

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica**

Tesi di Laurea

**Studio per l'ottimizzazione dei parametri della
scorta di sicurezza nella gestione dei materiali.
Il caso CAREL SPA**

Relatore:

Ch. mo Prof. Roberto Panizzolo

Correlatore:

Ing. Livio Martello

Laureando

Marco Borgato

Anno accademico 2017-2018

A Luigi Borgato

RINGRAZIAMENTI

Arrivato al termine di questo mio percorso universitario troverei ingiusto attribuire unicamente a me stesso il merito d'aver raggiunto questo bellissimo traguardo. Le persone che, in un modo o nell'altro, hanno contribuito a rendere possibile questo giorno sono davvero tante e a loro, dal più profondo del cuore, va il mio ringraziamento.+

Prima tra tutti la mia famiglia e in particolar modo i miei genitori, Mario e Simonetta, che sempre con la loro saggezza hanno supportato, non solo moralmente ma anche economicamente, questi anni universitari. Un grazie poi alle mie sorelle Irene, Lucia ed Ester da sempre preziose alleate e amiche fidate.

Un grazie speciale alla mia ragazza Francesca, sempre presente nei momenti più importanti, che con estrema dolcezza e affetto ha saputo sostenermi in tutte le difficoltà di questi anni.

Desidero inoltre ringraziare tutti i colleghi di CAREL che hanno reso possibile la realizzazione di questa tesi in particolar modo Livio Martello che con la sua passione e tenacia ha saputo ispirarmi in questo lavoro.

Ringrazio inoltre il mio relatore il Professor Roberto Panizzolo la cui dedizione ha suscitato in me l'interesse ad approfondire i temi della logistica e della gestione aziendale.

Infine un grazie particolare a tutti gli amici che in questi anni hanno creduto in me e che sono stati motivo di crescita non solo sul piano intellettuale, ma soprattutto sul piano umano. A voi tutti va la mia gratitudine e il mio più sincero augurio di buona fortuna.

SOMMARIO

La corretta valutazione delle scorte è un problema che da sempre affligge la realtà aziendale. Se da un lato esse permettono alle aziende di tutelarsi dalla domanda discontinua del mercato, dall'altro rappresentano una voce di costo in termini di capitale immobilizzato e di risorse, di qualsiasi genere, a loro dedicate per una corretta gestione.

Tra tutte le tipologie di scorta quelle che sicuramente giocano un ruolo fondamentale nei processi produttivi sono senz'altro le scorte di sicurezza. Questa categoria assicura la continuità del flusso produttivo qualora si verificano dei problemi in riferimento ai tempi e le quantità di consegna. Il loro ruolo fondamentale perciò richiede un'attenta analisi, non solo del loro valore, ma anche dell'ambiente produttivo circostante che necessita di tale risorsa.

In questa tesi si propongono, dopo un'attenta analisi della realtà produttiva di CAREL, diverse tecniche messe in campo per ottenere il più possibile un valore ottimo, che concili da un lato la volontà di ridurre le quantità di merce stoccata a magazzino e dall'altro di garantire al mercato, e quindi a tutti i clienti di CAREL, il miglior livello di servizio possibile.

Le difficoltà incontrate, nel perseguimento di questo obiettivo, sono state molteplici e hanno condotto ad una parziale soluzione del problema, orientata principalmente nella realtà produttiva di CAREL. Questo tuttavia non riduce la generalità delle soluzioni proposte che quindi si dimostrano applicabili in più realtà aziendali.

La strada per il miglioramento di questo parametro è ancora in buona parte da percorrere, ma questa tesi ha l'ambizione di compiere un primo passo verso una direzione di miglioramento che sappia conciliare le richieste contrastanti che arrivano dalle diverse aree aziendali.

