17,9% e il 14,3% sono errori di datazione mancante/errata o illeggibile. A seguire le confezioni con cioccolato visibile e le confezioni senza bollino. La cumulata di queste quattro tipologie di difetti raggiunge il 53,6% di difettosità riscontrata.

Cercare di comprendere le cause di questi errori e risolverle porterebbe a dimezzare il numero di difetti che si riscontrerebbero.

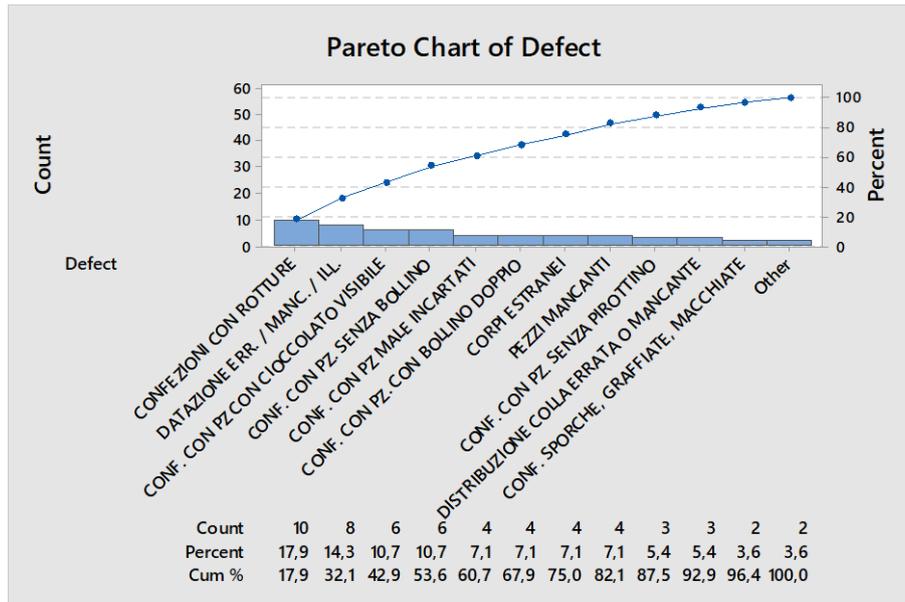


Figura 6.22 - Grafico di Pareto sui dati raccolti

Grafico di Pareto sui difetti relativi ai cartoni/espositori.

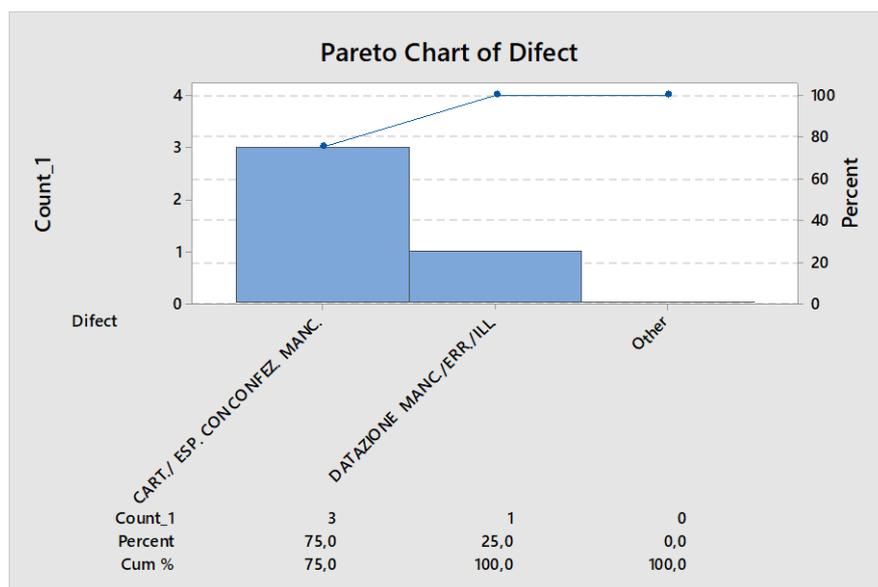


Figura 6.23 - Grafico di Pareto sui dati raccolti

I controlli sui cartoni/espositori consistono nel controllare la presenza di tre tipologie di difetti, come si è visto precedentemente. Dal grafico di Pareto si mostra una percentuale pari al 75% di difetti riscontrati in cartoni/espositori con confezioni mancanti. La probabilità che si verifichi un difetto sui cartoni/espositori è molto bassa. I dati relativi sono presenti in *Allegato 5*.

Cruscotto analisi degli attributi delle confezioni di cioccolatini in Board

Sono state create in Board le entità, impostate le relazioni e creati cubi con le relative dimensioni assegnate. Dopo aver fatto ciò è stato impostato il datareader per permettere al sistema di prelevare le informazioni da database. I dati sono letti da database compilato con le informazioni inserite in Arxivar durante la fase di controllo del prodotto.

Nel seguito verranno presentati gli oggetti, che raggruppano i dati e le informazioni, contenuti nel cruscotto il cui screen è presentato in *Allegato 7*.

	Numero difetti	Dimensione campione	Percentuale difetti
DATAZIONE MANC./ERR./ILL.	1	480	0,21%
CART./ ESP. CON CONFEZ. MANC.	3	480	0,63%
CONF. CON PZ CON CIOCCOLATO VISIBILE	8	3.000	0,27%
CONF. CON PZ MALE INCARTATI	4	3.000	0,13%
CONF. CON PZ. CON BOLLINO DOPPIO	4	3.000	0,13%
CONF. CON PZ. SENZA BOLLINO	5	3.000	0,17%
CONF. CON PZ. SENZA PIROTTINO	3	3.000	0,10%
CONF. SPORCHE, GRAFFIATE, MACCHiate	2	3.000	0,07%
CONFEZIONI CON PEZZI MAL POSIZIONATI	2	3.000	0,07%
CONFEZIONI CON ROTTURE	10	3.000	0,33%
CORPI ESTRANEI	4	3.000	0,13%
DATAZIONE ERR. / MANC. / ILL.	8	3.000	0,27%
DISTRIBUZIONE COLLA ERRATA O MANCANTE	3	3.000	0,10%
ESP. CON DIFETTI EST./FUNZ.		480	
PEZZI MANCANTI	4	3.000	0,13%
TOTAL	61	37.440	2,73%

Figura 6.24 - Dataview difetti confezioni cioccolatini

Dataview. Mostra in forma tabellare:

- il numero di difetti riscontrati in base alla tipologia di controllo;
- la dimensione del campione. Questo valore si aggiorna in base al periodo selezionato. Nel caso rappresentato in figura

essendoci una selezione sul periodo di tempo pari alla settimana considerata, il numero dei controlli delle scatole sarà pari a 3000 (50 unità campionate x 12 ore al giorno x 5 giorni), mentre il numero dei controlli dei cartoni/espositori sarà pari a 480 (8 unità campionate x 12 ore al giorno x 5 giorni);

- la percentuale dei difetti. Rappresenta il numero di difettosi ricavato per il numero di scatole/cartoni/espositori ispezionati. Il valore cambia, anche in questo caso, in base alle selezioni attive. Nell'esempio in figura

essendoci selezionata l'intera settimana di test, l'indice per le scatole è calcolato come:

$$\text{Percentuale difettosi per singola scatola} = \frac{n. difetti}{12 * 50 * 5}$$

dove 50 è la dimensione delle scatole ispezionate per controllo, mentre 12 sono le volte nella giornata in cui è ripetuto il controllo essendo la frequenza pari a 2 ore, 5 indica il numero di giornate. Nel caso dei cartoni/espositori, invece:

$$\text{Percentuale difettosi per singolo cartone o espositore} = \frac{n. difetti}{12 * 8 * 5}$$

essendo ogni campione definito da 8 cartoni/espositori ed essendo i controlli pari a 12 nell'intera giornata.

Il valore può essere visualizzato a seconda delle selezioni che l'utente vuole applicare. Se fossero solo state selezionate delle ore o una sola ora per i controlli durante la giornata, tale valore sarebbe ottenuto dividendo il numero dei difetti per le unità controllate in quelle ore o nella sola ora. In tabella sono mostrati tutti i controlli indipendentemente dalla distinzione tra controlli scatole o cartoni/espositori, per ottenere una distinzione tra i due basta selezionare i controlli cui si è interessati

Controllo Esito	
Controllo cartoni/esp...	4
Controllo scatole	57
TOTAL	61

Figura 6.25 - Datview numero difetti per tipologia

Oppure, nella tabella a sinistra è stato utilizzato nuovamente un dataview di facile interpretazione. Rappresenta il numero totale di difetti riscontrati per macro tipologia di difetto, ovvero

appartenenti al gruppo delle scatole o dei cartoni/espositori. Tramite questa tabella si potrebbe esplorare le macro tipologie di difetti per le loro dimensioni. Ad esempio come è mostrati in Figura 6.27, supponiamo di voler visualizzare le 57 difettosità delle scatole nel dettaglio di tipologia (o descrizione) del controllo. Così facendo si nota che la tipologia di difetto riscontrato con maggior frequenza appartiene alla categoria "Confezioni con rotture" in cui sono state riscontrate 10 unità difettose. Esplorando ancora tale dato per "Firma" è possibile risalire agli operatori che hanno effettuato quel

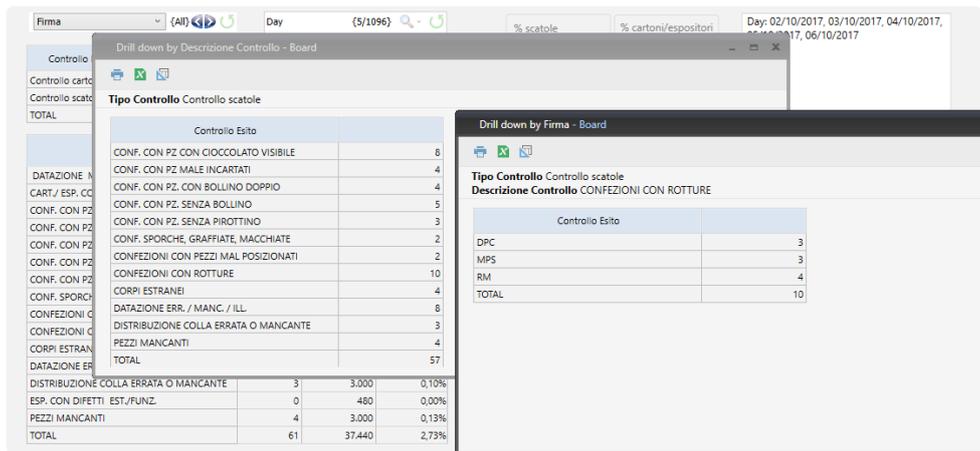


Figura 6.27 - Drill down Controllo scatole per descrizione difetti e confezioni con rotture per firma

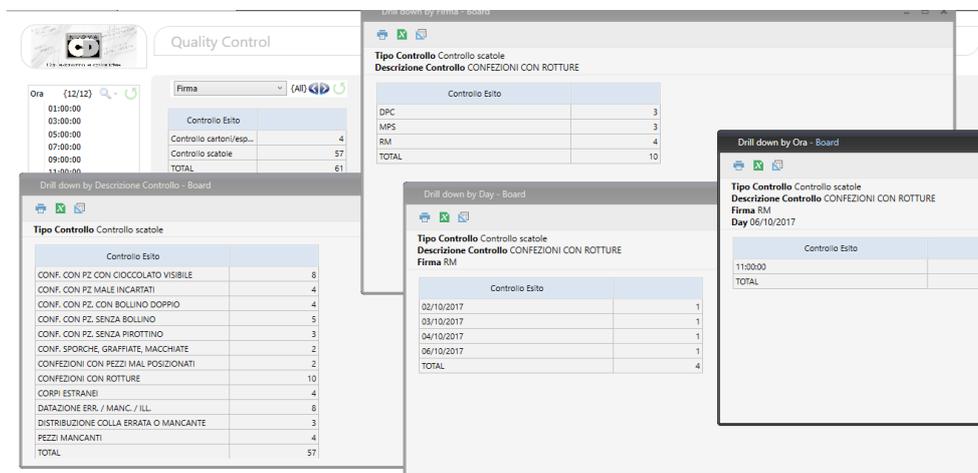


Figura 6.26 - Drill down giorno e ora difetto

controllo, come è possibile vedere in figura. Si potrebbe ancora esplorare più a fondo il dato fino a ricavare il minimo dettaglio, ad esempio si potrebbe ancora *drillare* sulla risorsa RM per andar a vedere quale giorno ha riscontrato quelle 4 anomalie e in quale ora, come si può vedere in Figura 6.26. Si potrebbe anche ricavare il dettaglio del prodotto ad esempio, e così via.



Figura 6.28 - Label % scatole e cartoni difettosi delle 4 giornate

In Figura 6.28 sono rappresentate due *Label* in cui si calcola la percentuale media di scatole difettose (e cartoni/espositori) nell'intera giornata, se si selezionasse una sola giornata, altrimenti, se fossero selezionate tutte le giornate, viene mostrato la percentuale

media dei controlli effettuati nella settimana di test. Nel nostro caso il DB contiene i dati considerando una sola settimana, in quanto si tratta di un test. Una volta implementato e utilizzato il software in produzione per il vero database che conterrà dati relativi ai mesi e agli anni, in questo campo apparirà il valore di percentuale medio di pezzi difettosi totali, mensile se applicata una *select* sul mese, settimanale se applicata una *select* sulla settimana, giornaliero se applicata una *select* sul giorno. Oltre alla percentuale di difettosità del periodo attuale vi è anche un riferimento alla percentuale di difettosi in riferimento al periodo precedente (giorno precedente se *select* su giorno, due giorni precedenti se *select* su due giorni, settimana precedente se *select* su settimana e così via).

