



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Facoltà di Ingegneria
Corso di laurea in Ingegneria Meccanica
Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Tesi di Laurea

*Gestione dei processi di approvvigionamento.
Il caso ITALCAB S.P.A.*

Relatore

Ch.mo Prof. Roberto Panizzolo

Laureando

Simone Zanchetta

Correlatore

Ing. Marco Cazzaro

Anno Accademico 2012 – 2013

*A Lorenzo, Paola e Lisa,
ad Anna*

INDICE

1. Introduzione	5
2. ITALCAB S.P.A.....	7
2.1 Storia	7
2.2 Mercato	8
2.3 Caratteristiche del prodotto ITALCAB.....	9
2.4 Caratteristiche dell'azienda	10
2.5 Sistemi informatici utilizzati	11
3. Pianificazione e controllo della produzione.....	13
3.1 Piani di produzione	13
3.1.1 Piano aggregato di produzione	14
3.1.2 Piano principale di produzione	15
3.1.3 Piano delle operazioni terminali	16
3.2 Classificazione dei sistemi produttivi.....	16
3.3 Gestione attuale ITALCAB S.P.A.....	19
3.4 Ipotesi gestione futura.....	21
3.5 Il ruolo delle scorte	24
3.6 Tipologie di gestione dei materiali	27
4. Gestione del Magazzino	31
4.1 Analisi ABC	32
4.1.1 Analisi ABC semplice consumi valorizzati.....	34
4.1.2 Analisi ABC semplice giacenze medie valorizzate	35
4.1.3 Analisi ABC incrociata	36
4.2 Indicatori di gestione	38
4.3 Criteri di gestione delle scorte per classe.....	42
5. Analisi ABC incrociata ITALCAB S.P.A.....	45
5.1 Ipotesi analisi ABC incrociata.....	45
5.2 Sviluppo del programma per l'analisi.....	49

5.2.1	Calcolo del valore di impiego.....	51
5.2.2	Calcolo le giacenze medie valorizzate	52
5.2.3	Costruzione analisi ABC incrociata.....	54
5.3	Indici di rotazione di copertura	56
5.4	Selezioni per l'analisi.....	58
5.5	Analisi approfondita	62
5.6	Considerazioni sulla gestione degli articoli	63
6.	Ridefinizione delle scorte di sicurezza	67
6.1	Criterio "look back".....	67
6.2	Lotto di riordino	69
6.3	Scorta di sicurezza.....	71
6.3.1	Scorta di sicurezza sui consumi	75
6.3.2	Scorta di sicurezza sul tempo	77
6.3.3	Scorta di sicurezza totale	79
7.	Calcolo delle scorte di sicurezza ITALCAB S.P.A.....	81
7.1	Calcolo della scorta di sicurezza in base al tipo di approvvigionamento	81
7.2	Sviluppo del programma per le scorte	83
7.3	Analisi dei dati ottenuti dal programma.....	84
7.4	Test di Kolmogorov-Smirnov	88
7.4.1	Applicazione del Test K-S al programma per le scorte	90
7.4.2	Considerazioni sugli articoli scartati dal Test K-S	93
8.	Distinte di Pianificazione	97
8.1	Funzioni e tipologie delle distinte di pianificazione.....	97
8.2	Progettazione delle distinte di pianificazione.....	100
8.2.1	Distinta per famiglie (Family Bill).....	101
8.2.2	Distinta super (Super Bill).....	102
9.	Costruzione delle Distinte di Pianificazione ITALCAB S.P.A.	107
9.1	Ipotesi e casi studiati.....	107
9.1.1	Primo caso analizzato.....	109
9.1.2	Secondo caso analizzato	113
9.2	Gestione delle Distinte di Pianificazione	116

10. Conclusioni.....	119
APPENDICE A.....	123
APPENDICE B.....	131
Bibliografia.....	133
Ringraziamenti.....	135

1 INTRODUZIONE

La necessità di rispondere al mercato con maggior flessibilità e in tempi sempre minori, garantendo comunque molteplici personalizzazioni nei prodotti, ha spinto le aziende ad implementare sistemi gestionali sempre più affinati che rappresentano un punto strategico per essere competitivi nel mercato.

La tesi qui descritta è il frutto del lavoro svolto come stage nell'azienda ITALCAB S.P.A e consiste in un progetto di miglioramento e ridefinizione della gestione degli approvvigionamenti, cercando di incrementare l'affidabilità delle previsioni.

Il numero di codici da dover gestire in un'azienda oggi giorno è molto elevato perché la richiesta di prodotti sempre più customizzati, comporta un aumento della complessità del prodotto e quindi dobbiamo utilizzare dei sistemi di gestione conformi alle esigenze, in grado di coordinare e governare tutte le fasi produttive in modo efficiente. Se da un lato quindi l'elevata varietà del prodotto concorre a rendere più competitiva nel mercato l'azienda, dall'altra l'aumento dei codici contribuisce ad aumentare i costi dei materiali fermi a magazzino.

Il lavoro svolto nella tesi tratta principalmente tre importanti argomenti: l'analisi del magazzino e della gestione degli approvvigionamenti; la ridefinizione delle scorte di sicurezza; l'utilizzo delle distinte di pianificazione come strumento di pianificazione della produzione.

La prima attività ha come scopo lo studio della situazione attuale del magazzino ITALCAB. Mediante uno strumento di analisi, definito Analisi ABC incrociata, è possibile identificare lo "stato di salute" del magazzino, individuare le aree più critiche che necessitano di un miglioramento e ridefinire le politiche di gestione degli approvvigionamenti.

La seconda tematica ha come obiettivo la valutazione delle scorte di sicurezza e il loro ruolo a seconda della tipologia di gestione degli approvvigionamenti. In base a questo possiamo calcolare con dei criteri statistici il valore delle scorte e verificare se è possibile diminuire il livello delle giacenze a magazzino.

Infine l'ultimo tema trattato consiste nella valutazione dell'utilizzo di un sistema di pianificazione più strutturato, le distinte di pianificazione, per poter gestire la

variabilità del prodotto e quindi migliorare il problema dell'attendibilità delle previsioni ed inoltre possono essere impiegate come strumento di controllo tra i diversi piani di produzione.

2 ITALCAB S.P.A.

ITALCAB è un'azienda che progetta e produce cabine per macchine movimento terra e macchine agricole dal 1981. Oggi con la grande esperienza maturata nel settore e forte di una produzione annuale che ammonta a circa 10.000 cabine, ITALCAB si posiziona tra i leader europei della categoria.

2.1 STORIA

ITALCAB nasce nel 1981 come società in nome collettivo quando Bruno e Giovanni Porcellato, collaborando col padre nell'attività agricola di aratura per conto terzi, vengono chiamati a lavorare nella campagna di Mestre. Le condizioni atmosferiche in questa zona non erano favorevoli per il lavoro esterno nei campi, decidono quindi di fabbricare una cabina per conto proprio da installare sui loro mezzi agricoli per proteggersi dalle condizioni ambientali. In seguito, con i propri mezzi modificati, partecipano ad una prova di aratura nei pressi di Padova, indetta dalla CATERPILLAR. Il responsabile d'area della società presente alla prova, data la qualità del prodotto, commissiona a Bruno e Giovanni la costruzione di altre cinque cabine. Comincia così la storia imprenditoriale di ITALCAB.

Dopo quella prima commessa, iniziano a giungere altri ordini da aziende di località limitrofe. Le condizioni di mercato favorevoli e le varie acquisizioni e fusioni avvenute in quel periodo, consentono ad ITALCAB di espandere la produzione. Grazie alla crescita esponenziale dei volumi di vendita, ITALCAB comincia la sua esplorazione internazionale soprattutto verso il mercato tedesco, che costituirà il maggior mercato di sbocco. Negli ultimi anni, ITALCAB, ha trasformato la sua ragione sociale costituendosi come società per azioni.

Durante tutti questi anni di attività il prodotto ha subito una notevole evoluzione, dalla realizzazione di un semplice involucro in metallo, si è arrivati alla produzione di modelli sempre più complessi, sia in termini di contenuti tecnici che design estetico.

Oggigiorno i moduli guida hanno raggiunto degli standard qualitativi paragonabili a quelli del settore dell'automobile garantendo elevate prestazioni, sicurezza, confort e personalizzazione del prodotto.

Obiettivo primario dell'azienda è la costante ricerca di soluzioni innovative per la creazione di cabine utilizzate nelle macchine per la movimentazione di materiale in agricoltura, nell'edilizia e nell'industria in generale. La versatilità, le specifiche tecniche e la facilità d'uso sono caratteristiche delle cabine prodotte da ITALCAB che ne fanno strumenti completi per l'utilizzo intensivo nei più disparati ambienti.

2.2 MERCATO

Il prodotto realizzato da ITALCAB è riconosciuto a livello europeo come standard di qualità e affidabilità, infatti, i clienti si affidano alle conoscenze e alle tecnologie adottate nella produzione di cabine per valorizzare ulteriormente il proprio prodotto.

Attualmente ITALCAB collabora con circa 16 clienti a livello europeo tra cui le principali multinazionali sono LIEBHERR (Figura 2.1 a lato), TEREX, PRINOTH, HAMM. Gli altri clienti si differenziano in base alle diverse categorie in cui operano e i mezzi prodotti variano dalle gru alle macchine agricole, dai battipista alle trivellatrici.



Figura 2.1. Prodotto Liebherr.

I prodotti finiti in produzione sono circa 250 considerando tutte le possibili varianti. Il livello di produzione è di circa 40 cabine al giorno.

La struttura di una cabina è molto complessa, infatti, gli articoli che la compongono possono variare da circa 200 componenti, per le cabine più semplici, fino a 1000 componenti per quelle più complesse. I livelli di distinta base, a seguito della complessità del prodotto, vanno da un minimo di otto livelli fino ad un massimo di dodici.

Gli articoli gestiti a magazzino sono oltre 10.000 e i fornitori con cui ITALCAB collabora sono circa 300.

Per gestire gli articoli nel magazzino si utilizza un sistema di codifica a codice a barre con allocazione random negli scaffali, il tutto governato da un sistema informatico gestionale implementato nell'azienda.

2.3 CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO ITALCAB



Figura 2.2. Cabine ITALCAB.

La tecnologia ITALCAB si è pienamente affermata nel settore della costruzione di cabine (Figura 2.2), acquisendo conoscenze che competono a diversi settori operativi.

La molteplicità di macchine in cui sono utilizzate le cabine ITALCAB comprende mezzi utilizzati come: trivellatrici; caricatori; escavatori; pala; autogru; telescopico; rullo; agricolo; miscelatore; battipista; gru; spazzatrice; loader.

L'attività svolta da ITALCAB comprende non solo le fasi di costruzione delle cabine ma anche tutte le fasi di progettazione.

I progetti sono sviluppati internamente e in collaborazione con il cliente che secondo i casi comunica o le specifiche tecniche, dalle quali progettare la cabina, oppure invia direttamente i disegni tecnici. Le attività di progettazione conducono alla costruzione di un prototipo realizzato per eseguire le verifiche tecniche e di sicurezza infine il prototipo è controllato dal cliente prima del lancio in produzione per verificare se è coerente alle aspettative o se necessita di modifiche. In questa prima fase di ingegnerizzazione l'azienda lavora a stretto contatto con il cliente in modo da soddisfare le richieste di quest'ultimo realizzando un prodotto di elevata qualità e contenuti tecnici.

Tutte le attività per la costruzione di una cabina, dal taglio dei materiali, piegatura, saldatura e assemblaggio sono realizzate internamente, solamente alcune operazioni di verniciatura sono fatte esternamente. Queste capacità attribuiscono all'azienda un'importanza strategica particolare, dovuta alla padronanza interna delle tecnologie necessarie per svolgere le operazioni. Questo è molto apprezzato dai clienti che vedono in ITALCAB un'azienda dagli standard qualitativi molto elevati in grado di realizzare prodotti complessi e personalizzati, garantendo ottime prestazioni tecniche e affidabilità dei propri prodotti.

Le cabine non rappresentano soltanto una semplice protezione per l'operatore contro gli imprevisti e le condizioni ambientali ma è soprattutto lo strumento con cui si compiono operazioni complesse di lavoro a volte con ritmi intensivi e in condizioni proibitive. La cabina è il primo dispositivo che interfaccia il lavoratore con la macchina e dove l'operatore trascorrerà tutto il tempo di lavoro. Il confort, la sicurezza e la qualità della cabina sono caratteristiche che l'operatore tocca con mano in prima persona e rappresentano un valore aggiunto che influisce direttamente sulla valutazione della macchina in generale.

2.4 CARATTERISTICHE DELL'AZIENDA

La struttura di ITALCAB, per quanto riguarda la gestione della produzione, può essere suddivisa in due aree una destinata alla carpenteria e l'altra alla finitura. Nella prima avvengono le fasi di taglio, piegatura, saldatura e verniciatura, e tutte le attività, esclusa la produzione di prototipi, avvengono su previsione. Dal materiale grezzo, tipicamente lamierato in acciaio, si arriva fino alla realizzazione del telaio.

La seconda, invece, riguarda le fasi di assemblaggio, in cui la cabina viene montata secondo le caratteristiche indicate dal cliente nell'ordine, montando tutti i componenti sul telaio.

Nel proseguo dell'analisi ci concentreremo soltanto sulle attività e gestione del magazzino riguardanti l'area di finitura.

Le principali fasi svolte sono:

- *Assegnazione*: i telai verniciati, realizzati nell'area carpenteria, sono portati all'interno dell'area di finitura, seguendo un preciso piano di produzione. In questa fase avviene l'assegnazione dell'ordine alla specifica cabina identificata dal numero di serie presente nel telaio.

Seguono le attività svolte nell'assemblaggio:

- *Siliconatura*: vengono assemblati i cristalli alla cabina e qualche operazione di montaggio ad esempio il motorino tergicristallo.

Nell'area adiacente a questa fase sono assemblati i cristalli delle porte che verranno montate sulla cabina soltanto alla fine.

- *Linee di assemblaggio*: in questa fase avviene il montaggio dei componenti sulla cabina. Il materiale è fornito in linea dagli operatori addetti al rifornimento delle linee. Esistono dei kit di preassemblati che vengono fatti in azienda che alimentano direttamente le linee.
- *Test*: un volta ultimate le cabine vengono fatti dei test che possono essere relativi alla verifica del funzionamento della strumentazione elettrica oppure la verifica della tenuta alle infiltrazioni d'acqua.
- *Magazzino prodotti finiti*: le cabine ultimate sono stoccate in un'area apposita, pronte per essere caricate e spedite.
- *Spedizione*: in base agli ordini di spedizione l'operatore carica le cabine nel semirimorchio. Seleziona con il lettore ottico i codici a barre di ogni cabina, in questo modo il programma comunica istantaneamente all'ufficio spedizioni le specifiche cabine caricate e si genera in automatico la bolla di carico.

2.5 SISTEMI INFORMATICI UTILIZZATI

Le dinamiche del mercato e le aspettative dei clienti hanno portato le aziende ad utilizzare dei sistemi informatici sempre più evoluti i quali sono impiegati come strumenti gestionali e di supporto alle decisioni.



W-SAI Sistema Aziendale Integrato è un sofisticato software gestionale costituito da un insieme di applicazioni, completamente integrate, che coprono ogni aspetto della gestione aziendale: dalla gestione contabile amministrativa e quella fiscale, dal controllo direzionale alla gestione finanziaria, dalla gestione delle vendite alla gestione alla gestione della qualità, dalla gestione degli acquisti alla integrazione della catena logistica.

La caratteristica principale di SAI è di essere un sistema in grado di assicurare una totale connessione fra le varie aree gestionali e di supportare tutti i livelli dell'organizzazione aziendale: strategico, gestionale, operativo.

Le problematiche di gestione dei materiali, sia in termini di gestione delle scorte che in termini di controllo riordini, sono affrontate in modo particolarmente accurato e costituiscono un valido ausilio alla gestione aziendale.

La tipologia di movimentazione è particolarmente ampia, tra cui vendita, acquisto, trasferimenti tra magazzini, carichi e scarichi per lavorazione, ecc., grazie alla completa parametrizzazione di ogni movimento di magazzino direttamente da parte dell'utente

Il secondo sistema informatico utilizzato riguarda l'analisi dei dati e si distingue dal primo che invece gestisce i processi di produzione, acquisto e fatturazione.

QLIKVIEW è un software di business intelligence prodotto da QlikTech International. Il sistema offre una soluzione di analisi completa, che include grafici, tabelle allarmi, analisi multidimensionali sui dati, senza le limitazioni, i costi o la



complessità dei tradizionali sistemi di calcolo. *QLIKVIEW* consente di analizzare grandi volumi di dati e velocità elevata grazie alla particolare struttura del modello di gestione dei dati nella memoria centrale. Di conseguenza le risposte alle query e l'esecuzione dei calcoli saranno ottenute in tempi brevissimi. La tecnologia brevettata di *QLIKVIEW* si basa su un modello dei dati in-memory estremamente efficiente, infatti permette di eseguire associazioni ad alta velocità con un semplice click nelle applicazioni e aggiornare immediatamente la visualizzazione. Grazie alla sua struttura *QLIKVIEW* non necessita di preaggregare dati e definire complesse correlazioni tra le dimensioni. Questo perché esegue i calcoli con analisi multidimensionali. Il sistema è in grado di caricare dati direttamente dalle principali sorgenti, da file di testo o tabelle, ad esempio file Excel, Xml e altri formati di qualsiasi tipo. Inoltre è progettato per gestire grandi quantità di informazioni, sopporta un numero di tabelle, dati righe o celle illimitato che dipende soltanto dalla capacità della RAM, in questo modo il programma è molto versatile e si adatta ad ogni tipo di esigenza.

3 PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA PRODUZIONE

Il tema principale dell'attività di programmazione consiste nel coordinare ed armonizzare le richieste del mercato, espresse da previsioni della domanda e ordini, con le potenzialità del sistema produttivo ed il raggiungimento degli obiettivi economici dell'azienda. La programmazione è strettamente legata alla tipologia del sistema produttivo, alle esigenze del mercato, al rapporto con i fornitori. Nelle attività di programmazione devo osservare i vincoli espressi dall'ampiezza del mix produttivo richiesto, dall'andamento della domanda, dai termini di consegna, inoltre devo garantire le esigenze di continuità della produzione, contenimento dell'investimento in scorte e degli specifici rapporti di fornitura.

Nella fase di programmazione si assumono importanti decisioni su cosa produrre e sui corrispettivi volumi proiettati su un orizzonte temporale futuro, finalizzati alla formulazione di un piano principale di produzione.

I processi di programmazione e il controllo della produzione sono correlati a tutti i sistemi che caratterizzano la gestione aziendale ed è necessaria quindi una integrazione tra area commerciale, progettazione e pianificazione della produzione.

3.1 PIANI DI PRODUZIONE

La pianificazione della produzione si basa sulla progettazione e implementazione di un sistema di piani o programmi di produzione che sono predisposti con riferimento a differenti orizzonti temporali. Si utilizza, in genere, la modalità di programmazione cosiddetta rolling o a scorrimento, caratterizzata da più livelli di visibilità costanti nel tempo, cui corrispondono gradi di dettaglio crescenti, come rappresentato nella Figura 3.1.

Con riferimento alla pianificazione delle produzioni svolte e delle loro correlazioni nel tempo possiamo distinguere:

- Piano Aggregato di Produzione (PP); orizzonte temporale di lungo termine, generalmente annuale.

- Piano Principale di Produzione (MPS); orizzonte temporale di medio termine, generalmente mensile.
- Piano delle Operazioni Terminali (FAS); orizzonte temporale di breve termine, generalmente settimane o giorni.

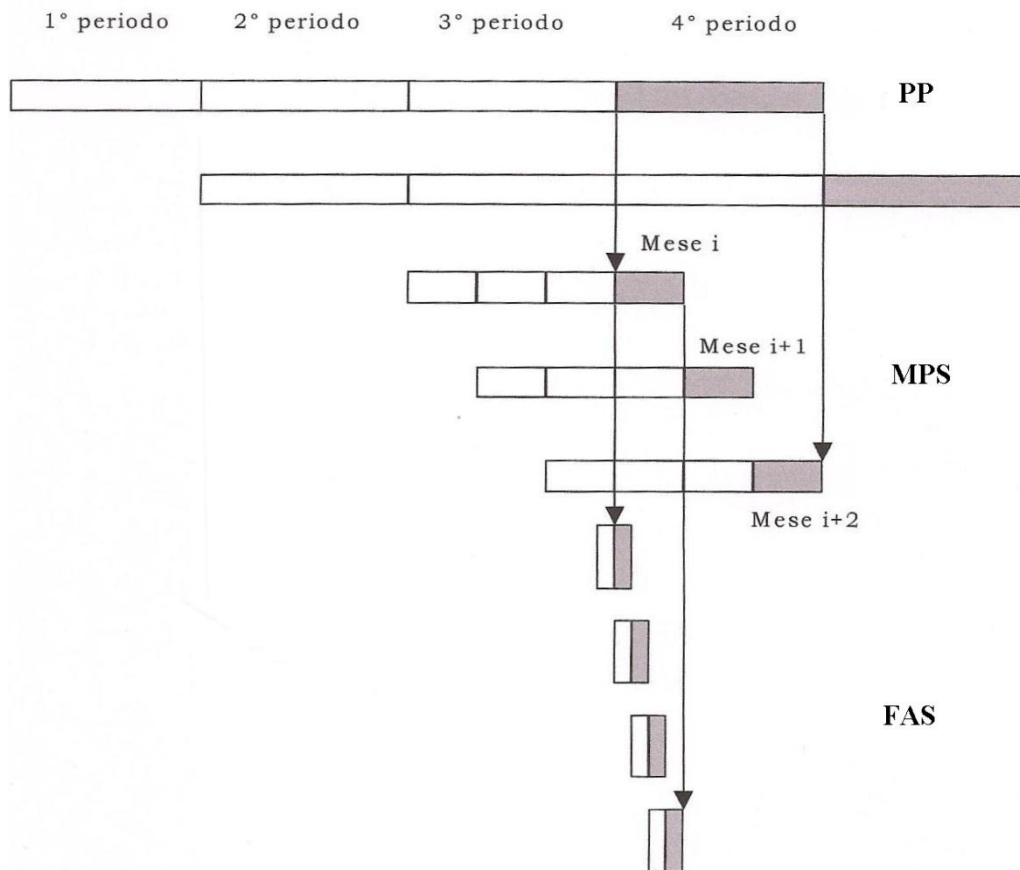


Figura 3.1. *I piani di produzione.*

Fonte: adattamento da F. Da Villa, 2008.

3.1.1 PIANO AGGREGATO DI PRODUZIONE

Il piano aggregato di produzione o Production Plan (PP) rappresenta la fase iniziale del processo di pianificazione. L'orizzonte temporale su cui si estende è a lungo termine, ad esempio un anno. Si tratta di un documento nel quale sono pianificati dei parametri quantitativi dotati di grande livello di aggregazione, possono essere il fatturato aziendale, il numero di pezzi totali, unità quantitative in

tonnellate, in metri, ore di lavoro per mese o anno, per sito produttivo o linea di assemblaggio.

Nel piano aggregato sono definite le attività produttive sul lungo termine per fronteggiare gli impegni che derivano da previsioni commerciali. Le decisioni prese devono essere coerenti con la disponibilità delle risorse produttive e dei materiali.

Le sue finalità riguardano la capacità di accorpate il piano della produzione e quello delle vendite; predisporre gli strumenti necessari a garantire la capacità produttiva nel medio periodo; attività di formulazione dei contratti degli ordini aperti o quadri con i fornitori; emissioni di ordini di materiali a lungo tempo di approvvigionamento.

Un piano aggregato di produzione è autorizzato quando è stata verificata la congruenza tra fabbisogni e disponibilità di capacità produttiva.

3.1.2 PIANO PRINCIPALE DI PRODUZIONE

Il piano principale di produzione o Master Production Schedule (MPS) è il risultato della disaggregazione del piano aggregato di produzione in un piano più dettagliato e relativo ad un orizzonte temporale a medio termine, ad esempio un mese. Generalmente l'orizzonte temporale è legato al lead-time del componente critico, o al lead-time cumulato degli articoli interessati alla programmazione. Oggetto della pianificazione possono essere famiglie di prodotti o singoli prodotti caratterizzati da più varianti. Le quantità definite nel MPS devono rappresentare un carico compatibile con la capacità produttiva che è stata pianificata nel PP.

L'MPS viene impostato a cadenze temporali fissate, e si estende su un orizzonte variabile a seconda del contesto produttivo, in ogni caso l'impostazione del MPS è anticipata, rispetto al periodo considerato come oggetto della pianificazione, di un arco temporale necessario per realizzare tutte le attività che precedono quelle finali, tipicamente l'acquisto dei materiali.

Quando si aggiorna l'MPS, sull'orizzonte temporale coperto, si definisce una linea di demarcazione tra orizzonte congelato ed orizzonte libero. Nel primo caso non è più possibile modificare le quantità precedentemente pianificate ed inserite, causa la mancanza del tempo necessario per realizzare le attività necessarie, mentre nel secondo sono ammesse variazioni. Talvolta queste variazioni sono

vincolate da delle condizioni definite in fase di contratto. Ovviamente le varie aziende impostano il proprio MPS con una periodicità, anticipo ed orizzonte congelato scelti secondo criteri propri.

Nel caso di ITALCAB il periodo di congelamento degli MPS è di cinque settimane.

3.1.3 PIANO DELLE OPERAZIONI TERMINALI

Il piano delle operazioni terminali o Final Assembly Schedule contiene il programma delle attività che portano al conseguimento dei prodotti finiti. Tale programma riguarda le operazioni necessarie a determinare l'assetto finale del prodotto indicando il massimo grado di dettaglio. Ci si riferisce sia ai prodotti finiti, non più considerati per famiglie, ma osservati in modo disaggregato per singolo codice prodotto o componente, sia al processo, sia ai reparti e linee di assemblaggio. L'obiettivo di questo piano, definito anche piano operativo, è di rendere operativi, cioè assegnare ad ogni centro di lavoro, gli ordini rilasciati dall'MPS, previa verifica della disponibilità di materiali (MRP) e risorse. Il FAS viene predisposto, solitamente, alla luce di un piano di consegna ai clienti in cui sono definite le opzioni/versioni di prodotto specificamente richieste dai clienti.

3.2 CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI PRODUTTIVI

Le attività di pianificazione assumono delle precise caratteristiche a seconda della tipologia di azienda e delle diverse modalità risposta al mercato che la contraddistinguono.

Possiamo indicare, in base al tempo di risposta accettato dal mercato ed il tempo richiesto dal ciclo produttivo interno, cinque tipologie di aziende rappresentate nella Figura 3.2 qui di seguito riportata.

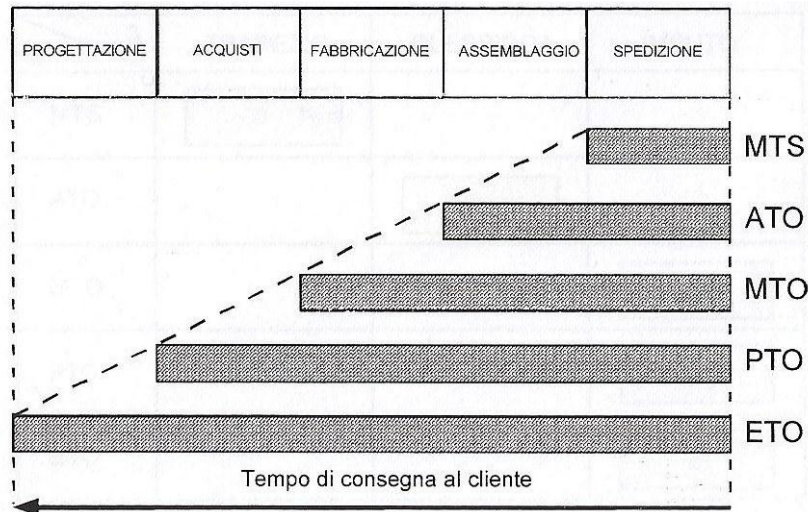


Figura 3.2. *Classificazione delle aziende rispetto il modo di rispondere al mercato.*

Make to Stock (MTS): sono individuate in questa categoria aziende con prodotti a catalogo fatti su previsione. Tutte le attività operative sono realizzate in base a previsioni per garantire un tempo di consegna al cliente pari a zero. La produzione dei componenti e dei prodotti finiti avviene per ripristinare il livello di scorta di questi ultimi presso il magazzino. Il tempo accettato dai clienti tra l'ordine e la consegna è pari al tempo di spedizione, infatti il cliente viene servito direttamente dal magazzino prodotti finiti. Sono in genere beni di valore unitario non troppo elevato e per i quali lo sbocco di mercato è vasto, esempio tipico sono i prodotti di consumo.

Assembly to Order (ATO): appartengono a questa categoria aziende con prodotti di catalogo assemblati su ordine. Il lead time accettato dal cliente è pari alla somma tra il tempo di assemblaggio ed il tempo di consegna. È possibile in queste condizioni produrre su previsione i sottoassiemi ed i componenti standard, ma si attende l'arrivo della commessa per avviare l'assemblaggio finale. Si usa questo approccio tipicamente nei casi in cui il mercato richiede una elevata varietà del prodotto, la cui combinazione viene esplicitata dal cliente al momento dell'ordine, quindi realizzata e consegnata. Esempi tipici sono il settore dell'automobile.

Make to Order (MTO): Le aziende sono caratterizzate da prodotti in catalogo costruiti su ordine. In questi casi il cliente è disposto ad accettare un tempo di evasione dell'ordine uguale o superiore alla somma del tempo di fabbricazione dei componenti, del tempo di assemblaggio del prodotto finito e del tempo di consegna. L'intero processo tecnologico è svolto per effetto dell'arrivo della

commessa, mentre l'acquisto dei materiali è fatto su previsione. Esempi tipici sono macchine utensili.

Purchase to Order (PTO): Sono aziende con prodotti di catalogo costruiti su ordine sulla base di materie prima acquistate su ordine. In questo caso la commessa cliente avvia il processo fin dalle fasi di acquisto delle materie prime. Tipicamente ciò trova utilità per componenti costosi oppure molto ingombranti per cui serve la certezza di utilizzarli prontamente. I campi di applicazione in cui sono tipicamente applicate prevedono l'impiego di prodotti specializzati, customizzati e ad alto contenuto tecnologico, il cui acquisto è vincolato da un accordo con il cliente. Prodotti tipici di questo tipo sono gli impianti produttivi, realizzati da società di ingegneria.

Engineer to Order (ETO): Appartengono a questa categoria aziende su commessa in cui l'intero processo di progettazione ingegneristica, definizione cicli di lavoro, acquisizione materie prime, fabbricazione, assemblaggio e spedizione è svolto su precisa indicazione formale del cliente. È lui stesso che definisce le specifiche, dopodiché l'azienda procede ad una rielaborazione personalizzata che possa portare ad un prodotto finito. Su previsione il soggetto produttore deve solo sviluppare le competenze per essere in grado di progettare ed industrializzare i prodotti che verranno richiesti. Esempi tipici si possono ritrovare nella costruzione di navi, abiti su misura, edifici.

Alla luce di quanto esposto si noti che la diagonale tracciata in Figura 3.2 separa le attività realizzate a seguito di un ordine, sotto la diagonale, da quelle realizzate su previsione, sopra la diagonale.

In funzione delle diverse modalità di risposta al mercato di ogni azienda, si distinguono gli oggetti su cui sono fatte le programmazioni della produzione.

Il piano aggregato di produzione deriva in ogni categoria da input commerciali che sono rappresentate dalle previsioni di vendita aggregate.

Il piano principale di produzione è predisposto per i casi MTS, ATO, MTO e l'oggetto di pianificazione si differenzia a seconda della classificazione in:

- prodotti finiti, nel caso MTS;
- componenti di assemblaggio, nel caso ATO;
- materie prime, nel caso MTO

Nei casi delle aziende PTO e ETO manca la pianificazione MPS perché mancano le attività realizzate su previsione.

Nel piano delle operazioni terminali ci si riferisce in tutti i casi agli ordini dei clienti ricevuti e accettati definiti al massimo dettaglio. La distinzione tra le categorie non avviene tanto nella fase di impostazione del FAS relativo ai prodotti finiti ma in quelle precedenti ovvero la programmazione delle attività che sono provocate dall'arrivo dell'ordine del cliente.

3.3 GESTIONE ATTUALE ITALCAB S.P.A.

Analizzando l'attuale situazione aziendale in ITALCAB possiamo riscontrare l'appartenenza dell'impresa alla categoria ATO. Le attività di assemblaggio svolte nelle linee di produzione sono avviate soltanto quando ITALCAB riceve l'ordine dal cliente nel quale è specificata la versione del prodotto finito.

Le attività di pianificazione riguardano l'approvvigionamento dei materiali necessari sia per l'assemblaggio finale che la costruzione dell'insieme telaio.

I telai sono prodotti su previsione ma l'assemblaggio finale avviene solo su ordine del cliente. Al momento dell'arrivo dell'ordine i telai devono essere presenti a magazzino in caso contrario non potrà essere rispettata la data di consegna.

Le principali fasi svolte nell'azienda sono riassunte schematicamente nella Figura 3.3 evidenziando il lead time necessario per svolgere ogni attività. La somma dei lead time è pari al lead time cumulato dell'azienda che è di sette settimane. Tale periodo corrisponde al tempo necessario, in assenza di previsioni, a produrre una cabina ipotizzando di avere tutti i materiali critici in magazzino. Tali materiali sono quelli con lead time maggiore delle sette settimane per cui l'attività di previsione deve essere molto accurata. L'assenza di un materiale critico genererebbe un mancante e quindi il fermo della produzione.