INDICE

INTRODUZIONE	1
1. CAREL SPA.....	3
1.1. L'AZIENDA.....	3
1.2. LA STORIA.....	4
1.3. LA MISSION.....	7
1.4. IL MONDO CAREL	8
1.4.1. GLI STABILIMENTI PRODUTTIVI.....	8
1.4.2. GLI STABILIMENTI PRODUTTIVI.....	9
1.4.3. LE FILIALI COMMERCIALI	11
1.4.4. ARIANNA SPA	13
1.5. IL MERCATO	13
2. PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLE PRODUZIONE	17
2.1. SISTEMA INFORMATICO UTILIZZATO	17
2.2. TRE DIVERSI PIANI DI PRODUZIONE.....	20
2.2.1. PIANO AGGRGATO DI PRODUZIONE	20
2.2.2. PIANO PRINCIPALE DI PRODUZIONE	21
2.2.3. PIANO DELLE OPERAZIONI TERMINALI.....	21
2.3. CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI PRODUTTIVI	22
3. IL RUOLO DELLE SCORTE.....	27
3.1. CLASSIFICAZIONE DELLE SCORTE	28
3.2. COSTI LEGATI ALLE SCORTE	29
3.3. POLITICA DI GESTINOE DELLE SCORTE	30
3.4. CRITERI DECISIONALI PER LA GESTIONE DELLE SCORTE E ANALISI ABC	31
3.4.1. ANALISI ABC SEMPLICE CONSUMI	33
3.4.2. ANALISI ABC SEMPLICE GIACENZE	33
3.4.3. ANALISI ABC INCROCIATA	34
4. TECNICHE DI GESTIONE DEI MATERIALI	37
4.1. FATTORI CARATTERIZZANTI I MATERIALI	40
4.1.1. GESTIONE A KANBAN	43

4.1.2.	GESTIONE MEDIANTE MRP	45
4.1.3.	GESTIONE A ROP	51
5.	SCORTE DI SICUREZZA	55
5.1.	METODI PER IL CALCOLO DELLE SCORTE	57
5.1.1.	DIMENSIONAMENTO DELLE SS PER NUMERO DI PERIODI DI COPERTURA DELLA DOMANDA	57
5.1.2.	DIMENSIONAMENTO DELLE SS PER PROBABILI -TÀ DI ROTTURA DI STOCK CONSIDERATA	58
5.1.3.	DIMENSIONAMENTO DELLE SS PER IL LIVELLO DI SERVIZIO CONSIDERATO	59
5.2.	SS: LE DUE FONTI DI INCERTEZZA	61
5.2.1.	SCORTA DI SICUREZZA VALUTATA SULLA VA- RIAZIONE DEI CONSUMI	61
5.2.2.	SCORTA DI SICUREZZA VALUTATA SULLA VARIAZIONE DEI TEMPI DI CONSEGNA	62
5.2.3.	SCORTA DI SICUREZZA TOTALE	63
6.	IL CASO CAREL SPA	65
6.1.	CRITERIO PER LA SCELTA DI GESTIONE DEI MATERIALI IN CAREL	67
6.1.1.	POLITICHE DI APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI	70
6.2.	SCELTA DEI MATERIALE PER IL RICALCOLO DELLE SS	72
7.	METODI PER L'OTTIMIZZAZIONE DELLE SCORTE	77
7.1.	ANALISI ABC INCROCIATA IN CAREL SPA	77
7.1.1.	ANALISI ABC CONSUMI IN CAREL	78
7.1.2.	ANALISI ABC GIACENZE IN CAREL	79
7.1.3.	ANALISI ABC INCROCIATA GIACENZA CONSUMI	80
7.2.	TECNICHE PER L'OTTIMIZZAZIONE DELLE SCORTE DI SICUREZZA	81
7.2.1.	PROPOSTA PER LA SCELTA DI UN ADEGUATO LIVELLO DI SERVIZIO	84
7.2.2.	IL CRITERIO DI CHAUVENET	94
7.2.3.	INTRODUZIONE DEL VENDOR RATING	99
8.	PROPOSTE DI MIGLIORAMENTO	107
8.1.	LOTTO MINIMO E VOLUME UNITARIO	107
8.2.	PREVISIONI DELLE SCORTE	109