Percentuale scatole o cartoni difettose/i

$$= \left(\frac{n. difetti}{totale controlli} \right)$$

Nei dati raccolti nella settimana di test sono stati riscontrati i seguenti valori:

02/10/2017

$$\begin{aligned} \text{Percentuale scatole difettose} &= \left(\frac{n. difetti}{totale controlli} \right) \\ &= \frac{16}{(50 * 12)} = 0,02667 \end{aligned}$$

Percentuale cartone o espositore difettoso

$$= \left(\frac{n. difetti}{totale controlli} \right) = \frac{1}{(8 * 12)} = 0,0104$$

03/10/2017

$$\begin{aligned} \text{Percentuale scatole difettose} &= \left(\frac{n. difetti}{totale controlli} \right) \\ &= \frac{12}{(50 * 12)} = 0,02 \end{aligned}$$

Percentuale cartone o espositore difettoso

$$= \left(\frac{n. difetti}{totale controlli} \right) = \frac{1}{(8 * 12)} = 0,0104$$

04/10/2017

$$\begin{aligned}\text{Percentuale scatole difettose} &= \left(\frac{n. difetti}{\text{totale controlli}} \right) \\ &= \frac{10}{(50 * 12)} = 0,01667\end{aligned}$$

Percentuale cartone o espositore difettoso

$$= \left(\frac{n. difetti}{\text{totale controlli}} \right) = \frac{2}{(8 * 12)} = 0,02083$$

05/10/2017

$$\begin{aligned}\text{Percentuale scatole difettose} &= \left(\frac{n. difetti}{\text{totale controlli}} \right) \\ &= \frac{6}{(50 * 12)} = 0,01\end{aligned}$$

Percentuale cartone o espositore difettoso

$$= \left(\frac{n. difetti}{\text{totale controlli}} \right) = 0$$

06/10/2017

$$\begin{aligned}\text{Percentuale scatole difettose} &= \left(\frac{n. difetti}{\text{totale controlli}} \right) \\ &= \frac{13}{(50 * 12)} = 0,021667\end{aligned}$$

Percentuale cartone o espositore difettoso

$$= \left(\frac{n. difetti}{\text{totale controlli}} \right) = 0$$

Settimanali

$$\text{Percentuale scatole difettose} = \left(\frac{n. difetti}{\text{totale controlli}} \right) = 0,019$$

Percentuale cartone o espositore difettoso

$$= \left(\frac{n. difetti}{\text{totale controlli}} \right) = 0,00833$$

Si nota che la media delle scatole difettose riscontrate nella settimana è allineata con la difettosità media del processo di controllo pari a $p = 0,016$; infatti il valore della settimana è solo leggermente superiore, uguale a $0,019$.; anche la percentuale di cartoni/espositori difettosi è abbastanza allineata a $p = 0,008$.

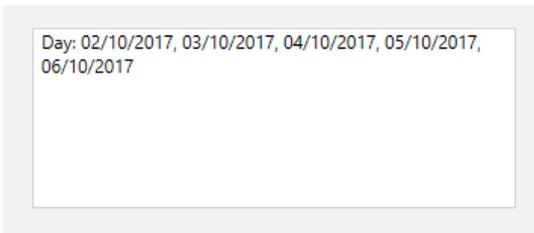


Figura 6.29 - DynaWrite selezioni a schermo

L'oggetto rappresentato in Figura 6.29 come precedentemente visto, è un DynaWrite. Nel caso di studio include le selezioni attive sullo schermo, in particolare è stata utilizzata la funzione "@Selection". Mostra a

schermo le selezioni che sono state abilitate e quindi in che modo sono stati raggruppati i dati. In questo caso è stata selezionata l'intera settimana.



Figura 6.30 - Andamento temporale difetti riscontrati nella settimana

Il grafico *spline* in Figura 6.30 mostra l'andamento temporale, nel caso raffigurato, settimanale del numero di difetti riscontrati. Board in automatico somma il numero di difetti in base alle selezioni applicate.

Nella figura sottostante sono state abilitate delle selezioni. In particolare è stata selezionata la giornata del 3 ottobre, la fascia oraria che comprende il turno della mattina. Come si può notare dalla figura, tutti gli elementi dell'interfaccia sono aggiornati in automatico e le *select* abilitate sono visibili a schermo nel *DynaWrite*.

Inoltre è possibile visualizzare il dato della singola tipologia di controllo e per singolo dipendente (entità Firma) che ha effettuato i controlli.

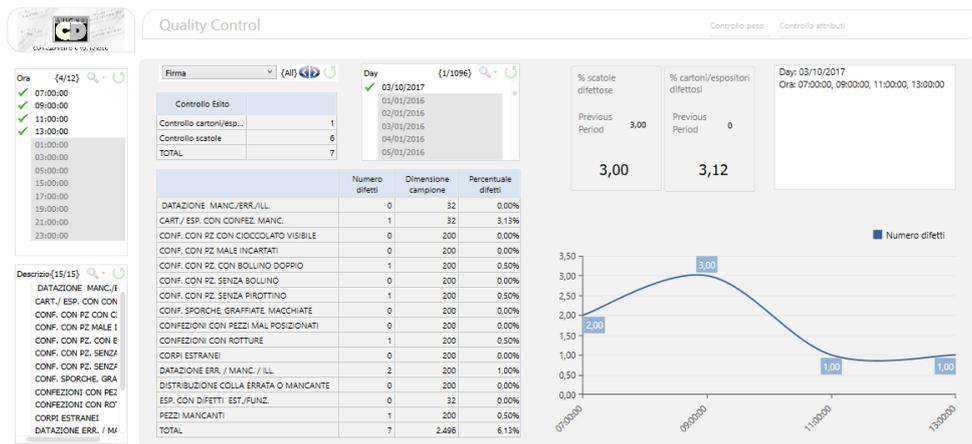


Figura 6.31 - Screen controllo attributi confezioni cioccolatini con select 3 ottobre dalle 07:00 alle 13:00

Cruscotto analisi del peso delle confezioni di cioccolatini

Nel seguito sono rappresentati i grafici e le tabelle create per il controllo sul peso delle confezioni. Anche in questo caso sono state definite le entità, i cubi e le relazioni e tramite l'impostazione del protocollo datareader è stato letto da Board il database contenente le informazioni catturate tramite Arxivar durante il processo di controllo. Dopo aver fatto ciò, sulla base delle esigenze del cliente, è stato strutturato un cruscotto di analisi caratterizzato dai seguenti oggetti. In *Allegato 7* la *dashboard* relativa.

	Peso scatola	
Controllo 1	🟢	397,24g
Controllo 2	🟢	397,84g
Controllo 3	🟢	397,12g
Controllo 4	🟢	397,02g
Controllo 5	🟢	397,38g
Controllo 6	🟢	397,23g
Controllo 7	🟢	396,70g
Controllo 8	🟢	396,64g
Controllo 9	🟢	397,12g
Controllo 10	🟢	396,81g
Controllo 11	🟢	397,23g
Controllo 12	🟢	397,86g
Controllo 13	🟢	397,17g
TOTAL	🟢AVG	397,18g

Dataview. Il dataview in Figura 6.32 mostra il peso medio della scatola per ogni controllo, ovvero per ogni unità campionata. In questo caso la *select* a schermo è sull'intera settimana, si nota un peso medio abbastanza alto rispetto al valore nominale di riferimento pari a 389,00 grammi. Come visto precedentemente tramite calcolo dell'istogramma.

Figura 6.32 - Dataview peso scatola medio per controlli

Il dataview in figura 6.33 mostra invece per ogni giorno considerato il peso medio della scatola X, relativo alla media dei pesi delle unità campionate nell'intera giornata, ovvero:

	Peso scatola	Variazione % rispetto al valore nominale Q _n =389,00 g	
02/10/2017	399,37g		2,67%
03/10/2017	397,26g		2,12%
04/10/2017	398,65g		2,48%
05/10/2017	395,08g		1,56%
06/10/2017	395,55g		1,68%

Figura 6.33 - Dataview peso scatola per giorni

$X(\text{peso medio scatola})$

$$= \sum_{i=07:00}^{05:00} \sum_{j=1}^{13} (p_{ij})$$

Inoltre è presente un'altra colonna in cui si calcola l'indice relativo alla variazione % rispetto al valore nominale Q_n. La formula è:

$$\text{Variazione}\% = \left(\frac{\text{peso scatola} - Q_n}{Q_n} \right) * 100$$

Nelle giornate considerate la variazione è positiva in tutti i casi. Il pallino risulterebbe colorato di rosso nel caso contrario.

Valori compresi tra T₁ e T₂

Previous Period 0

0

Valori inferiori a T₁

Previous Period 0

0

Peso medio calza

Previous Period 397,59

397,18

Label. Le etichette raffigurate in figura mostrano le informazioni relative a:

- Valori compresi tra T₁ e T₂. I limiti T₁ e T₂ sono quelli definiti da normativa, utilizzati precedentemente per svolgere le analisi. La label mostra il numero di pesi che rientrano in questa fascia di valori. È stato definito un algoritmo, tramite funzione "if" che permette di inserire un valore "1" nel caso in cui il peso controllato è compreso tra i due valori e un valore "0" altrimenti. Nella lettura del dato il sistema sommerà un "1" ogni volta che la funzione "if" è verificata e mostrerà a schermo la somma degli "1" e degli "0" inseriti. Questo processo viene applicato anche nel calcolo successivo, nel caso in cui i valori sono inferiore alla soglia T₁, adeguando ovviamente l'istruzione "if" definita.

- Valori inferiori a T₁. Questi valori sono quelli su cui porre maggiore attenzione.
- Peso medio della calza. Mostra il valore medio del peso della calza della befana relativa al periodo selezionato. In figura è mostrato il peso medio della settimana di test.

Tutte le etichette contengono un campo che mostra il valore nel caso di periodo precedente. Definito grazie ad una funzione in Board presente nel Layout di impostazione chiama “Previous Period Value”.

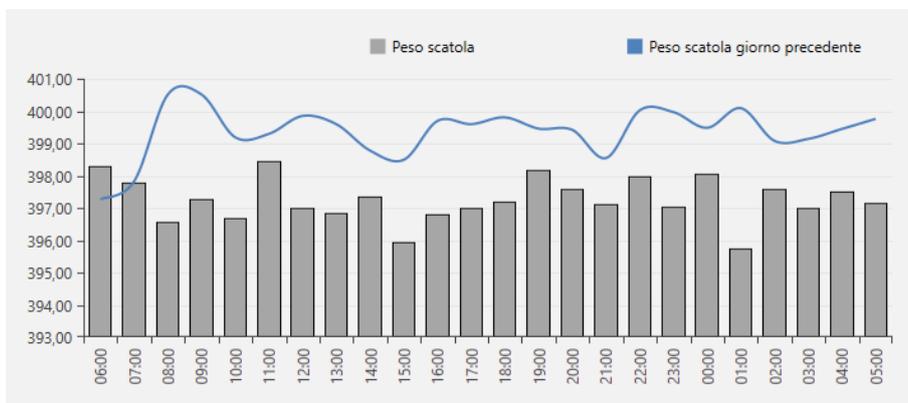


Figura 6.34 - Distribuzione oraria peso medio scatola per la giornata del 03/10/2017

Grafico. Il grafico a barre mostra il peso medio della scatola nelle varie ore, in figura è stata applicata una *select* sul giorno 3 ottobre. In tal modo è possibile confrontare il peso medio orario calcolato nella giornata del 3 ottobre e confrontarlo con il peso medio orario calcolato nella giornata precedente mostrato tramite grafico spline. Cliccando con il mouse sulla barra dell’ora di interesse, supponiamo le 15:00, è possibile visualizzare il dettaglio del valore di entrambi i grafici.

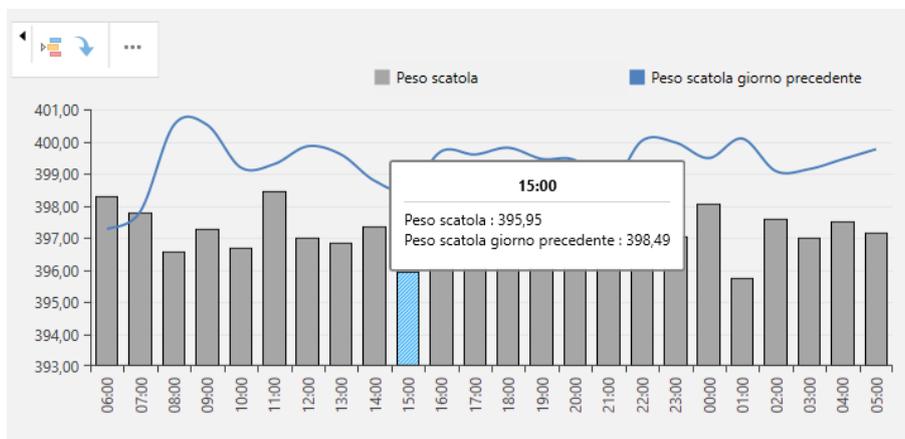


Figura 6.35 - Grafico peso medio con selezione

6.2. Secondo caso di studio: Calza della Befana

Nel paragrafo in questione si analizzerà un secondo caso di studio: la calza della befana. Anche per questo processo di confezionamento sono stati raccolti dei dati nella settimana di test (02/10/2017-06/10/2017). Si partirà dalla definizione del processo di campionamento attuale e si analizzeranno i dati raccolti.

Il Processo di Packaging



Figura 6.36 - Il processo di packaging della calza della befana

Il processo di packaging è manuale, la linea è formata da tre operatori. Un primo operatore ha il compito di inserire i cioccolatini nella calza; un secondo operatore si occupa di legare con un nastro la calza, un terzo e ultimo operatore pone l'etichetta. Le calze sono poi posizionate sugli espositori da inviare ai negozi.

6.2.1. Controllo degli attributi della calza

Il Processo di Controllo

Il Processo di controllo degli attributi della calza si suddivide in tre tipologie:

- Controllo attributi prodotti singoli;
- Controllo attributi confezioni;
- Controllo attributi cartoni.

Ogni controllo ha un piano di campionamento proprio, caratterizzato da una propria difettosità e da un proprio livello di accettazione. L'operatore addetto si occupa di prelevare con frequenza bioraria le unità da campionare dal lotto e di decidere circa l'accettazione o il rifiuto di questo.

DESCRIZIONE	SI	TURNO 6 - 14				TURNO 14 - 22				TURNO 22 - 06			
		07	09	11	13	15	17	19	21	23	01	03	05
ATTRIBUTI PRODOTTI SINGOLI		CONTROLLARE 32 PEZZI OGNI 2 ORE (prelevare in parti ponderate dai vari punti di alime											
DATA ERRATA/MANCANTE/ILLEGGIBILE	3												
ROTTURE/SCHIACCIAMENTI	3												
INCARTO NON SALDATO (PZ SINGOLO)	3												
CIOCCOLATO VISIBILE	3												
MALE INCARTATO	3												
SPORCO DI CIOCCOLATO	3												
INCARTO CON STAMPA DIFETTOSA	3												
INCARTO NON CENTRATO	3												
ATTRIBUTI CONFEZIONI		CONTROLLARE 13 CONFEZIONI OGNI 2 ORE											
CORPI ESTRANEI	1												
FIGURINA GADGET MANCANTI	1												
DATA ERRATA/MANCANTE/ILLEGGIBILE	1												
CONFEZIONI CON PEZZI MANCANTI	1												
CONFEZIONI CON ASSORTIMENTO ERRATO	1												
CONFEZIONI SPORCHE/MACCHiate	1												
SALDATURA INSUFFICIENTE MANCANTE	1												
FIGURINA GADGET MAL POSIZIONATI	1												
CONFEZIONI CON PEZZI MAL POSIZIONATI	1												
ETICHETTA/BOLLINO MANCANTE	1												
CHIUSURA CONFEZIONE DIFETTOSA	1												

Figura 6.37 - Interfaccia di inserimento dei controlli su tablet

In Figura 6.37 è presente il foglio utilizzato per registrare le informazioni relative ai controlli effettuati. Anche in questo caso le informazioni sono state raccolte su tablet col fine di testare la nuova modalità di raccolta dati.

Sistema di Campionamento e osservazioni

Scenario attuale

Il campionamento attuale per il controllo degli attributi della calza è strutturato nel seguente modo.