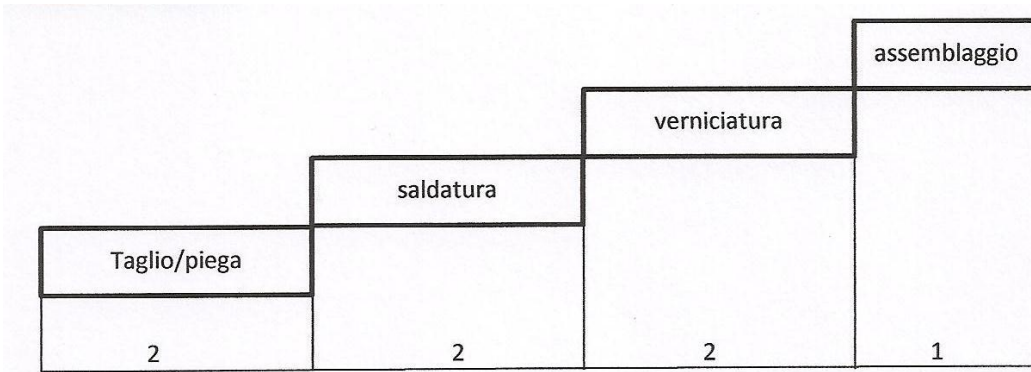


Figura 3.3. *Lead Time cumulato ITALCAB.*

Procedendo nell'analisi della situazione attuale in azienda ci concentriamo sulle attività svolte nella definizione dei piani di produzione, cui intervengono sistemi di pianificazione, e nel controllo della produzione, a partire dalle relazioni con il cliente fino agli ordini di produzione.

Qui di seguito è rappresentato, in Figura 3.4, uno schema riassuntivo delle principali fasi che sono svolte in azienda che permettono di coordinare, nei diversi orizzonti temporali, le attività di pianificazione e programmazione della produzione.

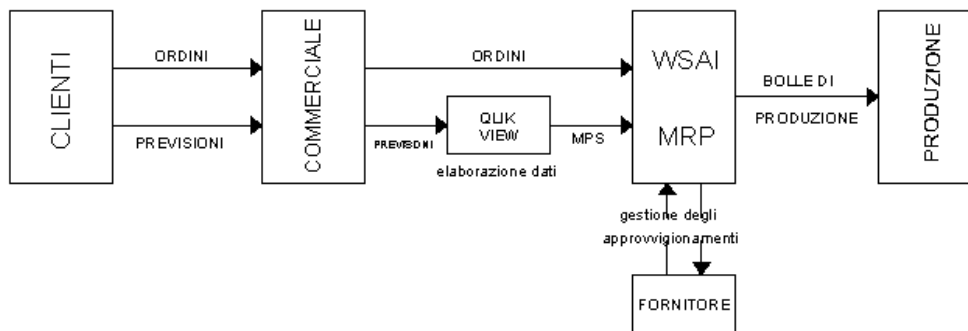


Figura 3.4. *Fasi principali gestione attuale ITALCAB.*

Il piano aggregato di produzione è predisposto dal commerciale che raccoglie tutte le informazioni che arrivano dal cliente. Le indicazioni che deve gestire possono essere previsioni di vendita, per i clienti più strutturati, oppure ordini sul prodotto finito.

Le previsioni sono utilizzate per creare il piano principale di produzione MPS sui prodotti finiti. Il commerciale, quando il cliente non comunica alcuna previsione,

deve interpretare la domanda del mercato futuro per fronteggiare le richieste improvvise e per garantire una continuità alla produzione.

Un criterio utilizzato, quando le previsioni mancano o sono incomplete, è di elaborare le previsioni basandosi sulle serie storiche.

Le previsioni, comunicate direttamente dal cliente o ricavate internamente dal commerciale, sono inserite in un programma implementato in QLIK VIEW il quale, dopo aver decurtato le eventuali spedizioni effettuate dall'ultima data di aggiornamento, le quantità di prodotto finito in giacenza e gli ordini di produzione inevasi, genera i relativi MPS sui prodotti finiti e li inserisce direttamente in WSAI.

Gli ordini cliente riguardanti i prodotti finiti sono inseriti dal commerciale nel sistema gestionale WSAI e non creano impegno negli ordini di produzione.

Nel sistema gestionale WSAI sono presenti quindi sia ordini che MPS. Quest'ultimi sono utilizzati dal programma di calcolo MRP per generare il fabbisogno dei materiali necessari per soddisfare il piano principale di produzione. Il sistema MRP gestisce gli approvvigionamenti dei materiali proponendo quando e quanto ordinare al fornitore.

In base al piano principale di produzione sono generate, dal sistema gestionale WSAI, le bolle di produzione che indicano le fasi da eseguire nella produzione.

3.4 IPOTESI GESTIONE FUTURA

A fronte delle considerazioni fatte sulla situazione attuale presente in ITALCAB, ci poniamo come obiettivo migliorare l'attività di pianificazione e gestione della produzione.

Qui di seguito è rappresentata, in Figura 3.5, una possibile evoluzione della gestione delle principali fasi.

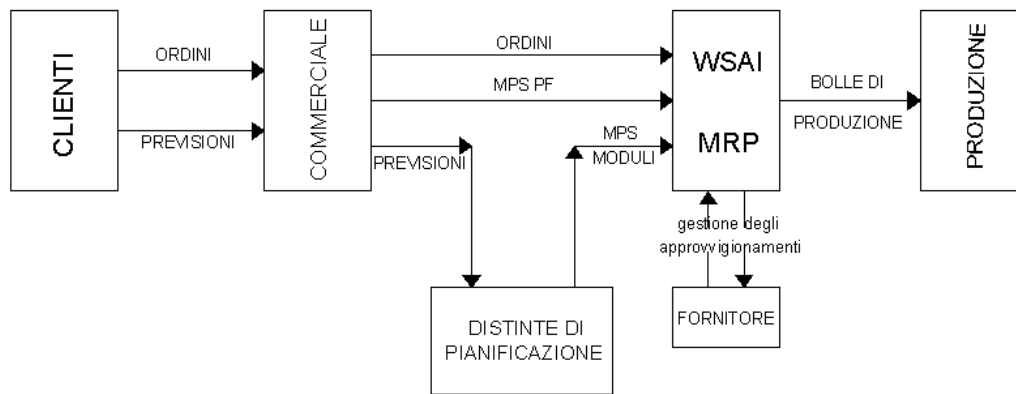


Figura 3.5. Fasi principali ipotesi gestione futura.

Rivalutando alcuni aspetti fondamentali nella gestione della pianificazione della produzione, un possibile punto di intervento consiste nell'integrare l'elaborazione dei dati previsionali, necessari a definire gli MPS, in un'unica struttura. Questo permetterebbe di ridurre le possibilità di errore e malfunzionamenti dovuti all'utilizzo di più file Excel e programmi di calcolo in QLIK VIEW implementando nel sistema gestionale WSAI tutte le funzioni svolte per elaborare i dati.

L'idea è quella di utilizzare QLIK VIEW come strumento di analisi mentre il sistema gestionale WSAI come strumento di programmazione della produzione.

Un altro aspetto su cui è possibile intervenire è cambiare la gestione dell'ordine. L'ipotesi è di attribuire all'ordine comunicato dal cliente una maggiore importanza, non solo impiegandolo ai fini della fatturazione ma valutando l'opportunità di utilizzare l'ordine, inserito a WSAI, come piano operativo per iniziare le fasi di assemblaggio del prodotto finito. In questo modo l'ordine acquista un significato ben preciso ovvero la convalida del cliente a mettere una determinata cabina in linea di assemblaggio.

È importante collegare ogni ordine alla previsione, da cui attinge la disponibilità dei componenti, in modo da controllare che ci sia sempre la necessaria copertura. L'inserimento dell'ordine corrisponderà all'evasione di una previsione.

Il tema della pianificazione della produzione assume un ruolo strategico molto importante nelle aziende, poiché permette di controllare e gestire la varietà del prodotto. La necessità di avere delle previsioni sempre più affidabili, in modo da

riuscire a gestire la variabilità del mercato, ha orientato l'azienda a considerare l'utilizzo di uno strumento, le distinte di pianificazione, come ausilio per la programmazione della produzione.

Inserendo in questo strumento i dati previsionali comunicati dal cliente oppure le informazioni elaborate dal commerciale, è possibile pervenire alla definizione degli MPS. La caratteristica delle distinte di pianificazione è quella di operare con moduli, che corrispondono in generale ad assiemi del prodotto finito. Quindi gli MPS non riguardano i prodotti finiti ma gli oggetti modulo. Il corretto funzionamento dell'MRP è tanto più efficace quanto più è affidabile il dato previsionale degli MPS, quindi migliorando le previsioni riesco ad ottimizzare tutto il sistema di approvvigionamento dei materiali.

Si dovrà implementare un sistema in grado di gestire questi oggetti e cercare di coordinare le fasi di previsione e programmazione della produzione, dove si utilizzano i moduli, a fronte della comunicazione degli ordini da parte dei clienti, che riguardano i prodotti finiti con la specifica variante.

Per i clienti meno strutturati che non comunicano previsioni o nel caso di informazioni relative a prodotti finiti specifici, devo prevedere la possibilità di inserire nel sistema gestionale WSAI sia MPS sui moduli che MPS sui prodotti finiti. Questo può essere il caso di ordini spot isolati, dove il numero limitato di unità, non permette di ottenere dei dati congrui per l'utilizzo delle distinte di pianificazione.

Un altro tema molto importante riguarda la gestione degli approvvigionamenti. Se da un lato con le distinte di pianificazione riusciamo ad ottenere delle previsioni più affidabili, dall'altro dobbiamo rivedere gli strumenti necessari per fronteggiare l'incertezza sui consumi, collegati alla domanda del mercato, e sui tempi di approvvigionamento, che dipendono dal fornitore.

Ci concentreremo nel seguito del progetto su questi due ultimi temi ovvero sullo sviluppo delle distinte di pianificazione e sulla gestione degli approvvigionamenti. La prima fase risiede nell'analizzare la situazione del magazzino e controllare l'attuale gestione degli articoli per valutare quali siano i punti che richiedono un miglioramento e come è possibile intervenire.

Quindi lo scopo dell'analisi preliminare è di capire bene quali siano le cose importanti, che quindi necessitano e giustificano uno studio approfondito per un miglioramento, da quelle invece meno importanti, in cui le risorse impiegate dovranno essere congrue con l'impatto economico del componente nell'azienda.

A tal riguardo assumerà un ruolo importante la valutazione della gestione attuale, confrontandola con i criteri teorici che studieremo.

Un secondo punto che affronteremo, è implementare gli strumenti necessari per fronteggiare da una parte la variabilità della domanda del mercato, utilizzando dei sistemi di pianificazione più strutturati, le distinte di pianificazione, e dall'altra rivalutare l'impatto delle scorte nell'azienda ed ottimizzare la loro entità in base alla funzione svolta.

3.5 IL RUOLO DELLE SCORTE

Le scorte possono essere definite come l'insieme di materie, semilavorati e prodotti che in un determinato momento sono in attesa di partecipare ad un processo di trasformazione o di distribuzione. (Pellicelli, 1968)

Gestire adeguatamente i materiali conservati a magazzino è importante per tutte le tipologie di imprese sia riguardo all'aspetto tecnico-operativo, per il funzionamento regolare delle attività, che quello economico-finanziario per il contenimento del capitale circolante.

La funzione fondamentale delle scorte è di fronteggiare le discontinuità e gli imprevisti di natura esogena ed endogena, che si manifestano nelle diverse fasi operative di acquisto, trasformazione, assemblaggio e distribuzione.

La componente *esogena* permette il bilanciamento tra andamento discontinuo dei mercati (di approvvigionamento e vendita) e l'uniformità del processo produttivo.

La componente *endogena* permette di armonizzare le difformità, in termini di tempi e quantità, tra le diverse fasi del ciclo di produzione.

Le scorte quindi assicurano flessibilità negli acquisti, permettendo di ottimizzare le politiche di approvvigionamento, indipendentemente dalle richieste della produzione; garantiscono un efficiente impiego delle risorse produttive quando ho più fasi caratterizzate da capacità produttive diverse; rendono uniforme la produzione con la variabilità della domanda del consumatore.

Quanto descritto esprime la destinazione funzionale delle scorte che si riassume in giacenze riguardanti materie prime, semilavorati e prodotti finiti.

Approfondendo l'aspetto fisico delle scorte possiamo evidenziare la capacità delle giacenze di far fronte a fenomeni come il tempo di attesa e le discontinuità della produzione, l'incertezza e l'opportunità di seguire economie di gestione.

Da queste considerazioni si definiscono:

- *Scorte funzionali*: giacenze accumulate per coprire la produzione nel periodo necessario al trasporto ad esempio tra il magazzino e la linea di produzione; per realizzare la funzione di disaccoppiamento tra acquisto-produzione-vendita.
- *Scorte di sicurezza*: giacenze accumulate per far fronte a fenomeni endogeni ed esogeni che sconvolgerebbero il regolare svolgimento dei processi di produzione e vendita, quali ritardi dei fornitori, instabilità della domanda, fermi macchina, alto livello di servizio da garantire, ecc.
- *Scorte speculative*: sono costituite al fine di trarre vantaggio da una variazione prevista dei prezzi in un determinato periodo di tempo.

Per riuscire nell'intento di ottimizzazione delle scorte dobbiamo avere le idee chiare sulla loro funzione in ambito aziendale, solo in tal modo riusciremo ad attuare politiche aziendali che permettano la loro corretta gestione.

Il ruolo delle scorte si articola principalmente nei due aspetti di seguito elencati (Grando, 1995):

- Attutare le continue fluttuazioni della domanda. Per uniformare la produzione a fronte della domanda, è indispensabile impostare una produzione stabile e regolare nel periodo, in altre parole produrre anche quando la domanda viene meno, premunendosi quando la capacità produttiva non è sufficiente.
- Far fronte alle incertezze di produzione o di approvvigionamento. I tempi di produzione o approvvigionamento possono subire alterazioni per svariate cause, interne ed esterne, che spesso rappresentano motivo di ritardo nelle consegne e disagio per il cliente finale o per le fasi di lavoro a valle. Le cause esterne sono da attribuire principalmente a ritardi del fornitore mentre le cause interne possono essere molteplici dal guasto di una macchina, alla richiesta di una modifica, alla presenza di materiali non

conformi. In questi casi le scorte agiscono da polmone e consentono di rimediare ad eventuali ritardi di consegna ed imprevisti tecnici.

Nello studio delle scorte dobbiamo tener conto oltre che i fattori tecnici anche quelli economici. Dobbiamo considerare che i costi di gestione, legati alla scelta delle quantità da destinare come scorta sono ripartiti nei seguenti parametri:

- Costi di emissione dell'ordine: si riferiscono ai costi sostenuti dall'impresa per ricostituire la giacenza, e variano a seconda delle modalità di acquisto o di produzione. Tali oneri sono formati dai costi connessi all'acquisto, che non dipendono dalla quantità approvvigionata e comprendono i costi di rilevazione della mancanza, di ricerca, contatto e selezione del fornitore. Inoltre devo considerare i costi dell'ordinazione dovuti all'emissione dell'ordine, di ricevimento e controllo delle merci. Per queste caratteristiche, i costi di emissione dell'ordine sono indipendenti dalle dimensioni del lotto e proporzionali alla quantità di ordini effettuati.
- Costi di mantenimento della giacenza: sono formati dai costi di esercizio del magazzino; costi per obsolescenza e deterioramento, nonché per furti, cali e sprechi; costi dei mezzi finanziari assorbiti dalle scorte, in relazione al costo del capitale e al tempo di permanenza a magazzino. I costi di mantenimento sono proporzionali alla quantità di merce in giacenza in ogni istante.
- Costi di stock out: si generano quando l'impresa non riesce a far fronte alle richieste del mercato, o al fabbisogno interno. In caso di scorte di materie prime o semilavorati, lo stock out può comportare onerose fermate degli impianti, costi di riattrezzaggio per convertire le produzioni o tempi di attesa. Si può definire la situazione più pericolosa da affrontare, sia per gli effetti diretti generati (mancato guadagno nell'immediato o penali), sia per gli effetti indotti che ne derivano (perdita di immagine, fiducia, ecc.).
- Costi di over stock: sono costituiti dai maggiori costi di mantenimento generati da un'eccedenza di scorte. All'interno di questa voce sono

presenti tre voci di costo: oneri finanziari, costi di giacenza e movimentazione, costi di obsolescenza.

3.6 TIPOLOGIE DI GESTIONE DEI MATERIALI

Una prima considerazione da fare è che la domanda di un generico articolo può essere di tipo dipendente o indipendente. La distinzione tra le due tipologie risiede nel fatto che il fabbisogno di materiali a domanda dipendente si calcola attraverso analisi deterministiche a partire da un piano generale di produzione, mentre il fabbisogno di materiali a domanda indipendente viene definito sulla base delle esigenze di mercato.

In particolare gli articoli corrispondenti ai codici di acquisto sono definiti a domanda dipendente, poiché la loro domanda, dipende dalla richiesta del prodotto finito al quale appartengono. Quest'ultima è definita da un mix di previsioni commerciali e di ordini clienti, nell'ambito del primo livello della pianificazione relativo ai piani di produzione. Le quantità pianificate di prodotto finito, il codice padre, sono utilizzate per calcolare i fabbisogni dei codici figli utilizzando i legami e i coefficienti di impiego presenti nella distinta base, questi fabbisogni quindi, dipendono dalla domanda del codice padre di cui fanno parte.

Questo vale se l'orizzonte di pianificazione è maggiore del lead time cumulato, in caso contrario devo ricorrere al criterio "look back".

I prodotti finiti e i ricambi sono definiti a domanda indipendente poiché questi non dipendono dalla domanda di altri codici ma solo dalla variabilità della domanda del mercato. Se la domanda dipende dal mercato esterno essa non è nota a priori, non può essere calcolata con esattezza, ma solo stimata e questa previsione dei consumi futuri viene ottenuta principalmente attraverso l'analisi dei dati storici e dei trend di consumo.

Il riconoscimento del tipo di domanda a cui sottostà un codice è importante per individuare la metodologia di gestione delle scorte più corretta.

Gestire ottimamente le scorte di magazzino significa essere in grado di rispondere adeguatamente a due quesiti; quanto materiale ordinare e quando emettere l'ordine.

Il problema si riconduce quindi al definire l'esatta quantità richiesta in un certo periodo di tempo.

I sistemi di gestione dei materiali sono molteplici ma possono essere ricondotti a due categorie fondamentali:

- criterio "look ahead": sistemi di gestione a fabbisogno.
- criterio "look back": sistemi di gestione a scorta.

Il rilascio di un ordine avviene in base a regole che a seconda della categoria hanno origini profondamente diverse, inoltre la scelta del criterio da adottare ha un impatto diverso sugli obiettivi aziendali dal punto di vista economico.

Il criterio "look ahead" di gestione a fabbisogno favorisce la natura finanziaria, poiché le scorte in magazzino si abbassano e sono generate soltanto nel momento in cui il materiale è richiesto alla produzione. Si emette un ordine perché è stato pianificato il corrispondente fabbisogno.

Quindi è la domanda del mercato a determinare le richieste di produzione e di approvvigionamento di tutti i componenti ed i semilavorati all'interno del sito produttivo, nei tempi appropriati (Da Villa, 2008).

Nella gestione con criterio "look ahead" si utilizza un programma di Material Requirements Planning (MRP). L'MRP è un algoritmo che riceve in ingresso la distinta base, i lead time, la situazione delle scorte e la domanda di mercato e produce in uscita gli ordini di produzione, di conto lavorazione e di acquisto necessari per rispondere alla domanda del mercato.

L'MRP si occupa di trasformare il fabbisogno di articoli a domanda indipendente, in fabbisogno di articoli a domanda dipendente

L'andamento tipico delle giacenze è rappresentato in Figura 3.6, dove l'area sottesa agli istogrammi rappresenta l'investimento in scorte. Con prelievo si intende il momento in cui deve essere disponibile il materiale versato con un certo anticipo. Si vede che il materiale è disponibile solo quando serve alla produzione

in questo modo, la gestione degli ordini, è più onerosa ma compenso con minori oneri finanziari.

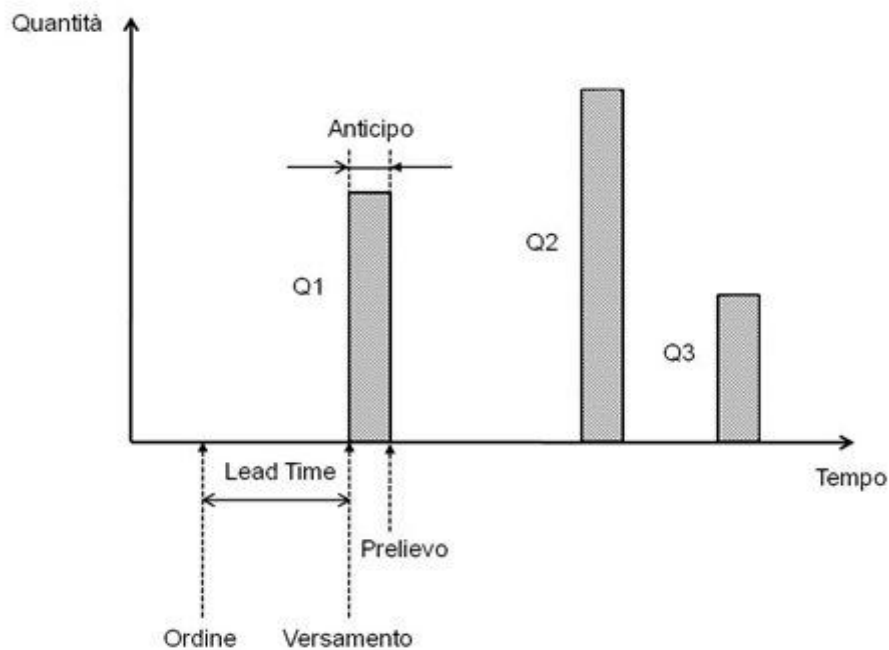


Figura 3.6. *Andamento giacenze criterio MRP*

Fonte: adattamento da A. De Toni, R. Panizzolo.

Il metodo “look back” (guardare indietro) segue la filosofia del ripristino della scorte che sta esaurendosi. Con questo criterio i fabbisogni futuri sono stimati sulla base della conoscenza empirica dei corrispondenti consumi riscontrati nel passato, con queste informazioni è possibile individuare la quantità da ordinare e l’istante in cui emettere l’ordine.

Questo criterio favorisce l’obiettivo economico perché la gestione degli ordini è effettuata solamente con un segnalatore di livello di riordino. Non vi è la necessità di pianificare i fabbisogni futuri, è necessaria la conoscenza dei consumi passati. La filosofia seguita è quella di ricostruire la scorta, che si esaurisce a causa di un consumo quando supera un determinato livello di riordino fissato (Da Villa, 2008).

Quando l’orizzonte di pianificazione è superiore al lead time di acquisto dell’articolo posso utilizzare il criterio “look ahead” mentre se non si verifica questa condizione devo ricorrere al criterio “look back”.

In Figura 3.7 viene rappresentato il profilo temporale a dente di sega della giacenza, tipico delle tecniche del guardare indietro dove l'area sottesa al dente di sega rappresenta l'investimento finanziario in giacenze.

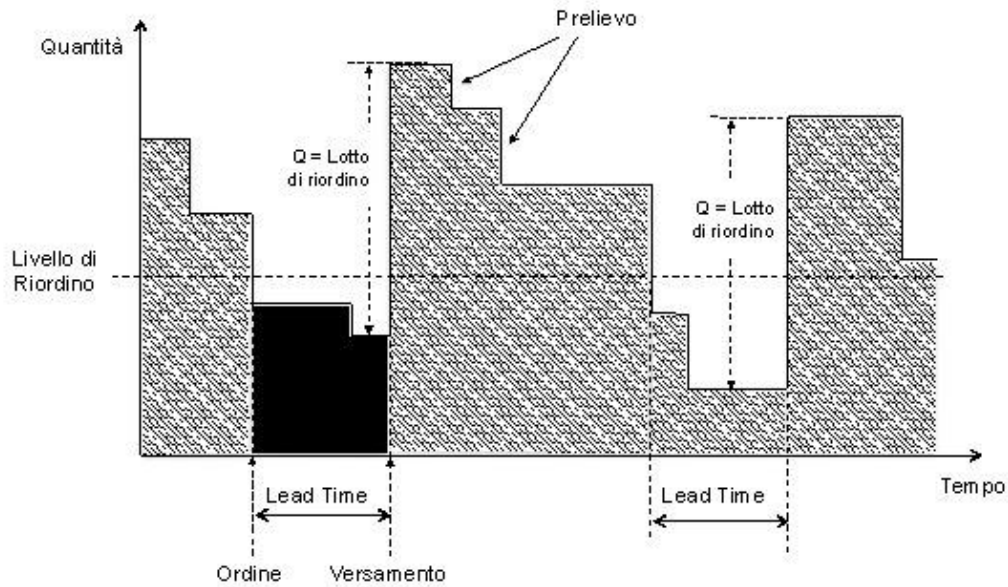


Figura 3.7. *Andamento giacenze criterio PR.*

Fonte: adattamento da A. De Toni, R. Panizzolo.

4 GESTIONE DEL MAGAZZINO

La corretta gestione delle scorte assume un ruolo strategico che un'azienda può e deve utilizzare per reagire con tempestività ai cambiamenti della domanda del mercato esterno. La gestione delle scorte è soprattutto controllo degli approvvigionamenti e di logistica che si rende concreto in una serie di valutazioni riguardanti le quantità da ordinare e i tempi nei quali i materiali devono essere presenti. Conservare troppe scorte comporta un peggioramento dell'efficienza di utilizzo del capitale, d'altra parte tenerne troppo poche si rischia di incorrere in mancanze di materiali o di ridurre l'efficienza produttiva. Gestire le scorte significa trovare il giusto equilibrio tra i due estremi e dare sostenibilità alla produzione determinando i volumi in misura opportuna ai fini del ritorno degli investimenti, dell'aumento di produttività e dell'incremento della qualità nelle consegne.

Quando il numero degli articoli da gestire in magazzino è molto elevato, la gestione di questa complessità diventa rilevante, soprattutto alla luce della consapevolezza che non tutte le scorte presenti in magazzino possono essere gestite allo stesso modo.

Ogni tipologia di scorta contribuisce in modo diverso alla realizzazione dei costi di utilizzo, in caso di materie prime o semilavorati, o dei costi del fatturato, in caso di scorte di prodotti finiti. L'idea generale quindi è quella di non gestire tutto con una stessa metodologia, ma di implementare metodi di controllo più complessi per i materiali più costosi e procedure più semplici per gli altri, in modo da ottimizzare tutto il sistema legato al riordino dei componenti, concentrando l'attenzione e gli sforzi sugli elementi rilevanti e razionalizzando l'uso delle risorse.

I criteri utilizzati per la gestione del magazzino si possono classificare in due metodologie, approfondite nel capitolo 6.

Un primo metodo è definito "*look ahead*" (guardare avanti) e segue la filosofia del calcolo dei fabbisogni. Gli ordini dei materiali sono pianificati come conseguenza diretta della pianificazione MPS/FAS.

Un altro metodo è definito "*look back*" (guardare indietro) e segue la filosofia del ripristino della scorte che sta esaurendosi. Con questo criterio i fabbisogni futuri

sono stimati sulla base della conoscenza empirica dei corrispondenti consumi riscontrati nel passato.

Fatta questa prima distinzione, per decidere opportunamente la filosofia da seguire dovrei andare a valutare per ogni articolo i diversi parametri che ne evidenziano le caratteristiche.

Tali specifiche sono rappresentate da: valore d'impiego; tipo di domanda; tempi di acquisto; andamento del consumo; andamento della fornitura; specificità d'uso; affidabilità dei lead time d'acquisto.

Com'è possibile constatare questa valutazione è alquanto complessa e dispendiosa di tempo.

Il metodo maggiormente utilizzato per compiere un'analisi selettiva delle scorte è l'analisi ABC incrociata, perché permette di suddividere gli articoli in classi, per ognuna delle quali si potrà poi ricercare la procedura di gestione appropriata.

4.1 ANALISI ABC

L'analisi ABC si basa su un metodo empirico che deriva dall'osservazione diretta degli eventi, questa formulazione è nota anche con il nome di principio di Pareto il cui enunciato può essere così interpretato: “ la maggior parte degli effetti è dovuta ad un numero ristretto di cause ”.

Tale criterio prende il nome da Vilfredo Pareto (1848 - 1923), uno dei maggiori economisti italiani, che per primo studiò questo comportamento. Questo principio è il risultato della distribuzione paretiana che ispirò la cosiddetta "legge 80/20" una legge empirica che fu poi riformulata anche da Joseph M. Juran. Applicando questo metodo è possibile analizzare un insieme di numerosi dati in modo da determinare le poche variabili che influenzano in modo rilevante i risultati finali.

Nel caso ci si voglia concentrare sulle decisioni da prendere, in merito alla gestione dei materiali messi a scorta, con l'analisi ABC vado compiere una suddivisione del magazzino in tre categorie individuando per ogni articolo il relativo impatto in base alla variabile discriminatoria considerata, definendo quali sono i punti critici e dove andare a focalizzare l'attenzione.

L'analisi A, B, C è realizzata mettendo come variabile in ascissa gli articoli e in ordinata una variabile espressa in percentuale cumulata. Le variabili più significative in ordinata sono il fatturato, i consumi e le giacenze medie ma possiamo utilizzare qualsiasi variabile di interesse. Nella maggior parte dei casi la suddivisione in classi avviene come rappresentato in Figura 4.1. Imposto per la classe A un valore limite in ordinata pari all'80% cui corrisponde in ascissa circa il 20% degli articoli; per la classe B in ordinata un valore compreso tra 80% e il 95% e in ascissa mi aspetto circa il 30% degli articoli; infine la classe C in ordinata è delimitata tra il 95% e il 100% mentre in ascissa rivelo circa il 50% degli articoli.

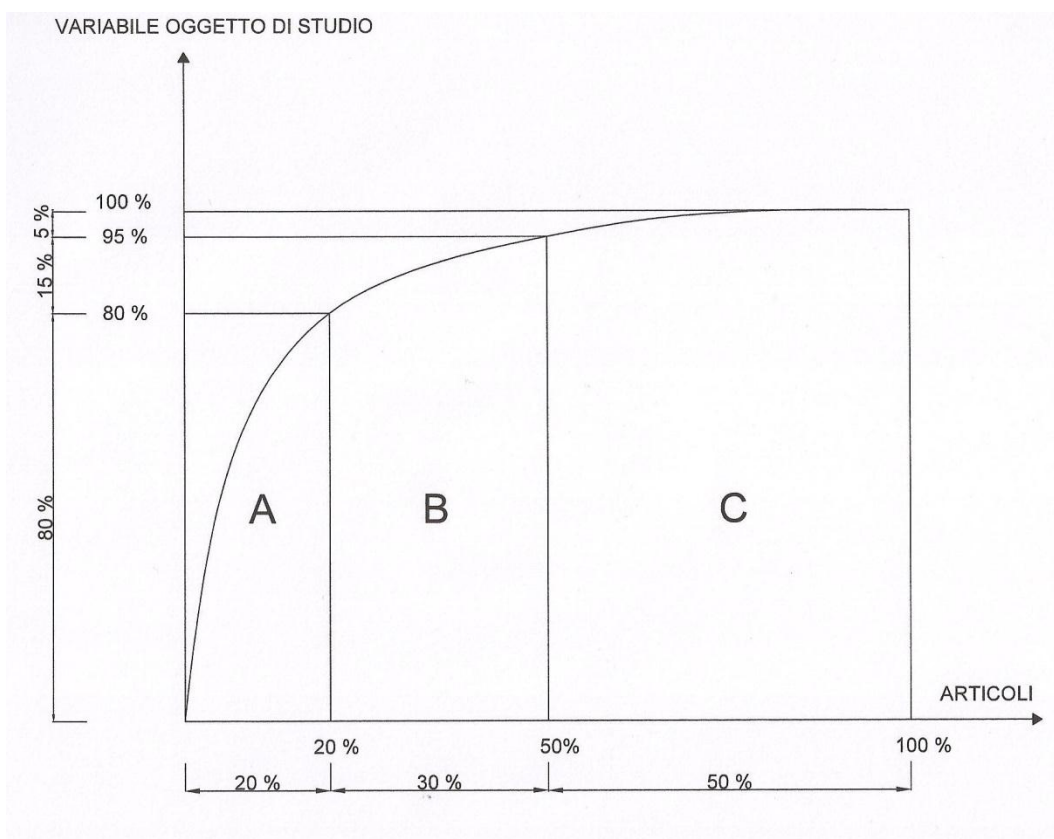


Figura 4.1. Curva dell'analisi ABC.

Questa ripartizione non è obbligatoria, caso per caso a secondo dell'andamento della variabile in ordinata è possibile ripartire in modo più opportuno le percentuali di appartenenza alle classi.

Il significato delle classi rimane lo stesso anche variando le proporzioni delle percentuali. La classe A rappresenta un numero limitato di articoli che contribuiscono maggiormente alla produzione e devono essere gestiti accuratamente poiché sono responsabili di un'ampia quota del fatturato. La classe B è in una posizione intermedia e denota una minore importanza per la produzione e sul fatturato. La classe C rappresenta un numero elevato di articoli che hanno una bassa incidenza sul fatturato e quindi sono articoli a bassa criticità cui è dedicata minore attenzione in fase operativa.

4.1.1 ANALISI ABC SEMPLICE CONSUMI VALORIZZATI

Una prima analisi ABC degli articoli presenti in magazzino è possibile eseguirla in base al consumo di materiale. Questa variabile valuta il consumo di un articolo nel periodo osservato per l'analisi, è opportuno valorizzare questo dato in modo da attribuire ad ogni articolo il giusto peso rispetto al totale dei consumi. Questa valutazione è appropriata basti pensare il caso di articoli come le minuterie che hanno elevato consumo ma valore unitario irrisorio. Se considero solo il consumo andrei a confrontare un valore che non descrive realmente l'importanza strategica dell'articolo e potrebbe posizionarsi in una classe che non gli appartiene e quindi andrei a gestire gli approvvigionamenti con un criterio inadeguato.

Questa variabile è denominata come valore di impiego e posso esprimerla con la relazione:

$$VI = Q \cdot v \text{ [€ / periodo]}$$

dove:

- Q : consumo totale nel periodo di analisi [pezzi / periodo]
- v : valore unitario [€ / pezzo] (prezzo di acquisto pezzo)

Le soglie per la suddivisione delle classi corrispondono:

- 80% valore d'impiego CLASSE A
- 15% valore d'impiego CLASSE B
- 5% valore d'impiego CLASSE C

Il limite di questo modello è la considerazione della sola variabile del valore di impiego come indice rappresentativo del magazzino. In questo modo non considero le scorte con il rischio di trovarmi elevate giacenze a magazzino di articoli non critici. Per ovviare ai limiti derivanti dall'analisi ABC semplice sui consumi, integro i risultati con un'altra analisi ABC semplice considerando come variabile le giacenze medie valorizzate a magazzino di ogni articolo.