8.3. RIVALUTAZIONE DEI LEAD TIME	110
8.4. CONCLUSIONI.....	111
BIBLIOGRAFIA	113
SITOGRAFIA.....	115

INDICE FIGURE

Figura 1 - Tappe principali di CAREL. (fonte www.carel.com)	4
Figura 2 - CAREL nel mondo (fonte: www.carel.com)	9
Figura 3 - Articolazione e congruenza dei piani di produzione (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)	20
Figura 4 - Schema di flusso logistico. Fonte De Toni, Panizzolo, Villa 2013.....	22
Figura 5 - Classificazione delle aziende in base al modo di rispondere al mercato.....	24
Figura 6 - Analisi ABC incrociata. Fonte De Toni, Panizzolo, Villa 2013	35
Figura 7 - Esempio consumi a fabbisogno (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)	38
Figura 8 - Esempio consumi a scorta. (fonte De Toni, Panizzolo, Villa 2013)	39
Figura 9 - Relazione tra tempo di consegna e lead time cumulato (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa 2013)	41
Figura 10 - Schema per la determinazione appropriata della tecnica di gestione dei materiali (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa 2013).....	42
Figura 11 - Tecniche di gestione dei materiali per i codici Stande Alone (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa 2013)	43
Figura 12 - Input e output sistema MRP (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013).....	46
Figura 13 - Distinta base tempificata al più tardi (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)	47
Figura 14 - Logica di funzionamento dell'MRP (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)	48
Figura 15 - Fonti e tipi di incertezza nell'MRP (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013).....	50
Figura 16 - Incertezza e sistemi di protezione nell'MRP. Fonte Whybark & Williams, 1976	50
Figura 17 - Fonti di incertezza vs SS e LTS (fonte: Whybarck & Williams, 1976)	51
Figura 18 - Profilo di giacenza di materiale gestito a ROP (fonte De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)	52
Figura 19 - Rappresentazione grafica del lotto economico (fonte De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)	54
Figura 20 – Rappresentazione scorte di sicurezza	55
Figura 21 - Rappresentazione di Stock out (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa 2013)	56
Figura 22 - Scorte di sicurezza in funzione della deviazione standard (fonte De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)	59
Figura 23 - Variabilità dei consumi (fonte: A.Grando 1995)	61
Figura 24 - Variabilità del tempo di approvvigionamento (fonte A.Grando 1995).....	62
Figura 25 - Esempio di come appare lo stato di una linea produttiva a portale (fonte portale CAREL)	66
Figura 26 - Matrice materiale/metodo di approvvigionamento	69
Figura 27 - Analisi ABC consumi.....	78
Figura 28 - Analisi ABC giacenza	79
Figura 29 - ABC incrociata giacenze/consumi.....	81
Figura 30 - Valore SS con k fisso vs SS a 30/10/17	82

Figura 31 - Andamento di k (fonte: slide prof. A. Persona).....	86
Figura 32 - Andamenti parametro k (fonte slide lezioni A. Persona).....	87
Figura 33 - Analisi ABC sui prodotti finiti.....	88
Figura 34 - Riassunto analisi ABC sui prodotti finiti	89
Figura 35 - Esplosione classe PF su MP	89
Figura 36 - Curva ABC fatturato clienti.....	90
Figura 37 - Riassunto analisi ABC clienti.....	90
Figura 38 - Esplosione classi clienti su MP	91
Figura 39 - Riassunto procedimento analisi ABC PF/cliente	92
Figura 40 - Valori di k per le diverse classi	92
Figura 41 - Suddivisione codici nelle diverse classi	94
Figura 42 - Soluzione di confronto con k variabile k fisso e situazione iniziale al 30/10/17	94
Figura 43. - Schema algoritmo di Chauvenet	97
Figura 44. - Confronto soluzioni SS 1	98
Figura 45. - Andamento consumi riportati in scala logaritmica	98
Figura 46. - Distribuzione statistica senza Chauvenet.....	99
Figura 47. - Andamento statistico consumi con Chauvenet	99
Figura 48. - Andamenti delle due funzioni di kf	103
Figura 49. - confronto tra le diverse soluzioni	104
Figura 50. - tabella riassuntiva diverse applicazioni di VR	104
Figura 51. - Riassunto differenza tra soluzioni iniziale e finale	105
Figura 52 - Valori dei Lead time dei codici analizzati	110