Frequenza	Num. prodotti singoli campionati	Num. confezioni campionate	Num. cartoni campionati
07:00	32	13	8
09:00	32	13	8
11:00	32	13	8
13:00	32	13	8
15:00	32	13	8
17:00	32	13	8
19:00	32	13	8
21:00	32	13	8
23:00	32	13	8
01:00	32	13	8
03:00	32	13	8
05:00	32	13	8

Tabella 6.11- Campionamento attributi della calza della befana

La frequenza dei campionamenti è bioraria per tutti i controlli, ogni due ore viene estratto un campione di numerosità pari al pezzo da campionare e viene valutato se inviarlo in produzione o scartare l'intero lotto.

In seguito sono stati elencati gli attributi da controllare per singola tipologia di controllo.

Attributi prodotti singoli:

- Data errata/mancante/illeggibile;
- Rotture/schiacciamenti;
- Incarto non saldato (pz.singolo);
- Cioccolato visibile;
- Male incartato;
- Sporco di cioccolato;
- Incarto con stampa difettosa;
- Incarto non centrato.

Attributi confezioni:

- Corpi estranei;
- Figurina gadget mancante;
- Data errata/mancante/illeggibile;
- Confezioni con pezzi mancanti;
- Confezioni con assortimento errato;
- Confezioni sporche/macchiate;
- Saldatura insufficiente/mancante;
- Figurina gadget mal posizionata;
- Confezioni con pezzi mal posizionati;
- Etichetta/bollino mancante;
- Chiusura confezione difettosa;
- Confezioni con imballi mancanti;
- Etichetta mal posizionata/scollata.

Attributi cartoni:

- Data errata/mancante/illeggibile (cartone);

- Data errata/mancante/illeggibile (espositore);
- Espositore con confezioni mancanti;
- Espositore con confezioni danneggiate;
- Espositore con difetti estetici funzionali;
- Cartone con difetti estetici funzionali;
- Chiusura cartone mancante/difettoso;
- Cartone/espositore errato;
- Pedana mal formata.

Controllo attributi prodotti singoli

Il Piano utilizzato per controllare gli attributi dei singoli prodotti è un piano di campionamento semplice, in particolare i parametri sono i seguenti:

n	50
c	1
b	Elementi difettosi riscontrati nel campionamento

Tabella 6.12 - Dati campionamento attributi singoli prodotti

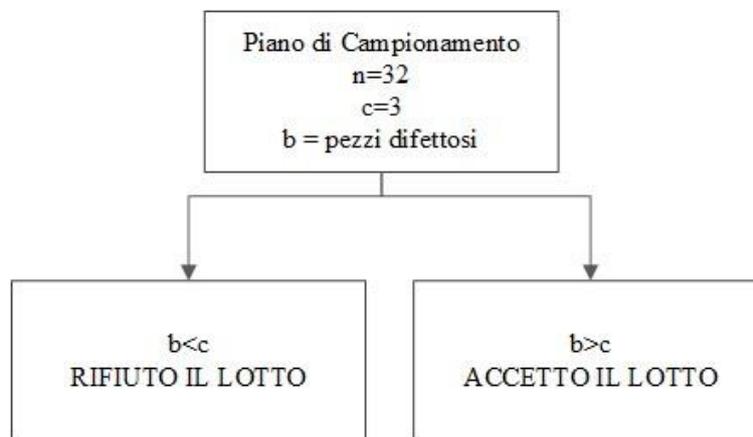


Figura 6.38 - Grafico piano di campionamento singoli prodotti

Dallo storico dei dati si ricava una difettosità del processo approssimativamente pari al 5%. I valori di AQL e LTPD sono stati calcolati in seguito. Si suppone un livello di rischio α pari al 5% e β pari al 10%. Sulla base delle informazioni disponibili è stato possibile ricavare il livello di AQL che risulta essere pari a 0,044 e il livello di LTPD che risulta essere pari a 0,197.

Efficacia del Piano di Campionamento

Frazione difettosi	PaI	PaII	Pa
0,001	1,0000	0,0000	1,0000
0,01	0,9997	0,0002	1,0000
0,02	0,9963	0,0022	0,9985
0,03	0,9851	0,0056	0,9907
0,04	0,9623	0,0084	0,9707
0,05	0,9262	0,0094	0,9355
0,06	0,8772	0,0086	0,8857
0,07	0,8171	0,0068	0,8239
0,08	0,7489	0,0048	0,7537
0,09	0,6756	0,0032	0,6787
0,1	0,6003	0,0036	0,6039
0,15	0,2721	0,0001	0,2722
0,2	0,0931	0,0000	0,0931
0,3	0,0055	0,0000	0,0055
0,4	0,0001	0,0000	0,0001
0,5	0,0000	0,0000	0,0000
0,6	0,0000	0,0000	0,0000
0,7	0,0000	0,0000	0,0000
0,7	0,0000	0,0000	0,0000
0,9	0,0000	0,0000	0,0000

Tabella 6.13 - Dati per curva operativa caratteristica

Per verificare l'efficacia del piano di campionamento attuale, si calcola la curva operativa caratteristica del piano singolo e la si confronta con la curva operativa caratteristica di un piano di campionamento doppio caratterizzato da una numerosità pari al doppio della numerosità attuale e si considera un numero di accettazione pari a 5.

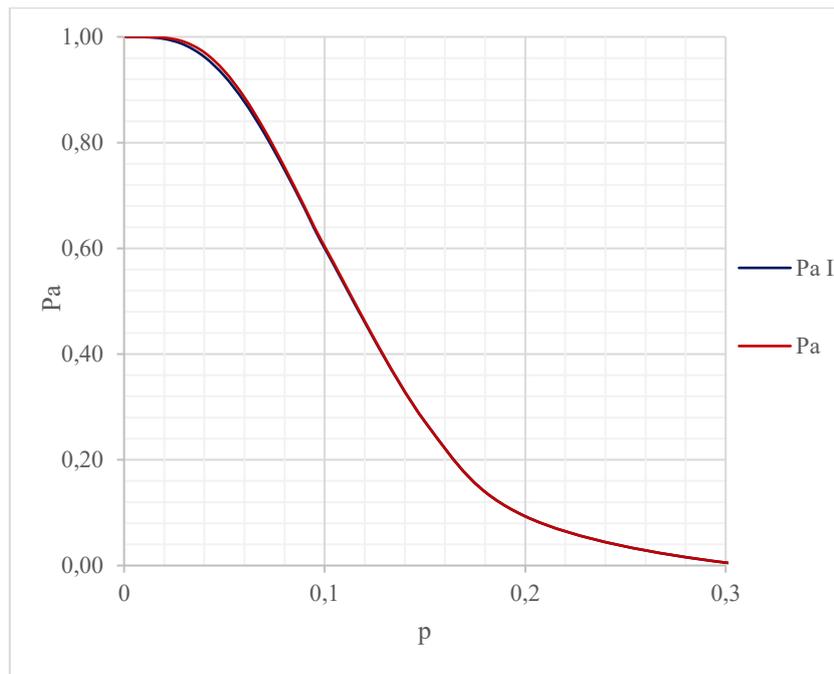


Figura 6.39 - Curva operativa caratteristica del piano di campionamento sui singoli prodotti

Dalla rappresentazione delle due curve operative caratteristiche non si percepisce una grossa differenza tra l'utilizzo di un piano doppio o di un piano singolo sotto le condizioni definite. Le due curve coincidono.

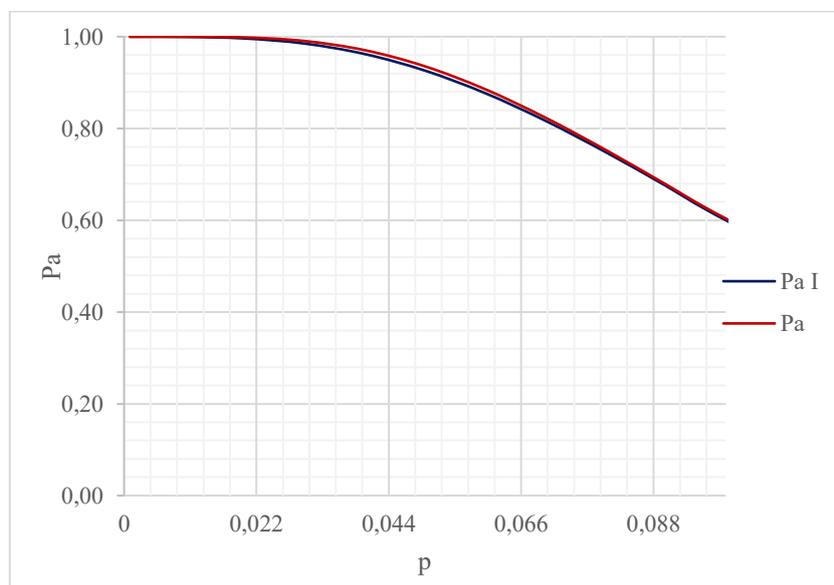


Figura 6.40 - Curva operativa caratteristica del piano di campionamento sui singoli prodotti zoom

Essendo il livello di accettazione pari a 3 utilizzando il piano di campionamento singolo, si ottiene una probabilità di accettazione abbastanza simile alla probabilità di accettazione che si otterrebbe utilizzando un piano

di campionamento doppio. La probabilità di accettazione ottenuta in corrispondenza di un livello di difettosità pari al valore di AQL con un piano di campionamento singolo mostra uno scarto pari all'1% in meno rispetto al piano di campionamento doppio. Come si può vedere in tabella.

AQL	PaI	PaII
0,044	0,95	0,96

Calcoliamo in seguito l'indice ASN (*Average Sample Number*).

p	PaI	PrI	PI
0,05	0,9262	0,01575	0,9458

ASN (campionamento singolo) = 32 unità

ASN (campionamento doppio) = $n_1 + n_2 (1 - P^I)$

dove $P^I = P(\text{lotto accettato al primo campionamento}) + P(\text{lotto rifiutato al primo campionamento})$

$P(\text{lotto accettato al primo campionamento}) = P(\text{elementi difettosi pari a } 0, 1, 2 \text{ e } 3) = 0,9262$

$P(\text{lotto rifiutato al primo campionamento}) = P(\text{elementi difettosi maggiori strettamente di } c_2=6) = 1 - [P(d_1 = 0) + (d_1 = 1) + (d_1 = 2) + (d_1 = 3) + (d_1 = 4) + (d_1 = 5) + (d_1 = 6)] = 0,01575$

$P^I = 0,9458$

$ASN = 32 + 64(1 - 0,9458) = 35,4 \sim 35$ unità.

A confermare la coincidenza delle due curve vi è il valore del numero totale medio di ispezioni pari a 32 unità nel caso di piano di campionamento singolo e solo pari a 3 unità in più nel caso di campionamento doppio, il prodotto tipicamente non verrebbe ricontrollato.

Osservazioni sul piano di campionamento attuale

L'utilizzo di un piano di campionamento doppio non è la soluzione ottimale per migliorare il piano singolo utilizzato. Ricordando che la probabilità media di difettosità nel lotto risulta pari a 0,05.

p	Pa (singolo)	Pa (doppio)
0,05	0,9262	0,9353

La probabilità di accettazione, come visto, varia di una sola unità percentuale in più nel caso di campionamento doppio. Si scarterebbe in totale l'1% dei lotti in meno utilizzando un piano di campionamento doppio.

I parametri attuali del piano di campionamento singolo utilizzato sono mostrati in tabella.

AQL	0,044
LTPD	0,197
α	0,05
β	0,10
n	32
c	3

Tabella 6.14 - Dati del piano di campionamento attuale

Scenario proposto

Sulla base delle assunzioni fatte nel caso precedente, supponiamo di voler garantire uno scarto pari al 5% dei lotti, si pone quindi il livello di AQL uguale a 0,05. Si ricavano i parametri aggiornati; sulla base di tali valori e mantenendo costante il resto, si calcola la variazione di n e c.

AQL	0,05
LTPD	0,197
α	0,05
β	0,10
n	39
c	4

Tabella 6.15 - Dati del piano di campionamento proposto

Si procede con il calcolo della curva operativa caratteristica calcolata con i nuovi parametri e confrontata con le curve precedenti. Come mostrato in Figura 6.41 si nota un piccolo miglioramento. La curva operativa caratteristica si sposta leggermente verso destra ciò indica un aumento della P_a corrispondente agli stessi livelli di p. Nel caso in cui il valore di AQL è pari al 5% la probabilità di accettazione è di circa il 96% con uno scarto del 4% dei lotti. La soluzione ottenuta è migliore delle precedenti, si potrebbe valutare l'utilizzo di tale piano.

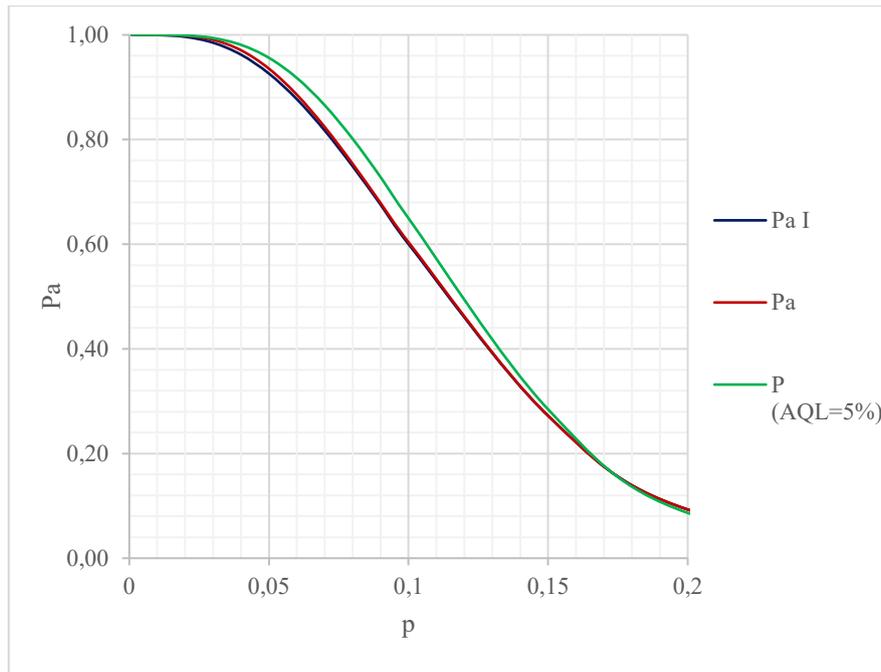


Figura 6.41 - Curva operativa caratteristica con piano di campionamento proposto

Controllo attributi delle confezioni

Il processo di campionamento degli attributi delle confezioni all'interno della calza è anch'esso di tipo singolo. Il campione prelevato è rappresentato da 13 unità, si decide circa il rifiuto o l'accettazione del lotto facendo riferimento ad un livello di accettazione c pari a 1.

Efficienza del piano di campionamento

Anche in questo caso per valutare l'efficienza del piano di campionamento, vengono confrontati i due piani di campionamento singolo e doppio. Nel piano doppio la numerosità del campione considerata è pari al doppio della numerosità del piano singolo e un livello di c pari a 3. Sono ricavati i parametri per il calcolo della curva operativa caratteristica e registrati in Tabella 6.16. A seguire il calcolo della curva operativa caratteristica.