4.1.2 ANALISI ABC SEMPLICE GIACENZE MEDIE VALORIZZATE

Questa analisi è effettuata andando a calcolare la giacenza media in magazzino, nell'arco del periodo di analisi, di ogni articolo. Anche in questo caso è opportuno valorizzare la variabile in modo da attribuire ad ogni articolo il giusto peso rispetto al costo delle giacenze a magazzino. Per valorizzare la giacenza occorre moltiplicare il dato ottenuto per il prezzo unitario degli articoli.

Esprimo la relazione del calcolo della giacenza media valorizzata:

$$GM = \bar{G} \cdot v [\text{€} / \text{periodo}]$$

dove:

- \bar{G} : giacenza media di materiale nel periodo di analisi [pezzi / periodo]
- v : valore unitario [€ / pezzo] (prezzo di acquisto pezzo)

Le soglie per la suddivisione delle classi devono essere le stesse adottate nell'analisi ABC per i consumi, così da poter essere confrontate nell'analisi ABC incrociata. Le ripartizioni corrispondono:

- 80% delle giacenze medie valorizzate CLASSE A
- 15% delle giacenze medie valorizzate CLASSE B
- 5% delle giacenze medie valorizzate CLASSE C

4.1.3 ANALISI ABC INCROCIATA

Esaminando simultaneamente due analisi ABC rispetto le proprie variabili ottengo un'analisi ABC incrociata.

Questa metodologia è più strutturata della precedente e permette di pervenire alla costruzione di più sottoclassi che possono essere visualizzate in una tabella a doppia entrata, come rappresentato in Figura 4.2. Gli articoli così suddivisi formano una matrice tre per tre che individua nove classi di appartenenza:

AA, AB, AC, BA, BB, BC, CA, CB, CC.

L'analisi ABC incrociata richiede l'integrazione dell'analisi ABC semplice sui consumi con l'analisi ABC semplice sulle giacenze medie valorizzate.

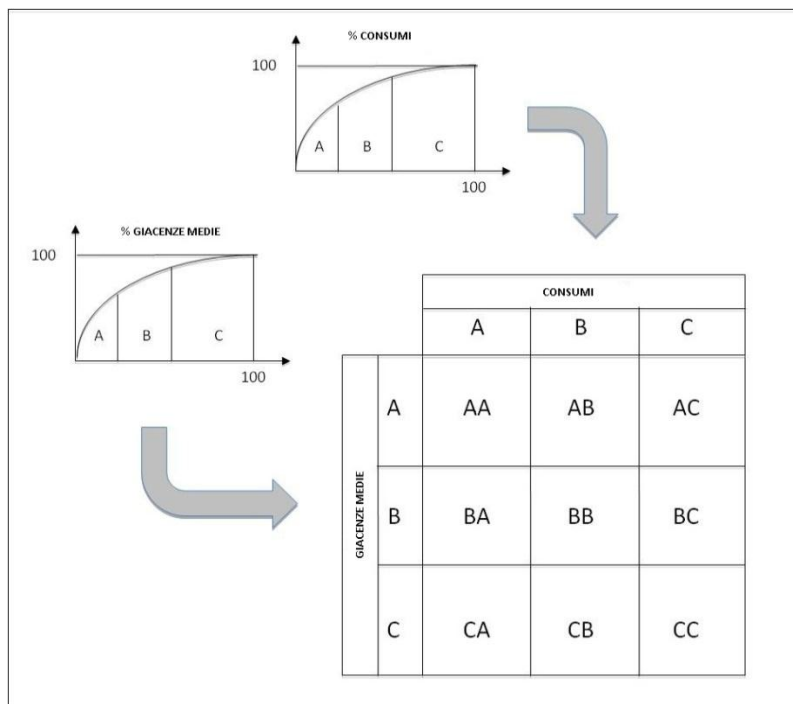


Figura 4.2. *Analisi ABC incrociata.*

Fonte: adattamento da A. De Toni, R. Panizzolo.

Tutti gli articoli sono ripartiti in classi, ognuna delle quali individua delle particolari caratteristiche e giustifica l'utilizzo di un specifico metodo di gestione. Lungo la diagonale principale della tabella possiamo individuare le classi AA, BB, CC, esse presentano una gestione equilibrata perché ad alti consumi corrispondono giacenze più alte mentre a bassi consumi basse giacenze.

Gli articoli che si collocano al di sopra della diagonale principale, classe AB, AC, BC, sono articoli che presentano una classe di giacenza superiore a quella dei consumi e che quindi risultano gestiti peggio della media. Si tratta di articoli che hanno basso valore d'impiego ma alte scorte. Si deve perciò procedere alla diminuzione delle giacenze ed alla revisione delle politiche di approvvigionamento tramite metodi di gestione a fabbisogno.

Gli articoli che, viceversa, si collocano sotto la diagonale principale, classe BA, CA, CB, presentano una classe di giacenza inferiore a quella dei consumi e sono pertanto gestiti meglio della media. Si tratta di articoli gestiti in modo ottimale con alto fatturato e basse scorte.

Osservando la tabella possiamo cogliere gli aspetti più importanti. La prima riga rappresenta la classe A rispetto le giacenze medie valorizzate e individua tutti quegli articoli che hanno elevate giacenze mentre la prima colonna individua tutti gli articoli di classe A rispetto ai consumi.

Gli articoli di classe AA sono molto importanti contribuiscono, in valore percentuale, alla maggior parte del fatturato aziendale. Le attività di riduzione scorte devono essere eseguite con molta attenzione perché se da un lato ottengo maggiori benefici in termini di costi in giacenza, dall'altro potrei incorrere in ritardi e fermi di assemblaggio nella linea. A questa classe appartengono articoli molto importanti per la produzione e in caso di rottura di stock avrei elevati costi di fatturato perso.

La classe CA rappresenta le condizioni migliori, gli articoli presentano un livello di scorta inferiore a quello dei consumi. Questa categoria non ha bisogno di interventi dobbiamo soltanto controllare e prevenire situazioni di rotture di stock.

La classe AC è molto critica perché ha giacenze elevate ma bassi consumi, la gestione di questi articoli deve essere ricontrollata.

Gli articoli di classe CC non hanno un valore rilevante né dal punto di vista dei consumi né dal punto di vista della giacenza, l'attenzione che richiedo è quindi limitata e focalizzata sulla riduzione dei costi operativi tramite l'utilizzo di tecniche di ripristino della scorta.

Le classi rimanenti AB, BA, CB, BC, si trovano in una situazione intermedia e dovremmo cercare di riportarle in una condizione di maggiore coerenza, spostandole lungo la diagonale principale con opportune soluzioni gestionali.

Questa matrice rappresenta un radar in grado di individuare le zone più critiche dove è possibile agire per migliorare il processo e controllare quali sono i metodi di gestione dei materiali in base alla posizione nella tabella.

La periodica effettuazione di tale analisi consente inoltre di cogliere l'evoluzione delle categorie nel tempo e lo spostamento dei singoli articoli da una classe all'altra, ciò serve ad evidenziare la eventuale necessità di variare i criteri di approvvigionamento per ottenere miglioramenti gestionali e ridurre le scorte.

4.2 INDICATORI DI GESTIONE

Per una completa analisi del magazzino possiamo utilizzare degli indicatori che esprimono da più aspetti la situazione gestionale dell'azienda. Questi parametri costituiscono delle linee guida che indicano dove poter agire nell'ottimizzazione della gestione e quali dati utilizzare sia per confrontare eventi avvenuti in periodi temporali diversi sia per determinare i parametri da utilizzare nei calcoli.

INDICE DI ROTAZIONE

Un primo importante aspetto riguarda il grado di efficienza finanziaria della gestione delle scorte che possiamo identificare con l'indice di rotazione *IR*.

Questo indicatore esprime quante volte si rinnova il magazzino nel periodo di analisi considerato e mi rivela quanto capitale finanziario ho fermo mediamente. L'indice di rotazione ci comunica una prima informazione sul livello di gestione del magazzino e del periodo che sostano le merci in magazzino prima di entrare nel processo che genera valore.

L'indice di rotazione è un valore adimensionale ed esprime il rapporto tra i consumi a valore e le giacenze medie a valore, in riferimento allo stesso periodo temporale.

$$IR = \frac{\text{consumo a valore}}{\text{giacenza media a valore}}$$

È consigliato andare a calcolare questo indice per diversi periodo temporali oppure per singoli codici o per famiglie di codici, questo per avere dei dati più

significativi e confrontabili. Per comparare gli indici di rotazione dobbiamo ricordare che l'intervallo di tempo deve essere lo stesso. Ovvero se analizzo l'indice di rotazione annuale devo prendere come intervallo temporale un anno per tutti i dati, mentre se sto valutando l'indice di rotazione mensile devo prendere il mese come metro di paragone.

Nella pratica tecnica non si individua un valore ottimale dell'IR, infatti, si desidera che il valore sia il più alto possibile.

In riferimento all'analisi ABC incrociata mi aspetto che la classe CA abbia un IR più elevato rispetto a tutte le altre classi in quanto, in questa classe, ho articoli con la minor giacenza e con un elevato consumo, quindi ruotano molto.

Obiettivo principale della gestione del magazzino è di aumentare l'indice di rotazione, questo significa per l'azienda far ruotare maggiormente le scorte in magazzino e diminuire il capitale fermo che rappresenta un immobilizzo di denaro¹.

INDICE DI COPERTURA

Un altro importante indicatore è rappresentato dall'inverso dell'indice di rotazione chiamato indice di copertura.

$$IC = \frac{\text{periodo analisi}}{IR} [\text{periodo}]$$

È possibile calcolare il periodo di copertura inserendo al numeratore il periodo di tempo considerato nell'analisi espresso in giorno, settimane o mesi e dividere per il valore ottenuto dall'indice di rotazione. Otteniamo l'intervallo di tempo nel quale il materiale sta fermo a magazzino. Poiché la merce che sosta a magazzino

¹ Esempio:

Consumo a valore annuale

$Cm\ tot = 20\ milioni\ di\ €$

Giacenze medie a valore annuale $GM\ tot = 10\ milioni\ di\ €$

$$IR = \frac{Cm\ tot}{GM\ tot} = \frac{20\ mil.}{10\ mil.} = 2$$

Questo significa che il magazzino ruota due volte in un anno e quindi ho mediamente fermi 10 milioni di € per sei mesi in un anno.

È importante ricordare che la variazione standard è indicata con la stessa unità di misura della variabile oggetto di studio, in questo caso il consumo medio espresso come [pezzi/periodo].

Con questi parametri posso determinare il coefficiente di variazione come il rapporto, espresso in percentuale, tra variazione standard e consumo medio:

$$\text{Coefficiente di variazione} \quad CV = \frac{\sigma}{\bar{c}} \cdot \%$$

Questo parametro è in grado di dare un peso di quanto incide la variabilità del dato sul consumo medio. Più basso è il rapporto più è affidabile il dato perché registra un minore scostamento dal valore medio.

Nel momento in cui decidessi di utilizzare un criterio di approvvigionamento basato sul ripristino delle scorte (capitolo 6) dovrei:

- confrontare i diversi periodi temporali sopra citati;
- rilevare il periodo più stabile caratterizzato dal minor coefficiente di variazione;
- utilizzare i valori di consumo medio (\bar{c}) e variazione standard (δ).

$$PR = (LT \cdot \bar{c}) + SS \quad \text{Punto di riordino}$$

$$SS = z \cdot \delta \cdot \sqrt{LT} \quad \text{Scorta sicurezza}$$

dove:

- LT = lead time di acquisto [periodo]
- z = coefficiente di sicurezza.

Il periodo temporale preso in considerazione deve essere lo stesso per tutti i parametri contenuti nell'espressione del punto di riordino, quindi se esprimo il consumo come [pezzi/settimana] devo esprimere il lead time in settimana. Quanto detto vale anche per il calcolo della scorta di sicurezza, se ho altri periodi temporali devo ricondurmi alla stessa condizione.

PERIODO DI PRESENZA ARTICOLO

Nel periodo temporale preso in considerazione nell'analisi, possiamo trovare articoli che hanno un impiego limitato rispetto al periodo totale di analisi.

Questo coefficiente denominato periodo presenza articolo serve per evidenziare eventuali dati alterati dalla limitata storia del componente. Le cause possono essere la cessazione dell'utilizzo di un articolo e l'introduzione di un "nuovo" articolo che andrà a sostituire il "vecchio" componente. Un'altra causa può essere l'interruzione di produzione del prodotto finito oppure un articolo con consumo stagionale. Tutti questi fattori possono alterare i dati dell'analisi ma segnalando con questo parametro i casi "sospetti" possiamo interpretare correttamente i risultati ottenuti.

Il periodo presenza articolo può essere espresso in giorni / settimane / mesi / anni o come rapporto indicato in percentuale rispetto al periodo totale di analisi.

Considerando il periodo di analisi di un anno espresso in giorni rappresento il rapporto come:

$$PERIODO PRESENZA ARTICOLO = \frac{gg \text{ presenza articolo}}{gg \text{ analisi}} \cdot \%$$

Il 100% rappresenta l'utilizzo costante durante tutto il periodo di analisi, una diminuzione del valore percentuale indica che l'articolo è stato utilizzato un periodo limitato rispetto l'intervallo di analisi.

4.3 CRITERI DI GESTIONE DELLE SCORTE PER CLASSE

L'analisi è molto importante perché individua a seconda delle classe la gestione ottimale degli articoli, tenendo conto da una parte il valore del consumo e giacenza media dell'articolo e dall'altro delle risorse impiegate per la gestione degli ordini.

Per gli articoli identificati nelle caselle AA-AB-BA è conveniente utilizzare M.R.P. e questi materiali potranno essere inseriti in una distinta di pianificazione,

in quanto dovranno essere pianificati gli acquisti in base alle previsioni fatte sui prodotti finiti.

Per gli altri articoli posso utilizzare metodologia a punto di riordino PR.

Questo si giustifica nel seguente modo:

- Materiali a basso valore di impiego:

Criterio “look back” (P.R.) se da un lato ho una giacenza in magazzino grande a cui corrisponde un piccolo investimento finanziario (materiali a basso valore d’impiego) dall’altro ho un piccolo consumo di risorse che si occupano del rilascio degli ordini, basta un segnalatore di livello di riordino.

- Materiali a alto valore di impiego:

Criterio “look ahead” (M.R.P.) se da un lato ho un consumo di risorse per gestire il sistema articolato di rilascio di ordini pianificati dall’altro ho un basso livello di giacenze in magazzino e quindi un basso investimento finanziario.

La ripartizione è illustrata in Figura 4.3, dove per le classi in rosso è identificata la gestione a fabbisogno con sistema MRP mentre le classi in blu individuano la gestione con il criterio di ripristino delle scorte a punto di riordino PR. La classe in giallo rappresenta una situazione particolare perché ho elevate scorte e basso valore di impiego devo intervenire con una politica di riduzione delle scorte posso gestirla con un PR ma richiede un controllo continuo perché devo valutare articolo per articolo la gestione ottimale per cercare di ridurre le giacenze.

	VALORE DI IMPIEGO		
GIACENZE MEDIE VALORIZZATE	AA	AB	AC
	BA	BB	BC
	CA	CB	CC

Figura 4.3. Criteri di gestione dei materiali per classe.

5. COSTRUZIONE ANALISI ABC INCROCIATA ITALCAB

ITALCAB si avvale di un sistema informatico chiamato W-SAI utilizzato per la gestione aziendale, in grado di coordinare le fasi di gestione del magazzino e della produzione; dal calcolo MRP, all'inserimento ordini, alle rilevazioni di tutti i movimenti a magazzino (carichi e scarichi).

Con l'ausilio di questo programma è possibile rilevare e raccogliere i dati che servono per implementare l'analisi ABC incrociata.

Per analizzare i dati raccolti, rielaborarli, trasformarli, presentare report e grafici è stato utilizzato un programma di calcolo chiamato QLIK VIEW.

I dati raccolti dal sistema W-SAI rappresentano una quantità elevata di informazioni che senza un sistema efficiente e veloce come QLIK VIEW non saremmo in grado di gestire ed elaborare. Basti pensare che stiamo parlando di circa 4000 articoli e che per ognuno di essi sono registrati tutti i movimenti relativi a vendita, acquisto, trasferimenti tra magazzini, bolle di lavorazione, carichi, scarichi per lavorazione, e tutte le informazioni relative alle fasi di lavorazione.

5.1 IPOTESI ANALISI ABC INCROCIATA

Prima di iniziare l'elaborazione dei dati è bene chiarire qual è l'obiettivo che vogliamo raggiungere; costruire l'analisi ABC incrociata, e definire le ipotesi preliminari per svolgere lo studio.

Le variabili che consideriamo per costruire la tabella a doppia entrata per rappresentare l'analisi ABC incrociata sono i consumi valorizzati, espressi dal valore di impiego, e le giacenze medie valorizzate.

Definite le variabili, andiamo a filtrare i dati che vogliamo raccogliere dal sistema gestionale WSAI per sviluppare l'analisi. Questa fase iniziale serve a fare pulizia dei dati che possono alterare i risultati e focalizzarci sulle informazioni necessarie per descrivere la gestione del magazzino.

La struttura aziendale, come detto nel capitolo 2.4, è suddivisa in due aree. Nel seguito dell'analisi siamo interessati agli articoli che sono utilizzati nell'area di finitura per l'assemblaggio e quindi non sono raccolti i dati che si riferiscono ai materiali utilizzati nelle fasi della carpenteria.

Principalmente questa scelta è dovuta a due motivi. Uno riguarda l'impossibilità di avere dati su tutti i movimenti e su tutti gli articoli che rientrano nel processo di carpenteria ovvero taglio, piega, saldatura e verniciatura, poiché queste fasi non sono informatizzate e gli articoli non sono identificati da un codice a barre come, invece, avviene per l'assemblaggio. Un secondo motivo è che i materiali critici di maggior interesse sono quelli presenti a magazzino che riguardano l'assemblaggio finale, di cui abbiamo tutti i dati e i movimenti necessari per implementare l'analisi.

Quindi non sono stati considerati i codici riguardanti la produzione del telaio della cabina, fase che si svolge nell'area della carpenteria.

Nell'analisi rientrano tutti gli articoli presenti nei magazzini sia presso l'area di finitura in ITALCAB sia presso i terzisti. Questa considerazione è giustificata dal fatto che gli articoli rimangono sempre di proprietà di ITALCAB e quindi devono essere considerate le giacenze e i consumi di materiale anche se presenti da un terzista. Si identifica, nel sistema gestionale, con la causale "MAG A" il magazzino ITALCAB, con causale "MAG B" il magazzino presso il terzista che assembla cabine complete, e con causale "MAG C" il magazzino presso il terzista che assembla preassiemi come le porte.

Abbiamo escluso dall'analisi gli articoli indicati come scarti che, nel sistema gestionale, sono registrati con scarico al magazzino materiali non conformi. Questi articoli vengono prelevati dal magazzino "MAG A", dove sono stoccati fino al loro utilizzo, quindi la giacenza diminuisce ma non vengono registrati come materiale consumato in quanto non vengono utilizzati per produrre cabine.

Gli articoli che sono dedicati a pezzi di ricambio non rientrano nell'analisi ABC, poiché hanno delle logiche diverse dagli articoli dedicati alla produzione di serie e quindi andrebbero ad alterare i risultati ottenuti. Ricordiamo che i materiali di ricambio hanno un consumo nel tempo il cui andamento non può essere associato ad una gaussiana e quindi è difficile descrivere il comportamento con relazioni matematiche. Di conseguenza nell'analisi abbiamo trascurato gli articoli che sono

scaricati a magazzino con causale VENDITA, dove con vendita nel sistema gestionale W-SAI si intende trasferimento come ricambio.

Per quanto riguarda le rilevazioni delle giacenze medie, possiamo riscontrare a magazzino la presenza di articoli destinati ai ricambi che non sono scaricati come materiale consumato. Non riusciamo ad individuarli poiché non sappiamo quale materiale sarà utilizzato come pezzo di ricambio richiesto dal cliente ma, dato che corrispondono ad una piccola percentuale, sul totale degli articoli, non influiscono nello studio e li consideriamo come presenti a magazzino.

Nell'analisi sono considerati come articoli a magazzino con consumo nullo e andranno associati ad una classe specifica.

Il sistema gestionale W-SAI registra per ogni fase di produzione un codice che identifica le bolle di lavorazione relative ad ogni ciclo. Il sistema rileva i preassiami con un codice specifico detto codice phantom che non ha la funzione di scaricare gli articoli utilizzati a fine produzione ma solamente di gestire in modo più snello la distinta base. Per l'analisi è interessante il consumo di ogni singolo codice non dei preassiami quindi non vado a rilevarli ma vado a considerare i dati relativi ai codici sottostanti che indicano il materiale consumato.

In ITALCAB oltre alla fase di assemblaggio vi sono anche le fasi di progettazione e realizzazione di prototipi. I materiali per realizzare i prototipi sono prelevati dal magazzino e quindi registrati con una specifica causale che ne identifica la destinazione. Dato che rappresentano una piccola percentuale, rispetto al totale degli articoli, escludiamo dall'analisi la valutazione del consumo di questi articoli e consideriamo solamente i consumi di materiale attribuiti alla produzione di serie.

Considerazioni analoghe sono state fatte per gli articoli che sono identificabili come materiali di consumo, ad esempio guanti, colle, carta, nastro, etc., i quali sono stati filtrati perché non riconducibili direttamente alla produzione di una specifica cabina.

Abbiamo creato una nuova classe di appartenenza definita classe D, che differisce dalle classi A, B, C, poiché vi sono collocati gli articoli che hanno situazioni particolari che potrebbero alterare i risultati dell'analisi. Questa classe è stata introdotta sia per la variabile giacenza media sia per i consumi valorizzati.

All'interno di questa classe rientrano quegli articoli che hanno registrato un consumo nullo nel periodo considerato per l'analisi. Per quanto riguarda la classe D rispetto la variabile delle giacenze medie ci aspettiamo che sia vuota, infatti, registrare giacenza nulla significa che l'articolo non è presente a magazzino.

Le cause che portano ad avere consumi nulli, nel periodo di analisi, sono dovute principalmente all'obsolescenza degli articoli.

Accade che i componenti "vecchi" vengano sostituiti da un nuovo codice poiché sono state introdotte modifiche o miglioramenti tecnologici. Se il passaggio del codice non avviene in modo graduale, consumando prima tutto l'articolo da sostituire, ci si trova con materiale in magazzino che non è più utilizzato e che registrerà consumi nulli.

Ci aspettiamo di ritrovare in questa classe anche quegli articoli che, come detto in precedenza, sono dedicati solamente a pezzi di ricambi e non vengono registrati come consumi per la produzione di serie.

I dati che considero nell'analisi sono rilevati in un intervallo di tempo di dodici mesi che corrispondono al periodo che intercorre tra ottobre 2011-ottobre 2012.

Le ipotesi dette in precedenza sono riassunte in modo sintetico nella Tabella 5.1, rappresentata di seguito.

Tabella 5.1. *Ipotesi analisi ABC incrociata.*

IPOTESI ANALISI ABC INCROCIATA
PERIODO ANALISI 12 MESI
CONSIDERO SOLO ARTICOLI ITALCAB FINITURA
ESCLUDO ARTICOLI ITALCAB CARPENTRIA E CONTO LAVORO
CONSIDERO ARTICOLI SCARICATI SOLO CON CAUSALE CONSUMO
ESCLUDO ARTICOLI SCARICATI CON CAUSALE VENDITA
ESCLUDO I TELAI E MATERIALI CARPENTERIA
ESCLUDO ARTICOLO DEDICATI A PROTOTIPI
CONSIDERO SOLO ARTICOLI PRODUZIONE DI SERIE
ESCLUDO MATERIALI DI CONSUMO
ESCLUDO PREASSIEMI
CONSIDERO ARTICOLI PRESENTI IN ITALCAB E PRESSO TERZISTI
ESCLUDO ARTICOLI SCARICATI MAGAZZINO SCARTI "02"
UTILIZZO CLASSE D PER ARTICOLI CONSUMO NULLO E SITUAZIONI PARTICOLARI

5.2 SVILUPPO DEL PROGRAMMA PER L'ANALISI

Definite le ipotesi preliminari abbiamo impostato il programma in QLIK VIEW in modo che filtri i dati raccolti con W-SAI.

La raccolta dei dati è agevolata dalla struttura di QLIK VIEW che permette di realizzare il programma di calcolo andando a scrivere, in un editor di testo chiamato script, le operazioni da eseguire.

I comandi da utilizzare appartengono allo specifico linguaggio di QLIK VIEW.

Il software è in grado di analizzare file con diversi formati come i dati elaborati direttamente dal sistema WSAI, rappresentati da file con estensione .qvd e dati gestiti da fogli di calcolo come excel con estensione .xls.

La configurazione di QLIK VIEW permette di caricare i file, che hanno struttura tabellare, e compiere operazioni con i dati inseriti nelle colonne, identificate come "CAMPI". Quando svolgo un'operazione tra campi appartenenti a diverse tabelle devo sempre richiamare la tabella dove si trova l'informazione e se voglio

conservare il risultato ottenuto posso rinominare il campo e caricare tutti i campi che mi servono in una nuova tabella. Il vantaggio di svolgere i calcoli utilizzando i campi è di velocizzare le operazioni perché il programma in automatico svolge le azioni riga per riga e può gestire una quantità elevata di dati.

Il programma realizzato per analizzare i dati con QLIK VIEW è riportato in appendice A.

Di seguito sono descritte le fasi operative eseguite per realizzare l'elaborazione dei dati e la costruzione dell'analisi ABC incrociata.

Il primo passaggio è caricare in QLIK VIEW i file contenenti i dati necessari per l'analisi e impostare i filtri secondo le ipotesi dette precedentemente.

I dati elaborati dal sistema informatico WSAI raccolgono giorno per giorno tutte le informazioni che riguardano la gestione a magazzino di ogni articolo come giacenza, consumo, movimenti e fasi di lavorazione.

Nell'analisi rientrano tutte le informazioni relative solo al periodo che noi decidiamo e quindi abbiamo inserito due variabili una relativa alla data di inizio analisi e una di fine analisi. Questi parametri sono utilizzati come limiti su cui impostare l'analisi. Tipicamente si utilizza un anno come periodo di analisi ma in questo modo posso variare il periodo temporale e confrontare i dati relativi ad intervalli di anni diversi per vedere l'evoluzione del sistema.

Prendo come riferimento un anno e in questo periodo vado a calcolare i parametri necessari per l'analisi.

Un passaggio molto importante è quello della verifica pratica dei valori trovati. Andiamo a controllare che le istruzioni inserite nel programma diano i risultati aspettati, in questo caso abbiamo fatto un controllo a campione per vedere se i filtri hanno eliminato i dati dall'analisi oppure se i dati eliminati potevano essere importanti per il programma. Questi confronti con la realtà pratica devono essere effettuati ogni qual volta terminiamo delle fasi del programma, per verificare che effettivamente le istruzioni inserite coincidano con le azioni che vogliamo sviluppare nell'analisi.

Una volta caricati tutti i movimenti a magazzino procediamo con il disporre nel programma i listini di ogni articolo, in questo modo è possibile valorizzare i consumi e le giacenze.

5.2.1 CALCOLO DEL VALORE DI IMPIEGO

Calcolo i consumi andando a sommare ogni movimento registrato a magazzino così da ottenere i consumi annuali di ogni articolo (Q_j).

$$Q_j = \sum_{i=1}^n q_{ij} \text{ [pezzi/anno]}$$

dove:

- q_j = quantità consumata ad ogni movimento dall'articolo j-esimo [pezzi]
- n = numero di movimenti totali nel periodo di analisi

Il secondo passaggio è di valorizzare i consumi moltiplicando il dato ottenuto per il prezzo unitario dell'articolo, in questo modo ottengo la variabile che esprime il *valore di impiego* di ogni articolo (VI_j).

$$VI_j = Q_j \cdot V_j \text{ [€ / anno]}$$

dove:

- Q_j : consumo annuale dell'articolo j-esimo [pezzi / anno]
- V_j : valore unitario dell'articolo j-esimo [€ / pezzo]

Esprimiamo i valori ottenuti come frequenza cumulata rispetto al valore di impiego. Il valore di riferimento è il valore di impiego totale ovvero la somma di tutti i valori di impiego degli articoli considerati nell'analisi.

$$VI = \sum_{j=1}^n VI_j \text{ [€/anno]}$$

dove:

- VI_j = Valore di impiego dell'articolo j-esimo [€ / anno]

Ordino in modo crescente gli articoli rispetto il valore d'impiego e ne calcolo il rapporto percentuale.

$$VI \% = \frac{VI_j}{VI} \%$$

Calcolo la frequenza cumulata sommando il rapporto percentuale dell'articolo j-esimo con il valore della frequenza cumulata relativa all'articolo (j-esimo)-1.

Individuo così il valore di impiego in forma percentuale cumulata e con questi valori vado a controllare i limiti delle classi dell'analisi determinando gli articoli di classe A fino all' 80%, gli articoli di classe B maggiori dell'80% fino al 95% e gli articoli di classe C maggiori del 95% fino al 100%.

Le elaborazioni che hanno portato a costruire l'analisi ABC per valore di impiego sono riportate in APPENDICE A nella Tabella A.1 e Figura A.1.

5.2.2. CALCOLO LE GIACENZE MEDIE VALORIZZATE

Una procedura analoga è stata seguita per calcolare le giacenze medie valorizzate. Il sistema gestionale WSAI raccoglie ogni giorno i dati relativi alle giacenze in magazzino per ogni articolo, registra tutti i movimenti di carico e scarico delle operazioni eseguite nella giornata.

Posso considerare diversi periodi temporali così da ottenere le giacenze medie giornaliere, settimanali, mensili e annuali.

Consideriamo il periodo dell'analisi ovvero un anno, per ottenere le *giacenze medie* (Gm_j) vado a sommare ogni giorno i valori della giacenza a magazzino dell'articolo j-esimo e poi divido per il periodo considerato.

$$Gm_j = \frac{\sum_{i=1}^n G_{ij}}{n} \text{ [pezzi/anno]}$$

Dove

- j = articolo j-esimo.
- n = periodo analisi totale.

Il valore di n corrisponde al periodo lavorativo, espresso in settimane, compreso nell'intervallo totale del periodo di analisi. Il criterio si basa nel contare il numero

di settimane per le quali il sistema ha rilevato le giacenze. In questo modo se il sistema non rileva alcun movimento significa che la produzione era ferma e quindi l'azienda era chiusa e non lo considero come periodo lavorativo.

Vado a valorizzare le giacenze medie moltiplicando il dato ottenuto per il prezzo unitario a listino dell'articolo, in questo modo ottengo la variabile che esprime le *giacenze medie valorizzate* di ogni articolo (GM_j).

$$GM_j = Gm_j \cdot V_j \text{ [€ / anno]}$$

dove:

- Gm_j : giacenza media annuale dell'articolo j-esimo [pezzi / anno]
- V_j : valore unitario dell'articolo j-esimo [€ / pezzo]

Analogamente a quanto detto in precedenza per i consumi valorizzati esprimiamo i valori ottenuti come frequenza cumulata. Il valore di riferimento è la somma delle giacenze medie valorizzate degli articoli.

$$GM = \sum_{j=1}^n GM_j \text{ [€/anno]}$$

dove:

- GM_j = giacenza media valorizzata dell'articolo j-esimo [€ / anno]

Ordino in modo crescente gli articoli rispetto il valore della giacenza media valorizzata e ne calcolo il rapporto percentuale.

$$GM \% = \frac{GM_j}{GM} \%$$

Calcolo la frequenza cumulata sommando il rapporto percentuale dell'articolo j-esimo con il valore della frequenza cumulata relativa all'articolo (j-esimo)-1.

Vado a suddividere in classi i valori trovati secondo i limiti definiti in precedenza per la variabile valore di impiego e costruisco la matrice ABC delle giacenze medie valorizzate.

Le elaborazioni che hanno portato a costruire l'analisi ABC per le giacenze medie valorizzate sono riportate in APPENDICE A nella Tabella A.2 e Figura A.2.

5.2.3 COSTRUZIONE ANALISI ABC INCROCIATA

Le due analisi semplici svolte in precedenza permettono di costruire l'analisi ABC incrociata. Intrecciando i dati attribuisco ad ogni articolo una classe per il valore di impiego ed una classe per la giacenza media valorizzata, come rappresentato in Figura 5.1. Dall'analisi ABC incrociata, Figura 5.2, ottengo nove classi per gli articoli: AA, AB, AC, BA, BB, BC, CA, CB, CC.

Classe valore di impiego	Classe giacenze medie valorizzate
A	A
A	B
A	C
B	A
B	B
B	C
C	A
C	B
C	C

Figura 5.1. *Classi ABC.*

	VALORE DI IMPIEGO		
GIACENZE MEDIE VALORIZZATE	AA	AB	AC
	BA	BB	BC
	CA	CB	CC

Figura 5.2. *Matrice ABC.*

Analizzando i valori raccolti dal sistema si è deciso di utilizzare una classe aggiuntiva indicata come classe D nella quale sono collocati i dati che sono potenzialmente forvianti per l'analisi poiché descrivono comportamenti anomali, è opportuno individuarli e considerarli a parte nello studio dell'analisi.

Appartengono a questa classe articoli che non rientrano nelle classi A, B, C, definite in precedenza e che hanno consumi e giacenze nulle. Sono articoli critici per l'azienda che richiedono un accertamento per appurare le cause che hanno portato a tale situazione.

Individuo in questo modo quattro classi A,B,C,D come rappresentato in Figura 5.3. La matrice risultante avrà 16 caselle che individuano la disposizione degli articoli, nella quale le righe della matrice rappresentano la giacenza media valorizzata, mentre le colonne il valore di impiego. Aggiungendo questa classe riesco a descrivere meglio la situazione del magazzino, quindi ottengo la matrice rappresentata di seguito in Figura 5.4.