INTRODUZIONE

Nell'ambito della gestione dei materiali la scorta di sicurezza rappresenta quella quantità di articoli che si decide di immobilizzare a magazzino, in modo tale da fronteggiare, fino ad un certo valore stabilito, la variabilità dei consumi e dei tempi di consegna. Il loro calcolo richiede una profonda conoscenza della realtà produttiva aziendale e dei metodi di approvvigionamento utilizzati.

La difficoltà principale nel proporre un numero adeguato di scorta di sicurezza dei diversi materiali è la quantità di informazioni disponibili per l'analisi, che riguarda non solo i dati di consumo relativi ai diversi codici, ma anche le informazioni specifiche del codice stesso (volume, peso, costo unitario, eccetera). Questi dati sono stati in parte raccolti grazie al software di gestione ORACLE presente in CAREL che tuttavia non sempre è riuscito a fornire in modo adeguato supporto alle necessità che via via si sono presentate.

La difficoltà nel trovare in letteratura analisi precedenti che proponessero delle soluzioni di miglioramento alla formula classica delle scorte di sicurezza ha aperto la strada alla formulazioni di diverse ipotesi di miglioramento messe poi in atto su una certa parte di codici movimentati all'interno di CAREL. Il filo conduttore di tutte queste tecniche (classificazione dei codici per importanza di fatturato e clienti, criterio di Chauvenet e analisi del Vendor Rating) è sempre stato quello di garantire al cliente il miglior livello di servizio possibile.

La tesi pertanto risulta suddivisa in due parti principali. Una prima parte che comprende i primi cinque capitoli nei quali, dopo una presentazione del ruolo delle scorte all'interno di una realtà aziendale, spiega in modo chiaro e dettagliato tutte le logiche che stanno dietro all'approvvigionamento dei materiali in generale e come questo è stato tradotto nel mondo CAREL (kanban, MRP, ROP). La seconda parte invece comprendente i capitoli sei e sette affronta come si presentava la situazione in CAREL all'inizio di questa revisione delle scorte, e come questa abbia portato alla nascita di uno sguardo più razionale al problema, abbandonando vecchie logiche individuali basate sulla sola esperienza personale e quindi limitata alla sola area di competenza. In questa seconda parte quindi, sono illustrati i punti di debolezza della formula delle scorte di sicurezza e come fare per arginarli ed inserirli in un contesto dinamico e in continua evoluzione come quello di CAREL.

Nei capitoli sarà quindi possibile trovare:

- CAPITOLO 1: presenta una breve descrizione dell'azienda CAREL, le sue tappe fondamentali della sua crescita, la mission, le diverse sedi produttive e commerciali e il mercato.
- CAPITOLO 2: mostra come avviene all'interno di un'azienda il processo di pianificazione della produzione, i suoi passi fondamentali e i software di supporto utilizzati
- CAPITOLO 3: illustra il ruolo delle scorte in un'azienda mostrando le diverse tipologie, costi a loro connessi e criteri per la loro gestione
- CAPITOLO 4: presenta la realtà di gestione aziendale in CAREL SPA e quali sono le tecniche di approvvigionamento che richiedono la valutazione di livelli di scorta
- CAPITOLO 5: presentazione dettagliata sulle scorte di sicurezza e diversi metodi per calcolarle
- CAPITOLO 6: presentazione della realtà CAREL e del gruppo di articoli analizzati
- CAPITOLO 7: presentazione dettagliata delle tecniche di ottimizzazione utilizzate per il miglioramento delle scorte di sicurezza.
- CAPITOLO 8: presentazione concisa di futuri sviluppi del lavoro svolto che comprendano i parametri che per tempo o risorse non sono stati analizzati