Frazione difettosi	PaI	PaII	Pa
0,001	0,9999	0,0001	1,0000
0,01	0,9928	0,0070	0,9997
0,02	0,9730	0,0237	0,9968
0,03	0,9436	0,0436	0,9872
0,04	0,9068	0,0616	0,9684
0,05	0,8646	0,0749	0,9394
0,06	0,8186	0,0823	0,9009
0,07	0,7702	0,0843	0,8545
0,08	0,7206	0,0817	0,8023
0,09	0,6707	0,0758	0,7466
0,1	0,6213	0,0679	0,6893
0,15	0,3983	0,0268	0,4250
0,2	0,2336	0,0068	0,2405
0,3	0,0637	0,0002	0,0638
0,4	0,0126	0,0000	0,0126
0,5	0,0017	0,0000	0,0017
0,6	0,0001	0,0000	0,0001
0,7	0,0000	0,0000	0,0000
0,7	0,0000	0,0000	0,0000
0,9	0,0000	0,0000	0,0000

Tabella 6.16 – Dati calcolo curva operativa per piano di campionamento per il controllo confezioni

Per valori di difettosità estremamente bassi o alti, le due curve coincidono, la probabilità di accettazione corrispondente a valori bassi di difettosità è molto alta, tendenzialmente pari a 1; mentre la difettosità per valori molto alti è molto bassa, tendenzialmente pari a 0. Per valori di difettosità media, si potrebbe valutare la convenienza dell'utilizzo di un piano doppio. Per tale ragione è necessario far riferimento alla percentuale media di lotti difettosi del caso in studio, per aver, sulla base di questa, una più corretta valutazione del piano di campionamento. Si calcola il valore di ASN e si valuta successivamente il piano in base a p.

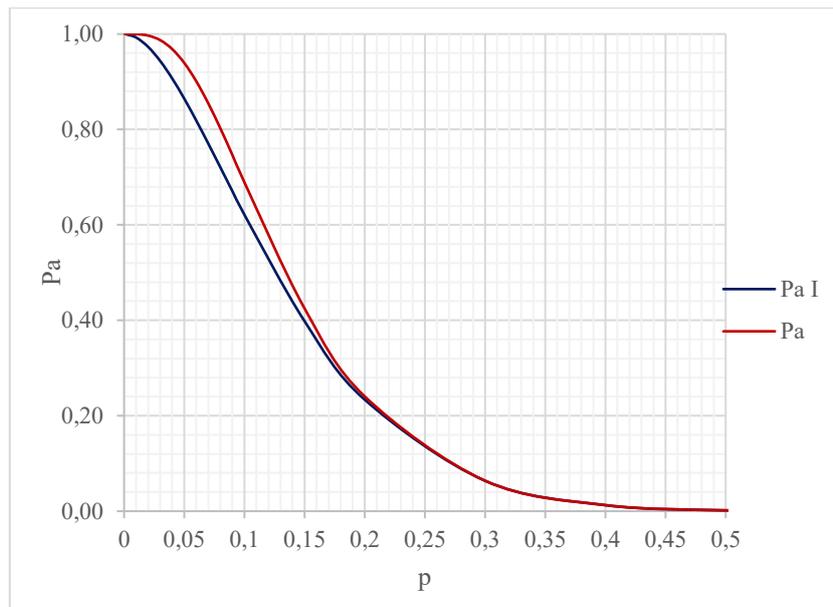


Figura 6.42 - Curva operativa caratteristica campionamento confezioni

Calcolo ASN:

p	PaI	PrI	PI
0,01	0,9928	0	0,9928

ASN (campionamento singolo) = 13 unità

ASN (campionamento doppio) = $n_1 + n_2 (1 - P^I)$

dove $P^I = P(\text{lotto accettato al primo campionamento}) + P(\text{lotto rifiutato al primo campionamento})$

$P(\text{lotto accettato al primo campionamento}) = P(\text{elementi difettosi pari a } 0 \text{ e a } 1) = 0,9928$

$P(\text{lotto rifiutato al primo campionamento}) = P(\text{elementi difettosi maggiori strettamente di } c_2=3) = 1 - [P(d_1 = 0) + (d_1 = 1) + (d_1 = 2) + (d_1 = 3)] \sim 0$

$P^I = 0,9928$

$ASN = 13 + 26(1 - 0,9928) = 13$

Il numero di unità medie campionate in entrambi i piani di campionamento risultano essere uguali. Ciò fa pensare che mediamente le unità non vengono ricampionate tramite campionamento doppio e quindi ad una convenienza nell'utilizzare lo stesso piano singolo.

Osservazioni piano di campionamento attuale

Facendo riferimento alla probabilità di accettazione sulla base della percentuale media di lotti difettosi nel processo storico, pari a 0,01, si ottengono alti valori di probabilità di accettazione. Come si può notare nella tabella sottostante.

p	Pa (singolo)	Pa (doppio)
0,01	0,9928	0,9997

I parametri relativi al campionamento degli attributi confezionati risultano i seguenti.

AQL	0,0283
LTPD	0,268
α	0,05
β	0,10
n	13
c	1

Tabella 6.17 - Parametri piano di campionamento attuale

Le due probabilità di accettazione sono molto simili. Non vi è convenienza nel cambiare piano di campionamento e nel ricorrere ad un piano di campionamento doppio sulla base della difettosità media attuale. In questo caso conviene continuare ad utilizzare il piano di campionamento singolo che risulta già da sé abbastanza soddisfacente per il cliente. Ciò viene confermato anche guardando il livello di AQL e di LTPD attuali del piano in uso. Il livello massimo di accettazione del cliente richiede un p pari al 2,83%, come indicato dall'AQL, il piano attuale presenta un valore pari all'1% di lotti rifiutati per cui abbastanza distante dal livello limite.

Controllo attributi dei cartoni

Il piano di campionamento utilizzato per controllare gli attributi dei cartoni/espositori è un piano di campionamento singolo. La numerosità campionaria è pari a 8 unità e il livello di accettazione del lotto è pari a 1.

Efficienza del piano di campionamento

Frazione difettosi	PaI	PaII	Pa
0,001	0,9999	1,0000	0,0000
0,01	0,9928	0,9973	0,0027
0,02	0,9730	0,9897	0,0098
0,03	0,9436	0,9777	0,0201
0,04	0,9068	0,9619	0,0319
0,05	0,8646	0,9428	0,0441
0,06	0,8186	0,9208	0,0555
0,07	0,7702	0,8965	0,0655
0,08	0,7206	0,8702	0,0734
0,09	0,6707	0,8423	0,0792
0,1	0,6213	0,8131	0,0827
0,15	0,3983	0,6572	0,0737
0,2	0,2336	0,5033	0,0455
0,3	0,0637	0,2553	0,0086
0,4	0,0126	0,1064	0,0008
0,5	0,0017	0,0352	0,0000
0,6	0,0001	0,0085	0,0000
0,7	0,0000	0,0013	0,0000
0,7	0,0000	0,0001	0,0000
0,9	0,0000	0,0000	0,0000

Tabella 6.18 - Dati calcolo curva operativa per piano di campionamento per il controllo dei cartoni/espositori

Si calcola nel seguito la curva operativa caratteristica per valutare l'efficacia del piano di campionamento sulla base dei dati ricavati e inseriti in Tabella 6.18. La curva del piano di campionamento doppio si sposta verso destra per valori bassi di p , mentre coincide con la curva operativa del piano singolo per valori alti di p . In particolare ad un livello pari al valore di p (come si è detto pari a 0,08), risulta un miglioramento della probabilità di accettazione che assume un valore maggiore nel piano di campionamento doppio in corrispondenza alla stessa percentuale di difettosità nel caso di piano di campionamento singolo.

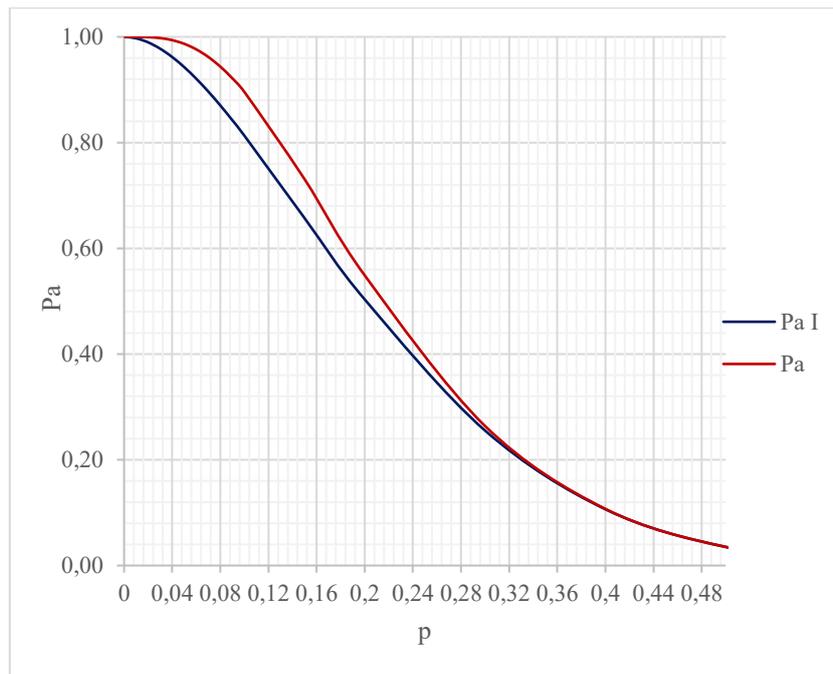


Figura 6.43 - Curva operativa caratteristica campionamento dei cartoni/espositori

Calcolando il valore di *Average Sample Number* dei due piani:

p	PaI	PrI	PI
0,08	0,8702	0,0022	0,8724

ASN (campionamento singolo) = 8 unità

ASN (campionamento doppio) = $n_1 + n_2 (1 - P^I)$

dove $P^I = P(\text{lotto accettato al primo campionamento}) + P(\text{lotto rifiutato al primo campionamento})$

$P(\text{lotto accettato al primo campionamento}) = P(\text{elementi difettosi pari a 0 e a 1}) = 0,8702$

$P(\text{lotto rifiutato al primo campionamento}) = P(\text{elementi difettosi maggiori strettamente di } c_2=3) = 1 - [P(d_1 = 0) + (d_1 = 1) + (d_1 = 2) + (d_1 = 3)] = 0,0022$

$P^I = 0,8724$

$ASN = 8 + 16(1 - 0,8724) = 10$ unità

Si ottengono unità medie campionate nel caso di campionamento doppio pari a 10, due unità in più, in media rispetto ad un campionamento singolo. Ciò comporta un incremento della probabilità di accettazione del 7% in più

utilizzando un piano di campionamento doppio, per cui conviene utilizzare tale piano.

Osservazioni su piano di campionamento attuale

La percentuale media di prodotti difettosi dichiarata risulta essere pari a 0,08.

p	Pa (singolo)	Pa (doppio)
0,08	0,8702	0,9408

Si nota uno scarto abbastanza alto di pezzi difettosi continuando ad usare il piano di campionamento attuale. Ovvero vengono scartati il 13% di pezzi. Utilizzando un piano di campionamento doppio, la situazione migliorerebbe, garantendo al cliente uno scarto solo del 6% di lotti non conformi, quindi dimezzando la percentuale relativa allo scarto.

Attualmente il piano di campionamento utilizzato è formato dai seguenti parametri:

AQL	0,0463
LTPD	0,406
α	0,05
β	0,10
n	8
c	1

Tabella 6.19 - Parametri del piano di campionamento cartoni/espositori attuale

Tali parametri sono stati in parte forniti dall'azienda, in parte ricavati dalle informazioni possedute. Il valore di AQL è pari al 4,6%, ovvero ciò indica la massima frazione di difettosità cui il cliente è disposto ad accettare il lotto con un rischio del 5%. L'attenzione si pone su questo valore. Essendo la percentuale di difettosità media pari all'8%, supponendo che il rischio α rimanga inalterato, si pensa sia necessario modificare i parametri del piano di campionamento in modo da garantire la soddisfazione del cliente allineando AQL con p.

Scenario proposto

Si consideri la possibilità di porre un $AQL = 0,08$. Sulla base di questa assunzione e lasciando inalterati gli altri parametri, è possibile ricavare i nuovi valori del piano, ovvero n e c.

AQL	0,0463
LTPD	0,406
α	0,05
β	0,10
n	8
c	1

Tabella 6.20 - Parametri piano di campionamento cartoni/espositori proposto

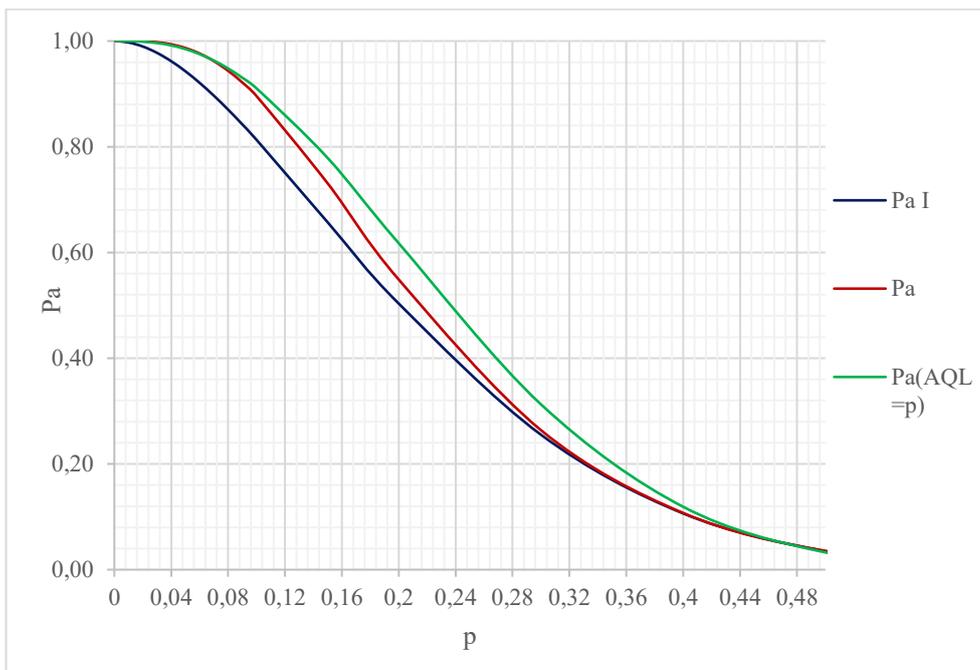


Figura 6.44 - Curva operativa caratteristica con campionamento cartoni/espositori proposto

Si nota che per valori piccoli di p , non vi è una gran differenziazione tra l'utilizzo di un piano di campionamento doppio e un singolo con AQL pari a 0,08. Infatti i valori di P_a corrispondenti ad un $p=0,08$ risultano essere:

p	PaI	$PaII$	$Pa(AQL=p)$
0,08	0,8702	0,9437	0,9481

Si conclude affermando che basterebbe utilizzare un piano di campionamento doppio per aumentare le *performance* dell'azienda e la conseguente soddisfazione del cliente.