Classe valore di impiego	Classe giacenze medie valorizzate
A	A
A	B
A	C
A	D
B	A
B	B
B	C
B	D
C	A
C	B
C	C
C	D
D	A
D	B
D	C
D	D

Figura 5.3. *Classi ABCD.*

	VALORE DI IMPIEGO			
	AA	AB	AC	AD
GIACENZE MEDIE VALORIZZATE	BA	BB	BC	BD
	CA	CB	CC	CD
	DA	DB	DC	DD

Figura 5.4. *Matrice ABCD.*

5.3 INDICI DI ROTAZIONE E DI COPERTURA

Due parametri interessanti che possono essere integrati nell'analisi ABC incrociata sono l'indice di rotazione e il suo inverso, l'indice di copertura. L'indice di rotazione è stato calcolato per ogni articolo j-esimo ma come vedremo in seguito con opportuni filtri è possibile attribuire questo indice per compiere altre valutazioni considerando lo stesso periodo temporali ma diverse variabili di studio ad esempio; per classi, in base al prodotto finito, per reparto, etc.

Utilizzando i dati calcolati per le due analisi ABC semplici ottengo:

$$IR = \frac{VI_j}{GM_j}$$

dove:

- VI_j = Valore di impiego dell'articolo j-esimo [€ / anno]
- GM_j = giacenza media valorizzata dell'articolo j-esimo [€ / anno]

L'indice di copertura rappresenta il periodo che mediamente un articolo rimane fermo in magazzino, è stato espresso in giorni ed è calcolato utilizzando il reciproco dell'indice di rotazione e moltiplicandolo per i giorni lavorativi nel periodo di analisi. Per individuare questa variabile abbiamo verificato tutti i movimenti, attribuiti in generale alla produzione rilevati nel sistema gestionale, se all'interno del periodo di analisi il sistema non ha rilevato nessun movimento allora significa che tale giorno la produzione era ferma e non conteggio il giorno come lavorativo. Eseguendo questo calcolo con QLIK VIEW ottengo il numero di giorni lavorativi.

$$IC = \frac{N \text{ giorni}}{IR} [\text{giorni}]$$

dove:

- $N \text{ giorni}$ = giorni lavorativi [giorni]
- IR = indice di rotazione

Abbiamo integrato questi valori nella matrice dell'analisi ABCD incrociata in modo da evidenziare la situazione dinamica del magazzino per ogni classe.

Qui di seguito, nella Tabella 5.2, sono riportati alcuni dati della tabella utilizzata per la costruzione dell'analisi ABCD incrociata.

Tabella 5.2. Valori costruzione analisi ABCD incrociata.

Articolo	Classe valore di impiego	Classe giacenze medie valorizzate	Valore di impiego	Giacenza media valorizzata	Indice di rotazione
articolo 1	A	A	€ 5.520,00	€ 1.480,00	3,73
articolo 2	A	A	€ 5.525,00	€ 1.249,70	4,42
articolo 3	A	A	€ 5.558,91	€ 990,50	5,61
articolo 4	A	A	€ 5.558,91	€ 1.024,40	5,43
...
articolo 6	A	B	€ 5.665,00	€ 416,00	13,62
articolo 7	A	B	€ 5.727,46	€ 722,80	7,92
articolo 8	A	B	€ 5.867,04	€ 353,30	16,61
articolo 9	A	B	€ 5.984,00	€ 496,90	12,04
...	...	...	...	...	9,74
articolo 11	B	A	€ 1.320,08	€ 2.270,50	0,58
articolo 12	B	A	€ 1.350,90	€ 1.206,90	1,12
articolo 13	B	A	€ 1.368,00	€ 1.101,60	1,24
articolo 14	B	A	€ 1.378,60	€ 810,90	1,70
...
articolo 16	B	B	€ 1.297,20	€ 331,90	3,91
articolo 17	B	B	€ 1.297,48	€ 451,80	2,87
articolo 18	B	B	€ 1.311,30	€ 308,50	4,25
articolo 19	B	B	€ 1.311,77	€ 574,60	2,28
...
articolo 21	B	C	€ 1.309,74	€ 104,60	12,52
articolo 22	B	C	€ 1.366,12	€ 146,60	9,32
articolo 23	B	C	€ 1.397,48	€ 186,40	7,50
articolo 24	B	C	€ 1.443,15	€ 172,50	8,37
...

...
articolo 27	C	A	€ 5,01	€ 2.898,70	0,00
articolo 28	C	A	€ 8,82	€ 966,60	0,01
articolo 29	C	A	€ 32,94	€ 1.739,40	0,02
articolo 30	C	A	€ 32,95	€ 1.424,70	0,02
...
articolo 32	C	B	€ 12,76	€ 410,20	0,03
articolo 33	C	B	€ 12,77	€ 204,90	0,06
articolo 34	C	B	€ 16,20	€ 353,80	0,05
articolo 35	C	B	€ 17,64	€ 205,80	0,09
...
articolo 37	C	C	€ 0,27	€ 1,10	0,24
articolo 38	C	C	€ 0,28	€ 24,20	0,01
articolo 39	C	C	€ 0,30	€ 8,70	0,03
articolo 40	C	C	€ 0,32	€ 2,50	0,13
...
articolo 42	D	A	-	€ 952,60	0,00
articolo 43	D	A	-	€ 992,80	0,00
articolo 44	D	A	-	€ 1.003,00	0,00
articolo 45	D	A	-	€ 1.020,00	0,00
...
articolo 47	D	B	-	€ 225,20	0,00
articolo 48	D	B	-	€ 226,30	0,00
articolo 49	D	B	-	€ 228,00	0,00
articolo 50	D	B	-	€ 231,60	0,00
...
articolo 52	D	C	-	€ 26,50	0,00
articolo 53	D	C	-	€ 26,60	0,00
articolo 54	D	C	-	€ 26,80	0,00
articolo 55	D	C	-	€ 27,10	0,00
...

5.4. SELEZIONI PER L'ANALISI

Abbiamo utilizzato dei filtri per suddividere gli articoli in modo da poter fare delle valutazioni più generali a seconda della variabile oggetto di studio. Ad esempio potrei voler analizzare tutti i parametri di un particolare prodotto finito oppure appartenenti allo stesso reparto; potrei controllare i parametri relativi ad un solo cliente; confrontare articoli con caratteristiche simili e con logiche di produzione correlate.

In questo modo è possibile inoltre trascurare articoli che appartengono a prodotti finiti che hanno andamento stagionale o altri casi ad esempio prodotti finiti che registrano poche quantità, che potrebbero alterare i risultati. Questi filtri sono stati introdotti con il fine di poter leggere nel modo più corretto possibile i risultati,

eliminando anomalie e i casi meno importanti. I dati ottenuti sono molto significativi e rappresentano un valido supporto per tutta l'area gestionale.

I^a suddivisione:

- ARICOLI IN DISTINTA
- ARTICOLI NON IN DISTINTA

Gli articoli *non in distinta* rappresentano:

- articoli obsoleti (sostituiti da nuovi codici); i codici vecchi non rimangono legati al codice nuovo anche se utilizzati per lo stesso prodotto finito, questo determina che i codici sostituiti non risultino più legati alla distinta base.
- articoli appartenenti a prodotti finiti di cui si è cessata la produzione.

II^a suddivisione:

- FAMIGLIA
- CATEGORIA DI MACCHINA
- REPARTO (LINEA DI PRODUZIONE)
- CLIENTE

Con *famiglia* intendiamo il nome del modello che identifica un prodotto finito. Il tipo di famiglia non identifica la variante specifica ma in generale la classificazione di cabina.

Con *categoria di macchina* si individua la tipologia del mezzo su cui andrà assemblata la cabina, possono esserci diverse classificazioni: agricolo, auto-gru, battipista, caricatori, gru, loader, mini-escavatori, midi-escavatori, mini-pala, midi-pala, miscelatore, pala, rullo, spazzatrice, telescopico e trivellatrice.

Con *reparto* intendiamo il codice che individua la linea di produzione dove si assemblano le cabine. Ogni prodotto finito è assemblato in una specifica linea di produzione perché devono essere presenti a bordo linea i materiali relativi a tale cabina. Possono essere prodotte nella stessa linea cabine simili, ad esempio nel reparto 4002 che identifica la linea 2 vengono assemblate le cabine di uno stesso cliente appartenenti alla stessa categoria, ad esempio mini-pala, ma a famiglie differenti.

Infine con *cliente* identifichiamo il filtro per selezionare tutte le cabine prodotte per uno specifico cliente.

E stata fatta un'ulteriore suddivisione degli articoli in modo da poter associare ad ogni articolo, appartenete ad una divisione sopraccitata, se questo è un componente dedicato o in comune a più di una tipologia. Questa suddivisione è utile se voglio controllare e confrontare i parametri attribuiti solamente a quegli articoli specifici per una determinata categoria.

III^a suddivisione:

- FAMIGLIA:
 - DEDICATO
 - COMUNE
- CATEGORIA DI MACCHINA:
 - DEDICATO
 - COMUNE
- REPARTO (LINEA DI PRODUZIONE):
 - DEDICATO
 - COMUNE
- CLIENTE:
 - DEDICATO
 - COMUNE

Tutte queste suddivisioni sono state costruite per poter confrontare i parametri raccolti e metterli in relazione con dati che hanno le stesse logiche. Questo strumento ha notevoli potenzialità, infatti, selezionando gli opportuni filtri posso evidenziare l'efficienza di un specifico reparto, verificare le prestazioni delle famiglie di prodotti, controllare per cliente i parametri caratteristici, analizzare per articoli dedicati o comuni come variano le prestazioni, etc.

I dati riportati nella Tabella 5.3 rappresentano il risultato dell'analisi ABCD incrociata. I valori si riferiscono ai soli articoli in distinta ovvero che sono legati mediante la distinta base ad un prodotto finito. Includiamo in questa selezione articoli che appartengono a cabine in produzione ma anche a cabine fuori produzione. Questi dati sono quelli che andremmo a considerare nelle fasi successive per fare delle analisi sulla gestione degli articoli.

Tabella 5.3. *Analisi ABCD incrociata ITALCAB.*

		VALORE DI IMPIEGO					Totale
		A	B	C	D		
GIACENZE MEDIE VALORIZZATE	A	articoli	383 10,3%	254 6,8%	75 2,0%	83 2,2%	795 21,4%
		giacenza media	54,6%	13,4%	4,7%	8,5%	81,3%
		consumi	76,6%	7,3%	0,4%	0,0%	84,3%
		indice di rotazione	5,80	2,26	0,35	0,00	4,29
		gg copertura	40,03	102,77	666,78	-	54,11
	B	articoli	40 1,1%	357 9,6%	450 12,1%	135 3,6%	982 26,5%
		giacenza media	0,8%	5,7%	5,9%	2,0%	14,4%
		consumi	2,7%	7,9%	2,4%	0,0%	12,9%
		indice di rotazione	13,00	5,71	1,65	0,00	3,71
		gg copertura	17,84	40,64	140,23	-	62,60
	C	articoli	0 0,0%	21 0,6%	1486 40,1%	408 11,0%	1915 51,6%
		giacenza media	0,0%	0,1%	3,4%	0,9%	4,4%
		consumi	0,0%	0,4%	2,4%	0,0%	2,8%
		indice di rotazione	-	12,98	2,94	0,00	2,61
		gg copertura	-	17,87	78,92	-	88,79
	D	articoli	0 0,0%	0 0,0%	17 0,5%	0 0,0%	17 0,5%
		giacenza media	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
		consumi	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
		indice di rotazione	-	-	-	-	-
		gg copertura	-	-	0,00	-	0,00
Totale	articoli	423 11,4%	632 17,0%	2028 54,7%	626 16,9%	3709 100,0%	
	giacenza media	55,4%	19,2%	14,0%	11,3%	100,0%	
	consumi	79,3%	15,6%	5,2%	0,0%	100,0%	
	indice di rotazione	5,91	3,35	1,52	0,00	4,13	
	gg copertura	39,29	69,32	152,16	-	56,16	

5.5 ANALISI APPROFONDATA

Analizzando i dati raccolti è possibile svolgere delle analisi più approfondite sugli articoli e le loro caratteristiche. Possiamo calcolare un parametro di confronto molto importante, il coefficiente di variazione, per diversi periodi temporali con frequenza giornaliera, settimanale, quindicinale e mensile. Le variabili considerate sono quelle descritte nel capitolo 4.2. per individuare gli indicatori di gestione.

Per ogni intervallo temporale andrò a calcolare:

- consumo medio;
- variazione standard;
- coefficiente di variazione.

Inserisco un ulteriore parametro nella tabella per indicare il periodo presenza articolo. Esprimo questo valore come il rapporto percentuale tra il periodo di utilizzo dell'articolo, individuato dalle date registrate dal sistema gestionale WSAI, e il periodo totale dell'analisi. Quando l'articolo è utilizzato in tutto l'intervallo dell'analisi il rapporto sarà pari al 100% mentre se il sistema registra un periodo di impiego dell'articolo che non copre tutto il l'intervallo il rapporto avrà un valore minore. Questo parametro è stato inserito per evidenziare i casi meno significativi e metterci in condizione, osservando tale indice, di rilevare le cause di valori inaspettati e alterati dalla limitata "storia" dell'articolo. Il risultato di questa analisi è raccolto nella Tabella A.3 contenuta in APPENDICE A. Questi dati sono utilizzati per valutare il dato più affidabile di consumo medio e variazione standard andando a prendere il valore associato ad un minor coefficiente di variazione rispetto ai diversi periodi temporali.

A titolo di esempio se consideriamo "articolo 1" otteniamo il valore del coefficiente di variazione più basso per l'intervallo temporali espresso come MESE. Questo significa che il consumo medio di 3087,31 pz/mese è il dato più stabile tra quelli analizzati. Con questo valore è possibile calcolare il livello di riordino utilizzato per la gestione degli approvvigionamenti con criterio "look back" che sarà trattato successivamente nel capitolo 6.

5.6 CONSIDERAZIONI SULLA GESTIONE DEGLI ARTICOLI

Richiamando quanto detto nel Capitolo 4.1.3 possiamo andare ad analizzare i dati raccolti nella Tabella 5.3. La potenzialità di questo strumento è quella di individuare le aree che richiedono un maggiore controllo sulla gestione sia dal punto di vista finanziario che della produzione. Possiamo osservare che la ripartizione degli articoli è principalmente lungo la diagonale e questo comportamento rispecchia le considerazioni teoriche fatte. Questi articoli hanno un impatto sul consumo coerente col valore di giacenza.

Il 10,3% degli articoli appartiene alla classe AA, che rappresenta l'insieme dei materiali da monitorare attentamente perché critici sotto diversi punti di vista: non devono assolutamente mancare per non compromettere sia il fatturato sia l'immagine dell'azienda ed, allo stesso tempo, riuscendo a ridurre la loro scorta si otterrebbero grandi vantaggi in termini di riduzione dei costi legati all'immobilizzo del capitale. Questi componenti vanno perciò gestiti in *just in time* o tramite MRP, ovvero tramite rifornimenti frequenti di piccole quantità. Si deve quindi verificare la possibilità con i rispettivi fornitori di limitare i lotti d'acquisto o di prevedere consegne frazionate degli stessi e diluite lungo un maggiore intervallo. L'obiettivo in questa classe è quella di ottenere un buon valore dell'indice di rotazione in modo da ridurre l'immobilizzo dei materiali. Questo è possibile riducendo la giacenza media agendo su due variabili: lotto di riordino (Q) e scorta di sicurezza (SS).

$$Giacenza\ media = \left(\frac{Q}{2}\right) + SS$$

Riducendo le giacenze ma mantenendo gli stessi consumi ottengo un abbassamento di classe delle giacenze spostandomi verso la classe CA che rappresenta le condizioni più favorevoli.

Gli articoli di classe AC risultano il 2% dei codici totali, presentano una classe di scorta superiore a quella dei consumi e quindi risultano gestiti peggio della media, infatti, hanno un indice di copertura medio molto elevato (più di 20 mesi). Questa classe presenta una situazione molto critica principalmente dovuta a due fattori: lotti di riordino troppo elevati, dovuti a vincoli del fornitore piuttosto che a scelte

aziendali interne; periodi di lead time del fornitore elevati che inducono a fare molte scorte in magazzino per essere pronti alle richieste del mercato. Per migliorare la gestione di questi articoli dovrebbero essere gestiti con MRP utilizzando ordini aperti. Quindi si deve procedere allo smaltimento delle giacenze accumulate e alla revisione delle politiche di approvvigionamento.

La classe *CC* è formata da più del 40% dei codici esistenti, mi aspetto di ritrovare in questa classe tutti gli articoli che rientrano nella gestione della minuteria viti, bulloni, dadi, fascette, clips, etc. Questa classe ha il maggior numero di articoli, tuttavia non è la più importante perché gli articoli appartenenti a questa categoria hanno bassi consumi e giacenze, a causa del basso prezzo unitario. Questa considerazione è fondamentale poiché la gestione di questa classe deve essere fatta seguendo il criterio “look back”. L’utilizzo di tecniche di MRP con emissione dell’ordine chiuso costituiscono un onere sia di tempo che di denaro non giustificato dal valore dell’articolo. Basti pensare che ad ogni emissione dell’ordine una persona deve scorrere articolo per articolo, controllare la proposta di riordino generata dall’MRP, verificare le quantità minime e i lotti di riordino concordate con il fornitore, emettere l’ordine chiuso al cliente. Questa procedura va fatta per ogni articolo con enorme dispendio di tempo che invece potrebbe essere dedicato ad altre operazione di maggior valore aggiunto per il prodotto finito. In questa classe conviene piuttosto alzare la scorta, contribuisce in piccola percentuale sulla giacenza totale in magazzino e gestire gli approvvigionamenti con punto di riordino.

Nessun materiale è presente nella classe *CA*, quindi non ci sono reali problemi di rottura di stock.

La presenza di articoli nella classe *AD* è molto critica perché individua componenti che nel periodo di analisi non hanno registrato alcun consumo e quindi gravano sui costi di immobilizzo del magazzino. Tutti gli articoli presenti in questa classe sono legati ad una distinta base, poiché abbiamo selezionato il filtro “articoli in distinta”, ma questo non significa che i prodotti finiti siano tuttora in produzione. Un articolo può essere legato ad una distinta base ma il prodotto finito è fuori produzione. Questo accade perché si vuole mantenere uno storico nel sistema in modo da rilevare questi fenomeni. Considerazioni analoghe si possono fare per le classi *BD* e *CD*.

Abbiamo analizzato i dati raccolti per la classe *AD* e impostato una tabella, come rappresentato in Tabella A.4, dove abbiamo messo in evidenza la famiglia di appartenenza dell'articolo, se è in produzione o fuori produzione, il cliente del prodotto finito e la giacenza attuale espressa a valore.

Eseguendo la verifica abbiamo riscontrato che ci sono tre possibili fattori che interessano questa classe. La prima causa è stata riscontrata osservando che la maggior parte degli articoli sono legati allo stesso cliente ("cliente 1") e alle stesse famiglie di prodotti finiti indicate con le sigle TLT, TLT7, TLG. Inoltre sono tutti componenti legati a cabine fuori produzione. Approfondendo lo studio abbiamo riscontrato che, in generale, la data dell'ultimo utilizzo di questi articoli risale al 2008. In questo periodo, infatti, il "cliente 1" ha cessato la produzione delle cabine improvvisamente e il materiale è rimasto invenduto appesantendo il magazzino di ITALCAB.

Una seconda causa si ripercuote nella presenza di articoli obsoleti ovvero componenti "vecchi" che sono stati sostituiti da "nuovi" articoli i quali non sono più utilizzati nella cabina ma che comunque sono legati alla distinta base di un prodotto finito e che hanno una giacenza a magazzino poiché non sono stati totalmente consumati nel cambio di codice. La terza ragione è più che altro una verifica in quanto, per com'è stata impostata l'analisi, nelle ipotesi iniziali non rientrano i consumi per pezzi di ricambio ma questi articoli hanno una giacenza e vengono registrati come con consumo nullo nel periodo di analisi ecco perché sono ripartiti in questa classe. Questi articoli influiscono in minima parte e possiamo ritrovarli nelle classi *AD*, *BD*, *CD*.

Una strategia da applicare sarebbe quella di riuscire a ridurre il numero di articoli presenti in queste classi cercando di eliminare i componenti che non si possono più utilizzare per altre cabine ad esempio vendendoli cercando di ridurre il capitale immobilizzato. D'altra parte si potrebbe pensare di riutilizzare i materiali in altre cabine se i componenti sono compatibili oppure se lo possono essere applicando piccole modifiche. Infine la gestione del cambio degli articoli dovuti alla sostituzione per modifiche tecniche dovrebbe essere controllata in modo accurato evitando di ritrovarsi in magazzino materiali obsoleti ma cercando, prima di introdurre il nuovo articolo, di consumare il materiale in magazzino.

6 RIDEFINIZIONE DELLE SCORTE DI SICUREZZA

Nei capitoli precedenti si è discusso il problema della gestione degli approvvigionamenti degli articoli, ora analizziamo questi dati con l'obiettivo di migliorare la loro gestione cercando di ridurre le giacenze medie a magazzino e controllare se i parametri utilizzati sono corretti. Si è deciso di concentrarci principalmente sulla determinazione delle scorte di sicurezza andando a controllare se le scorte attuali, immesse nel sistema gestionale WSAI, corrispondono ad un valore compatibile a quello calcolato con un criterio teorico-statistico basato sulla raccolta ed elaborazione dei dati storici.

Un secondo punto che è stato approfondito è determinare, per gli articoli appartenenti alle classi evidenziate dall'analisi ABC incrociata, una gestione basata sul criterio "look back" con la possibilità di implementare il metodo massimo-minimo con livello di riordino.

6.1 CRITERIO "LOOK BACK"

Richiamando le analisi fatte nel capitolo 5.6 andiamo a definire un possibile metodo per gestire gli articoli delle classi a basso valore di impiego.

Il metodo che si è deciso di adottare è quello del "Massimo-Minimo" con livello di riordino basato sulla scorta fisica, un sistema questo che permette di avere un metodo d'emissione degli ordini semplice e poco costoso.

Le tecniche di gestione dei materiali che adottano il criterio del livello di riordino si basano su una previsione dei fabbisogni futuri fondata sulla conoscenza dei consumi effettivamente verificatisi nel passato.

Condizione necessaria per poter utilizzare questa tecnica è una sorveglianza costante del livello delle scorte a magazzino.

L'osservazione e valutazione dei dati storici è un dato fondamentale utilizzato per la definizione dei parametri:

- q lotto di riordino
- PR punto di riordino
- SS scorta di sicurezza

Il punto di riordino svolge la funzione di segnalatore, quando la scorta disponibile a magazzino diventa più piccola di questo riferimento, a causa di un consumo dell'articolo, viene emesso un nuovo ordine. Il periodo di riordino, cioè il tempo che passa tra due ordini consecutivi, è variabile.

$$PR = Cm \cdot LT + SS \quad [pz]$$

dove:

- Cm = consumo medio articolo [pz/periodo]
- LT = lead time del fornitore [periodo]
- SS = scorta sicurezza [pz]

La Figura 6.1 riporta la variabile quantità (Q) e il tempo (t) rappresenta il funzionamento del criterio a punto di riordino e chiarisce il significato dei parametri. Dobbiamo ricordare che il Cm e LT deve essere espresso nella stessa variabile temporale. Se ho parametri diversi devo ricondurmi alla stessa situazione determinando un riferimento temporale, ad esempio la settimana, e riferire ad essa tutte le variabili come multipli della settimana.

Osserviamo attentamente il ruolo della scorta di sicurezza su cui ci concentreremo nel proseguo del capitolo. L'istante di arrivo del lotto q la giacenza è pari alla scorta di sicurezza. Questo fatto è un approccio teorico perché nella realtà dobbiamo considerare gli elementi di variabilità sia del consumo e quindi della domanda del mercato che del lead time del fornitore. Questi fattori sono indice della funzione svolta dalla scorta di sicurezza, se questi eventi (Cm e LT) non coincidono con quelli ipotizzati la scorta viene intaccata per sopperire alla variazione dei parametri.

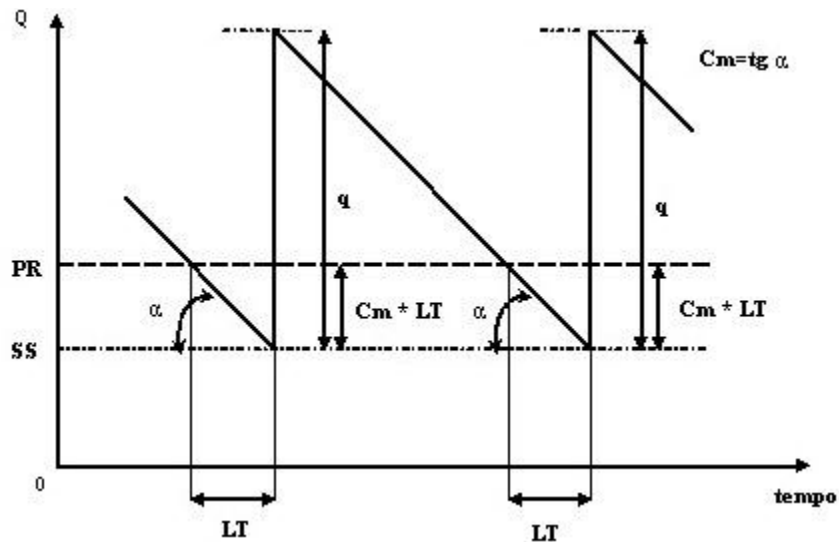


Figura 6.1. Grafico della giacenza con specificazione delle variabili del PR.

Fonte: adattamento da A. De Toni, R. Panizzolo.

La formula del punto di riordino ci dice che determinare la scorta di sicurezza significa fissare il livello di riordino, con ciò concludiamo che i parametri importanti su cui possiamo agire sono il lotto di riordino e la scorta di sicurezza.

6.2 LOTTO DI RIORDINO

Il lotto di riordino viene dimensionato cercando di individuare un bilanciamento tra i costi di natura finanziaria, ovvero contenere l'investimento in scorte, e di natura operativa cercando di non avere un'eccessivo consumo di risorse.

Un elevato consumo di risorse mi porta ad avere un'elevata frequenza di ordini e quindi piccoli lotti.

Dimensionare i parametri del lotto di riordino significa determinare per ogni articolo il valore del lotto economico e livello di riordino ottimale.

La determinazione analitica del lotto economico cerca di minimizzare i costi derivanti da:

- Quantità mediamente a magazzino: $(\frac{q}{2} + SS)$
- Costo investimento medio: $(\frac{q}{2} + SS) \cdot v$
- Costo finanziario: $C_i = (\frac{q}{2} + ss) \cdot v \cdot i$
- Costo emissione ordine: $C_e = (k \cdot \frac{s}{q})$

dove:

- q = lotto di riordino [pz]
- SS = scorta di sicurezza [pz]
- v = costo unitario di acquisto [€/unità]
- i = costo medio del capitale annuale (4% -7%)
- k = costo unitario di emissione ordini [€/ordine]
- $\frac{s}{q} = N$ numero ordini in un anno [ordini/anno]

s = domanda annua [pz/anno]

$$\text{costo annuo totale } C_T = C_i + C_e \quad [€ / \text{anno}]$$

$$C_T = \left(\frac{q}{2} + ss \right) \cdot v \cdot i + \left(k \cdot \frac{s}{q} \right)$$

Il valore del lotto economico si calcola derivando rispetto a q ed uguagliando a zero per trovare il punto minimo. L'espressione grafica dell'andamento dei costi e il valore del lotto economico \bar{q} è rappresentata in Figura 6.2.

Attraverso questo calcolo si perviene alla formula del lotto economico:

$$\bar{q} = \sqrt{\frac{2 \cdot s \cdot k}{v \cdot i}} \quad [pz]$$

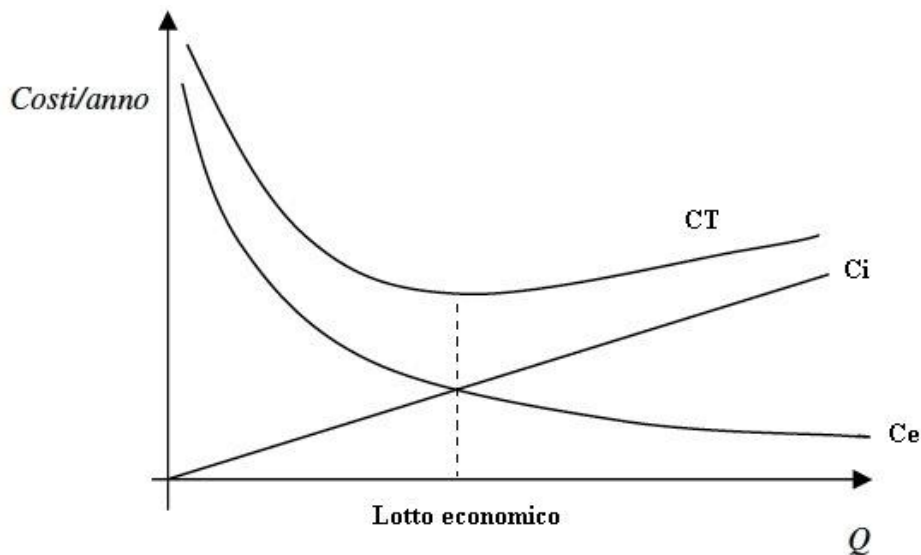


Figura 6.2. Lotto economico e andamento dei costi.

Inizialmente nel definire questo parametro si era portati ad indirizzare l'attenzione verso una logica analitica del calcolo del lotto economico, in realtà ci si è resi presto conto dei vincoli dettati dal lotto imposto dal fornitore e dai tempi di approvvigionamento dello stesso.

Questa condizione pone dei limiti nella valutazione della gestione ottimale perché il fornitore ha delle logiche differenti rispetto a chi acquista il materiale. Il vincolo di dover acquistare lotti minimi di una certa quantità e lotti multipli di essi, ha il duplice effetto di aumentare le giacenze a magazzino e approvvigionarsi secondo le disposizioni del fornitore invece che seguire le logiche gestionali interne.

Per dimensionare il lotto di riordino q , si è deciso di utilizzare le informazioni inserite nel sistema gestionale WSAI che derivano da quantità stipulate in fase contrattuale con il fornitore.

Altre informazioni sono date dal vincolo di applicabilità del criterio a livello di riordino, infatti, devo verificare che la quantità di cui vado ad approvvigionarmi soddisfi la condizione:

$$q \geq (Cm \cdot LT)$$

dove:

- LT = lead time previsto del fornitore [periodo]
- Cm = consumo medio [pz/periodo]

6.3 SCORTA DI SICUREZZA

La scorta di sicurezza è dimensionata cercando di bilanciare i costi di natura finanziaria e l'obiettivo di avere un soddisfacente livello di servizio.

Il dimensionamento si basa su considerazioni di tipo statistico applicate ai dati storici raccolti nel passato. L'aleatorietà della domanda e del tempo di consegna porta alla necessità di impiegare delle scorte di sicurezza per ottenere un livello di servizio $F(Z)$ accettabile. Con livello di servizio intendiamo un valore espresso in percentuale che indica la probabilità di riuscire ad evadere l'ordine senza ritardi e modifiche nella qualità e quantità concordate. È immediato che il livello di scorte da tenere a magazzino dipende proprio da tale valore.

Ad esempio imponendo, ad un articolo, un livello di servizio pari a 90% ci aspettiamo che in un caso su dieci ci si troverà senza scorte a magazzino di tale articolo e quindi non riuscirò ad evadere l'ordine per la data di consegna stimata. Per stabilire quale sia l'entità conveniente della scorta di sicurezza, corrispondente ad un livello di servizio prefissato, occorre conoscere la variabilità del consumo e del LT nel periodo di approvvigionamento, cioè la loro distribuzione di frequenza. Ricorrendo agli strumenti della statistica, in condizioni di incertezza della domanda e del LT di approvvigionamento, è possibile considerare le variabili aleatorie caratterizzate da una distribuzione normale di valori x_i in N periodi.

Assumendo la distribuzione della variabile x_i secondo una curva gaussiana possiamo calcolare la media μ e la deviazione standard σ :

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{N}}$$

Ogni variabile causale gaussiana x_i con parametri μ e σ può essere normalizzata attuando un cambio di variabile. Vedremo di seguito come avviene la trasformazione utilizzando la variabile standardizzata Z .

È possibile approssimare la distribuzione della variabile con una curva di Gauss, rappresentata in Figura 6.3, che identifica la distribuzione normale.

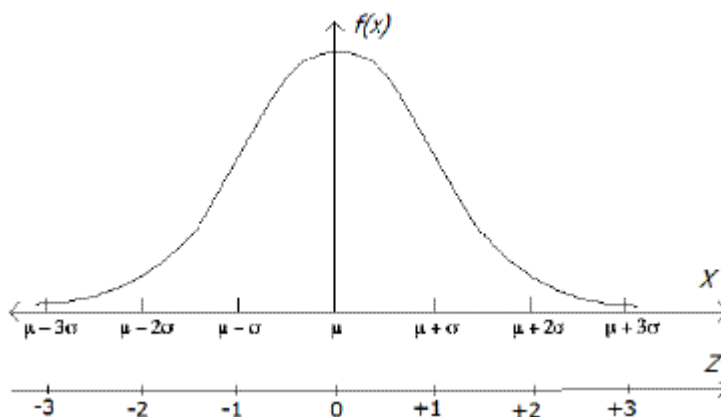


Figura 6.3. *Curva di Gauss.*

Il livello di servizio è indicato come:

$$F(Z) = \mu + k \cdot \sigma$$

e la scorta di sicurezza:

$$SS = k \cdot \sigma \quad \text{ovvero} \quad SS = Z \cdot \sigma$$

dove k è un fattore cautelativo detto fattore di sicurezza.

È possibile calcolare k standardizzando la distribuzione con i parametri x , μ e σ , riconducendosi cioè ad una distribuzione normale con coordinata Z , ponendo:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Otengo in questo modo una distribuzione standardizzata con variabile gaussiana Z che presenta media $\mu = 0$ e deviazione standard $\sigma = 1$ (Figura 6.3).

Con queste assunzioni la funzione di densità della variabile x indicata con $f(x)$ si ottiene da quella della variabile normalizzata Z dividendo per la deviazione standard:

$$f(x) = \frac{f(Z)}{\sigma}$$

Dalla quale si ottiene che la funzione di ripartizione della variabile x coincide con quella della variabile normalizzata Z .

$$F(x) = F(Z)$$

In questo modo basta ricavare il valore del livello di servizio $F(Z)$, dal quale si ottiene Z ovvero il fattore di sicurezza che corrisponde alla probabilità desiderata.