CAPITOLO 1

1. CAREL SPA

1.1. L'AZIENDA

CAREL (Costruzione ARmadi ELettrici) è uno dei leader mondiali nelle soluzioni di controllo per condizionamento, refrigerazione e nei sistemi per l'umidificazione e il raffrescamento adiabatico. L'azienda venne fondata nel 1973 a Brugine in provincia di Padova da Luigi Rossi Luciani (tutt'oggi presidente), Giancarlo Galvani, Rocco Clienti e Luigi Nalini (oggi CEO del gruppo). Due anni dopo la sua nascita, per ridurre il rischio di far dipendere tutto il fatturato da un unico cliente (Hiross), l'azienda decise di ampliare il proprio mercato iniziando la progettazione e la produzione di umidificatori a vapore. Il punto di svolta si verificò all'inizio degli anni Ottanta, quando CAREL iniziò (la prima azienda in Europa) la progettazione e la produzione di un controllo elettronico a microprocessore per condizionatori di precisione destinati a centri di calcolo, a sistemi di monitoraggio per unità di condizionamento e a controlli per la refrigerazione. L'esperienza maturata nel settore del condizionamento dell'aria le permise di iniziare, a metà degli anni Ottanta, come prima azienda in Italia, la produzione di controllori elettronici a microprocessore che si presentavano come alternativa alla regolazione elettromeccanica di banchi, vetrine e celle. Oggi il gruppo CAREL vanta nel 2016 un fatturato consolidato di 231 milioni di euro (+13,5% rispetto al 2015). L'80% delle vendite avviene all'estero dove l'azienda possiede una rete commerciale e di supporto ai clienti molto fitta e articolata. Nello specifico CAREL è presente in America (Nord, Centro e Sud), Asia Pacifica, Africa ed Europa; conta venti filiali commerciali e sette stabilimenti produttivi di proprietà a cui bisogna aggiungere partner e distributori in altri settantacinque paesi. Un fattore importante che spiega il trend positivo dell'azienda è il forte impegno nella ricerca e sviluppo. Il 7% del fatturato consolidato viene destinato al settore Ricerca & Sviluppo per anticipare i bisogni dei clienti e fornire soluzioni all'avanguardia. Un ulteriore 3% del fatturato viene investito in tecnologia dei processi produttivi per consentire miglioramento e crescita

continui. CAREL possiede anche due laboratori, uno di ricerca nelle applicazioni HVAC/R (Heating, Ventilation, Air Conditioning e Refrigeration) e uno di umidificazione. La crescita avuta nel 2016 è stata accompagnata da un aumento del numero di dipendenti del Gruppo e, degli oltre 1350 collaboratori totali, il 18% è impiegato in Ricerca & Sviluppo, dato che arriva a quasi il 25% se si considerano i progettisti e i tecnici attivi presso l'Headquarters italiano.

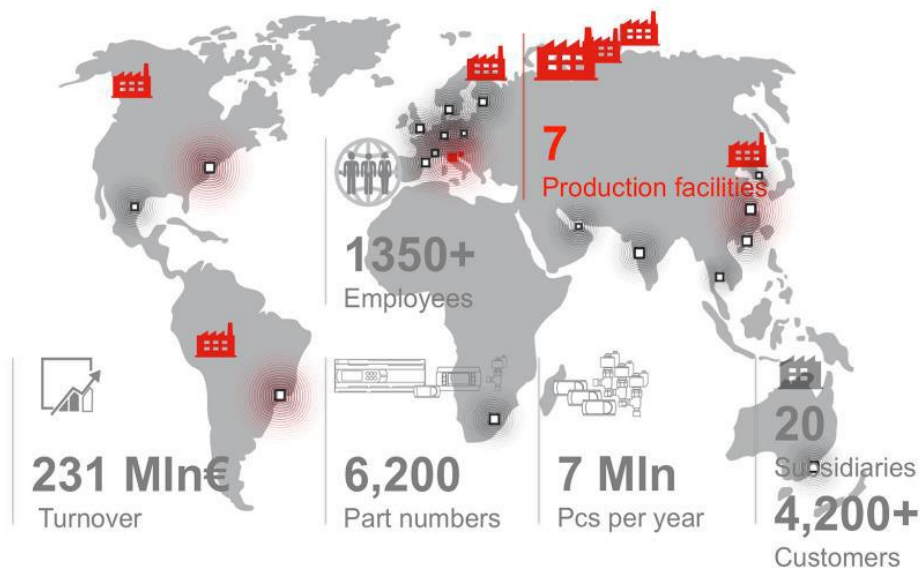


Figura 1 - Tappe principali di CAREL. (fonte www.carel.com)