6.2.2. Controllo del peso delle confezioni

Il file predisposto per la raccolta dei dati è stato raffigurato in Figura 6.45.

In tabella sono presenti i dati cui si dispone:

g tollerati	9gr
Q_n	290,5 g
T_1	281,5 g
T_2	272,5 g
n	5
frequenza	1 ora
tara	221,5 g

Tabella 6.21- Parametri del controllo peso della calza

Qn (peso nominale) = 290,50		E.M.T. = 9g		9,0		T1 = Qn - E.M.T. = 281,5		
Norma:		T2 = 272,5		T1 = 281,5		Qn = 290,5		
ORA	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00
	LORDO	NETTO	LORDO	NETTO	LORDO	NETTO	LORDO	NETTO
X1	334,2	290,74	336,10	292,60	334,16	290,66	335,22	291,72
X2	336,7	293,17	325,00	281,50	333,62	290,12	316,66	273,16
X3	334,2	290,66	334,16	290,66	336,94	293,44	314,00	290,56
X4	334,7	291,22	335,30	291,80	333,78	290,28	310,50	267,06
X5	334,5	290,99	338,95	294,85	335,22	291,72	217,80	174,36
MEDIA LOTTO	334,86	291,36	333,78	290,28	334,74	291,24	298,84	255,34
PZ TRA T1 e QN		0	1	2	0	1	1	2
PZ TRA T1 e T2		0	0	0	1	0	0	0
PZ INF. A T2		0	0	0	3	0	0	0

Figura 6.45 - Tablet interfaccia inserimento dati

Anche in questo caso il campione utilizzato per i controlli in accettazione dovrà essere rappresentativo del lotto. Verrà pertanto prelevato in maniera casuale, al fine di rispettare l'omogeneità del lotto stesso. Le unità campionate sono 5 unità all'ora. I controlli sono effettuati con una frequenza oraria nei vari turni nelle ventiquattro ore. Vengono effettuati dei controlli sulla calza della befana, la caratteristica oggetto di studio è il peso della calza. A inizio giornata vengono pesate 10 confezioni vuote e riportato il peso per il calcolo della tara; questa viene calcolata come media delle 10 confezioni registrate. A seguire vengono effettuati i controlli.

Analisi dei dati raccolti

Come è stato già effettuato per i pesi relativi alle confezioni dei cioccolatini, anche nel seguente caso verranno analizzati i dati raccolti giorno per giorno

tramite istogramma e Probability Plot e verrà valutato il valore delle singole unità campionate. I dati raccolti sono presenti in *Allegato 9*.

02/10/2017

I dati analizzati corrispondono alla media delle 5 unità raccolte ogni ora.

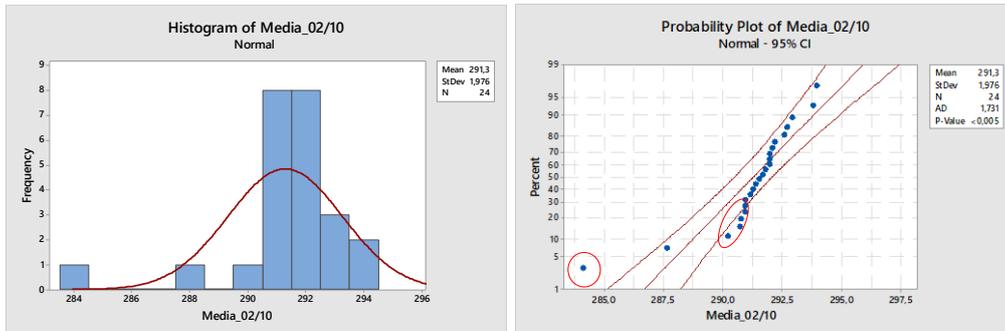


Figura 6.46 - Istogramma e Probability Plot della media dei pesi delle calze del 02/10/2017

Dall'istogramma, si percepisce una distribuzione dei dati con andamento non tanto simile ad una distribuzione normale. La maggior parte dei dati sono contenuti nell'intervallo compreso tra 290,5 e 292,5 grammi, o comunque sono superiori al valore nominale dichiarato Q_n . I valori restanti sono superiore alla soglia T_2 . Non vi sono particolari valori su cui porre attenzione. La media dei valori è pari a 291,3 gr, mentre la deviazione standard presenta un valore pari a 1,976; la variabilità dei dati non è molto alta. Vi è però la presenza di un outlier, ovvero di un valore che si discosta fortemente dagli altri dati. Si nota la presenza sull'istogramma ma ancor più nella rappresentazione del Probability Plot, dal quale si rileva anche un andamento dei valori poco simile ad una rappresentazione normale. I puntini rappresentanti i dati non si distribuiscono sulla linea centrale, ma hanno un andamento anomalo. Si nota l'outlier raffigurato sull'istogramma, al di là del limite definito dall'intervallo di confidenza, così come altri punti, cerchiati in rosso sul Probability Plot. Oltre all'andamento dei due grafici, a conferma del fatto che i dati non possono essere distribuiti normalmente, vi è il valore del p-value, molto inferiore ad α , ovvero al 5%. Ciò comporta il rifiuto dell'ipotesi nulla secondo la quale è possibile affermare che i dati seguono una distribuzione normale. Vi è la presenza di valori con peso medio orario inferiore a Q_n , su tali valori è necessario intervenire, così come specifica la

normativa. Analizzando i dati, 3 valori presentano un peso medio inferiore al valore nominale, circa il 12,5% dei pesi medi risultano essere inferiori a 290,5 gr. Questi valori richiedono, da normativa, un secondo campionamento ed un confronto tra i pesi medi ottenuti nei due campionamenti prima di accettare il lotto.

Nell'analisi dei singoli dati raccolti il 2 ottobre, si nota che solo 3 unità presentano valori inferiori a T_2 , di cui un'unità ha un valore pari a 271,06 grammi nella prima unità campionata alle ore 21:00 (il dettaglio in *Allegato 9*). Per cui la percentuale di unità comprese tra T_1 e T_2 risulta essere pari a 1,67% mentre l'unità inferiore a T_1 pesa per una percentuale pari a 0,83%.

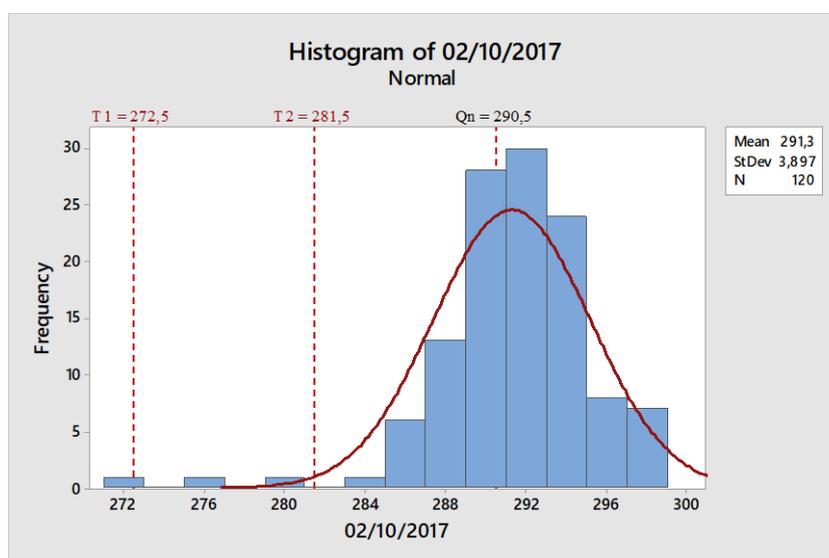


Figura 6.47 - Istogramma singole osservazioni 02/10/2017

03/10/2017

Il picco dei dati ha media compresa nell'intervallo 291,5–292,5 grammi. I valori raccolti sono superiori ai limiti T_1 e T_2 , il valore minimo è pari a 286 grammi. Si notano due valori anomali, ciò mostrato anche dal Probability Plot. La media dei valori è simile a quella riscontrata nel giorno precedente. I valori non sono prossimi alla retta nel Probability Plot, ma mostrano un andamento che si discosta da questa. Il valore medio è pari a 291,3 gr, mentre la deviazione standard assume un valore di 1,861. Sono presenti dei pesi medi inferiori al valore nominale dichiarato. Questi valori sono presenti in quantità pari a 7 unità; ovvero in una percentuale del 29,2%.

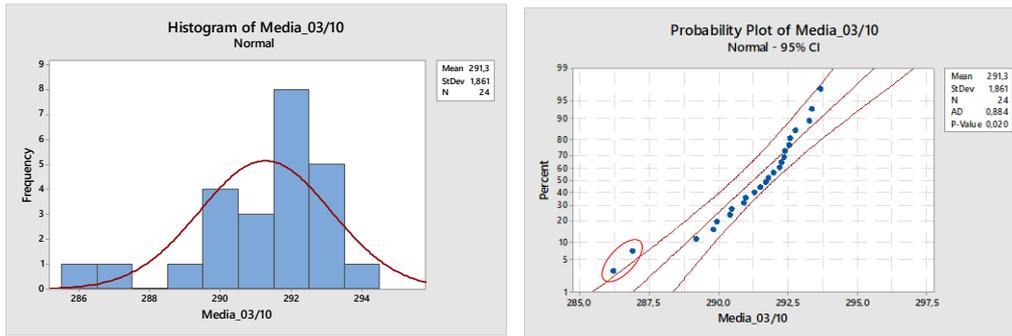


Figura 6.48 - Istogramma e Probability Plot dei pesi della calza il giorno 03/10/2017

Il valore del p-value è pari a 0,02; valore inferiore al livello di $\alpha=0,05$. Non è possibile quindi accettare l'ipotesi nulla di normalità dei dati; i dati non si distribuiscono normalmente. I dati raccolti il giorno 3 ottobre, come si può osservare in Figura 6.49, presentano dei valori compresi tra T_1 e T_2 pari a 7 unità su 120 unità pesate, una percentuale quindi del 5,83% del totale delle unità. Non sono presenti valori inferiori alla soglia minima T_1 . La variabilità dei valori è abbastanza alta, il valore di deviazione standard infatti è pari a 4,453.

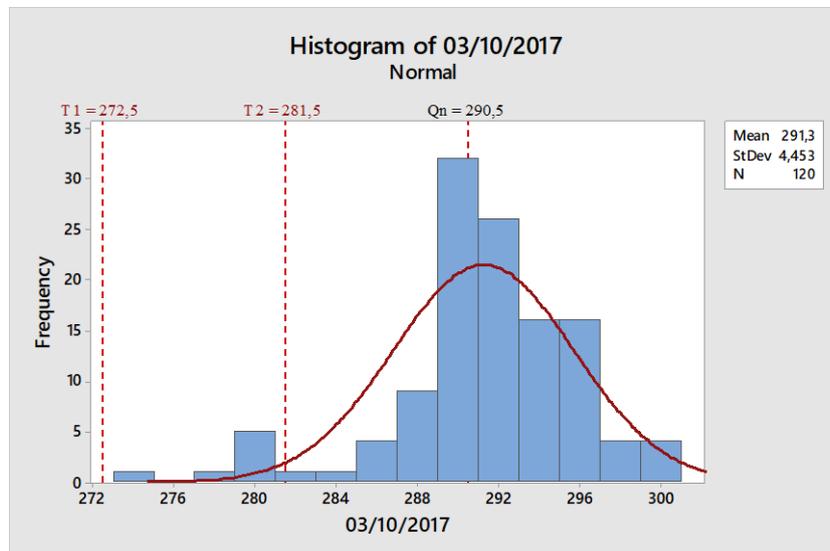


Figura 6.49 - Istogramma dei pesi delle singole unità del giorno 03/10/2017

04/10/2017

I dati raccolti giorno 4 ottobre, mostrano una media allineata ai giorni precedenti, pari a 291,4 grammi. I dati appartengono all'intervallo 288,5-295,5 grammi. L'istogramma mostra un valore distante dal resto dei dati. Tale

valore è presente sul Plobability Plot e rappresenta un outlier. Nonostante ciò i dati tendono a posizionarsi in prossimità della linea retta. Il p-value è pari a

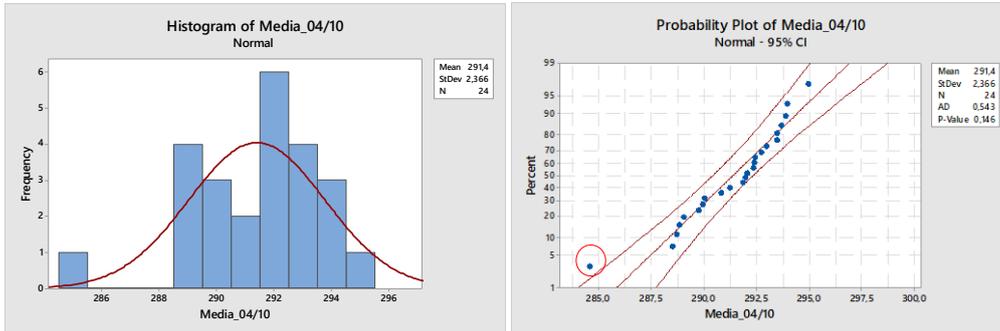


Figura 6.50 - Istogramma e Probability Plot della media dei pesi della calza del giorno 04/10/2017

0,146 che rappresenta un valore più alto rispetto al livello α . Non è possibile rifiutare H_0 , la distribuzione dei dati può essere considerata normale. I valori con maggior frequenza sono concentrati tra 291,5 e 292,5 grammi. La deviazione standard dei valori è pari a 2,366. I valori che presentano un peso medio inferiore alla quantità nominale sono 8, per cui la percentuale di questi valori è uguale a 33,3% che richiedono un campionamento aggiuntivo prima

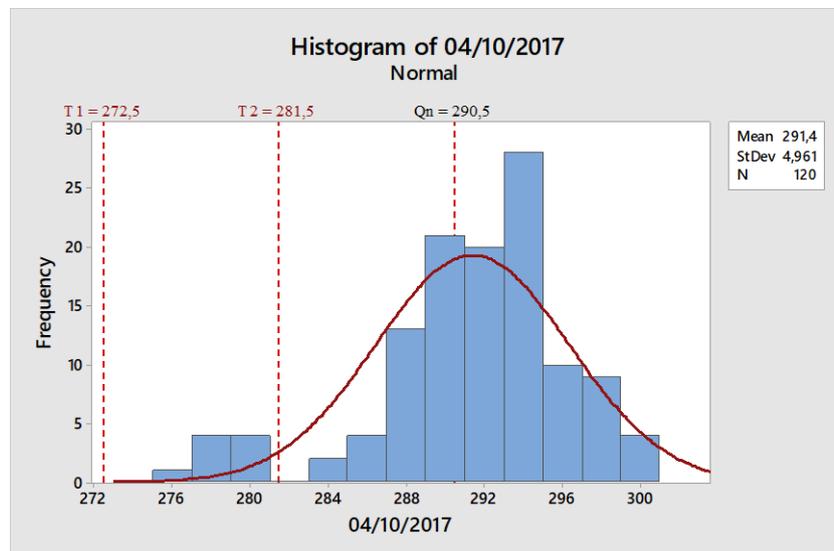


Figura 6.51 - Istogramma dei pesi delle singole calze del 04/10/2017

di andar ad analizzare le singole unità.