Il livello di servizio è calcolato come indicato nella seguente formula:

$$F(Z) = \int_{-\infty}^Z f(z)dz$$

Il valore di tale integrale è stabilito da tabelle raccolte in letteratura, riportate nella Tabella B.1 in APPENDICE B.

Riassumendo, le operazioni da eseguire nella pratica sono le seguenti; si definisce il livello di servizio desiderato con il quale è possibile calcolare il coefficiente k che corrisponde alla variabile standardizzata Z desunta dalle tabelle disponibili in letteratura.

Analizzando la distribuzione rappresentata Figura 6.3 osserviamo che qualora a magazzino fosse sempre presente una quantità pari a μ , si avrebbe una probabilità del 50% di incorrere in rotture di stock, poiché tale valore corrisponde all'area sottesa dalla curva per $x \leq \mu$.

Altri valori sono evidenziati nella Tabella 6.1 qui di seguito.

Tabella 6.1. *Tabella di distribuzione di variabile normalizzata.*

x	z variabile normalizzata	F(z) Probabilità di valori < z
μ	0	0,5000
$\mu+\sigma$	1	0,8413
$\mu+2\sigma$	2	0,9772
$\mu+3\sigma$	3	0,9987

In questo modo è possibile esprimere la quantità della scorta di sicurezza come la moltiplicazione tra il coefficiente Z , che tiene conto del livello di servizio, e lo scarto quadratico medio della variabile oggetto di studio. Questa entità assicura la

completa protezione dal rischio di rottura di stock in corrispondenza di un certo livello di servizio fissato.

$$SS = Z \cdot 6$$

Notiamo che il valore del livello di servizio incide direttamente sul valore della scorta e quindi sulle politiche di servizio aziendali che si vogliono intraprendere. La determinazione del coefficiente si basa su una pluralità di considerazioni non solo legate alla produzione ma anche di natura economica e finanziaria, senza tralasciare le valutazioni che derivano dall'esperienza pratica dei responsabili.

La scorta di sicurezza è definita da due componenti una riguardante la scorta sui consumi SS_C in grado di fronteggiare l'incertezza della domanda e la componente legata alla variabilità del lead time del fornitore SS_{LT} .

Analizziamo di seguito come deve essere eseguito il calcolo della scorta di sicurezza con il fine di verificare il valore da inserire nel sistema gestionale WSAI.

6.3.1 SCORTA SICUREZZA SUI CONSUMI

La componente della scorta di sicurezza relativa alla variazione del consumo tiene conto della possibilità che durante il periodo di approvvigionamento il consumo risulti minore o maggiore rispetto a quello calcolato per via statistica analizzando i dati del passato. L'andamento del consumo medio è rappresentato in Figura 6.4, dove sono evidenziati i casi della variabilità del consumo. Se la domanda dell'articolo e quindi il suo consumo sono minori non incorro in rotture di stock ma avviene un fenomeno detto over-stock che mi porta ad avere maggiori giacenze di quelle previste in magazzino aumentando i costi finanziari. Se invece il consumo è maggiore posso avere conseguenze molto gravi se non ho dimensionato correttamente la scorta di sicurezza che mio portano ad avere rotture di stock ovvero insufficienza delle scorte.

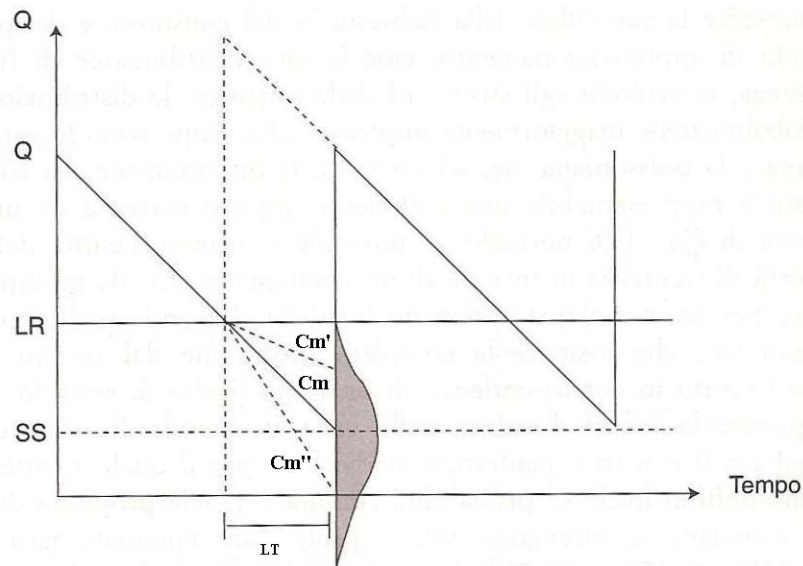


Figura 6.4. Variabilità dei consumi.

Fonte: Adattamento da A. Grando, 1995.

Mediante l'analisi dei dati raccolti nel passato, ad esempio prendendo come riferimento temporale l'intervallo di un anno, calcolo il consumo medio C_m e la deviazione standard σ_c .

La deviazione standard è un indice di dispersione o meglio di variazione dei dati rispetto ad un valore di riferimento che è il valore medio del campione considerato. La deviazione standard ha pertanto la stessa unità di misura dei valori osservati.

La formulazione della scorta di sicurezza sui consumi è la seguente:

$$SS_c = z \cdot \sigma_c \cdot \sqrt{LT}$$

$$[pezzi] = [adimensionale] \cdot \left[\frac{pezzi}{periodo} \right] \cdot [periodo]$$

dove:

- z : variabile standardizzata che rappresenta il livello di servizio, questo parametro rappresenta un valore di probabilità cumulata pari al livello di servizio atteso, ovvero alla probabilità desiderata di non avere rotture di stock durante il lead time di approvvigionamento. È possibile ricavare il valore dalla tabella che rappresenta la distribuzione della variabile normale standardizzata.

- $(LT)^\alpha$: il lead time di approvvigionamento viene elevato ad una potenza che assume valori tra 0,5 e 1. Il primo valore, utilizzato nella maggior parte dei casi, rappresenta il caso di indipendenza statistica dei consumi durante il periodo di approvvigionamento, mentre il valore estremo di 1 si utilizza quando vi è dipendenza statistica dei consumi.

Dobbiamo fare attenzione che il periodo nel quale valutiamo il consumo medio (giorni, settimane, mesi) e quindi la variazione standard, deve essere lo stesso con cui esprimiamo il LT. Le unità di misura devono essere congruenti se i consumi sono espressi in [pezzi/settimana] il LT dovrà essere espresso in [settimane].

6.3.2 SCORTA SICUREZZA SUL TEMPO

La componente della scorta di sicurezza sul tempo considera l'incertezza sul tempo di approvvigionamento del fornitore. Come mostrato in Figura 6.5 pur avendo un consumo costante ci possono essere ritardi o anticipi del fornitore rispetto il periodo previsto. Il caso più grave è di un ritardo rispetto alla data definita che può comportare rottura di stock mentre il caso di anticipo provoca over-stock e aumento delle giacenze a magazzino.

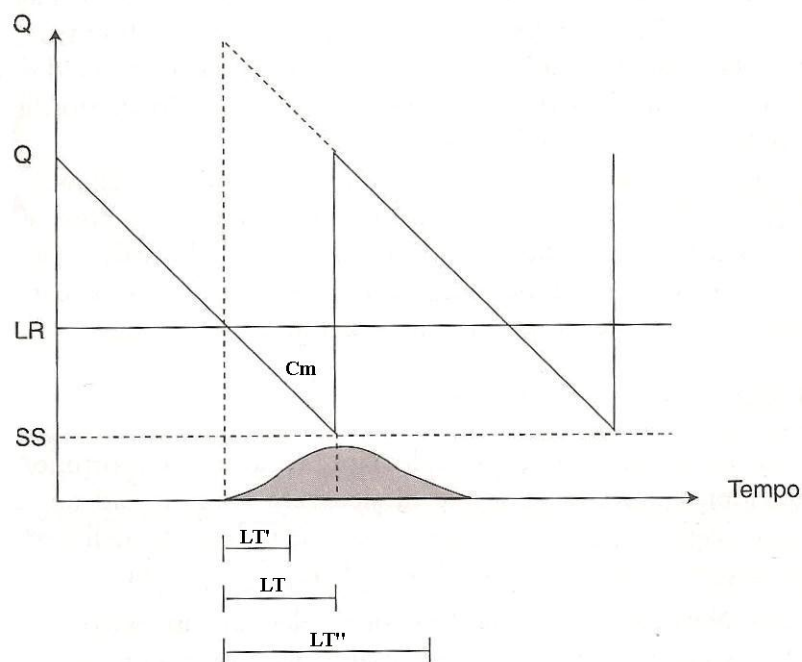


Figura 6.5. Variabilità del tempo di approvvigionamento.

Fonte: Adattamento da A. Grando, 1995.

In analogia a quanto detto per la scorta di sicurezza sui consumi devo valutare il valore del Lead Time medio per ogni articolo e la deviazione standard σ_{LT} .

Nella valutazione dei dati ho notato che il problema può essere interpretato in due differenti aspetti rappresentati, in modo schematico, nella Figura 6.6:

- 1) Calcolo il LT complessivo del fornitore medio considerando:

$$\text{data ricevimento effettivo ordine} - \text{data emissione ordine}$$

La differenza tra data di arrivo ordine e data emissione non coincide sempre al LT fornitore definito in anagrafica perché dipende da quando è stato emesso l'ordine. Può succedere che si emetta un ordine per una data futura maggiore del LT fornitore o che si sia concordato con il fornitore una data diversa dal LT solo per alcuni casi particolari.

- 2) Calcolo il ritardo del fornitore rispetto alla data arrivo ordine concordata con lo stesso:

$$\text{data ricevimento effettivo ordine} - \text{data arrivo ordine concordata}$$

In questo modo considero solamente il ritardo dovuto al fornitore non a logiche interne.

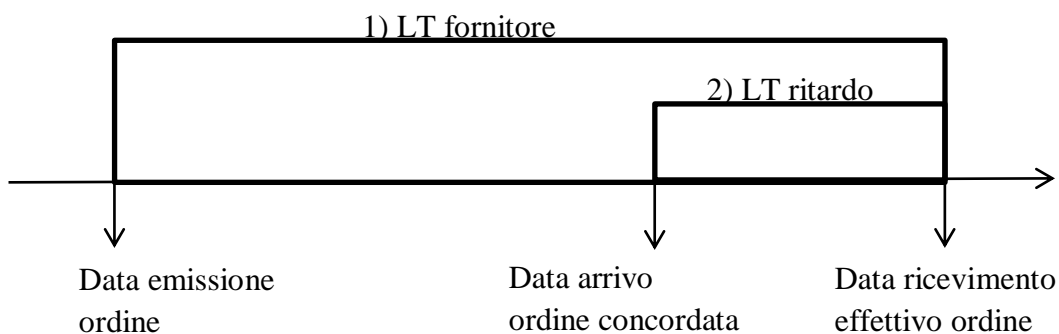


Figura 6.6. Valutazione del LT degli approvvigionamenti.

Utilizziamo la seconda ipotesi così da valutare solamente l'effetto del fornitore senza interagire con altre variabile che alterano i valori di cui andremo a calcolare il valore medio lead time medio e la deviazione standard σ_{LT} .

La formulazione della scorta di sicurezza sul tempo è la seguente:

$$SS_{LT} = z \cdot \sigma_{LT} \cdot C_m$$

$$[pezzi] = [adimensionale] \cdot [periodo] \cdot \left[\frac{pezzi}{periodo} \right]$$

Dobbiamo fare attenzione nel ricordare che il consumo medio deve essere espresso con lo stesso al periodo con cui riferiamo il lead time di acquisto.

6.3.3 SCORTA DI SICUREZZA TOTALE

La scorta di sicurezza totale si ottiene come somma delle componenti analizzate precedentemente:

$$SS_{TOT} = SS_C + SS_{LT}$$

Ipotizzando la distribuzione della variabile normale standardizzata è possibile rappresentare la deviazione standard di una serie di eventi indipendenti tra loro come la radice quadrata della somma delle variazioni al quadrato. Considerando la variazione legata ai consumi e al lead time di acquisto posso esprimere la relazione come:

$$\sigma_{TOT} = \sqrt{\sigma_C^2 + \sigma_{LT}^2}$$

dove:

- σ_C^2 e σ_{LT}^2 sono indipendenti dal periodo considerato ed esprimono in generale la distribuzione dei valori rispetto al valore atteso.

Quindi esprimendo la formula in generale ottengo:

$$\sigma_C^2 = \sigma_c^2 \cdot LT$$

$$\sigma_{LT}^2 = \sigma_{LT}^2 \cdot C_m^2$$

$$SS_{TOT} = z \cdot \sqrt{\sigma_c^2 \cdot LT + \sigma_{LT}^2 \cdot C_m^2}$$

7 CALCOLO DELLE SCORTE DI SICUREZZA ITALCAB S.P.A.

Richiamando quanto detto nel capitolo precedente, andiamo a calcolare il valore della scorta di sicurezza per ogni articolo secondo la tipologia di gestione dell'approvvigionamento. Sono stati raccolti i dati del magazzino, analizzato l'attuale gestione in ITALCAB e infine sono stati confrontati i dati calcolati, mediante il procedimento esposto, con quelli presenti nel sistema WSAI.

Nel caso in cui l'approvvigionamento dei materiali avvenga con un ordine aperto oppure con un ordine chiuso, è opportuno andare a fare delle valutazioni diverse nel calcolo delle scorte di sicurezza.

7.1 CALCOLO DELLA SCORTA DI SICUREZZA IN BASE AL TIPO DI APPROVVIGIONAMENTO.

Un ordine quadro o ordine aperto rappresenta un impegno con il fornitore, conseguente ad un accordo contrattuale, a fornire certi materiali alle condizioni trattate ogniqualvolta ITALCAB, con la periodicità concordata, invierà un ordine per un'effettiva fornitura.

Sono definite le condizioni di pagamento, le condizioni di resa, le modalità e i tempi di consegna. Una volta definiti tali accordi non sarà più necessario rivederli, a meno di eventi che modificano le condizioni operative.

Gli ordini aperti sono uno strumento molto importante che porta a molteplici vantaggi sia al cliente che al fornitore. Il cliente ha modo di aggiornare le proprie richieste in base alle reali esigenze di materiale nel breve termine rispetto ad un piano fatto a medio-lungo termine. A livello economico è più conveniente poiché non avviene l'emissione di un ordine ad ogni consegna, si utilizza un piano di consegna che viene sempre aggiornato ed inviato al fornitore, come se fosse un unico ordine. Il fornitore riesce a programmare meglio la capacità produttiva perché è a conoscenza del piano di consegna del cliente, aggiornato settimanalmente.

Con questo metodo è migliore sia l'affidabilità del periodo di consegna che la capacità di soddisfare le esigenze quantitative e le relative variazioni.

Un ordine chiuso rappresenta un contratto fatto ogni volta che si genera un ordine con il fornitore. Sono indicati il codice dell'articolo, la descrizione, il periodo di consegna e la quantità richiesta. Utilizzando gli ordini chiusi non posso fare aggiornamenti sul materiale ordinato. Una volta spedita la richiesta, se devo ricorrere a modifiche sul materiale ordinato devo generare un nuovo ordine. Questo implica un costo aggiuntivo dato dal costo effettivo di emissione dell'ordine. Inoltre con questo metodo spesso le consegne non sono puntuali determinando dei problemi in produzione.

Sulla base di queste considerazioni abbiamo effettuato un calcolo differente della scorta di sicurezza, a seconda della tipologia di approvvigionamento di ogni articolo, ritenendo opportuno trascurare la componente relativa alla scorta di sicurezza sui consumi nel caso di ordini aperti.

E' evidente che alla presenza di un ordine aperto, che definisce i tempi di consegna magari con inserite nel contratto delle penali se il fornitore ritarda, esso farà il possibile per arrivare in tempo nella consegna con le quantità indicate e quindi la variabilità del lead time è minore e possiamo addirittura trascurarla.

- *Ordine aperto:*

$$SS_{TOT} = SS_C = z \cdot \sigma_c \cdot \sqrt{LT}$$

Questo non avviene nel caso di ordini chiusi, dove ci aspettiamo una variabilità del LT è maggiore, a causa delle logiche di approvvigionamento relative al metodo utilizzato, che non prevedono un piano di consegna visibile al fornitore.

- *Ordine chiuso:*

$$SS_{TOT} = SS_C + SS_{LT}$$
$$SS_{TOT} = z \cdot \sqrt{\sigma_c^2 \cdot LT + \sigma_{LT}^2 \cdot C_m^2}$$

Nei casi in cui il materiale è gestito con criterio “look back” a punto di riordino è possibile calcolare il valore del livello di riordino come:

- *Punto di riordino:*

$$PR = Cm \cdot LT + SS_{TOT}$$

$$PR = Cm \cdot LT + z \cdot \sqrt{\sigma_c^2 \cdot LT + \sigma_{LT}^2 \cdot C_m^2}$$

7.2 SVILUPPO DEL PROGRAMMA PER LE SCORTE

Per svolgere tale analisi è stato utilizzato il software di analisi QLIK VIEW, usufruendo di un programma già esistente in azienda, cui sono state apportate alcune modifiche per renderlo operativo secondo le richieste dello studio.

Le fasi eseguite dal programma *AnalisiScorte* sono:

- 1- Raccolta dei dati del magazzino, rilevati del sistema gestionale WSAI, relativi ai consumi settimanali e al tempo di approvvigionamento per ogni articolo e per ogni fornitore.
- 2- Periodo dell'analisi variabile secondo le esigenze di studio. Nell'analisi descritta qui di seguito sono stati utilizzati 24 mesi dalla data in cui viene elaborato il programma, quindi 98 settimane.
- 3- Calcoli statistici: media dei consumi settimanali e relativa deviazione standard; media del ritardo fornitore e relativa deviazione standard.
- 4- Calcolo la scorta di sicurezza sui consumi e la scorta di sicurezza sul tempo per ogni articolo e per diversi valori del livello di servizio e quindi della variabile standardizzata z .

LS	z
80%	0,8416
85%	1,0364
90%	1,2816
95%	1,6449

$$SS_c = z \cdot \sigma_c \cdot \sqrt{LT}$$

$$SS_{LT} = z \cdot \sigma_{LT} \cdot C_m$$

5- Calcolo della scorta di sicurezza totale nelle differenti tipologie di approvvigionamento:

Ordini aperti: $SS_{TOT} = z \cdot \sigma_c \cdot \sqrt{LT}$

Ordini chiusi: $SS_{TOT} = z \cdot \sqrt{\sigma_c^2 \cdot LT + \sigma_{LT}^2 \cdot C_m^2}$

Punto di riordino: $PR = C_m \cdot LT + SS_{TOT}$

6- Confronto i valori calcolati con quelli presenti nel sistema.

7.3 ANALISI DEI DATI OTTENUTI DAL PROGRAMMA

L'analisi, cui si fa riferimento nel capitolo precedente, è stata compiuta per ogni articolo a magazzino confrontando i valori con l'attuale gestione degli approvvigionamenti. Il programma presenta una tabella di selezione, dove è possibile scegliere il fornitore, il tipo di gestione, il codice articolo e la descrizione dell'articolo. Il sistema elabora e dati e propone un calcolo della scorta di sicurezza per i quattro livelli di servizio impostati.

La scorta di sicurezza è calcolata automaticamente in base al tipo di gestione utilizzata per gli approvvigionamenti.

Qui di seguito sono proposte, a titolo di esempio, delle tabelle che raccolgono i calcoli svolti nell'analisi delle scorte, in modo da mettere in evidenza la complessità del problema e le variabili interessate.

I dati che si ricavano, per l'analisi statistica, degli articoli con gestione ORDINE APERTO sono rappresentati come in Tabella 7.1. Come si nota i termini che si riferiscono al lead time del fornitore sono nulli perché per questa tipologia di ordine non rientrano nell'analisi. I successivi calcoli della scorta di sicurezza portano a definire la Tabella 7.2, nella quale il valore ricavato con le formule teoriche è confrontato con il parametro presente nel sistema gestionale WSAI. In modo analogo è possibile rappresentare i dati ricavati dall'analisi statistica nel caso di articoli gestiti a ORDINE CHIUSO nella Tabella 7.3 e il valore conseguente al calcolo della scorta di sicurezza nella Tabella 7.4.

Analizzando infine i dati riguardanti gli articoli attualmente gestiti a PUNTO DI RIORDINO, possiamo calcolare il livello di riordino proposto dal programma seguendo le considerazioni discusse in precedenza. I risultati dell'analisi statistica sono raccolti nella Tabella 7.5. Il valore proposto del punto di riordino, calcolato ricavando il valore della scorta di sicurezza e poi sommandolo al consumo medio moltiplicato per il lead time fornitore $PR = Cm \cdot LT + SS_{TOT}$ è rappresentato nella Tabella 7.6.

Tabella 7.1. *Calcoli statistiche consumi e consegne ORDINE APERTO.*

Articolo	Tipo Ordine	um	Consumo medio settimanale	Dev.Std. settimanale	n dati consumo non nulli	LT anagrafica [Sett.]	Ritardo medio [sett.]	Dev.std. ritardo [sett.]	LT consuntivo medio [sett.]	Dev.std. LT cons. [sett.]	n dati LT
Articolo 1	OrdAperto	PZ	7,9	11,3	43	10	-	-	-	-	-

Tabella 7.2. *Calcolo scorte ORDINE APERTO.*

Articolo	Tipo Gestione	Livello di Servizio	um	Scorta Attuale in WSAI	Scorta Proposta	Valore Scorta proposta	n Sett.c/consumi su Sett.Totali	Scorta per var.consumi
Articolo 1	OrdAperto	0,8	PZ	60	30	€ 239	43 / 98	30
		0,85	PZ	60	37	€ 294	43 / 98	37
		0,9	PZ	60	46	€ 363	43 / 98	46
		0,95	PZ	60	59	€ 466	43 / 98	59

Tabella 7.3. Calcoli statistiche consumi e consegne ORDINE CHIUSO.

articolo	Tipo Ordine	um	Consumo medio settimanale	Dev.Std. settimanale	n dati consumo non nulli	LT anagrafica [Sett.]	Ritardo medio [sett.]	Dev.std. ritardo [sett.]	LT consuntivo medio [sett.]	Dev.std. LT cons. [sett.]	n dati LT
articolo 1	OrdChiuso	PZ	2,1	2,6	49	7	13,4	14,5	24,6	14,3	5

Tabella 7.4. Calcolo scorte ORDINE CHIUSO.

Articolo	Tipo Gestione	Livello di Servizio	um	Scorta Attuale in WSAI	Scorta Proposta	Valore Scorta proposta	n Sett.c/consu su Sett.Totali	Scorta per var.consumi	Scorta per var.LT
Articolo 1	OrdChiuso	0,8	PZ	10	26	€ 100	49 / 98	6	25
		0,85	PZ	10	32	€ 124	49 / 98	7	31
		0,9	PZ	10	39	€ 153	49 / 98	9	38
		0,95	PZ	10	50	€ 196	49 / 98	11	49

Tabella 7.5. Calcoli statistici consumi e consegne PUNTO DI RIORDINO.

Articolo	Tipo Ordine	um	Consumo medio settimanale	Dev.Std. settimanale	n dati consumo non nulli	LT anagrafica [Sett.]	Ritardo medio [sett.]	Dev.std. ritardo [sett.]	LT consuntivo medio [sett.]	Dev.std. LT cons. [sett.]	n dati LT
Articolo 1	PuntoRiordino	PZ	113,3	317,4	20	4	0,5	0,6	2,3	0,5	4

Tabella 7.6. Calcolo scorte PUNTO DI RIORDINO.

Articolo	Tipo Gestione	Livello di Servizio	um	Scorta Attuale in WSAI	Scorta Proposta	Valore Scorta proposta	n Sett.c/consu su Sett.Totali	Scorta per var.consumi	Scorta per var.LT	Consumo med. x LT
Articolo 1	PuntoRiordino	0,8	PZ	2.000	990	€ 213	20 / 98	534	55	453
		0,85	PZ	2.000	1.115	€ 240	20 / 98	658	68	453
		0,9	PZ	2.000	1.271	€ 273	20 / 98	813	84	453
		0,95	PZ	2.000	1.503	€ 323	20 / 98	1.044	108	453

Abbiamo rappresentato, per ogni articolo, i dati elaborati nelle tabelle sotto forma di grafici in modo da poter confrontare con maggiore chiarezza i valori calcolati dal programma e quelli presenti nel sistema WSAI, per i diversi valori del livello di servizio desiderato. I grafici sono espressi in quantità, come in Figura 7.1, evidenziando con una linea rossa il valore di scorta impostato nel sistema e osservando come variano i valori aumentando il livello di servizio.

Analogamente abbiamo inserito dei grafici, come in Figura 7.2, che rappresentano la scorta di sicurezza a valore. In questo modo è possibile rilevare l'aspetto finanziario legato al valore delle scorte a magazzino valutato secondo diversi valori del livello di servizio.

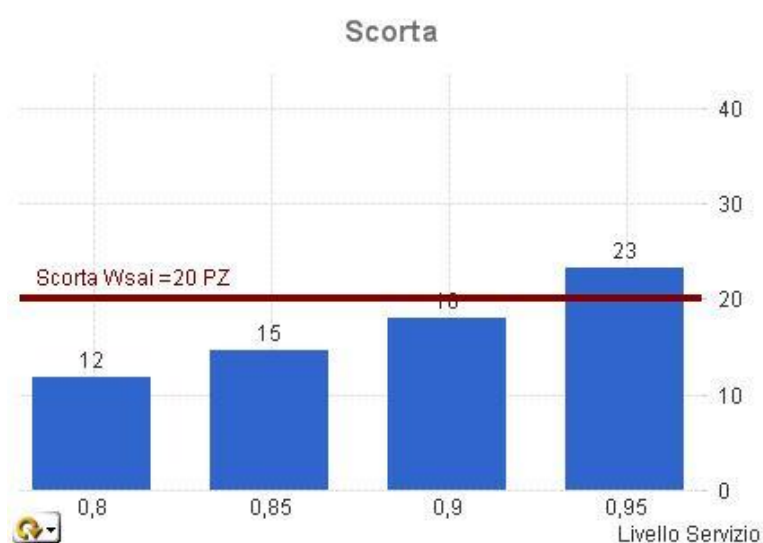


Figura 7.1. *Andamento della scorta in quantità rispetto il livello di servizio.*

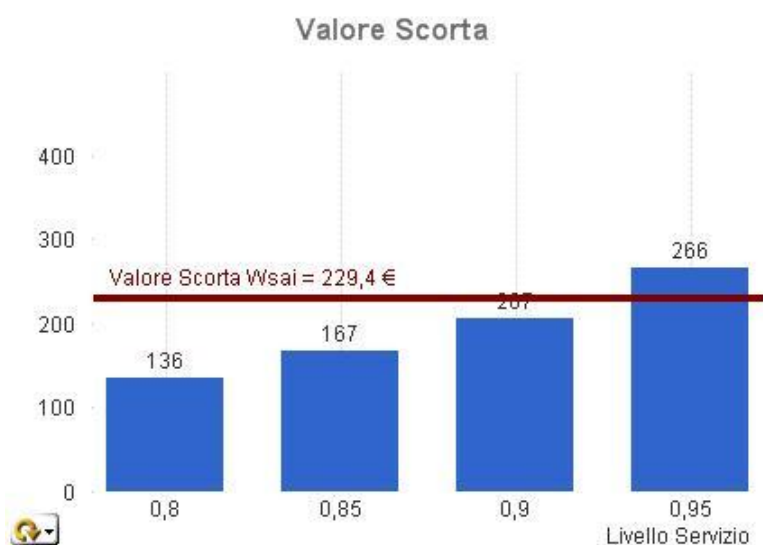


Figura 7.2. *Andamento della scorta a valore rispetto il livello di servizio.*

7.4 TEST DI KOLMOGOROV–SMIRNOV

L'ipotesi di partenza che ha permesso di arrivare alla formula della scorta di sicurezza (capitolo 6) in funzione del livello di servizio, è che la distribuzione dei valori abbia un andamento di tipo gaussiano. Per confermare l'ipotesi di normalità, si è resa necessaria l'esecuzione di alcune verifiche tramite l'utilizzo di due differenti strumenti:

- il grafico cumulativo
- il test di Kolmogorov-Smirnov (test K-S)

Il test K-S è usato per capire se un campione proviene da una certa distribuzione (ipotesi nulla). Dato un campione di dati ci chiediamo se sia ragionevolmente gaussiano. Prendo la gaussiana avente media e deviazione pari a quelle sperimentali del campione ed eseguo il test K-S tra il campione e quella gaussiana. Un aspetto logico è aspettarsi che all'aumentare dei dati raccolti la differenza massima registrabile risulti minore di prestabiliti valori tabulati.

Questo tipo di test si concentra sulla forma della distribuzione di probabilità del campione analizzato e la confronta con quella ipotizzata. In realtà più che analizzare la distribuzione di probabilità il test ricava la funzione di distribuzione procedendo nel seguente modo:

1- I valori del campione osservato vengono ordinati in funzione dell'ampiezza, mettendo al primo posto il valore con ampiezza minore in senso crescente:

$$X_1 < X_2 < \dots < X_N$$

2- Si costruisce la funzione di distribuzione osservata, che chiameremo $F(X_i)$, mediante la relazione:

$$F(X_i) = \frac{i}{n}$$

3- Calcolo gli scarti normalizzati:

$$Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

4- Dalle tavole della distribuzione di Gauss (in APPENDICE B nella Tabella B.1) ricavo i valori teorici della frequenza cumulata di Gauss $F(Z_i)$

5- Dopo aver costruito la funzione di distribuzione osservata, si mette a confronto con quella ipotizzata costruendo la seguente variabile D che verrà impiegata come statistica del test:

$$D = \max_{i=1}^n |F(X_i) - F(Z_i)|$$

6- D indica di quanto le due curve si discostano nei punti osservati. A questo punto fisso il livello di incertezza che è detto significatività α e ricavo il valore critico D_{max} da opportune tabelle specifiche per il test K-S.

E' interessante confrontare più valori di α e sapere qual è il valore per cui avremmo rifiutato l'ipotesi.

7- Si confronta la statistica del test D con il valore critico di riferimento D_{max} .

Se $D < D_{max}$ allora l'ipotesi di distribuzione gaussiana è verificata.

La tabella che indica i livelli di significatività in funzione della dimensione del campione è rappresentata nella Tavola di Miller in APPENDICE B nella Tabella B.2.

I livelli di significatività (α) che sono stati utilizzati sono: 0,2 - 0,1 - 0,05 - 0,01.

La significatività statistica può essere espressa con $(1 - p)$, dove p è la probabilità che si verifichi un certo evento. Differenti livelli di α hanno specifici vantaggi e svantaggi. Livelli di α più bassi danno maggiore confidenza nella determinazione della significatività, ma corrono maggiori rischi di errore nel respingere una falsa ipotesi nulla.

Più grande è il valore di α , maggiore è la confidenza con cui posso accettare la verifica dell'ipotesi.

Questo test è stato eseguito per tutti gli articoli in modo da evidenziare i casi in cui le ipotesi del calcolo teorico della scorta di sicurezza sono verificate, poiché il test KS è superato, da quelli invece che richiedono una valutazione più accurata poiché le ipotesi di distribuzione gaussiana non sono rispettate.

Per gli articoli che superano il test, è lecito pensare che la distribuzione osservata abbia un andamento gaussiano.

7.4.1 APPLICAZIONE DEL TEST K-S AL PROGRAMMA PER LE SCORTE

Seguendo la procedura descritta in precedenza possiamo pervenire, ad esempio per l'articolo 182694, alla Tabella 7.7 rappresentata qui di seguito. Sono riportate le variabili utilizzate per costruire il grafico cumulativo ed eseguire il test K-S.

Tabella 7.7. Test K-S codice articolo 182694.

	Quantità [pz] ordine crescente	Frequenza osservata $F(x_i)=i/n$	$Z_i = (x_i - \mu)/\sigma$	distribuzione cumulata con gauss	$|F(x_i) - F(Z_i)|$
i	x_i	$F(x_i)$	Z_i	$F(Z_i)$	
1	0	0,0208	-2,96797873	0,001498825	0,0193
2	8	0,0417	-2,19246796	0,014172867	0,0275
3	11	0,0625	-1,90165142	0,028608371	0,0339
4	16	0,0833	-1,41695718	0,078247723	0,0051
5	18	0,1042	-1,22307949	0,110649837	0,0065
6	19	0,1250	-1,12614064	0,130052996	0,0051
7	20	0,1458	-1,0292018	0,151692429	0,0059
8	21	0,1667	-0,93226295	0,175600325	0,0089
9	22	0,1875	-0,8353241	0,201767625	0,0143
10	23	0,2083	-0,73838526	0,230140185	0,0218
11	23	0,2292	-0,73838526	0,230140185	0,0010
12	24	0,2500	-0,64144641	0,260616344	0,0106
13	24	0,2708	-0,64144641	0,260616344	0,0102
14	27	0,2917	-0,35062987	0,362933022	0,0713
15	27	0,3125	-0,35062987	0,362933022	0,0504
16	28	0,3333	-0,25369102	0,399867134	0,0665
17	28	0,3542	-0,25369102	0,399867134	0,0457
18	28	0,3750	-0,25369102	0,399867134	0,0249
19	29	0,3958	-0,15675218	0,437720082	0,0419
20	30	0,4167	-0,05981333	0,476152154	0,0595
21	30	0,4375	-0,05981333	0,476152154	0,0387
22	31	0,4583	0,037125516	0,514807536	0,0565
23	31	0,4792	0,037125516	0,514807536	0,0356
24	31	0,5000	0,037125516	0,514807536	0,0148
...

Confrontando la frequenza osservata $F(X_i)$ e la frequenza cumulata della distribuzione gaussiana $F(Z_i)$, rispetto la variabile Z_i si ottiene il grafico cumulativo in Figura 7.3. Questo diagramma rappresenta lo scostamento della distribuzione dei dati osservati del campione raccolto, rispetto la distribuzione teorica rappresentata dalla curva di Gauss.