1.2. LA STORIA

1973-79

- CAREL nasce in provincia di Padova
- CAREL incomincia la produzione di umidificatori a vapore

1980-89

- Nuovo progetto di sviluppo di un controllo a microprocessore per condizionatori destinati a centri di calcolo. Il nuovo controllo porta un incremento nelle prestazioni e nella durabilità, inoltre la sua natura general purpose permette un'ottima versatilità.
- CAREL costruisce il primo sistema di monitoraggio per unità di Condizionamento.
- Progettazione e produzione di controllori programmabili per il condizionamento

- Si introduce la tecnologia SMD e il test-in-circuit nei processi di produzione per avere prodotti più affidabili, innovativi e di qualità superiore.
- Progettazione e produzione di controllori per la Refrigerazione
- Nasce una nuova scheda elettronica programmabile con tools di programmazione proprietario CAREL (EasyTools).

1990-98

- CAREL introduce la comunicazione seriale su tutta la gamma di controlli.
- Inizia il processo di espansione dell'azienda e nasce a Lione la prima filiale, CAREL France.
- Nel 1994 CAREL ottiene la certificazione ISO 9001, a riprova del valore dato alla qualità.
- Nasce la filiale tedesca CAREL DEUTSCHLAND.
- Nascono CAREL UK e CAREL Sud America.

2000-2004

- Il gruppo CAREL realizza un fatturato di 55 milioni di euro
- Nasce CAREL China
- Nascono CAREL Australia e CAREL USA
- Viene messo in linea ksa.carel.com, il sito di servizi pensato per gli utilizzatori dei prodotti software di CAREL
- CAREL aggiorna il sistema Qualità alla nuova norma ISO 9001:2000
- CAREL adotta il sistema ERP "ORACLE", usato ancora oggi
- Nasce il Centro Sperimentale Termodinamico CAREL che si occupa della sperimentazione delle tecniche di regolazione delle macchine frigorifere, con un'attenzione particolare per le nuove tecnologie

2005

- CAREL a produrre nella nuova fabbrica di Suzhou (100 km circa da Shanghai). La nuova sede produttiva realizza soluzioni elettroniche per il settore del Condizionamento e della Refrigerazione con gli stessi standard qualitativi della sede di Brugine ed è stata voluta per rispondere alle sempre più crescenti richieste del mercato cinese, nonché per garantire continuità di servizio alle aziende occidentali, già partner CAREL, che hanno sedi produttive in Cina

2006

- CAREL "Azienda eccellente" fra le prime cento in Italia. Questo è il risultato emerso dal Rapporto "Nostra Eccellenza" di Eurispes, noto istituto di studi che opera nel campo della ricerca politica, economica e sociale. Il riconoscimento si aggiunge alla prestigiosa menzione speciale del Premio F.I.O.R.E. (Farnell InOne RoHS Elected) 2006 per la categoria "Tecnologie per la produzione" RoHS compliant e al "Premio per l'Innovazione" nell'ambito del "Premio Qualità nello Sviluppo", promosso dai Rotary Club, Unindustria Padova, CCIAA, Ucid, Ordine dei Dottori Commercialisti

2007-2008

- Nasce CAREL Ibérica
- CAREL vince il Premio Mediobanca 2008 assegnato alle imprese più dinamiche, che si contraddistinguono per elevati tassi di crescita e buona redditività. L'azienda è stata valutata non solo secondo parametri che hanno preso in esame i tassi di sviluppo del fatturato, ma anche per l'assetto di governance, l'organizzazione interna, l'orientamento all'innovazione di processo e di prodotto e la conquista di quote di mercati esteri
- Costruzione di CAREL India, CAREL South Africa e RemoteValue