I singoli valori campionati il 4 ottobre mostrano un numero pari a 9 unità presentanti un peso compreso tra T_1 e T_2 . Parametri su cui porre attenzione. La percentuale di valori compresi tra i due limiti è pari quindi al 7,5%. Non

ci sono valori inferiori a T_1 . Questi valori prevedono un intervento aggiuntivo definito da normativa, che prevede un ricampionamento.

05/10/2017

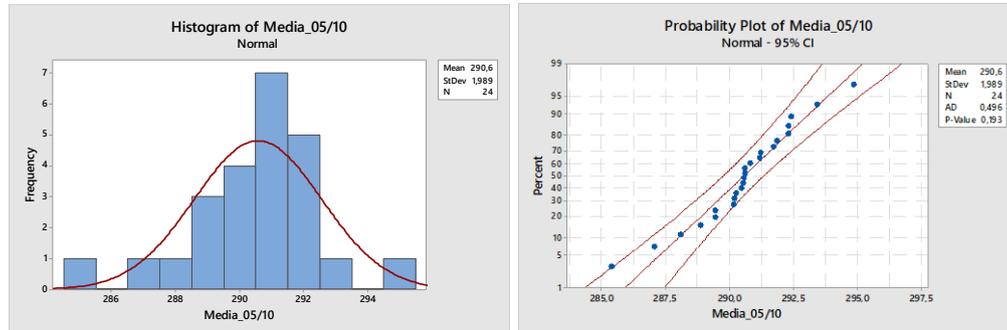


Figura 6.52 - Istogramma e Probability Plot della media dei pesi della calza del giorno 05/10/2017

Il valore medio dei dati raccolti il 5 ottobre coincide quasi con il valore nominale. I dati mostrano un andamento simile ad una distribuzione normale, questo è confermato dal Probability Plot, dall'andamento dei puntini in prossimità della linea retta e dal valore del p-value, pari a 0,193; abbastanza superiore del livello di significatività. Lo spread dei valori varia da 284,5 a 295,5 grammi. Sono 10 i pesi medi che presentano un valore inferiore al valore nominale. Ciò vuol dire che gravano per una percentuale pari a circa il 42%. Questi valori richiedono un campionamento successivo prima di accettare il lotto.

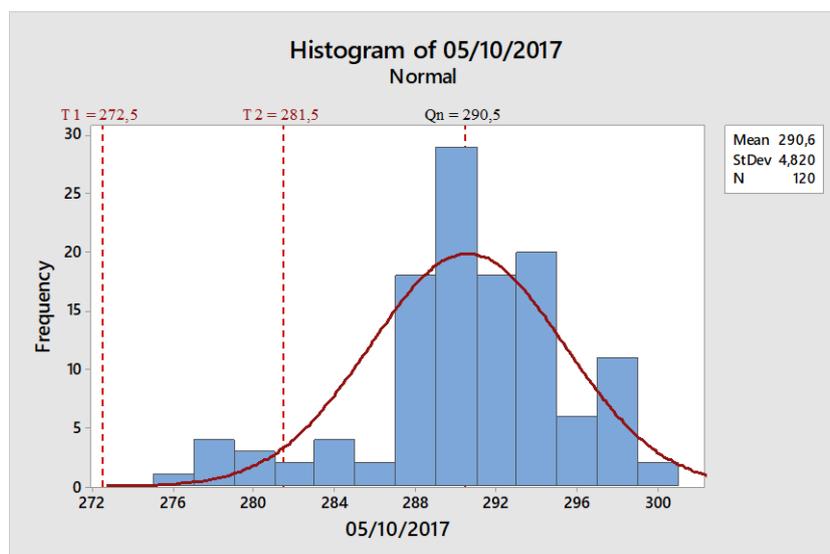


Figura 6.53 - Istogramma dei pesi delle singole calze del 05/10/2017

Dall'istogramma si notano dei valori compresi tra i due limiti/soglie di attenzione per il campionamento. In particolare i valori compresi tra T_1 e T_2 sono 5 sulle 120 unità pesate, quindi in percentuale pari al 4,17% del totale.

06/10/2017

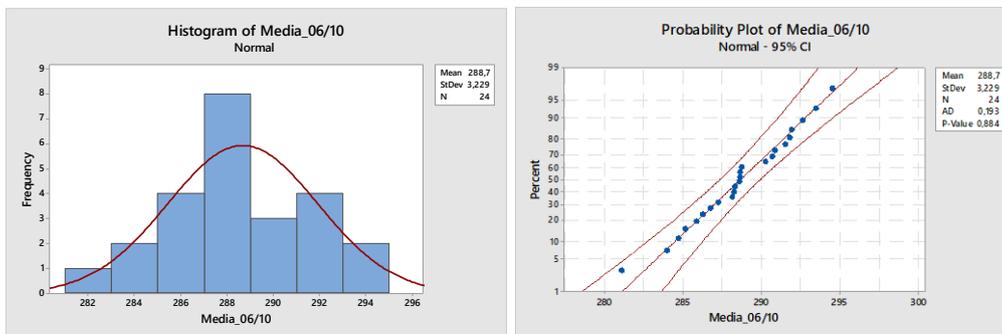


Figura 6.54 - Istitogramma e Probability Plot della media dei pesi della calza del giorno 06/10/2017

Lo spread dei valori varia da 281,5 a 294,5 grammi. I valori maggiormente riscontrati fanno parte del range 287,5-288,5. Non può essere rifiutata l'ipotesi nulla di distribuzione normale dei dati, i valori si distribuiscono in prossimità della linea retta nel Probability Plot e presentano un p-value abbastanza alto pari all'88,4%. La media è molto bassa, pari a 288,7 gr. Ciò fa pensare ad un enorme quantità di valori inferiori al valore nominale Q_n , guardando l'istogramma e il range di appartenenza dei valori medi, si nota che tutti i pesi medi delle 24 ore sono inferiori al valore nominale. Ciò richiede un ricampionamento durante tutte le fasce orarie.

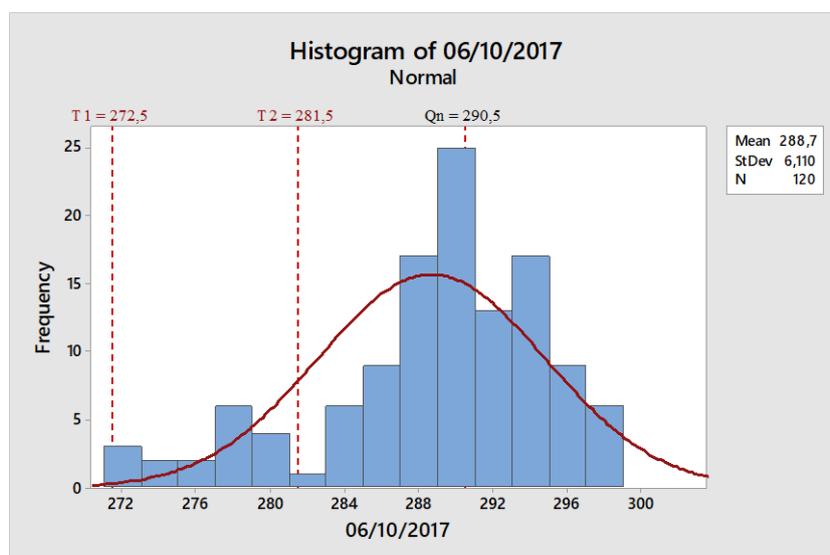


Figura 6.55 - Istitogramma dei pesi delle singole calze del 06/10/2017

Si immagina che un numero alto di unità campionate presentano dei pesi inferiori alla soglia T_1 o comprese tra le due soglie T_1 e T_2 . Nel grafico rappresentato in Figura 6.55 sono stati raccolti i valori delle singole unità campionate ed è stato creato l'istogramma sulle 120 unità raccolte durante la giornata del 6 ottobre. Guardando tutti i valori raccolti, notiamo infatti che vi è una percentuale non indifferente su cui far attenzione, ovvero di valori compresi tra la soglia T_1 e T_2 . Le unità che presentano valori inferiori a 282,5 grammi sono 17, per cui su un totale di 120 unità campionate, si può ottenere una percentuale pari al 14,17% di unità presentante un peso su cui porre l'attenzione.

Analisi dei dati

Sulla base dei dati raccolti durante la settimana di test è stato creato il grafico di Pareto. Successivamente i dati vengono analizzati su software Board. È stato creato un'impostazione ad hoc di visualizzazione dei dati che permette di aggregarli ed esplorarli nel modo più intelligente possibile in base soprattutto alle esigenze del cliente, a ciò che lui desidera monitorare e aver sotto controllo. Gli screen della *dashboard* di analisi sono illustrati in *Allegato 10*. Le analisi sono distinte in due parti:

- Analisi del peso;
- Analisi degli attributi della calza della befana.

Analisi dati sul controllo degli attributi della calza

In Figura 6.57 è raffigurato il grafico di Pareto per i difetti riscontrati durante il controllo dei singoli prodotti nella settimana di test. Si nota che i tre difetti più numerosi ricoprono il 61,1% di difettosità riscontrata. I prodotti con rotture e schiacciamenti o sporchi di cioccolato sono presenti in porzione pari al 22,2%; a seguire il prodotto male incartato che mostra una percentuale di difettosità pari al 16,7%, fatto 100% il totale di difetti. Ricavando la causa e risolvendo i problemi riscontrati si otterrebbe una riduzione maggiore della metà di pezzi difettosi.

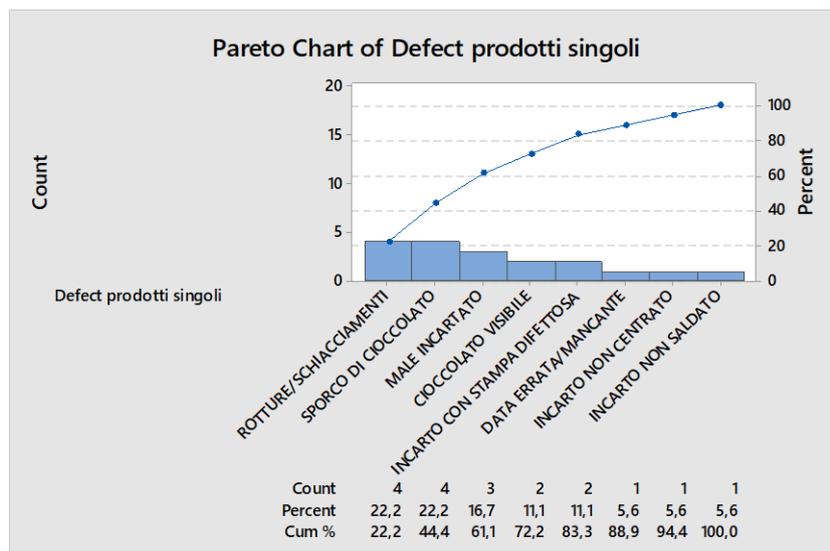


Figura 6.57 - Grafico di Pareto sui difetti riscontrati relativamente ai prodotti singoli

In Figura 6.56 è rappresentato il grafico di Pareto per le confezioni controllate. Il valore cumulato dei primi due difetti per maggioranza, ricopre il 61,5% dei difetti totali. Il 38,5% dei difetti presenta figurina gadget mancante, mentre il 23,1% dei difetti sono causati da confezioni sporche o macchiate.

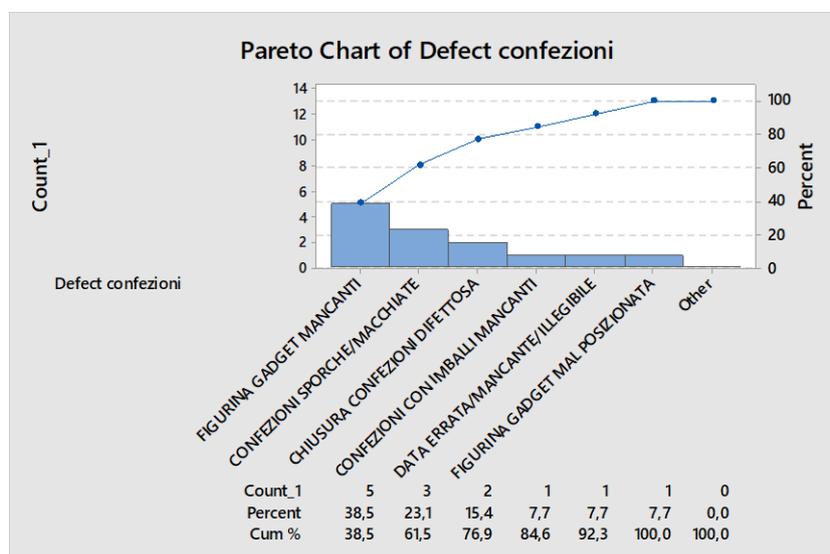


Figura 6.56 - Grafico di Pareto sui difetti riscontrati relativamente alle confezioni

Nel caso dei cartoni/espositori, la maggior parte dei difetti riscontrati appartengono alla categoria di confezione/espositore errato e espositori con confezioni mancanti. La cumulata di queste due tipologie di difetti raggiunge il 71,4% dei difetti. Queste due tipologie di difetti sono errori che fanno

pensare ad una mancata attenzione da parte degli operatori, per cui, se così fosse migliorare la soluzione non implicherebbe grossi sforzi o impiego di grosse risorse, per ottenere un enorme abbassamento della percentuale di difettosità del lotto.

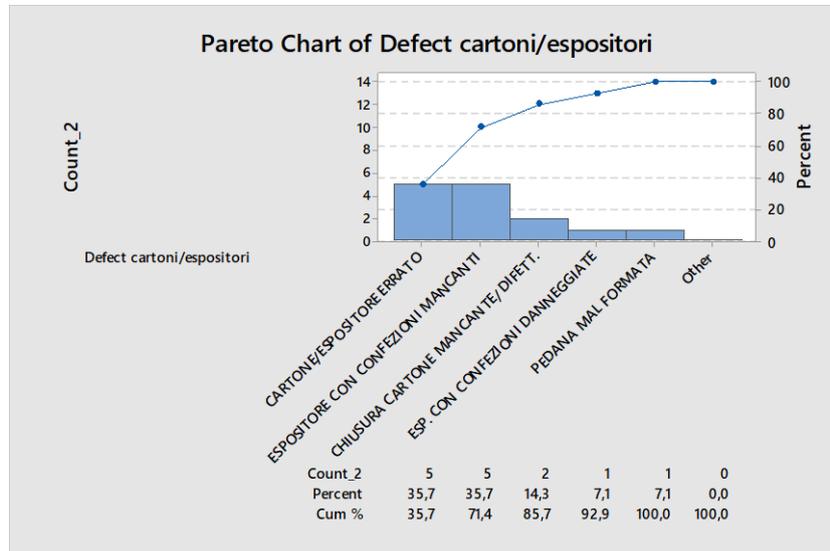


Figura 6.58 - Grafico di Pareto sui difetti riscontrati relativamente ai cartoni/espositori

Anche per questo caso sono state impostate delle analisi generali sul software Board. Sono stati analizzati i dati raccolti e valutati quali aspetti potessero essere di maggiore interesse, ovvero quali dati sarebbe opportuno monitorare e di immediato interesse. Si analizza nel seguito le analisi relative agli attributi della calza e al peso della calza. I dati raccolti sono contenuti in *Allegato 8*.