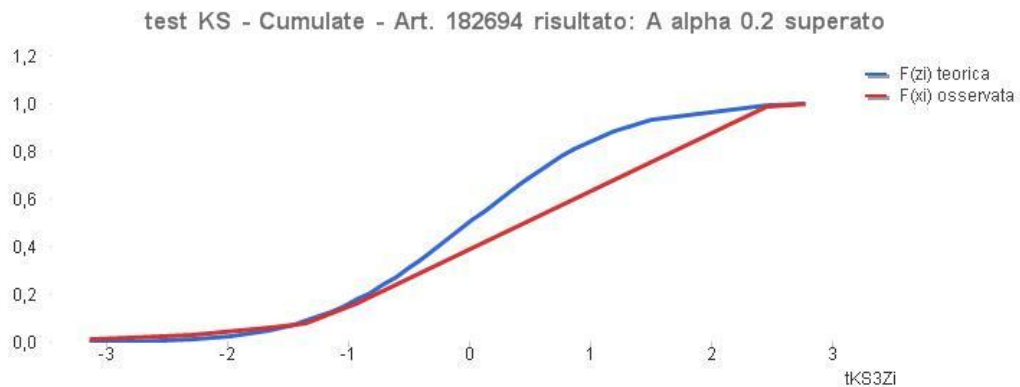


Figura 7.3. Grafico cumulativo articolo 182694.

I grafici evidenziano in generale una certa diversità tra i due andamenti, in alcuni casi questa differenza è molto marcata, in altri meno. Per controllare la differenza tra i due andamenti e verificare se l'ipotesi di normalità della distribuzione è verificata vado a confrontare, attraverso il test di Kolmogorov-Smirnov, la variabile D , calcolata come detto in precedenza, con il valore D_{max} ottenuto in base al livello di significatività scelto.

Nel caso esaminato dell'articolo 182694 ottengo $D = 0,0812$.

Questo valore deve essere confrontato con i valori tabellati nelle tavole di Miller in base alla significatività α e alla dimensione N del campione esaminato. I risultati ottenuti per i diversi valori di α sono rappresentati in Tabella 7.8.

Tabella 7.8. Risultati test K-S articolo 182694.

ARTICOLO	N	RISULTATO TEST KS	D	Dmax $\alpha=0,01$	Dmax $\alpha=0,05$	Dmax $\alpha=0,1$	Dmax $\alpha=0,2$
182694	98	A alpha 0.2 superato	0,07145	0,16455	0,13718	0,12354	0,10839

È possibile rappresentare graficamente, nella Figura 7.4, lo scostamento tra le variabili della frequenza teorica $F(Z_i)$ e la frequenza osservata $F(x_i)$, inoltre è rappresentata la differenza dei valori $|F(X_i) - F(Z_i)|$ raccolti nella Tabella 7.7, mettendo in evidenza le variazioni rispetto a D_{max} per cui risulta superato o non superato il test.

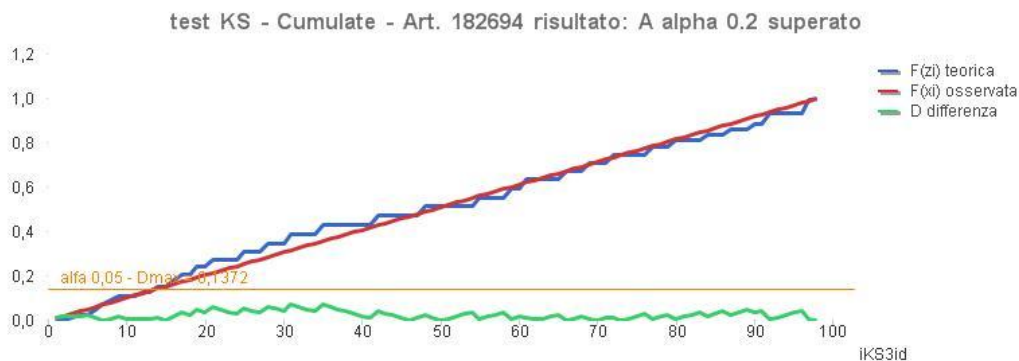


Figura 7.4. Grafico Test K-S articolo 182694.

Abbiamo integrato il calcolo del Test K-S nelle tabelle del calcolo delle scorte di sicurezza nel caso di ORDINE APERTO e ORDINE CHIUSO e nel calcolo del livello di riordino nella gestione a PUNTO DI RIORDINO.

Questo ci ha permesso di verificare immediatamente i casi in cui il test K-S non è superato, evidenziando il valore della scorta in rosso, dai casi in cui invece il test K-S è verificato andando inoltre a indicare il valore minimo della significatività α , tra quelle considerate, per cui il test è accettato.

Per rendere più semplice e intuitiva la lettura dei risultati si è deciso di utilizzare dei colori:

- rosso nel caso in cui il test K-S non è superato
- verde nel caso in cui il test K-S è superato con $\alpha = 0,2$
- verde chiaro nel caso in cui il test K-S è superato con $\alpha = 0,1$
- verde oliva nel caso in cui il test K-S è superato con $\alpha = 0,05$
- giallo nel caso in cui il test K-S è superato con $\alpha = 0,01$

Qui di seguito, nella Tabella 7.9, a titolo di esempio è riportata parte della tabella generale che riassume quanto detto fino a questo punto, rappresentando le variabili utilizzate per calcolare, confrontare e verificare con il test K-S i valori

delle scorte di sicurezza in base alla tipologia dell'ordine di approvvigionamento dei materiali.

Tabella 7.9. Risultati proposti dal programma per le scorte con Test K-S.

Articolo.	Tipo Gestione	Livello di Servizio	um	Scorta Attuale in WSAI	Scorta Proposta	Valore Scorta proposta	n Sett.c/consu su Sett.Totali	Scorta per var.consumi	Scorta per var.LT	Consumo med. x LT	Risultato test K.S.
Articolo 1	OrdChiuso	0,8	PZ	40	3	€ 54	83 / 98	3	1		C alpha 0.05 superato
		0,85	PZ	40	4	€ 66	83 / 98	4	1		C alpha 0.05 superato
		0,9	PZ	40	5	€ 82	83 / 98	5	2		C alpha 0.05 superato
		0,95	PZ	40	7	€ 105	83 / 98	6	2		C alpha 0.05 superato
....											
Articolo 2	OrdAperto	0,8	PZ	70	27	€ 225	91 / 98	27			B alpha 0.1 superato
		0,85	PZ	70	34	€ 277	91 / 98	34			B alpha 0.1 superato
		0,9	PZ	70	42	€ 342	91 / 98	42			B alpha 0.1 superato
		0,95	PZ	70	53	€ 439	91 / 98	53			B alpha 0.1 superato
....											
Articolo 3	OrdChiuso	0,8	PZ	50	3	-	84 / 98	3	1		D alpha 0.01 superato
		0,85	PZ	50	4	-	84 / 98	4	1		D alpha 0.01 superato
		0,9	PZ	50	5	-	84 / 98	4	2		D alpha 0.01 superato
		0,95	PZ	50	6	-	84 / 98	6	2		D alpha 0.01 superato
....											
Articolo 4	OrdAperto	0,8	PZ	9	14	€ 741	96 / 98	14			A alpha 0.2 superato
		0,85	PZ	9	17	€ 913	96 / 98	17			A alpha 0.2 superato
		0,9	PZ	9	21	€ 1.129	96 / 98	21			A alpha 0.2 superato
		0,95	PZ	9	26	€ 1.449	96 / 98	26			A alpha 0.2 superato
....											
Articolo 5	PuntoRiordino	0,8	PZ	2.000	990	€ 213	20 / 98	534	55	453	non superato
		0,85	PZ	2.000	1.115	€ 240	20 / 98	658	68	453	non superato
		0,9	PZ	2.000	1.271	€ 273	20 / 98	813	84	453	non superato
		0,95	PZ	2.000	1.503	€ 323	20 / 98	1.044	108	453	non superato
....											

7.4.2 CONSIDERAZIONI SUGLI ARTICOLI SCARTATI DAL TEST K-S

Nel caso in cui il test non fosse superato, come accade per l'articolo 490632 rappresentato in Tabella 7.10, l'ipotesi di partenza della distribuzione gaussiana del campione analizzato non è soddisfatta è quindi il calcolo della scorta di sicurezza non rispecchia i requisiti per essere accettato e preso come riferimento.

Tabella 7.10. Risultati test K-S articolo 490632.

ARTICOLO	N	RISULTATO TEST KS	D	Dmax $\alpha=0,01$	Dmax $\alpha=0,05$	Dmax $\alpha=0,1$	Dmax $\alpha=0,2$
490632	98	non superato	0,27294	0,16455	0,13718	0,12354	0,10839

È possibile osservare, infatti, che la frequenza osservata si discosta di molto dalla frequenza teorica rappresentata dalla distribuzione gaussiana (Figura 7.5).

Inoltre il valore limite D_{max} , calcolato in base alla significatività α , viene oltrepassato più volte dai dati che rappresentano la differenza tra frequenza teorica osservata, relativi ai valori raccolti dal campione (Figura 7.6).

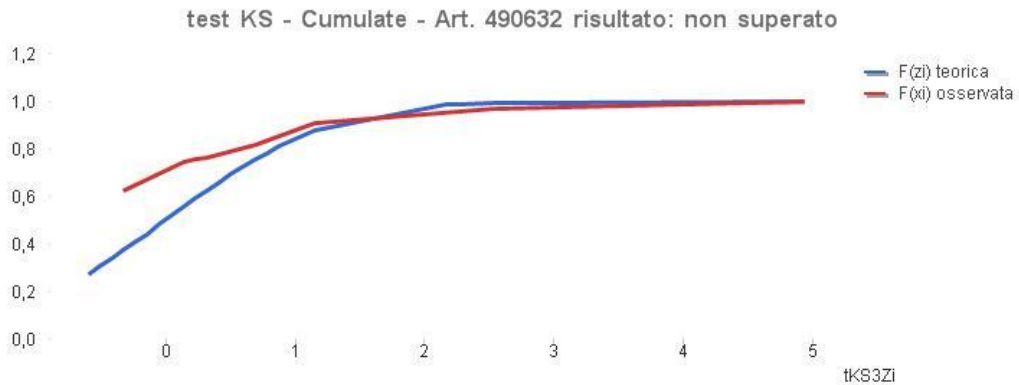


Figura 7.5. Grafico cumulativo articolo 490632.

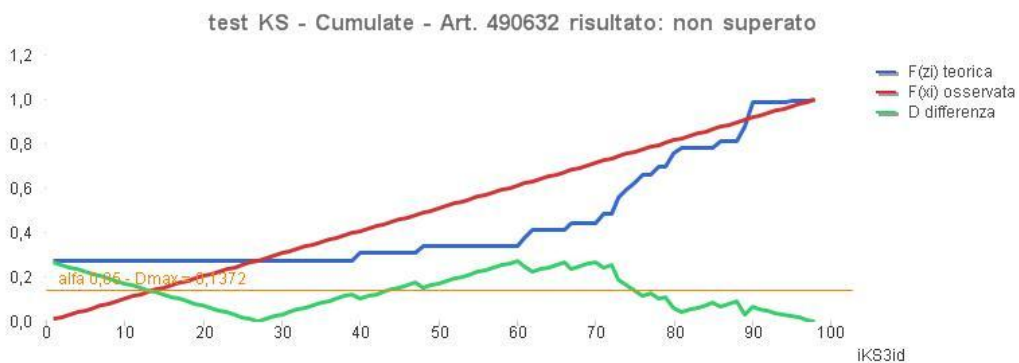


Figura 7.6. Grafico Test K-S articolo 490632.

Nei casi in cui il test di Kolmogorov-Smirnov non è superato possiamo dedurre che la frequenza di consumo settimanale, che abbiamo considerato per gli articoli, non permette di ricondurci ad una situazione che rispetti i parametri della distribuzione gaussiana. Questo significa che ho un consumo disomogeneo nel periodo di analisi.

Da questa considerazione possiamo desumere che se invece di valutare le caratteristiche con frequenza settimanale andiamo a raccogliere i dati con frequenza bisettimanale, il consumo sarà più omogeneo e avrò maggiore probabilità di ricondurmi ad una distribuzione gaussiana e quindi di superare il test K-S.

Mi aspetto di rilevare un numero N di campioni minori rispetto alla precedente analisi settimanale, ma in cui gli zeri saranno in quantità minore e di ottenere una frequenza di consumo maggiore.

Alla luce delle considerazioni appena fatte, va ricordato che quando svolgiamo i calcoli con i valori rilevati bisettimanalmente dobbiamo riferire tutti i parametri con lo stesso periodo temporale ovvero due settimane.

Il calcolo del consumo medio μ e della deviazione standard σ va fatto considerando i dati con frequenza bisettimanale [pz/bisettimana]. I calcoli statistici dei consumi e dei ritardi nelle consegne dei fornitori, come descritto nel capitolo 6.3, andranno eseguiti considerando l'intervallo di due settimane.

Dato che il lead time dei fornitori è espresso in settimane, devo riportarmi alla condizione invece bisettimanale per esprimere tutte le variabile con le medesime unità di misura. Se il LT di un articolo è di cinque settimane nelle formule devo inserire tale parametro esprimendo il periodo temporale come multiplo del valore di due settimane:

$$LT [\text{bisettimane}] = LT [\text{settimana}] / 2 = 5/2 = 2,5 [\text{bisettimane}]$$

Quindi sia nel calcolo delle scorte di sicurezza per ORDINE APERTO e ORDINE CHIUSO, sia nel caso del calcolo del PUNTO DI RIORDINO, devo inserire il valore del LT espresso nell'unità temporale bisettimanale.

8 DISTINTE DI PIANIFICAZIONE

Come già spiegato nel capitolo 3, il tema della pianificazione della produzione assume un ruolo strategico molto importante nelle aziende, poiché permette di controllare e gestire la varietà del prodotto. Vedremo in questi capitoli quali possono essere gli strumenti che si possono applicare per rendere più affidabile la pianificazione della produzione.

8.1 FUNZIONI E TIPOLOGIE DELLE DISTINTE DI PIANIFICAZIONE

La spinta all'aumento della varietà esterna, generata sia dalle richieste dei clienti che dalla pressione competitiva, si è spesso tradotta in un aumento dell'offerta delle opzioni di prodotto.

L'elevata varietà di prodotti e delle loro varianti, comporta maggiori problemi di gestione dell'approvvigionamento dei materiali e maggiore difficoltà nello svolgere le attività di previsione e di pianificazione della produzione. Questi problemi possono essere efficacemente risolti con l'ausilio delle Distinte di Pianificazione o Planning Bill.

Esse sono rappresentate da un gruppo artificiale di codici, non necessariamente corrispondenti a prodotti reali, articolati come la struttura di una distinta base.

Gli oggetti della pianificazione rappresentano valori aggregati dei volumi di vendita del prodotto finiti che sono quindi prevedibili con maggiore affidabilità.

D'altra parte scegliere oggetti di pianificazione poco aggregati, come il caso di previsioni sul singolo prodotto finito, rende meno precisa la previsione delle vendite.

Le distinte di pianificazione vengono, infatti, generate aggregando i fabbisogni corrispondenti a gruppi di codici nell'intento di stabilizzare il piano di produzione e di conseguenza aumentare l'efficacia del MRP.

Questo avviene perché la stima della domanda sui codici assieme è più affidabile, perché l'aleatorietà dell'incertezza della domanda è smorzata dagli effetti compensativi delle combinazioni delle varianti possibili dei prodotti finiti, che scaturiscono dall'assemblaggio dei vari moduli.

Il passaggio dai dati aggregati ai singoli codici è affidato alle distinte di pianificazione.

Le distinte di pianificazione sono costruite attraverso processi di modularizzazione e trovano applicazione principalmente in quei contesti in cui ho un elevato numero di configurazioni del prodotto. L'oggetto del processo di pianificazione sono i moduli e le varianti risultano legate ad essi attraverso coefficienti di utilizzo, rappresentativi della frequenza della loro richiesta, individuati da osservazioni dei dati storici.

L'idea generale è quella di indirizzare le previsioni future osservando il passato.

Nella realizzazione dei moduli avviene una separazione dei codici comuni da quelli specifici, in questo modo diminuisco le giacenze, poiché è sufficiente pianificare una scorta di sicurezza per ciascuna opzione in grado di fronteggiare l'incertezza tra la domanda stimata e quella effettiva.

Le distinte di pianificazione sono utilizzate come strumenti di pianificazione ed inoltre come mezzi di controllo della congruenza tra i piani di lungo e di medio periodo. Per gestire accuratamente la costruzione delle distinte di pianificazione dobbiamo ricordare che tutte le scelte prese in sede di pianificazione sono correlate l'una con l'altra e devono rispettare dei vincoli che sono stati decisi nei diversi piani di produzione e nei corrispondenti segmenti temporali in gioco.

Il PP deve trovare coerenza con il piano a medio termine definito MPS e infine le attività di montaggio finali FAS devono rispettare le previsioni definite nel MPS.

Se sono stati fatti errori di previsioni delle vendite e non sono riuscito ad approvvigionare la produzione con i materiali, senza adeguate scorte di sicurezza, allora può accadere che alcuni ordini siano rifiutati o posticipati.

Le distinte di pianificazione rappresentano uno strumento di gestione della varietà di prodotto trasversale che integra le aree di progettazione, produzione e commerciale.

Utilizzando le distinte di pianificazione l'oggetto delle previsioni si sposta dalle singole varianti dei prodotti finiti ai moduli, questo comporta una notevole riduzione del numero di oggetti su cui fare le previsioni.

La convenienza di utilizzare le distinte di pianificazione è evidenziata anche dalla forma assunta dal profilo della distinta base, che rappresenta il numero di codici

per livello. Come rappresentato in Figura 8.1 si passa da una forma trapezoidale ad una forma a clessidra evidenziando il minor numero di codici da gestire.

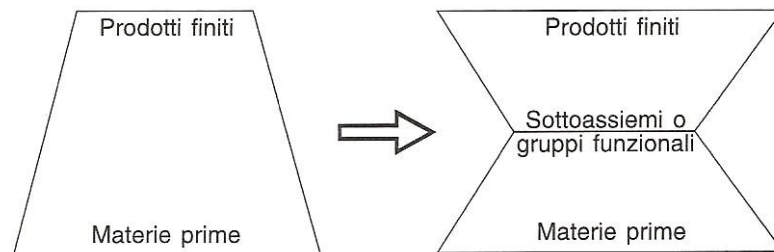


Figura 8.1. *Profili distinte base.*

Fonte: adattamento da A. Grando, p.274.

L'andamento a clessidra è attribuibile alla logica di produzione ATO, riconducibile alla situazione aziendale di ITALCAB, in cui un ristretto numero di moduli da origine a molteplici varianti. In questo modo riesco a ridurre l'investimento in scorte e garantire una maggior stabilità del piano di produzione.

Si possono identificare due tipologie di distinte di pianificazione caratterizzate da diversi livelli di disaggregazione dei codici:

- *Family Bill* (distinta per famiglia)
- *Super Bill* (distinta super)
 - Modular Bill
 - Kit Bill

Nella Figura 8.2 sono rappresentati i legami logici tra le tipologie di distinte; le distinte per famiglia consentono la definizione del budget delle vendite e del piano aggregato di produzione; il vertice rappresenta il fatturato aziendale. Le distinte super gestiscono le differenti configurazioni, garantendo la coerenza tra la pianificazione MPS e i piani relativi ai prodotti finiti FAS. Le distinte modulari consentono di gestire l'esplosione MRP per l'approvvigionamento di ciascun materiale o componente a partire dal piano MPS a livello di moduli.

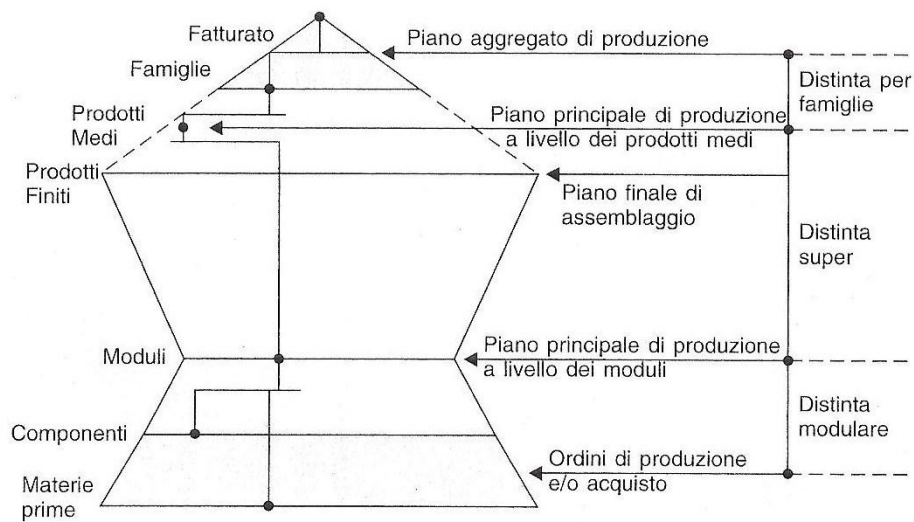


Figura 8.2. Legami tra le distinte.

Fonte: adattamento da M. Caputo, A. De Toni, p. 164.

8.2 PROGETTAZIONE DELLE DISTINTE DI PIANIFICAZIONE

La costruzione delle distinte di pianificazione prevede come prima fase l'analisi dell'architettura del prodotto. Questa fase consiste nel definire l'architettura del prodotto andando ad identificare e raggruppare i componenti fisici in rapporto alla funzione che svolgono. Questo permette di suddividere in assiemi i componenti che svolgono la medesima funzione.

È possibile individuare per ogni famiglia di prodotto differenti tipi di funzioni e le possibili opzioni che caratterizzano le diverse versioni.

Come detto in precedenza esistono due tipologie di distinte di pianificazione, Family Bill e Super Bill, che vedremo in dettaglio qui di seguito.

8.2.1 DISTINTA PER FAMIGLIE (FAMILY BILL)

Le Family Bill identificano un gruppo di prodotti, aggregati per famiglie, omogenei sotto il profilo progettuale e produttivo, in cui il livello 0 è rappresentato dalla famiglia, ed i livelli successivi da progressivi sottoinsiemi della stessa. La struttura delle Family Bill presenta una suddivisione in famiglie di prodotti seguendo una struttura logica ad albero. La configurazione è simile a quella di una distinta base.

La composizione del mix produttivo di ciascun livello superiore è definita utilizzando un coefficiente di utilizzazione espresso in forma percentuale, ricavato da un'analisi statistica sui dati passati. Utilizzando tali coefficienti è possibile passare dalla previsione di vendita aggregata sulla famiglia a quella dei singoli prodotti.

Con le Family Bill è necessario effettuare previsioni solo a livello di famiglia, rendendo di conseguenza quelle di ciascun prodotto finito più precise e affidabili. L'affidabilità delle previsioni aumenta con il livello di aggregazione a cui ci si riferisce nella distinta base. Di seguito sono riportate, nella Figura 8.3 e Figura 8.4, le Family Bill per i clienti TEREX DEUTSCHLAND e LIEBHERR.

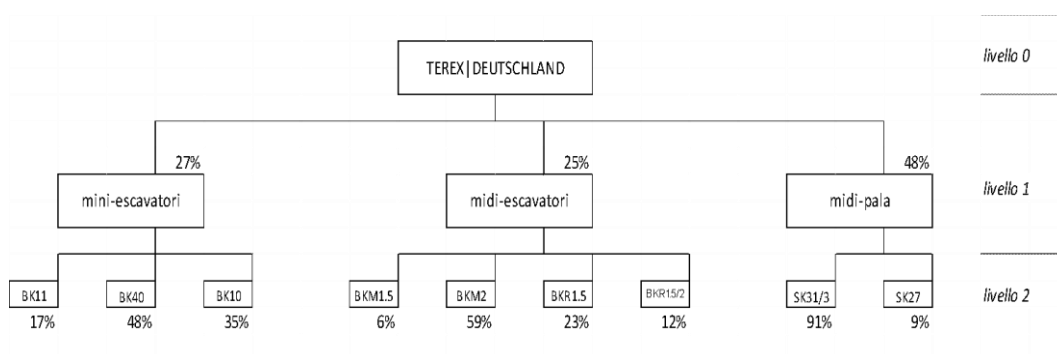


Figura 8.3. Family Bill TEREX DEUTSCHLAND.

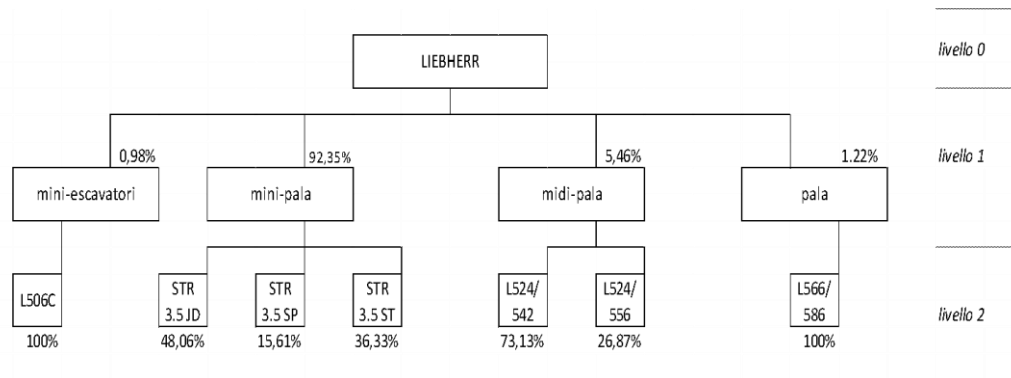


Figura 8.4. *Family Bill LIEBHERR.*

Attraverso la struttura della Family Bill è possibile passare automaticamente ad un piano MPS relativo ai diversi elementi della famiglia. Questo piano a sua volta rappresenta il dato di partenza per procedere ad una elaborazione di tipo MRP.

Partendo da una previsione del volume di produzione a livello aggregato si riesce a pervenire al dato grezzo del fabbisogno di capacità. Questo dato è da confrontare con la relativa disponibilità, a fronte di differenze rilevanti tra queste due variabili devono essere pianificati degli interventi di revisione nel piano PP.

Le Family Bill consentono di effettuare verifiche di congruenza tra volumi di vendita previsti nel PP e volumi di vendita derivati dalla somma di previsioni dettagliate del piano per il medio periodo MPS.

8.2.2 DISTINTA SUPER (SUPER BILL)

Nella Super Bill il codice di livello zero è rappresentato da un prodotto medio che può essere il codice del livello più basso di una Family Bill oppure un prodotto fittizio ottenuto come media di tutte le varianti che possono essere prodotte. Le Super Bill trovano applicazione in quelle aziende che producono prodotti finiti dotati di una serie di funzioni ciascuna delle quali presenta differenti opzioni. In questo caso l'elevato numero di configurazioni rende difficoltosa la definizione di un piano di produzione affidabile per ciascuna variante.

L'utilizzo di Super Bill permette di ricavare automaticamente i dati relativi al piano di produzione di medio periodo MPS e di verificare l'attendibilità con le previsioni di mix produttivo e di valutare eventuali interventi di modifica relative

al piano MPS in modo da garantire una congruenza tra i piani nei diversi periodi temporali (PP-MPS-FAS).

Il piano così elaborato dalle Super Bill rappresenta il dato di partenza per procedere ad una elaborazione di tipo MRP.

Nella Super Bill i codici figlio del prodotto medio sono generalmente composti di gruppi di codici che vanno a costituire ulteriori distinte di pianificazione chiamate Modular Bill o Kit Bill, a seconda del tipo di processo con cui viene effettuato il raggruppamento di tali codici.

La differenza concettuale tra Modular Bill e Kit Bill risiede nel processo che porta alla loro generazione.

Nel primo caso il raggruppamento dei codici è effettuato in base alle opzioni disponibili nel prodotto finito.

Il secondo caso è appropriato per prodotti nei quali non siano identificabili opzioni, e quindi il raggruppamento dei codici è definito riconoscendo i codici comuni a più prodotti ed i codici relativi ad ogni singola versione di prodotto.

Le Modular Bill rappresentano uno strumento appropriato per gestire la pianificazione nel settore automobilistico, delle macchine utensili e, in generale, in tutti i contesti in cui la configurazione finale del prodotto è il risultato della scelta di numerose parti opzionabili.

Il processo di modularizzazione consente di disaccoppiare le combinazioni degli optional del prodotto finito e separare le parti comuni a tutti i prodotti da quelle specifiche di ciascun optional.

Le fasi che costituiscono il processo sono:

1. determinazione dell'insieme di prodotti finiti da analizzare;
2. identificazione delle funzionalità e delle opzioni;
3. raggruppamento dei codici secondo l'appartenenza alle opzioni;
4. assegnazione di un codice a ciascuna opzione e identificazione dei componenti ad essa associati;
5. raggruppamento dei codici comuni a tutte le versioni di prodotto;
6. assegnazione di un codice al prodotto medio e definizione dei legami prodotto medio – opzioni.

Ogni modulo è identificato da due specifiche variabili: il coefficiente di utilizzo e la scorta di sicurezza.

La prima variabile rappresenta il parametro utilizzato per disaggregare il dato quantitativo di partenza, definito sul prodotto medio, nei moduli che lo caratterizzano. Esso rappresenta un coefficiente espresso in percentuale che deriva dal mix produttivo ricavato dall'analisi della serie storica di vendite. È un parametro molto importante in grado di descrivere e quindi prevedere la variabilità della domanda.

Il secondo parametro rappresenta le scorte di sicurezza sui moduli. Le scorte sono utilizzate per fronteggiare gli effetti degli scostamenti tra quanto previsto negli MPS sui moduli e quanto effettivamente richiesto dai clienti.

Per capire in quali moduli è necessario impostare una scorta di sicurezza dobbiamo valutare qual è il punto di snodo dell'azienda. Dobbiamo individuare quali sono i moduli che devono essere pronti prima che arrivi l'ordine specifico del cliente e su questi definire la scorta di sicurezza.

Il calcolo della scorta di sicurezza avviene con metodi statistici, devo quindi andare a fare un'analisi dei prodotti finiti venduti. Prendo come riferimento un periodo temporale pari ad un anno e rilevo con frequenza settimanale le vendite per ogni prodotto finito e la specifica variante. Proseguendo con l'analisi vado a calcolare il valore medio μ delle quantità vendute, relativo ad ogni variante, e la relativa deviazione standard σ .

$$\text{Scorta di sicurezza sui moduli} \quad SS_{\text{moduli}} = z \cdot \sigma \cdot \sqrt{n}$$

dove:

- z = variabile standardizzata che rappresenta il livello di servizio.
- σ = deviazione standard [pezzi/periodo]
- n = rappresenta un valore multiplo del *LTcumulato*, ovvero il periodo necessario per la produzione del prodotto finito, calcolato con la stessa unità di misura temporale con cui ho calcolato la deviazione standard e il consumo medio.

Una volta definiti i moduli per cui calcolare la scorta di sicurezza e fatta l'analisi statistica per ricavare tale parametro, vado ad assegnare a tutti gli articoli

appartenenti al modulo lo stesso valore della scorta di sicurezza ricavato sul modulo. Per tutti i componenti che invece appartengono a moduli in cui non è necessario calcolare la scorta di sicurezza, continuo a mantenere le scorte definite sul singolo componente.

Qui di seguito, nella Figura 8.5, riportiamo un esempio della struttura di una Super Bill riguardante il prodotto medio SK31/3.

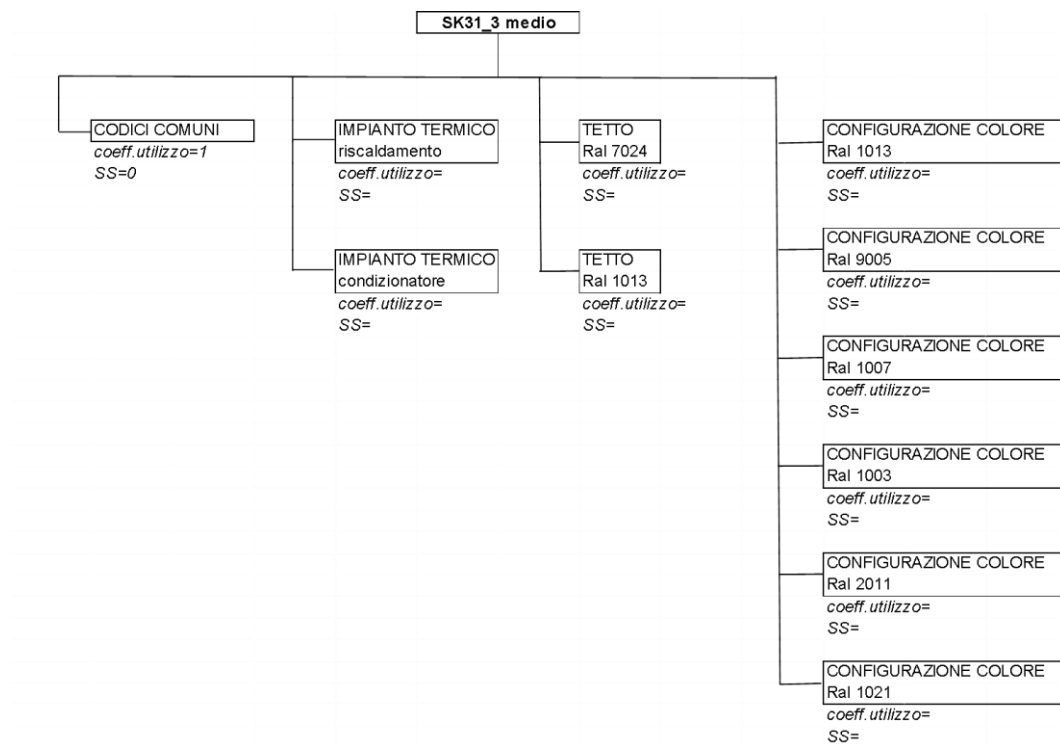


Figura 8.5. Esempio struttura Super Bill prodotto medio SK31/3.

9 COSTRUZIONE DELLE DISTINTE DI PIANIFICAZIONE ITALCAB S.P.A.

Per comprendere meglio la procedura per la definizione delle modular bill e delle super bill facciamo riferimento a dei casi reali nella costruzione delle distinte di pianificazione analizzati in ITALCAB.

Abbiamo scelto di approfondire lo studio delle distinte di pianificazione sviluppando il progetto, come primo passo, per due clienti che assumono per ITALCAB un ruolo strategico molto importante.

9.1 IPOTESI E CASI STUDIATI

Nel primo caso studiato, ci si concentrerà sulla famiglia dei midi-scavatori analizzando il prodotto SK31/3. Il cliente comunica gli ordini, delle varianti specifiche del prodotto finito, con un ordine aperto che arriva con frequenza settimanale. Inoltre invia un piano di consegna, aggiornato circa ogni tre settimane, con ampia visibilità fino a circa sei mesi con le previsioni di vendita future. I dati utilizzati per calcolare i coefficienti di utilizzo, attribuiti ad ogni modulo nelle distinte di pianificazione, sono desunti da analisi statistiche sul mix dei prodotti richiesti nel passato.

Nel secondo caso esaminato ci si concentrerà sulla famiglia delle midi-pala in particolare per il prodotto L524/556. Il progetto per questo cliente, in seguito, si svilupperà per tutti i prodotti finiti poiché la comunicazione delle previsioni di vendita avverrà solamente utilizzando i moduli funzionali in cui è scomposto ogni prodotto.

Le previsioni sono comunicate con moduli ed hanno ampia visibilità circa un anno. Ogni modulo è caratterizzato da una specifica quantità espressa settimanalmente. L'ordine definitivo relativo alla variante del prodotto finito, che si ottiene come composizione dei singoli moduli, è espresso mediante una comunicazione ad ITALCAB circa due-tre settimane prima della consegna.

Con questi due esempi analizzeremo com'è possibile costruire le distinte di pianificazione partendo da due situazioni differenti, nel primo caso dovremmo

ricavare i coefficienti di utilizzo dalla serie storica delle vendite del prodotto mentre nel secondo caso le informazioni sono inviate direttamente dal cliente come quantità e periodo sui moduli.

Una considerazione da fare, prima di iniziare l'analisi dei casi esposti in precedenza, è definire il ruolo delle scorte sui moduli.

Da quanto detto in precedenza le scorte di sicurezza sui moduli servono a fronteggiare la variabilità tra quanto previsto e quanto effettivamente richiesto dei clienti. La scorta definita sui moduli si ripercuote su tutti gli articoli appartenenti a tale modulo. Quindi non andrei più a considerare la scorta di sicurezza sul componente singolo, calcolata con il metodo esposti nel capitolo, ma utilizzo il valore definito nel modulo corrispondente.

Questo ragionamento è valido solo se i moduli possono essere assemblati prima della produzione, ovvero prima che arrivi l'ordine definitivo dal cliente, basandosi quindi sulle previsioni fatte.

Nel caso di ITALCAB i moduli non sono prodotti prima su previsione e poi messi a magazzino, a meno di alcuni particolari casi come i preassiami di guarnizioni tagliate su misura oppure tubi condotti aria, che sono creati in kit prima che le cabine vengano assemblate in linea.

Inoltre dobbiamo considerare le fasi di produzione dei componenti e quindi dei moduli. Tutti i componenti sono assemblati sul telaio, che costituisce lo scheletro della cabina e la base di ogni operazione, solamente le porte sono montate a parte e vengono prodotte tipicamente a lotti e assemblate a fine linea come ultima operazione.

A fronte di queste considerazioni, nel proseguo dell'analisi, tratteremo i moduli come dei gruppi di componenti utilizzati come strumento per migliorare le previsioni dei prodotti finiti e quindi ottimizzare la gestione dell'approvvigionamento dei materiali. Andremo a definire i moduli con le relative quantità o coefficienti di utilizzo, senza indicare il valore della scorta sul modulo. Una volta specificata l'entità sul modulo, sarà l'MRP che espone i fabbisogni di ogni singolo articolo e propone le quantità e il periodo di riordino.

9.1.1 PRIMO CASO ANALIZZATO

L'utilizzo delle distinte di pianificazione prevede la definizione di moduli, che costituiscono dei gruppi funzionali composti di articoli aggregati, che individuano le opzioni delle varianti che sono richieste dal cliente.

La composizione dei moduli, secondo le opzioni scelte dal cliente, concorre alla definizione del prodotto finito, il quale assumerà un codice rappresentativo della specifica variante.

La prima fase per la costruzione delle distinte di pianificazione è consiste nel definire i moduli e le relative opzioni, detta anche *Modular Bill*.

Analizzando la distinta base esplosa al primo livello vado a definire come i componenti possano essere correlati alle diversi opzioni. Questo permette di suddividere in gruppi gli articoli che appartengono alla medesima opzione evidenziando i componenti comuni a tutte le varianti del prodotto finito.

Quando si identificano codici che, al primo livello di esplosione, non appaiono correlati con le relative opzioni è opportuno procedere con l'esplosione del secondo livello al fine di verificare se vi sia la possibilità di trovare una correlazione.

Nel caso della cabina SK31/3 abbiamo individuato le seguenti funzioni:

TELAIO; CABLAGGIO; ABS JOYSTICK; TETTO; IMPIANTO ELETTRICO; ABS; GRIGLIA; PORTA SX; PORTA DX.

Analizzando le relazioni che intercorrono tra le diverse funzioni, abbiamo individuato undici moduli che descrivono il prodotto finito e le possibili varianti, rappresentati in Tabella 8.1.

Tabella 8.1. *Configurazioni cabina SK31/3.*

FUNZIONI		OPZIONI		
TELAIO	CODICI COMUNI	1	tipo	unico
CABLAGGIO				
ABS JOYSTICK				
TETTO		2	colori	RAL 7024; RAL 1012
IMPIANTO TERMICO		2	tipo	riscaldamento ; condizionatore
ABS	CONFIG. COLORE	6	colori	RAL 1013; RAL 9005; RAL 1007; RAL 1003; RAL 2011; RAL 1021
GRIGLIA				
PORTA SX				
PORTA DX				

Da questa tabella possiamo notare che gli oggetti su cui andremo a fare le previsioni sono meno della metà rispetto le possibili varianti della famiglia SK31/3. Gli oggetti dell'MPS, nelle distinte di pianificazione, sono dati dalla somma dei moduli in Tabella 8.1;

$$\text{Numero moduli} = 1 + 2 + 2 + 6 = 11$$

mentre le possibili varianti sono date dalla moltiplicazione delle varie opzioni e corrispondono agli MPS che attualmente vengono gestiti in fase di previsione:

$$\text{Numero varianti} = 1 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 6 = 24$$

Utilizzando le distinte di pianificazione le previsioni saranno fatte solo per undici moduli invece che per ventiquattro prodotti finiti, semplificando e rendendo più affidabile il calcolo previsionale.

Una volta individuati i moduli e quindi le *Modular Bill*, è necessario stabilire come collegarli tra di loro e con il prodotto medio per costruire le *Super Bill*. Il prodotto medio rappresenta una famiglia di prodotti ed è l'oggetto aggregato su cui si basa la pianificazione, nel nostro caso lo indicheremo come *SK31/3 prodotto medio*.

Le previsioni sui singoli moduli, in assenza di comunicazioni specifiche da parte del cliente, sono formulate con metodi statistici basandosi sulla serie storica delle vendite. L'elaborazione dei dati serve per calcolare il mix del prodotto mediamente richiesto, in questo modo riesco a valutare, ad esempio nell'arco temporale di un anno, quante "varianti 001" della famiglia SK31/3 sono state vendute rispetto al totale. Quest'analisi definisce i coefficienti di utilizzo di ogni specifico modulo necessari per realizzare la disgregazione delle quantità nei vari moduli partendo dal un valore totale, definito nel piano aggregato.

Essendo un calcolo statistico maggiore è l'accuratezza dei dati inseriti maggiore sarà l'affidabilità sulle previsioni. A tal riguardo devo utilizzare delle regole per selezionare opportunamente i valori da considerare nel calcolo del mix produttivo. Prodotti finiti con poche unità vendute nell'arco dell'anno, particolari varianti richieste soltanto in precisi periodi e altri prodotti che non registrano una continuità nel periodo esaminato non possono rientrare nell'analisi e sono considerati come spot isolati.

Se valutassi questi casi, il coefficiente che ricaverai, andrebbe ad alterare la ripartizione dei coefficienti sugli altri moduli e ciò non sarebbe corretto poiché sono quantità isolate che differiscono dal ruolo della pianificazione.

Non vi sono delle regole precise per decidere quali dati discriminare e quali accettare dovremmo valutare di volta in volta secondo i casi.

Nel caso esaminato delle cabine SK31/3 è stato scelto di trascurare per l'analisi i dati relativi alle varianti 005 e 006, questo perché non sono state richieste dal cliente nel 2012, mentre anche se con poche unità si è scelto di considerare la variante 008 che dalle informazioni del commerciale sarà prodotta nel 2012/2013. Il risultato delle analisi statistiche è riportato nella Tabella 8.2, considerando un periodo che intercorre da settembre 2011 a settembre 2012.

Tabella 8.2. *Analisi serie storica vendite SK31/3.*

	2011						2012						mix in %			
	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno		luglio	agosto	settembre
variante 001	113	50	73	119	78	71	89	105	100	95	103	67	123	33	87	73,31%
variante 002	14	9	11	15	22		28	18	21	11	2	7	4	5	3	9,05%
variante 003	13	7	28	12	16		11	4	13	16	39	30	5	8	8	12,25%
variante 004	4	3										7	10	5		2,10%
variante 005	2	5														
variante 006					6	4										
variante 007									4	5	4	1	10			2,19%
variante 008														9	4	1,19%

Una volta calcolato il valore in percentuale di ogni variante, andiamo a determinare il coefficiente di utilizzo relativo ad ogni modulo. Per compiere questa ripartizione andiamo a rappresentare il prodotto finito relativo alla specifica variante come la somma dei moduli che lo compongono. Mostriamo qui di seguito, in Figura 8.6, la composizione in moduli della famiglia SK31/3 per ogni specifica variante.

VARIANTE 001	CODICI COMUNI	IMPIANTO TERMICO riscaldamento	TETTO Ral 1013	CONFIGURAZIONE COLORE Ral 1013
VARIANTE 002	CODICI COMUNI	IMPIANTO TERMICO riscaldamento	TETTO Ral 7024	CONFIGURAZIONE COLORE Ral 9005
VARIANTE 003	CODICI COMUNI	IMPIANTO TERMICO riscaldamento	TETTO Ral 7024	CONFIGURAZIONE COLORE Ral 1013
VARIANTE 004	CODICI COMUNI	IMPIANTO TERMICO riscaldamento	TETTO Ral 7024	CONFIGURAZIONE COLORE Ral 2011
VARIANTE 007	CODICI COMUNI	IMPIANTO TERMICO condizionatore	TETTO Ral 1013	CONFIGURAZIONE COLORE Ral 1013
VARIANTE 008	CODICI COMUNI	IMPIANTO TERMICO riscaldamento	TETTO Ral 7024	CONFIGURAZIONE COLORE Ral 1007

Figura 8.6. *Composizione in moduli SK31/3.*

Dall'analisi dei dati è possibile quindi pervenire al valore del coefficiente di utilizzo di ogni modulo e rappresentare la *Super Bill* della famiglia SK31/3 relativa al prodotto medio.

La configurazione in Figura 8.7 rappresenta la struttura della distinta di pianificazione del prodotto medio SK31/3. A partire da un valore aggregato della famiglia SK31/3, definito nel piano aggregato di produzione, possiamo andare a ricavare le quantità richieste per ogni moduli, andando a moltiplicare tale valore per i coefficienti di utilizzo.

I moduli rappresentano gli oggetti dell'MPS che andrò ad inserire nel sistema gestionale WSAI che esprimono il dato previsionale del piano principale di produzione.

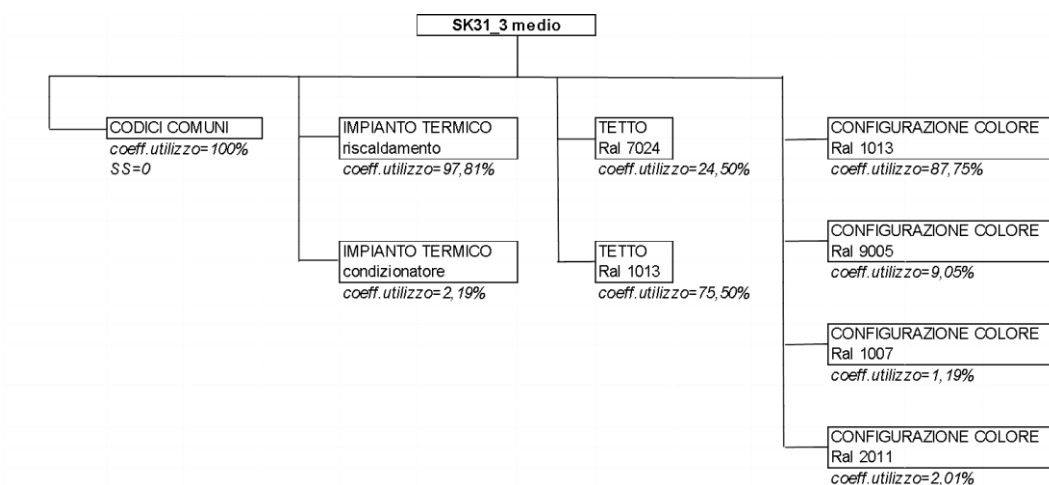


Figura 8.7. *Super Bill SK31/3.*

Questo strumento di pianificazione necessita di continui aggiornamenti per mantenere affidabili i dati su cui calcolare le previsioni. In particolare dobbiamo aggiornare i coefficienti di utilizzo poiché i mix cambiano nel tempo e quindi il sistema deve essere pronto a seguire l'andamento della domanda del mercato. Si è valutata quindi la possibilità di impostare un aggiornamento dei coefficienti di utilizzo almeno ogni trimestre così da avere quattro rilevazioni nell'anno.

Il sistema che elabora le distinte di pianificazione dovrebbe essere in grado di:

- leggere i dati delle serie storiche delle vendite;
- discriminare i dati non significativi e calcolare il mix produttivo;
- calcolare i coefficienti di utilizzo per ogni modulo;
- aggiornare i coefficienti nelle distinte di pianificazione.

In conclusione per il cliente esaminato nel caso, dovremmo costruire le distinte di pianificazione partendo dalla definizione dei moduli, realizzare uno strumento in grado di raccogliere e dati storici e calcolare i coefficienti di utilizzo. Nella seconda fase, ricavata la *Super Bill*, gestire i dati dei moduli come gli oggetti degli MPS che andranno inseriti nel sistema gestionale WSAI. Infine costruire un sistema di controllo e aggiornamento dei dati, che gestisca la composizione dei moduli per comporre i prodotti finiti.

9.1.2 SECONDO CASO ANALIZZATO

Nel secondo caso analizzato in questo capitolo ci concentreremo sulla famiglia L524/556. Come detto in precedenza, le previsioni per questo prodotto sono comunicate direttamente dal cliente e relative ai moduli che compongono il prodotto finito. In particolare la situazione attuale prevede l'invio da parte del cliente di una comunicazione settimanale di ordini e previsioni basati sull'utilizzo di moduli in due file. Nel primo file identificato con "LIEFERVORSCHAU" sono indicate le cabine complete, identificate da un loro codice, realizzate assemblando i vari moduli. Sono specificati gli ordini in corso e le previsioni per i prossimi dodici mesi con eventuali variazioni di quantità rispetto il piano precedente.

Nel secondo file identificato con "LIEFERVORSCHAU IMOD" sono indicate le previsioni espresse in quantità con cadenza settimanale sui singoli moduli con ampia visibilità fino ad un anno.

Vediamo qui di seguito, nella Figura 8.8, un estratto del documento, inviato dal cliente, in cui sono presenti le previsioni del modulo IMPIANTO DISTRIBUZIONE ARIA.

Vorschau		Wo/Jahr	Bedarf	Wo/Jahr	Bedarf	Wo/Jahr	Bedarf
2/2013	1	7/2013	1	8/2013	1		
12/2013	2	14/2013	2	15/2013	4		
16/2013	4	17/2013	2	18/2013	2		
19/2013	2	20/2013	4	21/2013	2		
22/2013	3	23/2013	4	24/2013	4		
25/2013	4	26/2013	4	27/2013	3		
28/2013	4	29/2013	6	30/2013	1		
33/2013	1	34/2013	4	35/2013	3		
36/2013	4	37/2013	3	38/2013	4		
39/2013	3	40/2013	3	41/2013	2		
42/2013	4	43/2013	3	44/2013	3		
45/2013	5	46/2013	5	47/2013	2		
48/2013	4	49/2013	3				

Figura 8.8. *Previsioni LIEFERVORSCHAU IMOD.*

L'evoluzione futura prevede l'utilizzo, da parte del cliente, soltanto di previsioni formulate sui moduli, eliminando quelle riguardanti i prodotti finiti. L'invio dell'ordine definitivo, con specificato il periodo di consegna, determinerà la configurazione specifica del prodotto finito costruito componendo i moduli messi in previsione.

Ricordo che i moduli per ITALCAB sono utilizzati come strumento previsionale necessario per l'approvvigionamento dei materiali, non sono prodotti fisicamente a parte e poi assemblati insieme nella cabina.

Tutta la parte riguardante la definizione dei moduli e l'analisi statistica per determinare i coefficienti di utilizzo non è sviluppata per questo cliente, poiché queste informazioni sono comunicate direttamente dal cliente.

Dato che le previsioni sono già indicate in moduli, specificando le quantità ed il periodo espresso in settimane, è meglio utilizzare i dati definiti dal cliente senza andare a riassociare i valori rispetto a dei nuovi moduli costruiti appositamente in ITALCAB. Le informazioni sulle previsioni sono dei dati delicati e quando si conoscono, è meglio evitare rimaneggiamenti, è possibile che si compiano errori di valutazione.

A fronte di quanto detto si è deciso di utilizzare gli stessi moduli definiti dal cliente per i quali è possibile definire le seguenti opzioni indicate in Tabella 8.3.

Tabella 8.3. *Configurazioni cabina L524/556.*

FUNZIONI	OPZIONI	
CODICI COMUNI	RIVESTIMENTI INTERNI	1
	CRISTALLO ANT/POST	
	RIVESTIMENTI ESTERNI	
	TERGICRISTALLI	
	IMPIANTO DISTR.ARIA	
	SEDILE CONSOLE	
	SPECCHI RETROVISORI	
BRACCIOLO DX		
FINESTRINI	FINESTRINI APRIBILI	2
	FINESTRINI APRIBILI	
FARI	FARI SYANDARD	3
	FARI XENON	
	FARI LED	
IMP. ELETTRICO	IMPIANTO ELETTRICO A	2
	IMPIANTO ELETTRICO B	
IMP. RISC. / COND.	RISC. COMANDO ELET.	5
	COND. COMANDO ELET.	
	CLIMA AUTOMATICO	
	RISC. COMANDO MECC.	
	COND. COMANDO MECC.	
COMP. RISC. / COND.	COMP. COMANDI ELET,	2
	COMP. COMANDI MECC,	
PARASOLE	ALETTA PARASOLE	2
	ROLLO' PARASOLE	
GRIGLIA	GRIGLIA PROTEZIONE	1

Possiamo notare che gestire tutte le configurazioni possibili sarebbe molto oneroso e porterebbe ad errori nel formulare le previsioni, infatti, le possibili varianti sono molto numerose:

$$\text{Numero varianti} = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 2 = 240$$

Utilizzando le distinte di pianificazione gli oggetti su cui sono fatte le previsioni equivalgono al numero totale di moduli che dobbiamo gestire, aggregando le quantità in gruppi ottengo dei dati più affidabili:

$$\text{Numero moduli} = 1 + 2 + 3 + 2 + 5 + 2 + 2 = 18$$

Si nota anche in questo caso una notevole semplificazione del numero degli oggetti, che corrispondono agli MPS, che inseriremo nel sistema gestionale WSAI.

Le quantità indicate dal cliente su ogni modulo, rappresentano il valore che deriva da una previsione futura della domanda del mercato considerando una certa variabilità dello stesso. Quindi implicitamente contengono una scorta di sicurezza per fronteggiare l'incertezza delle vendite.

Da queste considerazioni si deduce che tale dato previsionale assume per ITALCAB un valore di notevole importanza poiché è il parametro più affidabile che possiede su cui organizzare la produzione.

Un punto molto importante è il controllo della coerenza delle informazioni comunicate ovvero verificare se ciò che il cliente richiede nell'ordine definitivo, in cui compone i moduli per creare il prodotto finito, rispetti le previsioni fatte.

La logica è che se il modulo non è stato previsto non può essere soddisfatto l'ordine per il periodo di consegna richiesto ed il cliente dovrà accettare queste condizioni per questo è importante implementare un sistema che tenga traccia delle previsioni inserite.

In conclusione per il cliente esaminato nel caso, il problema non risiede nel creare le distinte di pianificazione, perché tutti i dati sono forniti dal cliente, ma nel costruire un sistema di controllo e di integrazione nel sistema gestionale WSAI in grado di ricevere gli MPS sui moduli e non sui prodotto finiti.

9.2 GESTIONE DELLE DISTINTE DI PIANIFICAZIONE

Una volta costruite le distinte di pianificazione devo realizzare un sistema in grado di gestire le variabili in ingresso e in uscita di tale strumento, inoltre dobbiamo integrare i risultati ottenuti con il sistema gestionale WSAI.

Il punto critico del funzionamento delle distinte di pianificazione è di mantenere sempre aggiornate le quantità pianificate sui moduli e quelle evase a seguito di un ordine del cliente sul prodotto finito. Dato che la cabina completa deriva dalla composizione dei singoli moduli, dovremo realizzare una funzione in WSAI in grado di scomporre l'ordine del cliente, relativo alla specifica variante del prodotto finito, in una determinata combinazione di moduli. In questo modo il sistema gestionale andrà a scaricare dal sistema le quantità dei moduli utilizzati aggiornando le previsioni. Quindi ci troveremo a dover gestire previsioni fatte su oggetti che sono i moduli e ordini fatti su oggetti che corrispondono alla variante di un prodotto finito.

Il vantaggio previsto, dall'introduzione di questa tecnica di pianificazione, è di poter gestire, su alcuni moduli, una certa sovrabbondanza rispetto alle cabine da produrre, in modo da riservare una certa flessibilità nella scelta delle varianti da mettere in produzione.

L'idea generale è quella di utilizzare un piano "rolling" il quale aggiorna con frequenza settimanale le previsioni. Ogni nuova previsione va a sostituire la precedente, che viene salvata su un archivio storico, per l'analisi delle variazioni.

Quindi è molto importante la tracciabilità delle informazioni in modo da collegare tutti i dati inseriti, soltanto in questo modo riesco a collegare ogni ordine, alla previsione da cui attinge la disponibilità dei componenti, in modo da verificare che ci sia sempre la necessaria copertura. Aggiornando in questo modo i dati risulta immediato controllare se rimangono moduli, ovvero oggetti pianificati, non ancora richiesti dal cliente.

Il programma previsionale integrato in WSAI, dovrebbe avere una struttura simile a quella esposta qui di seguito in Figura 8.9, allo scopo di poter gestire tutte le variabili e calcolare il fabbisogno dei materiali sulla base sia degli MPS sui moduli che gli MPS sui prodotti finiti.

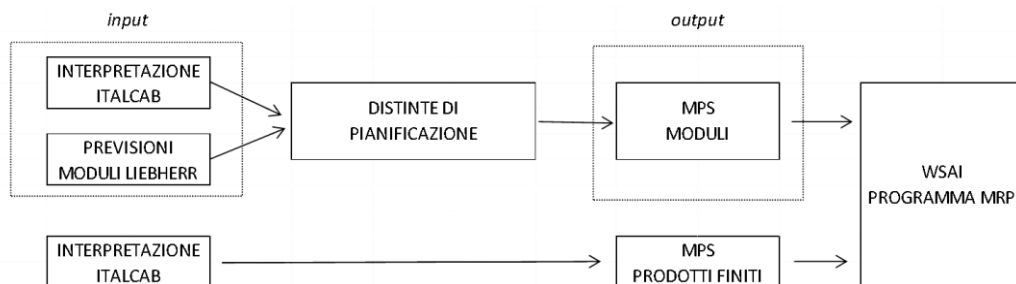


Figura 8.9. Schema concettuale programma previsionale.

In particolare, la programmazione delle distinte di pianificazione, comporta che la composizione dei moduli presenti in una determinata settimana, potrebbe non coincidere con un numero esatto di cabine, anzi, più la previsione si allontana nel futuro, maggiore sarà la quantità in eccesso prevista per ogni modulo. Queste eccedenze corrispondono all'incertezza della domanda futura, che il cliente utilizza per fronteggiare la variabilità del mercato. Man mano che la settimana si

avvicina al periodo congelato, questa eccedenza dovrebbe ridursi poiché la previsione si perfeziona.

Si è deciso di definire un periodo di congelamento di cinque settimane nelle quali gli MPS inseriti non vengono più modificati sia in quantità che variazioni temporali. Questo permette di organizzare la produzione e la gestione degli approvvigionamenti dei materiali senza incorrere in mancanti o in ritardi di consegna. D'altra parte per garantire una certa flessibilità alle previsioni future, aggiornate dai clienti, si potrà valutare l'utilizzo di un sistema in grado di definire in termini percentuali la variazione ammessa per il periodo indicato.

Potremmo imporre ad esempio una variazione quantitativa di +/- 5% entro le dieci settimane, una variazione del +/- 10% entro le quindici settimane ed infine per previsioni oltre le quindici settimane ammettere una variazione del +/- 15%. Queste variazioni sono da considerarsi rispetto al primo dato inserito e tali variazioni sono da riferirsi in termini assoluti sempre riguardo alla prima quantità inserita, altrimenti se accettassi la variazione percentuale rispetto la quantità inserita nell'ultima modifica raggiungerei un aumento maggiore di quello imposto come limite. Quanto descritto è rappresentato nella Figura 8.10 qui sotto.

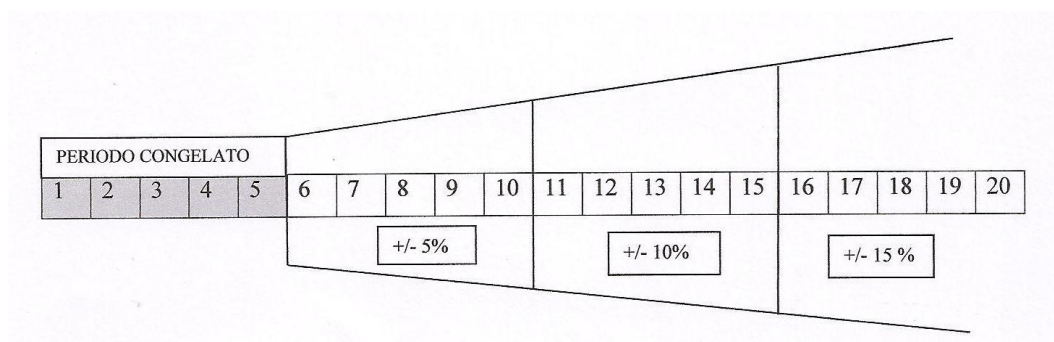


Figura 8.10. *Variazioni ammesse delle quantità pianificate.*

10 CONCLUSIONI

Nella prima parte della tesi abbiamo descritto com'è possibile effettuare un'analisi accurata del magazzino. Le informazioni che abbiamo rilevato sono molto interessanti e utili per capire come migliorare la gestione del magazzino al fine di ridurre i costi di gestione e di immobilizzo del materiale. La matrice che abbiamo costruito dall'analisi ABCD incrociata raccoglie molteplici dati e se utilizziamo la matrice in modo dinamico, ovvero verificando periodicamente la situazione del magazzino, potremmo cogliere le variazioni a seguito delle modifiche fatte. Questo è uno strumento molto efficace in grado di quantificare e valorizzare le prestazioni delle modifiche adottate andando a confrontare la matrice in due periodi differenti. Infine è possibile individuare le aree critiche e concentrare le risorse per migliorare la situazione in modo mirato trascurando invece le aree meno importanti per la produzione.

Integrando l'analisi fatta sulla gestione del magazzino e la ridefinizione delle scorte di sicurezza, in base al tipo di gestione, siamo riusciti a migliorare la situazione del magazzino riducendo il materiale immobilizzato. L'obiettivo è di riuscire a gestire la maggior parte dei materiali con ordini aperti, ovvero, inviando un piano "rolling" al fornitore aggiornato settimanalmente. In questo modo è possibile ridurre le scorte di sicurezza poiché il fornitore riuscirà a programmare meglio la produzione e quindi sarà più affidabile sia dal punto di vista del tempo di consegna che delle quantità consegnate. Più il fornitore è affidabile e pronto alle variazioni, minori potranno essere le scorte di sicurezza che ITALCAB dovrà conservare per fronteggiare le variabilità del mercato.

Come si è visto in questa analisi, il processo che porta a costruire e gestire uno strumento di pianificazione basato sull'uso delle distinte di pianificazione, non è così semplice e immediato come si potrebbe pensare. Le variabili che si devono considerare sono molteplici e ognuna di esse deve essere calcolata e verificata con metodi differenti. Inoltre la gestione della pianificazione richiede il controllo di più funzioni aziendali dall'area commerciale, progettazione, acquisti e produzione.

L'analisi che porta allo studio di fattibilità delle distinte di pianificazione richiede un progetto accurato e molto impegnativo che può comportare tempi lunghi e un dispendio di risorse a volte anche rilevante. Le analisi che si devono compiere per raccogliere i dati si avvalgono di raffinate metodologie informatiche e l'implementazione delle distinte di pianificazione nel sistema gestione aziendale richiede delle modifiche anche radicali della struttura del programma aziendale. Sono da rivedere le metodologie di inserimento dei dati, le variabili da aggiornare, gli oggetti su cui formulare le previsioni e le politiche con cui avvengono le fasi di approvvigionamento dei materiali. Tutte queste funzioni non sono sempre agevoli da controllare e richiedono un'accurata analisi del problema per trovare la soluzione più consona all'azienda. Infatti non esistono ricette universali, preconfezionate, delle operazioni da compiere in modo ripetitivo, ma in ogni azienda si devono valutare le configurazioni ottimali in modo da garantire il funzionamento dello strumento secondo le esigenze dichiarate dall'azienda.

Quanto detto ci aiuta a comprendere la complessità dello studio che si è affrontato e la poliedricità delle sue funzioni. L'intrinseca difficoltà dello strumento delle distinte di pianificazione è giustificata dalle potenzialità di tale sistema gestionale se progettato e implementato coerentemente con le esigenze aziendali.

Le distinte di pianificazione possono essere utilizzate per soddisfare diverse prospettive: come strumento di gestione della varietà del prodotto e quindi migliorare il problema dell'attendibilità delle previsioni; strumento di controllo in grado di garantire la coerenza tra i diversi piani di produzione e quindi tra differenti orizzonti temporali; infine come strumento di integrazione non solo tra area commerciale e produzione ma anche con la progettazione.

Approfondendo quest'ultimo aspetto possiamo evidenziare il vantaggio di operare con moduli piuttosto che con singoli componenti. Pensando il prodotto come composto da moduli, risulta molto più vantaggioso, per il progettista, apportare le modifiche tecniche richieste. In questo modo si andrebbe ad agire solo su quel modulo senza ridefinire tutto il prodotto. Il conseguimento di un maggiore livello di modularità facilita la standardizzazione del componente, ovvero l'utilizzo dello stesso componente in più prodotti. Lo sforzo richiesto per standardizzare i componenti del prodotto sarebbe compensato dai minor sforzi nel caso di modifiche ai moduli, dell'aggiunta di nuove opzioni o implementazione di nuove funzioni. Inoltre la standardizzazione apporta notevoli vantaggi alla pianificazione

della produzione, infatti, all'aumentare dell'indice di comunanza di un articolo gli investimenti in scorte diminuiscono e quindi il processo di standardizzazione contribuisce a ridurre sensibilmente le scorte di sicurezza e il numero di moduli.

APPENDICE A

Nelle pagine seguenti sono riportati alcuni valori a titolo di esempio delle elaborazioni ed i grafici di supporto per la realizzazione dell'analisi ABC per valore di impiego condotta nel capitolo 5.2.1.

Tabella A.1. Valori costruzione analisi ABC valore di impiego.

Articolo	Quantità pz	Valore di impiego annuo	Valore di impiego in %	Valore di impiego in % cumulata
articolo 1	1550	€ 524.194,50	4,0905%	4,09%
articolo 2	666	€ 394.138,80	3,0756%	7,17%
articolo 3	382	€ 206.776,60	1,6135%	13,32%
articolo 4	1427	€ 165.075,36	1,2881%	14,61%
articolo 5	210	€ 159.144,30	1,2419%	15,85%
articolo 6	142	€ 118.854,00	0,9275%	16,78%
articolo 7	61	€ 118.096,00	0,9215%	17,70%
articolo 8	1479	€ 103.530,00	0,8079%	18,51%
articolo 9	122	€ 95.377,16	0,7443%	19,25%
articolo 10	155	€ 86.780,24	0,6772%	19,93%
articolo 11	1582	€ 82.153,26	0,6411%	21,22%
articolo 12	21199	€ 81.616,15	0,6369%	21,86%
articolo 13	1388	€ 78.657,96	0,6138%	22,47%
articolo 14	150	€ 77.125,50	0,6018%	23,08%
articolo 15	380	€ 72.770,00	0,5678%	23,64%
articolo 16	396	€ 71.276,04	0,5562%	24,20%
articolo 17	1563	€ 70.944,57	0,5536%	24,75%
articolo 18	103	€ 68.495,00	0,5345%	25,29%
articolo 19	1483	€ 68.218,00	0,5323%	25,82%
articolo 20	1483	€ 67.876,91	0,5297%	26,35%
articolo 21	1114	€ 65.269,26	0,5093%	26,86%
articolo 22	93	€ 64.281,60	0,5016%	27,36%
articolo 23	542	€ 64.254,10	0,5014%	27,86%
articolo 24	1128	€ 61.735,44	0,4817%	28,34%
articolo 25	1558	€ 58.705,44	0,4581%	28,80%
articolo 26	6877	€ 57.079,10	0,4454%	29,25%
articolo 27	1458	€ 56.862,00	0,4437%	29,69%
articolo 28	539	€ 55.517,00	0,4332%	30,12%
articolo 29	1558	€ 54.997,40	0,4292%	30,55%
...