Cruscotto analisi degli attributi degli oggetti della calza

Per strutturare le analisi in Board sono state individuate le entità, le relazioni e gli infocubi. È stato impostato il datareader che legge i dati da database. I dati inseriti sono quelli relativi alla settimana di test. Nel seguito si definiscono gli oggetti utilizzati.

Dataview. Il dataview in figura mostra le seguenti informazioni:

Il numero di difetti relativi ad ogni tipologia di controllo effettuato, vengono conteggiati i difetti in base alla tipologia. Ciò permette un'immediata constatazione del difetto che si è presentato con maggior frequenza e di

individuare l'impatto percentuale sul totale delle unità esaminate (dimensione campione).

	Numero difetti	Dimensione campione	Percentuale difetti
CARPI ESTRANEI	0	780	0,00%
CARTONE CON DIF. EST. FUNZIONALI	0	480	0,00%
CARTONE/ESPOSITORE ERRATO	5	480	1,04%
CHIUSURA CARTONE MANCANTE/ DIFETT.	2	480	0,42%
CHIUSURA CONFEZIONI DIFETTOSA	2	780	0,26%
CIOCCOLATO VISIBILE	2	1.920	0,10%
CONFEZIONI CON ASSORTIMENTI ERRATO	0	780	0,00%
CONFEZIONI CON IMBALLI MANCANTI	1	780	0,13%
CONFEZIONI CON PEZZI MAL POSIZIONATI	0	780	0,00%
CONFEZIONI CON PEZZI MANCANTI	0	780	0,00%
CONFEZIONI SPORCHE/MACCHIATE	3	780	0,38%
DATA ERRATA/MANCANTE	1	1.920	0,05%
DATA ERRATA/MANCANTE/ILLEGG. (cartone)	0	480	0,00%

Figura 6.59 - Dataview numero difetti e % difetti con select sulla settimana

La dimensione del campione cambia in base alla selezione, come anche tutti gli altri parametri del dataview. Nel caso in Figura 6.59 è applicata una selezione sull'intera settimana. La dimensione del campione è pari a:

Dimensione del singolo campione * 12 ore * 5 giorni.

La dimensione del singolo campione è pari a 32 per il controllo dei singoli prodotti, pari a 13 per i controlli relativi alle confezioni, pari a 8 per i controlli relativi ai cartoni/espositori.

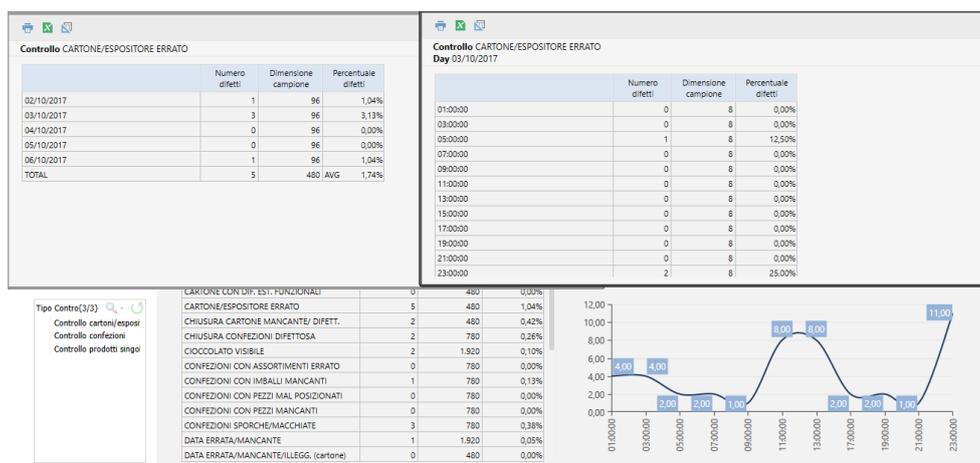


Figura 6.60 - Dataview numero di difetti con Drill sul giorno e sulle ore

In Figura 6.60 è stata applicata una drill sul difetto cartone/espositore errato, andando ad esplorare il dato più a fondo, risalendo ai giorni in cui tale difetto si è riscontrato e al dettaglio delle ore cliccando su una giornata, nell'esempio del 03/10/2017.

Numero difetti	
Controllo cartoni/esp...	14
Controllo confezioni	13
Controllo prodotti si...	18
TOTAL	45

Figura 6.61 - Dataview del numero dei difetti per tipologia di difetto

Dataview. In Figura 6.61 sono invece rappresentati il numero di difetti ma raggruppati per macro categoria di difetto. I difetti riscontrati nell'intera settimana di test sono 45 suddivisi in 14 difetti sui cartoni/espositori; 13 legati alle confezioni; 18 difetti relativi ai prodotti singoli.

Numero difetti		% prodotti singoli difettosi	% confezioni difettose	% cartoni/espositori difettosi	Da(1/730)	Day: 03/10/2017
Controllo cartoni/esp...	4	Previous Period 1,04	Previous Period 2,56	Previous Period 3,12	03/10/2017	
Controllo confezioni	2				01/01/2017	
Controllo prodotti si...	4				02/01/2017	
TOTAL	10	1,04	1,28	4,17	03/01/2017	
					04/01/2017	
					05/01/2017	
					06/01/2017	
					07/01/2017	

Figura 6.62 - Label con selezione del giorno 03/10/2017

Sono state impostate delle label. Queste contengono le percentuali di difettosità delle singole unità, delle confezioni e dei cartoni/espositori. Come si vede in figura, è stata applicata una *select* e selezionato il giorno 3 ottobre.

Si calcoli nel seguito l'indice percentuale di difettosità delle varie giornate:

02/10/2017

Percentuale prodotti singoli difettosi

$$= \left(\frac{n. \text{difetti prodotti singoli}}{32 * 12} \right) = 0,0104$$

$$\text{Percentuale confezioni difettose} = \left(\frac{n. \text{difetti confezioni}}{13 * 12} \right)$$

$$= 0,0256$$

$$\text{Percentuale } \frac{\text{cartoni}}{\text{espositori}} \text{ difettosi} = \left(\frac{n. \text{ difetti } \frac{\text{coartoni}}{\text{espositori}}}{8 * 12} \right) = 0,0312$$

03/10/2017

$$\begin{aligned} & \text{Percentuale prodotti singoli difettosi} \\ & = \left(\frac{n. \text{ difetti prodotti singoli}}{32 * 12} \right) = 0,0104 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Percentuale confezioni difettose} & = \left(\frac{n. \text{ difetti confezioni}}{13 * 12} \right) \\ & = 0,0128 \end{aligned}$$

$$\text{Percentuale } \frac{\text{cartoni}}{\text{espositori}} \text{ difettosi} = \left(\frac{n. \text{ difetti } \frac{\text{coartoni}}{\text{espositori}}}{8 * 12} \right) = 0,0417$$

04/10/2017

$$\begin{aligned} & \text{Percentuale prodotti singoli difettosi} \\ & = \left(\frac{n. \text{ difetti prodotti singoli}}{32 * 12} \right) = 0,0130 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Percentuale confezioni difettose} & = \left(\frac{n. \text{ difetti confezioni}}{13 * 12} \right) \\ & = 0,0064 \end{aligned}$$

$$\text{Percentuale } \frac{\text{cartoni}}{\text{espositori}} \text{ difettosi} = \left(\frac{n. \text{ difetti } \frac{\text{coartoni}}{\text{espositori}}}{8 * 12} \right) = 0,0208$$

05/10/2017

$$\begin{aligned} & \text{Percentuale prodotti singoli difettosi} \\ & = \left(\frac{n. \text{ difetti prodotti singoli}}{32 * 12} \right) = 0,0052 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Percentuale confezioni difettose} & = \left(\frac{n. \text{ difetti confezioni}}{13 * 12} \right) \\ & = 0,0128 \end{aligned}$$

$$\text{Percentuale } \frac{\text{cartoni}}{\text{espositori}} \text{ difettosi} = \left(\frac{n. \text{ difetti } \frac{\text{coartoni}}{\text{espositori}}}{8 * 12} \right) = 0,0208$$

06/10/2017

$$\begin{aligned} & \text{Percentuale prodotti singoli difettosi} \\ & = \left(\frac{n. \text{ difetti prodotti singoli}}{32 * 12} \right) = 0,0078 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Percentuale confezioni difettose} & = \left(\frac{n. \text{ difetti confezioni}}{13 * 12} \right) \\ & = 0,0256 \end{aligned}$$

$$\text{Percentuale } \frac{\text{cartoni}}{\text{espositori}} \text{ difettosi} = \left(\frac{n. \text{ difetti } \frac{\text{coartoni}}{\text{espositori}}}{8 * 12} \right) = 0,0312$$

Settimanali

$$\begin{aligned} & \text{Percentuale prodotti singoli difettosi} \\ & = \left(\frac{n. \text{ difetti prodotti singoli}}{32 * 12 * 5} \right) = 0,0094 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Percentuale confezioni difettose} & = \left(\frac{n. \text{ difetti confezioni}}{13 * 12 * 5} \right) \\ & = 0,0167 \end{aligned}$$

$$\text{Percentuale } \frac{\text{cartoni}}{\text{espositori}} \text{ difettosi} = \left(\frac{n. \text{ difetti } \frac{\text{coartoni}}{\text{espositori}}}{8 * 12 * 5} \right) = 0,0292$$

È stata predisposta anche una label in cui compare la percentuale relativa al Previous period in cui compare la percentuale di pezzi difettosi relativamente al periodo precedente.

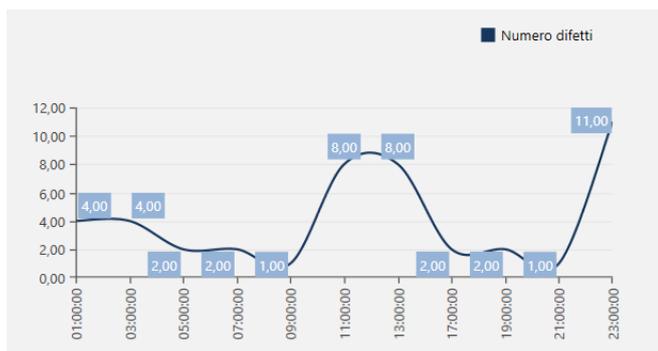


Figura 6.63 - Distribuzione oraria dei difetti

Il grafico in Figura 6.63 mostra la distribuzione oraria dei difetti. Anche in questo caso dipende dalle selezioni abilitate a schermo. Sono state inserite delle etichette in cui compare il numero di difetti in

modo da averne una visione più immediata e chiara.

Sono presenti sullo screen diversi selector, per definire quali dati analizzare e visualizzare, come si può vedere in *Allegato 10*.

Cruscotto analisi del peso delle calze della befana

In seguito verrà presentato lo screen di analisi dei pesi della calza della befana, in maniera molto simile ai pesi delle confezioni dei cioccolatini.

	Peso Calza	Variazione % rispetto al valore nominale Qn=290,5
02/10/2017	291,28	0,27%
03/10/2017	291,27	0,26%
04/10/2017	291,40	0,31%
05/10/2017	290,57	0,02%
06/10/2017	288,67	-0,63%

Figura 6.64 - Dataview peso della calza con variazione % rispetto al valore nominale

Il dataview in Figura 6.64 mostra i pesi medi relativi ai giorni presi in considerazione. Nella seconda colonna si calcola la variazione percentuale rispetto al valore nominale definito da normativa

Q_n . Tale valore è pari a 290,5 grammi. Solo il giorno 6 ottobre la media dei pesi calcolati risulta essere inferiore al valore nominale. Il valore del peso medio ha il bollino color verde chiaro, indica che il valore è compreso tra Q_n e T_2 ; se il valore fosse compreso tra T_1 e T_2 il bollino sarebbe di colore giallo, rosso nel caso in cui il valore fosse inferiore a T_1 . Ciò permette di focalizzare l'attenzione sul valore considerato. La colonna della variazione invece indica con il bollino rosso le variazioni negative e verdi le positive. Si potrebbe andar a vedere i valori nel dettaglio applicando una *drill*, si suppone di andar a

esplorare i dati del 6 ottobre per vedere i valori medi nei singoli orari. In Figura 6.65 è mostrata l'applicazione della drill down.

In questo modo è possibile analizzare il dettaglio orario, si potrebbe ancora “drillare” per firma ad esempio e vedere il dettaglio dell’operatore che ha effettuato il controllo, oppure per articolo e così via per tutte le entità presenti. Si è già constatato nella parte relativa all’analisi dei dati tramite istogramma che molti unità controllate presentano dei pesi inferiori alle soglie di riferimento e sicuramente inferiori al valore nominale pari a 290,5 gr.



Figura 6.65 - Applicazione di una drill-down per esplorazione del dato relativo al peso medio del 06/10/2017

	Peso Calza
Controllo 1	290,57
Controllo 2	290,38
Controllo 3	291,02
Controllo 4	291,05
Controllo 5	290,16

Figura 6.66 - Peso della capsula per singola unità controllata con select sulla settimana

Nel dataview in Figura 6.66 sono calcolati i pesi medi per singola unità controllata. Le unità controllate sono 5. I pesi calcolati in figura sono i medi sull’intera settimana di test. Selezionando un solo giorno è possibile velocemente controllare i pesi medi delle unità controllate nella giornata. La logica del colore del bollino è la stessa del caso precedente, ovvero quando il

valore è inferiore a T_1 il bollino è rosso, quando compreso tra T_1 e T_2 il bollino è giallo, quando compreso tra Q_n e T_2 è verde chiaro e verde scuro quando è maggiore o uguale a Q_n .



Figura 6.67 - Label con select sul giorno 03/10/20175

Label. In Figura 6.67 è stato selezionato il giorno 3 ottobre, viene rappresentato il peso medio della calza e quello relativo al periodo precedente. Anche in questo caso, come per i cioccolatini, è stata predisposta un'etichetta che mostra in base alla selezione, quante unità pesano in numero inferiore a T_1 e quante comprese tra T_1 e T_2 . Con la selezione ad un solo giorno, il peso medio è calcolato come:

$$Peso\ medio\ calza = \frac{\sum_{j=0}^{24} (\sum_{i=1}^5 peso\ capsula_i)}{(24 * 5)}$$

Dove:

i = singoli controlli ($i=1 \dots 5$);

j = numero di ore ($j = 1 \dots 24$).

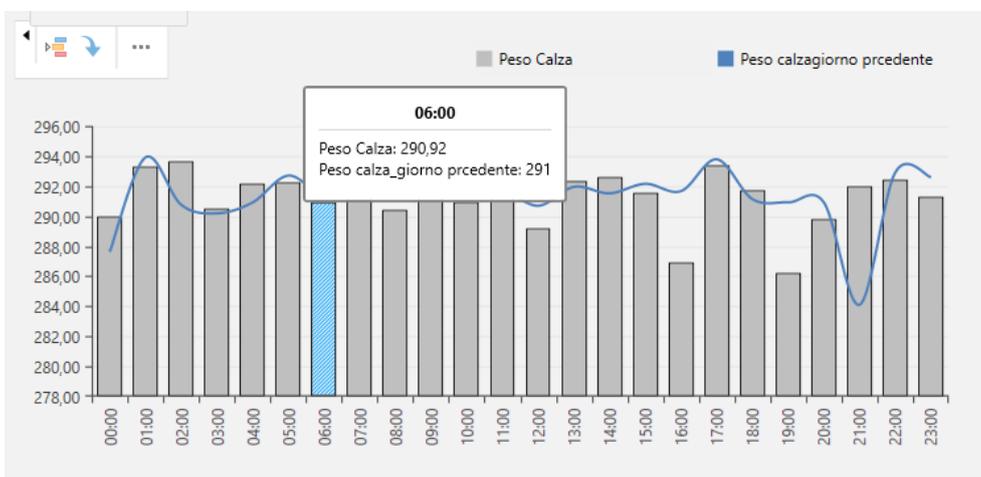


Figura 6.68 - Grafico peso medio con select sul giorno 03/10/2017

Il grafico in Figura 6.68, mostra l'andamento orario dei pesi medi calcolati. Come negli screen precedenti è presente il grafico a barre che indica il peso medio della giornata in oggetto, definita da *select*, e il grafico spline che invece mostra l'andamento del peso medio nella giornata precedente.

Giornata, mese, anno o in generale periodo precedente. Cliccando sulla barra di interesse comparirà un'etichetta con i valori.

Nello screen in Figura 6.69 è stata selezionata la seconda unità campionata alle ore 16:00 di giorno 6 ottobre, si nota come il valore calcolato sia inferiore alla soglia T_1 . L'etichetta che calcola il numero di valori inferiori a T_1 si è aggiornata di conseguenza. Andando ad esplorare il dato tramite *drill* è

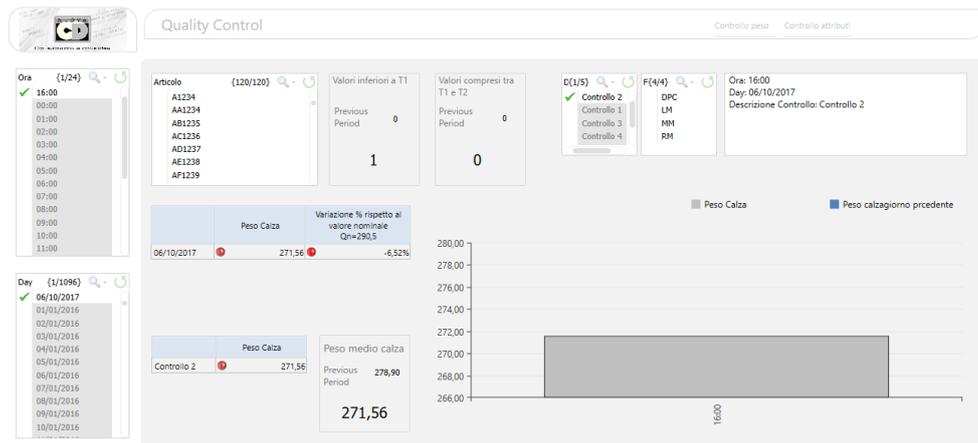


Figura 6.69 - Select su giorno, ora e unità campionata

possibile ricavare facilmente chi ha effettuato quel controllo sul peso o altre dimensioni di analisi del dato stesso.

Capitolo 7 : Conclusioni e punti aperti

Qualità è soddisfare le necessità del cliente e superare le sue stesse aspettative continuando a migliorarsi" W.Edwards Deming [1900 - 1993]

Al centro delle strategie aziendali vi è il cliente, con le sue esigenze e le sue necessità. Sono i clienti che determinano le scelte aziendali in quanto si aspettano alte performance, alta affidabilità, alta puntualità e conformità alle specifiche richieste, assistenza post-vendita e altro. L'azienda deve cercare, con la definizione di un sistema di gestione interno, di garantire tutto ciò e fornire non solo un buon prodotto finale o un buon servizio, ma garantire anche un soddisfacimento al 100% delle esigenze del cliente. Per far ciò l'azienda dovrebbe applicare un'analisi critica dei propri processi, porsi nell'ottica del cliente e verificare che ciò che si aspetta sia il più performante possibile. Ovviamente "nessuno fa niente per niente", garantire efficacia ed efficienza di un buon sistema di qualità influisce fortemente sui risultati economici e finanziari dell'azienda stessa. La convenienza nell'ottimizzare il sistema interno di gestione della qualità è dell'azienda in primis. Applicare la qualità non significa semplicemente fare dei controlli e registrare i risultati ottenuti senza valutarli e motivarli, capirli. Applicare la qualità significa controllare di continuo tutto il proprio operato, individuare l'errore, lavorare sempre meglio per un'ottimizzazione continua.

Ricordando le problematiche e gli obiettivi di partenza, legati all'ottimizzazione del processo nella gestione dei controlli e nell'effettuare i controlli stessi; con il progetto implementato è stato possibile risolvere gran parte dei problemi riscontrati in fase di definizione. La fase di raccolta dati e di archiviazione dei file del controllo della qualità, genera un risparmio di costi legato alle ore che l'operatore impiega a trascrivere i dati del controllo su file, rende l'archiviazione dei dati più ordinata, archiviando i file giorno per giorno, controllo per controllo. Tramite Arxivar è inoltre possibile una

consultazione più veloce che permette di avere un controllo completo del processo in quanto vi è tracciabilità di chi ha fatto che cosa e quando. Le revisioni dei controlli rendono il sistema di controllo spendibile nei confronti del cliente creando un maggior monitoraggio del processo; come conseguenza si ha un abbattimento di costi relativi a controlli rilevati in maniera più veloce e probabilmente un controllo del genere implica dei risparmi di costo legati a difetti che dovrebbero generarsi ma non si genereranno a causa del controllo e del monitoraggio continuo. Ciò rende sicuramente più ordinato e performante il lavoro interno, più veloce e comodo l'inoltro dei dati al cliente oltre che la ricerca di file per eventuali controlli successivi. La stampa dei documenti si restringe solo a quei casi in cui si necessita del foglio cartaceo compilato. Inoltre il processo implementato permette alla direzione di tener tutto sotto controllo in tempo reale. Nel caso in cui si riscontra un'anomalia viene inviata una email in direzione qualità, questo rende più facile risalire all'operatore che ha effettuato i controlli, al tipo di anomalia, al semilavorato in questione, ecc. Il sistema è dotato di un meccanismo che permette allo scadere del tempo di attesa prima di un nuovo controllo, di mostrare a schermo un task sul quale basta cliccare per effettuare il controllo. Ciò consente immediatezza dei controlli, esclude i ritardi nella compilazione dei file, ricorda gli operatori di eseguire l'ispezione. Registra chi e quando ha effettuato il controllo; per verificare la correttezza, basta controllare la coincidenza dell'ora di compilazione effettiva all'ora in cui è richiesta la compilazione stessa. Come contro vi è l'impiego di un tempo leggermente maggiore nella compilazione dei dati relativi ai controlli su tablet anziché su foglio cartaceo, molto più veloce e pratico.

Il surplus che il progetto offre è quindi il monitoraggio dei dati che con il vecchio sistema di raccolta dati non era presente. Le analisi implementate con Board vanno a raffinare le performance, a valutare i valori registrati, a capire e cercare di capire le cause dovute al particolare tipo di anomalia riscontrata. Ciò comporta una consapevolezza dell'errore, una risoluzione dell'errore e un'ottimizzazione continua.

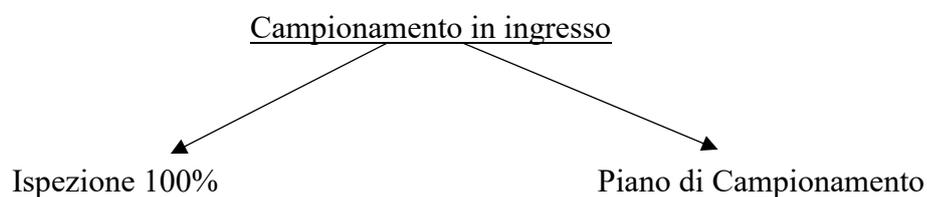
PUNTI APERTI

Soluzioni proposte

1. Campionamento in ingresso

Nel paragrafo precedente è stato brevemente presentato come il progetto risolve la maggior parte delle problematiche definite nella prima parte della tesi. Resta ancora aperto il problema legato alla mancanza di memorizzazione e monitoraggio dei controlli in ingresso. Il controllo in ingresso solo visivo spesso si riduce ad un semplice conto superficiale dei pezzi ricevuti per controllare che effettivamente i pezzi ricevuti siano pari a quelli preventivati di ricevere. Si potrebbero predisporre dei file di raccolta dati di controllo simili a quelli utilizzati per i controlli in *process* e finali e utilizzare medesima metodologia, in modo tale da avere un controllo statistico anche dei materiali in input. Per far ciò bisognerebbe partire da un'analisi dettagliata della situazione attuale, risalire a quanti fermo macchina si verificano a causa di materiali in ingresso difettosi mal controllati visivamente; comprendere quali sono i materiali in ingresso e quanti sono i lotti in ingresso per materiale. Si dovrebbe poi procedere con la definizione della dimensione campionaria e dei criteri di accettazione o rifiuto impiegati per l'accertamento dei singoli lotti. Si dovrebbe quindi definire uno schema di campionamento, l'insieme delle procedure correlate alla dimensione del lotto, del campione e i criteri di accettazione e rifiuto relativamente all'unità di ispezione 100% e dei campionamenti relativi.

Ad esempio, riferendosi all'esempio utilizzato nel caso di studio relativo al confezionamento dei cioccolatini nelle apposite scatole, e predisponendo un foglio di controllo per la registrazione dei dati in ingresso, si potrebbe analizzare l'efficienza di tale proposta. Le proposte di campionamento, come precedentemente visto, sono di due tipi:



Un'ispezione 100% implica l'ispezione di tutti gli elementi in ingresso, ciò garantisce una qualità totale del lotto in ingresso ma comporta eccessivi costi e un impiego di tempo non indifferente. Si pensa non sia necessario proporre una tale procedura. Predisporre un piano di campionamento invece, si pensa sia la soluzione migliore per soddisfare le esigenze del cliente contenendo i costi e garantire il soddisfacimento dei suoi bisogni. Il controllo campionario in questa fase abbasserebbe la percentuale di lotti difettosi in uscita o in *process*. Il riscontro di lotti difettosi in ingresso garantirebbe materiale conforme all'avvio del processo di packaging, si eviterebbero intoppi e blocchi della linea a inizio processo e inoltre individuare e spedire indietro al cliente lotti difettosi comporterebbe una maggiore performance del processo in output, una riduzione dei costi dovuti all'individuazione dell'errore in uno stato in cui i costi sarebbero più ridotti. Infatti il costo dell'errore ha un andamento esponenziale che incrementa con lo scorrere del tempo prima di rilevarlo.

Ad esempio riprendendo l'esempio dei cioccolatini, si nota che sul foglio dei controlli sono presenti i seguenti campi relativi propriamente al controllo dei cioccolatini in sé; si veda Allegato 5. I campi di interesse sono:

- Confezione con pezzi senza pirottino;
- Confezione con pezzi con bollino doppio;
- Confezioni con pezzi senza bollino;
- Confezioni con pezzi con cioccolato visibile.;
- Confezioni con pezzi male incartati.

La percentuale di pezzi difettosi relativamente solo a questi errori definiti nella settimana di test è del 0,7667%. Non si esclude che una percentuale di tali difetti potrebbe essere dovuta al trasporto della merce ad esempio. Questo è possibile riscontrarlo se si applicasse un controllo più dettagliato e strutturato al materiale in input.

↓ Percentuale media di prodotti difettosi;

↑ Performance

↓ Costi

Sulla base di quanto detto potrebbero poi essere calcolati degli indicatori come ad esempio:

- n° beni consegnati secondo le specifiche concordate / totale dei beni consegnati
- n° richiami per materiale in ingresso difettoso all'anno
- confronto tra numero di volte in cui si è avuto un blocco macchina prima e dopo l'introduzione di queste.

Questi indici potrebbero inoltre essere periodicamente condivisi con il cliente mostrando precisione e serietà.

2. Carte di controllo

Un argomento molto importante legato all'analisi dei processi è il tema della variabilità. Affinché un processo venga definito stabile e in controllo è necessario che presenti una variabilità limitata. Per tener sotto controllo questo parametro vengono utilizzati diversi strumenti che precedentemente sono stati definiti di *Statistical Process Control*, uno tra i quali, come si è visto precedentemente, è rappresentato dalle carte di controllo. Strutturare all'interno delle analisi le carte di controllo, identificarne i limiti e ricavarle, potrebbe essere una soluzione al problema della poca efficienza e del bisogno di garantire una stabilità del processo, una minore variabilità, controllandolo.

BIBLIOGRAFIA

Olimpo Giorgio, C.N.R. (1999). *Qualità. educazione e tecnologia. Un punto di vista unificante sugli aspetti della qualità nell'educazione e nelle applicazioni didattiche della tecnologia*, 16 (1)

Garvin David A., Harvard University (1984). *What Does "Product Quality" Really Mean?*, Sloan Management Review

Sacchetti Giulio, *Norme UNI EN ISO 9000*, Dispensa di qualità

Grisot Dario, (2006), *La gestione della qualità. Capire e applicare la norma ISO 9001*, Tecniche Nuove

Deming W.Edwards, (1990). *L'impresa di Qualità*, ISEDI

Kaoru Ishikawa, (1976), *Guide to Quality Control*, Asian Productivity Organisation

Montgomery Douglas C., (2006), *Controllo statistico della qualità*, McGraw-Hill

Franceschini Fiorenzo, Galetto Maurizio, Maisano Domenico A., Mastrogiacomo Luca, (2016), *Ingegneria della qualità*, CLUT

Wetherill, G. Barrie, (1977), *Sampling Inspection and Quality Control*, Second Edition, Science paperbacks

Vicario Grazio, Levi Raffaello, (2001), *Statistica e Probabilità per ingegneri*, Esculapio

Weiss A. Neil, (2017), *Introductory Statistics*, Pearson Education

SITOGRAFIA

Sito ufficiale software Board: <https://www.board.com/it>, 28/03/2018

Sito ufficiale Arxivar: <http://www.arxivar.it/it/>, 28/03/2018

Legge 25 ottobre 1978, n. 690 - "Adeguamento dell'ordinamento interno alla direttiva del Consiglio delle Comunità europee n. 76/211/CEE relativa al condizionamento in massa o in volume di alcuni prodotti in imballaggi preconfezionati", <http://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:1978-10-25;690>, 28/03/2018