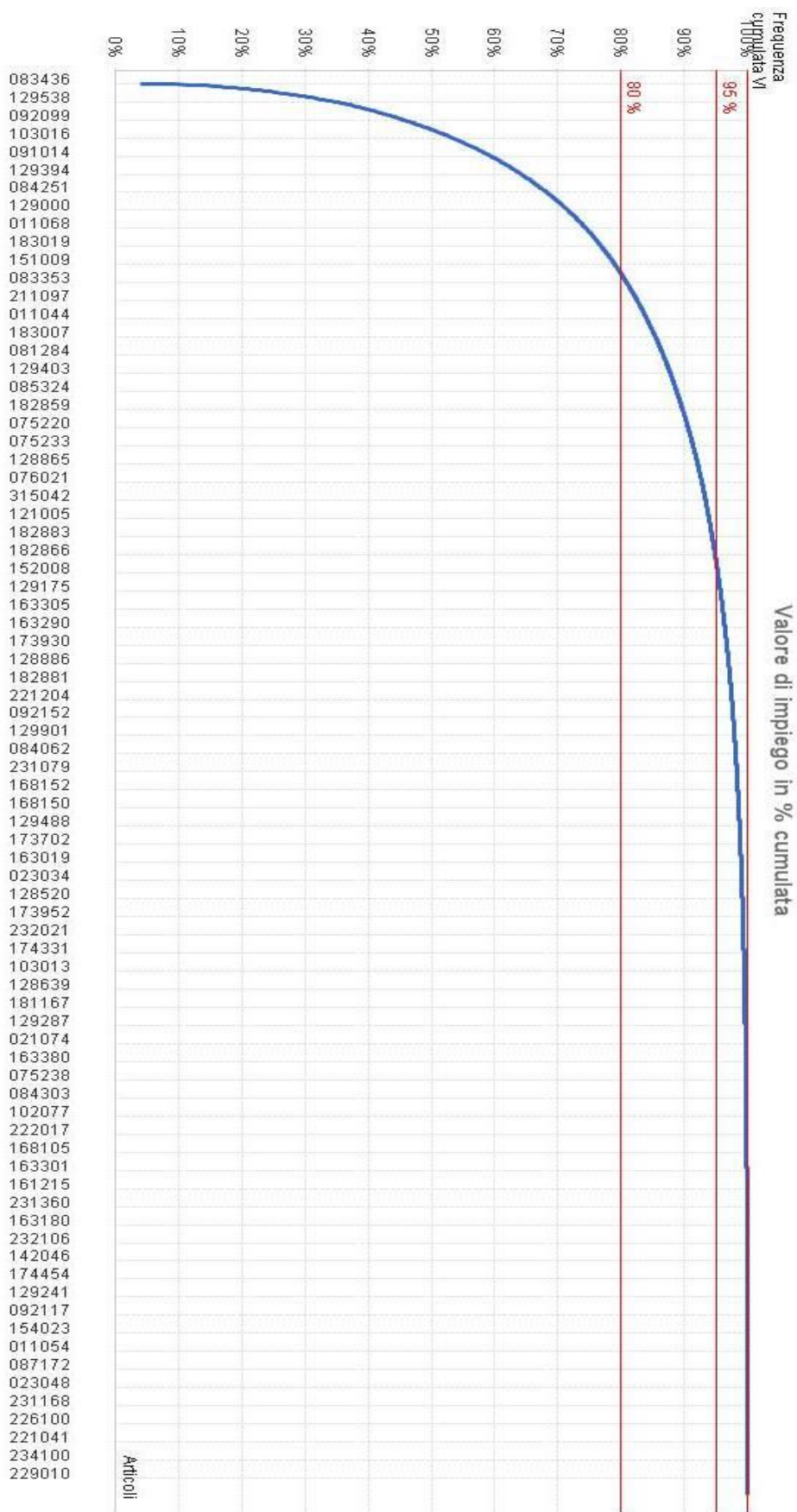


Figura A.1. Curva analisi ABC valore di impiego.

Valori utilizzati nella costruzione dell'analisi ABC per le giacenze medie valorizzate condotta nel capitolo 5.2.2.

Tabella A.2. Valori costruzione analisi ABC giacenze medie valorizzate.

Articolo	Giacenza media pz	Giacenza media valorizzata	Giacenza media valorizzata in %	Giacenza media valorizzata in % cumulata
articolo 1	116,4	€ 62.981,80	2,0444%	2,04%
articolo 2	72,1	€ 49.820,60	1,6172%	3,66%
articolo 3	52,6	€ 41.609,30	1,3507%	5,01%
articolo 4	59,8	€ 35.380,40	1,1485%	6,16%
articolo 5	44,2	€ 33.493,10	1,0872%	7,25%
articolo 6	96,1	€ 32.486,10	1,0545%	9,38%
articolo 7	18,9	€ 27.496,30	0,8926%	10,27%
articolo 8	28,0	€ 23.464,00	0,7617%	11,81%
articolo 9	47,5	€ 19.527,50	0,6339%	12,45%
articolo 10	30,1	€ 16.613,50	0,5393%	12,99%
articolo 11	141,8	€ 16.403,90	0,5325%	13,52%
articolo 12	506,7	€ 16.153,20	0,5243%	14,04%
articolo 13	79,6	€ 15.237,40	0,4946%	14,54%
articolo 14	330,7	€ 15.212,50	0,4938%	15,03%
articolo 15	7,7	€ 14.963,70	0,4857%	15,52%
articolo 16	28,8	€ 14.810,10	0,4807%	16,00%
articolo 17	146,8	€ 14.394,10	0,4672%	16,46%
articolo 18	18,3	€ 14.304,90	0,4643%	16,93%
articolo 19	81,2	€ 13.972,50	0,4536%	17,38%
articolo 20	75,7	€ 13.621,60	0,4422%	17,82%
articolo 21	20,4	€ 13.507,70	0,4385%	18,26%
articolo 22	15,5	€ 13.491,20	0,4379%	18,70%
articolo 23	13,4	€ 12.757,10	0,4141%	19,11%
articolo 24	18,1	€ 12.208,10	0,3963%	19,51%
articolo 25	9,0	€ 11.962,20	0,3883%	19,90%
articolo 26	13,9	€ 11.619,50	0,3772%	20,28%
articolo 27	13,2	€ 11.223,50	0,3643%	20,64%
articolo 28	160,0	€ 11.197,30	0,3635%	21,00%
...

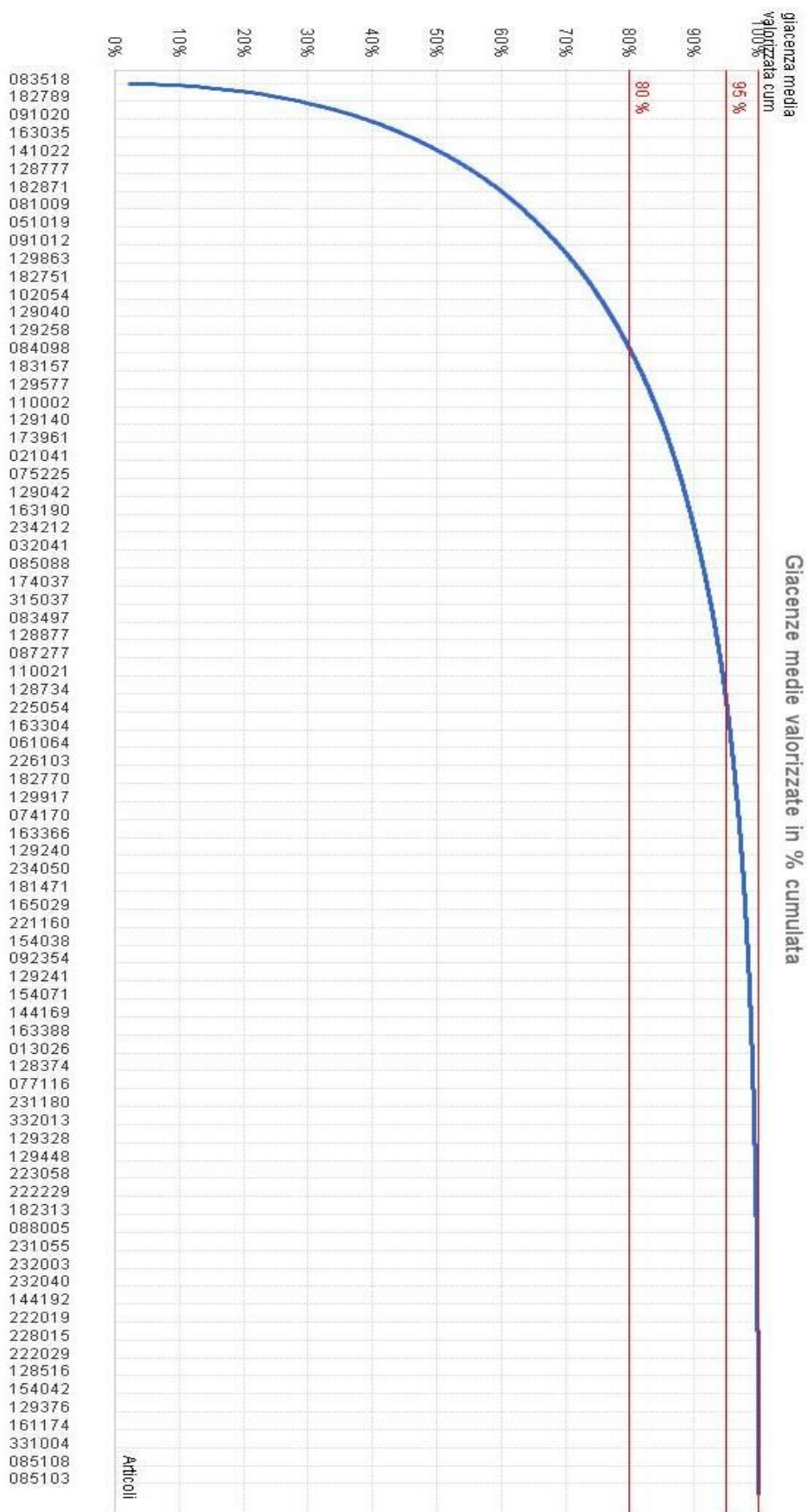


Figura A.2. Curva analisi ABC giacenze medie valorizzate.

Tabella A.3. Analisi approfondita.

ARTICOLO	LT settimana	Scorta Sicurezza pz	ANNO Consumo medio pz/anno	Giacenza media pz	Presenz a articolo	GIORNO Consumo medio pz/gg	GIORNO Variazione standard pz/gg	GIORNO CV	SETTIMANA Consumo medio pz/sett	SETTIMANA Variazione standard pz/sett	SETTIMANA CV	QUINDICINALE Consumo medio pz/quindic	QUINDICINALE Variazione standard pz/quindic	QUINDICINALE CV	MESE Consumo medio pz/mese	MESE Variazione standard pz/mese	MESE CV
articolo1	4	2000	51.377,00	4.066,70	99,73%	218,04	74,3108	34,0813%	1010,10	311,1137	30,8002%	1833,15	657,4609	34,7741%	3807,31	1.158,9352	30,4388%
articolo2	3	1700	21.199,00	509,30	97,54%	512,79	375,0838	73,1450%	689,62	424,8700	61,6002%	909,05	540,0703	59,4107%	1666,58	946,3351	56,7829%
articolo3	6	800	20.157,62	2.096,20	99,73%	86,88	40,9926	47,1828%	397,17	152,0134	38,2743%	720,79	271,0800	37,6089%	1497,02	494,5791	33,0376%
articolo4	5	900	14.076,00	925,70	99,73%	60,30	24,2721	40,2546%	278,10	89,1346	32,0510%	504,70	200,4307	39,1215%	1048,23	342,0597	32,6321%
articolo5	8	800	12.913,89	3.060,10	99,73%	58,90	38,1403	64,7533%	258,44	121,5853	47,0454%	469,03	227,0500	48,0898%	974,13	371,3721	38,1235%
articolo6	7	400	11.907,46	1.226,70	99,73%	51,45	31,5520	61,3206%	235,21	83,5386	35,5128%	426,86	170,3833	39,5151%	866,57	286,4527	32,3104%
articolo7	6	400	11.798,00	1.190,50	99,73%	51,53	21,8013	42,3106%	234,51	75,0586	32,0065%	425,59	163,1310	38,3303%	883,92	288,4419	32,6320%
articolo8	4	600	10.412,00	1.144,90	99,73%	44,38	15,6515	35,2657%	206,51	60,6057	29,3475%	374,78	136,8012	36,5019%	778,38	251,1230	32,2621%
articolo9	5	800	10.093,05	3.442,60	99,73%	44,04	21,8768	49,8771%	199,52	78,6217	39,4056%	362,09	156,2661	43,1567%	752,03	251,7060	33,4700%
articolo10	4	400	9.492,00	1.254,90	99,73%	43,50	14,7224	33,8446%	190,31	63,1948	33,2058%	338,33	120,1601	35,5153%	702,69	219,9357	31,2890%
articolo11	6	350	9.443,75	1.565,80	99,73%	43,35	14,6534	33,8048%	192,35	56,3222	29,2807%	355,11	124,3132	35,0066%	710,23	248,6298	35,0071%
articolo12	5	200	8.472,00	1.953,40	99,73%	37,17	15,1663	40,7944%	166,90	53,5554	32,0887%	302,89	105,9656	34,9850%	629,08	194,1316	30,8598%
articolo13	4	136	7.564,11	1.765,50	99,73%	32,45	14,4876	44,6399%	148,36	50,3052	35,9458%	289,25	97,2359	36,1134%	559,21	185,8707	33,2378%
articolo14	4	300	7.143,00	507,20	99,73%	30,15	22,1329	73,3981%	139,69	56,9057	40,7360%	253,52	116,0624	45,7807%	526,54	196,2438	37,6504%
articolo15	4	782	6.877,00	1.074,20	92,08%	295,86	110,0287	37,1890%	295,86	110,0287	37,1890%	342,58	122,8808	35,8694%	542,42	215,6384	39,7551%
articolo16	8	100	6.770,00	541,20	99,73%	29,73	14,2501	47,9327%	135,02	57,4714	42,5648%	249,27	115,5303	46,3476%	498,54	242,4148	48,6251%
articolo17	4	220	6.735,00	562,80	99,73%	28,69	12,7283	44,3667%	131,73	48,7634	37,0163%	239,07	103,0089	43,0866%	496,54	209,6038	42,2130%
articolo18	5	600	6.328,94	660,50	99,73%	26,77	12,2201	45,6523%	124,01	42,8474	34,5523%	220,49	82,7848	36,7856%	467,41	147,2347	31,5004%
articolo19	8	400	6.229,23	1.605,10	98,63%	54,66	60,8750	111,3781%	139,82	99,8972	71,4480%	240,49	158,8906	66,0703%	462,48	314,3097	67,9625%
articolo20	4	200	5.796,00	926,60	99,73%	27,12	12,8213	46,5426%	120,26	48,4527	40,2897%	221,28	98,7773	44,6391%	425,54	218,4846	51,3384%
articolo21	10	250	5.754,00	403,20	99,73%	25,25	12,6936	50,2763%	114,39	33,2615	29,0776%	207,59	74,9930	36,1251%	431,15	149,0094	34,5606%
articolo22	4	200	5.754,00	403,20	99,73%	25,25	12,6936	50,2763%	114,39	33,2615	29,0776%	207,59	74,9930	36,1251%	431,15	149,0094	34,5606%
articolo23	4	200	5.614,51	598,60	99,73%	25,86	15,0788	58,3067%	114,22	45,2864	39,6482%	203,06	79,0549	38,9321%	421,74	141,0473	33,4444%
articolo24	2	300	5.466,00	794,80	99,73%	31,85	15,4307	48,4532%	109,69	54,4091	49,6032%	179,56	93,1603	45,2967%	379,69	157,0262	41,3562%
articolo25	10	200	5.266,00	320,20	99,73%	24,26	17,0774	70,4052%	104,45	35,0143	33,5222%	189,56	66,1957	34,9215%	393,69	152,4182	31,8569%
articolo26	6	250	4.984,00	516,50	99,73%	21,53	9,3623	43,4780%	98,88	31,4508	31,8078%	179,85	71,8387	40,0339%	372,69	129,4864	34,7435%
articolo27	4	400	4.940,22	1.441,40	99,73%	23,57	18,4811	78,4024%	99,10	45,4245	45,8374%	179,85	73,8358	41,0549%	373,53	127,6318	34,1693%
articolo28	6	100	4.935,00	316,50	99,73%	20,96	6,3146	30,1327%	97,08	29,3121	30,1933%	176,19	67,6388	38,9077%	365,92	128,8322	35,2075%
articolo29	8	140	4.525,00	814,20	99,73%	20,64	8,3270	40,3509%	89,85	32,9726	36,6957%	199,74	68,0241	42,5841%	331,77	132,8967	40,0570%
articolo30	6	110	4.514,00	363,40	99,73%	20,45	21,0774	103,0585%	88,63	50,7126	57,2216%	163,62	88,3339	53,9889%	327,23	178,2125	54,4608%
articolo31	5	150	4.324,00	528,30	99,73%	19,98	16,8385	84,2737%	88,00	44,0217	50,0247%	165,44	80,4809	48,9466%	318,15	181,7443	57,1246%
articolo32	4	300	4.053,00	310,60	99,73%	17,34	7,0296	40,5485%	79,96	27,5477	34,4521%	145,11	60,3262	41,5725%	301,38	120,7901	40,0784%
articolo33	4	160	3.918,00	462,10	99,73%	17,43	6,8382	39,2366%	77,92	26,9040	34,5285%	141,41	57,8641	40,9201%	293,69	94,9907	32,3436%
articolo34	4	100	3.880,00	290,10	99,73%	16,40	12,2529	74,7109%	75,31	31,9147	42,3800%	136,67	60,9312	44,9838%	283,85	120,0332	42,2881%
articolo35	4	100	3.870,00	300,50	99,73%	16,36	11,9966	73,3486%	75,10	32,9818	43,9160%	136,30	64,9663	47,8875%	283,08	126,1034	44,5474%
articolo36	4	400	3.720,00	1.406,30	99,73%	16,71	6,0784	36,3803%	75,53	22,1948	29,3841%	139,45	49,4824	35,8469%	267,89	93,1610	33,4039%
articolo37	9	200	3.590,00	392,20	99,45%	22,41	10,8033	48,2013%	73,91	33,1948	45,2434%	138,96	60,7714	43,2333%	278,23	139,6264	52,2499%
articolo38	6	80	3.519,00	221,20	99,73%	15,00	4,9439	28,2992%	69,49	19,6650	28,2992%	126,11	44,8599	35,5717%	261,92	81,9588	31,2916%
articolo39	10	200	3.283,00	388,50	99,73%	18,93	9,4224	47,2744%	65,08	23,0071	35,3511%	118,11	50,4277	42,6951%	245,31	87,4103	35,6329%
articolo40	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Tabella A.4. *Articoli classe AD.*

Articolo	Classe ABC giacenze medie	Classe ABC valore di impiego	Famiglia prodotto	fuori / in produzione	Giacenza attuale pz	Giacenza attuale a valore listino	cliente
articolo 1	A	D	TLT	fuori produzione	56	€ 44.265,20	cliente 1
articolo 2	A	D	TLT	fuori produzione	28	€ 23.464,00	cliente 1
articolo 3	A	D	TLT	fuori produzione	14	€ 11.939,90	cliente 1
articolo 4	A	D	-	-	27850	€ 7.798,00	-
articolo 5	A	D	TLFH	in produzione	27	€ 7.700,40	-
articolo 6	A	D	-	-	9	€ 6.210,00	-
articolo 7	A	D	-	fuori produzione	828	€ 5.784,66	cliente 1
articolo 8	A	D	-	fuori produzione	31	€ 4.991,00	cliente 1
articolo 9	A	D	TLT	fuori produzione	5	€ 4.650,00	cliente 1
articolo 10	A	D	TLT	fuori produzione	21	€ 4.321,80	cliente 1
articolo 11	A	D	TLT	fuori produzione	25	€ 4.200,00	cliente 1
articolo 12	A	D	-	-	20	€ 3.989,00	-
articolo 13	A	D	TLFH	in produzione	13	€ 3.824,60	-
articolo 14	A	D	-	fuori produzione	6	€ 3.594,00	cliente 1
articolo 15	A	D	-	-	11	€ 3.382,50	-
articolo 16	A	D	-	fuori produzione	85	€ 3.253,19	cliente 1
articolo 17	A	D	TLT	fuori produzione	4	€ 2.932,80	cliente 1
articolo 18	A	D	TLT	fuori produzione	110	€ 2.772,00	cliente 1
articolo 19	A	D	TLT	fuori produzione	3	€ 2.742,00	cliente 1
articolo 20	A	D	-	-	3	€ 2.582,61	-
articolo 21	A	D	-	-	32	€ 2.511,36	-
articolo 22	A	D	-	fuori produzione	19	€ 2.407,68	cliente 1
articolo 23	A	D	-	-	225	€ 2.387,25	-
articolo 24	A	D	TLT7	fuori produzione	2	€ 2.370,00	cliente 1
articolo 25	A	D	TLT	fuori produzione	3	€ 2.358,00	cliente 1
articolo 26	A	D	-	fuori produzione	116	€ 2.301,84	cliente 1
articolo 27	A	D	-	-	8	€ 2.300,00	-
articolo 28	A	D	-	-	19	€ 2.259,10	-
articolo 29	A	D	-	-	89	€ 2.045,22	-
articolo 30	A	D	-	-	32	€ 1.966,72	-
articolo 31	A	D	TLT	fuori produzione	3	€ 1.965,00	cliente 1
articolo 32	A	D	TLT	fuori produzione	11	€ 1.881,00	cliente 1
articolo 33	A	D	EVR	in produzione	36	€ 1.872,00	-
articolo 34	A	D	-	fuori produzione	100	€ 1.689,00	cliente 1
articolo 35	A	D	TLT	fuori produzione	58	€ 1.653,00	cliente 1
articolo 36	A	D	-	-	114	€ 1.651,86	-
articolo 37	A	D	MAIT2	in produzione	76	€ 1.641,60	cliente 2
articolo 38	A	D	DV40	in produzione	33	€ 1.596,87	cliente 3
articolo 39	A	D	-	fuori produzione	€ 65,00	€ 1.592,50	cliente 1

articolo 41	A	D	TLT	fuori produzione	45	€	1.579,50	cliente 1
articolo 42	A	D	MAIT2	in produzione	75	€	1.560,00	cliente 2
articolo 43	A	D	-	-	60	€	1.549,20	-
articolo 44	A	D	-	fuori produzione	11	€	1.485,00	cliente 1
articolo 45	A	D	-	fuori produzione	45	€	1.466,55	cliente 1
articolo 46	A	D	-	-	22	€	1.452,00	-
articolo 47	A	D	TLT7	fuori produzione	7	€	1.449,00	cliente 1
articolo 48	A	D	-	-	15	€	1.440,90	-
articolo 49	A	D	-	-	46	€	1.352,40	-
articolo 50	A	D	TLT	fuori produzione	17	€	1.330,25	cliente 1
articolo 51	A	D	-	-	12	€	1.319,16	-
articolo 52	A	D	-	-	40,01	€	1.274,32	-
articolo 53	A	D	-	-	45,45	€	1.272,60	-
articolo 54	A	D	-	-	14	€	1.260,00	-
articolo 55	A	D	-	fuori produzione	140	€	1.242,64	cliente 1
articolo 56	A	D	TLT	fuori produzione	246	€	1.234,87	cliente 1
articolo 57	A	D	-	-	16	€	1.208,00	-
articolo 58	A	D	-	-	50	€	1.207,00	-
articolo 59	A	D	-	-	40	€	1.188,00	-
articolo 60	A	D	-	fuori produzione	92	€	1.165,64	cliente 1
articolo 61	A	D	-	fuori produzione	156	€	1.165,49	cliente 1
articolo 62	A	D	-	-	9	€	1.143,00	-
articolo 63	A	D	-	fuori produzione	194	€	1.076,70	cliente 1
articolo 64	A	D	TLT	fuori produzione	50	€	1.037,50	cliente 1
articolo 65	A	D	-	-	77	€	1.033,76	-
articolo 66	A	D	-	fuori produzione	1	€	1.020,00	cliente 1
articolo 67	A	D	-	fuori produzione	2	€	992,84	cliente 1
articolo 68	A	D	-	-	97,7	€	952,58	-
articolo 69	A	D	-	fuori produzione	723	€	926,17	cliente 1
articolo 70	A	D	-	-	45	€	888,08	-
articolo 71	A	D	-	-	3	€	885,00	-
articolo 72	A	D	-	fuori produzione	425	€	864,44	cliente 1
articolo 73	A	D	-	-	2	€	862,90	-
articolo 74	A	D	-	fuori produzione	439	€	861,76	cliente 1
articolo 75	A	D	-	fuori produzione	320	€	834,26	cliente 1
articolo 76	A	D	-	-	30	€	828,46	-
articolo 77	A	D	MAIT2	in produzione	80	€	824,00	cliente 2
articolo 78	A	D	-	-	7	€	797,30	-
articolo 79	A	D	-	-	47	€	797,12	-
articolo 80	A	D	-	fuori produzione	19	€	671,27	cliente 1
articolo 81	A	D	-	-	42	€	592,62	-
articolo 82	A	D	-	fuori produzione	7	€	189,86	cliente 1

APPENDICE B

Tabella B.1. *Tavola della distribuzione normale standardizzata.*

Tavole della funzione di ripartizione della variabile Normale Standardizzata:

$$\Phi(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} t^2} dt$$

z	Seconda cifra decimale di z									
	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.50000	0.50399	0.50798	0.51197	0.51595	0.51994	0.52392	0.52790	0.53188	0.53586
0.1	0.53983	0.54380	0.54776	0.55172	0.55567	0.55962	0.56356	0.56749	0.57142	0.57535
0.2	0.57926	0.58317	0.58706	0.59095	0.59483	0.59871	0.60257	0.60642	0.61026	0.61409
0.3	0.61791	0.62172	0.62552	0.62930	0.63307	0.63683	0.64058	0.64431	0.64803	0.65173
0.4	0.65542	0.65910	0.66276	0.66640	0.67003	0.67364	0.67724	0.68082	0.68439	0.68793
0.5	0.69146	0.69497	0.69847	0.70194	0.70540	0.70884	0.71226	0.71566	0.71904	0.72240
0.6	0.72575	0.72907	0.73237	0.73565	0.73891	0.74215	0.74537	0.74857	0.75175	0.75490
0.7	0.75804	0.76115	0.76424	0.76730	0.77035	0.77337	0.77637	0.77935	0.78230	0.78524
0.8	0.78814	0.79103	0.79389	0.79673	0.79955	0.80234	0.80511	0.80785	0.81057	0.81327
0.9	0.81594	0.81859	0.82121	0.82381	0.82639	0.82894	0.83147	0.83398	0.83646	0.83891
1.0	0.84134	0.84375	0.84614	0.84849	0.85083	0.85314	0.85543	0.85769	0.85993	0.86214
1.1	0.86433	0.86650	0.86864	0.87076	0.87286	0.87493	0.87698	0.87900	0.88100	0.88298
1.2	0.88493	0.88686	0.88877	0.89065	0.89251	0.89435	0.89617	0.89796	0.89973	0.90147
1.3	0.90320	0.90490	0.90658	0.90824	0.90988	0.91149	0.91308	0.91466	0.91621	0.91774
1.4	0.91924	0.92073	0.92220	0.92364	0.92507	0.92647	0.92785	0.92922	0.93056	0.93189
1.5	0.93319	0.93448	0.93574	0.93699	0.93822	0.93943	0.94062	0.94179	0.94295	0.94408
1.6	0.94520	0.94630	0.94738	0.94845	0.94950	0.95053	0.95154	0.95254	0.95352	0.95449
1.7	0.95543	0.95637	0.95728	0.95818	0.95907	0.95994	0.96080	0.96164	0.96246	0.96327
1.8	0.96407	0.96485	0.96562	0.96638	0.96712	0.96784	0.96856	0.96926	0.96995	0.97062
1.9	0.97128	0.97193	0.97257	0.97320	0.97381	0.97441	0.97500	0.97558	0.97615	0.97670
2.0	0.97725	0.97778	0.97831	0.97882	0.97932	0.97982	0.98030	0.98077	0.98124	0.98169
2.1	0.98214	0.98257	0.98300	0.98341	0.98382	0.98422	0.98461	0.98500	0.98537	0.98574
2.2	0.98610	0.98645	0.98679	0.98713	0.98745	0.98778	0.98809	0.98840	0.98870	0.98899
2.3	0.98928	0.98956	0.98983	0.99010	0.99036	0.99061	0.99086	0.99111	0.99134	0.99158
2.4	0.99180	0.99202	0.99224	0.99245	0.99266	0.99286	0.99305	0.99324	0.99343	0.99361
2.5	0.99379	0.99396	0.99413	0.99430	0.99446	0.99461	0.99477	0.99492	0.99506	0.99520
2.6	0.99534	0.99547	0.99560	0.99573	0.99585	0.99598	0.99609	0.99621	0.99632	0.99643
2.7	0.99653	0.99664	0.99674	0.99683	0.99693	0.99702	0.99711	0.99720	0.99728	0.99736
2.8	0.99744	0.99752	0.99760	0.99767	0.99774	0.99781	0.99788	0.99795	0.99801	0.99807
2.9	0.99813	0.99819	0.99825	0.99831	0.99836	0.99841	0.99846	0.99851	0.99856	0.99861
3.0	0.99865	0.99869	0.99874	0.99878	0.99882	0.99886	0.99889	0.99893	0.99896	0.99900
3.1	0.99903	0.99906	0.99910	0.99913	0.99916	0.99918	0.99921	0.99924	0.99926	0.99929
3.2	0.99931	0.99934	0.99936	0.99938	0.99940	0.99942	0.99944	0.99946	0.99948	0.99950
3.3	0.99952	0.99953	0.99955	0.99957	0.99958	0.99960	0.99961	0.99962	0.99964	0.99965
3.4	0.99966	0.99968	0.99969	0.99970	0.99971	0.99972	0.99973	0.99974	0.99975	0.99976
3.5	0.99977	0.99978	0.99978	0.99979	0.99980	0.99981	0.99981	0.99982	0.99983	0.99983
3.6	0.99984	0.99985	0.99985	0.99986	0.99986	0.99987	0.99987	0.99987	0.99988	0.99989
3.7	0.99989	0.99990	0.99990	0.99990	0.99991	0.99991	0.99992	0.99992	0.99992	0.99992
3.8	0.99993	0.99993	0.99993	0.99994	0.99994	0.99994	0.99994	0.99995	0.99995	0.99995
3.9	0.99995	0.99995	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99997	0.99997

z	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291	3.891	4.417
$\Phi(z)$	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995	0.999	0.9995	0.99995	0.999995
$2[1 - \Phi(z)]$	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001	0.0001	0.00001

Tabella B.2. *Tavola di Miller.*

N	$\alpha=0,2$	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
1	0,9	0,95	0,975	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,642	0,708	0,828
4	0,494	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,51	0,565	0,669
6	0,41	0,47	0,521	0,618
7	0,381	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,368	0,41	0,49
11	0,307	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,338	0,375	0,45
13	0,284	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,295	0,328	0,392
17	0,25	0,286	0,318	0,381
18	0,244	0,278	0,309	0,371
19	0,237	0,272	0,301	0,363
20	0,231	0,264	0,294	0,356
...	$1,073/v(N)$	$1,223/v(N)$	$1,358/v(N)$	$1,629/v(N)$

BIBLIOGRAFIA

Caputo M., De Toni A., 1991, *Flessibilità ed efficienza nelle scelte di prodotto, processo e programmazione*, ETAS Libri, Milano.

Da Villa F., 2008, *La Logistica dei Sistemi Manifatturieri*, ETAS.

Da Villa F., De Toni A., Le distinte di pianificazione come strumento di governo della logistica manifatturiera, *Sistemi and Impresa*, n. 315, settembre 1990.

Danese P., Romano P., 2004, Improving inter-functional coordination to face high product variety and frequent modifications, *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 24, n 9, pp. 863-885.

Danese P., Romano P., 2001, Distinte di pianificazione: strumento di gestione della produzione e della varietà di prodotto, paper incluso *negli atti della XII Riunione Scientifica Nazionale AiIG*, Percorsi innovativi e sviluppo dell'impresa, Parma, pp.423-436.

Grando A.,1995, *Organizzazione e Gestione della Produzione Industriale*, Egea.

Pellicelli G, *Le scorte nell'economia e nelle determinazioni quantitative d'impresa*, Milano, Giuffrè, 1968.

Vollmann T. E., W. L. Berry, D. C. Whybark, 1988, *Manufacturing Planning and Control Systems*, Irwin.

RINGRAZIAMENTI

Voglio ringraziare Bruno e Giovanni Porcellato per avermi concesso l'opportunità di realizzare questa tesi. Esco da questo stage arricchito di un'importante esperienza nel mondo del lavoro, che mi ha reso più consapevole della complessità che lo caratterizza, non solo composta di aspetti tecnici ma anche basata su relazioni umane.

Grazie a tutti i colleghi che hanno reso la mia permanenza nell'azienda piacevole e proficua, accogliendomi sempre con un sorriso.

In particolare vorrei ringraziare Marco Cazzaro, direttore della Logistica, che con grande disponibilità e competenza mi ha guidato nello svolgimento di questo studio.

Un ringraziamento va ad Alessandro Barzan e Sara Porcellato, per il supporto tecnico e per l'incoraggiamento, indispensabili nella realizzazione della tesi.

Un sentito ringraziamento va al Professor Roberto Panizzolo, per la professionalità e passione con cui mi ha seguito nello svolgimento della tesi.

Un grazie infinito ai miei genitori, Lorenzo e Paola, per tutti i sacrifici fatti in questi anni grazie ai quali ho potuto raggiungere questo importante risultato.

Un grazie a mia sorella Lisa, per la pazienza e per tutti gli abbracci che ho ricevuto in questi anni.

Un grazie speciale va ad Anna, per essermi vicino in ogni momento, per avermi sostenuto nei periodi difficili e rassicurato con il suo affetto.

Infine grazie a tutti i miei amici e a tutti quelli che hanno creduto in me, che saranno al mio fianco a festeggiare questo importante traguardo.

Simone