2009

- Riorganizzazione societaria del Gruppo CAREL. Le funzioni operative, industriali e commerciali sono state destinate ad una nuova società: CAREL INDUSTRIES S.r.l., controllata da CAREL S.P.A.
- Nasce una nuova sede CAREL in Russia
- CAREL si aggiudica il premio Marco Polo 2009 istituito dall'Unioncamere del veneto, come azienda che si è distinta per l'impegno e gli importanti risultati nel settore del commercio estero nel 2008

- Nell'ambito dei China Awards 2009, a CAREL viene consegnato il premio "Creatori di Valore" (settore elettronica), come azienda che ha dimostrato le migliori performance con la Cina nel 2008

2010-2011

- Nascita del nuovo stabilimento produttivo in Brasile
- Menzione Speciale alla quarta edizione del "Premio Imprese x l'Innovazione (IxI)", istituito da Confindustria in collaborazione con APQI (Associazione Premio Qualità Italia)

2012

- CAREL INDUSTRIES S.r.l. cambia la forma giuridica in Società per Azioni.
- Premio Amici della ZIP (Zona Industriale di Padova) per la categoria "innovazione"
- CAREL riceve la certificazione ISO 14001:2004

2013

- Nasce CAREL Nordic
- CAREL riceve la certificazione OHSAS 18001:2007 per la salute e la sicurezza dei lavoratori.

2014

- Nasce CAREL Middle East

2015

- Nuova apertura di filiali commerciali in Messico e Thailandia
Inaugurazione ad Albona, in Croazia, del settimo plant

1.3. LA MISSION

La mission high efficiency solutions rappresenta la sintesi del modello CAREL (Carel Industries S.p.A., 2017): indica il punto di partenza e l'obiettivo ultimo entro cui inserire il processo di ideazione, produzione e commercializzazione dei prodotti CAREL.

CAREL pone le necessità del cliente al centro della sua azione, cercando di anticipare le richieste del mercato, proponendo soluzioni alto performanti e efficienti sul versante del risparmio energetico.

CAREL sposa la filosofia Lean che si fonda sul miglioramento continuo con l'obiettivo di aumentare il valore per il cliente, diminuendo gli sprechi. Questo modus operandi ha portato dei risultati sorprendenti tanto che, ad esempio, per ogni ora investita nel miglioramento continuo in produzione, si è stimato un risparmio di tre ore nel tempo di ciclo.

I valori sono i pilastri su cui si fonda il lavoro: sono questi che sostengono e guidano le scelte quotidiane. Negli anni i dipendenti, le sedi internazionali sono aumentate e c'è stata un'evoluzione nel metodo di lavoro, ma i valori in cui crede CAREL rimangono gli stessi (inseriti in un acronimo del nome):

- *CUSTOMER FIRST*, cioè capire il cliente, aver cura delle sue necessità e garantirne la qualità
- *ACHIEVEMENT*, nel senso di impegno personale, risultati e obiettivi
- *RESPECT*, di persone e l'un con l'altro, come fiducia verso i partner, dell'ambiente
- *EVOLUTION*, come innovazione, tecnologia, ergonomia
- *LEARNING*, nel senso di crescita personale, miglioramento professionale, miglioramento della società

1.4. IL MONDO CAREL

A partire dagli anni '90, CAREL ha intrapreso una strategia di espansione internazionale che l'ha portata ad una crescita continua attraverso la realizzazione di nuovi impianti produttivi e filiali commerciali. Oggi la presenza dell'azienda è ben consolidata a livello internazionale (il 80% delle vendite avviene all'estero) dove opera direttamente con i propri sette stabilimenti produttivi, le venti filiali commerciali di proprietà, i vari partner e distributori presenti in un'ottantina di paesi.

1.4.1. GLI STABILIMENTI PRODUTTIVI

La necessità di supportare la crescita e di produrre su più siti per garantire la continuità di fornitura anche in situazioni di difficoltà, ha spinto CAREL alla realizzazione di ben sette stabilimenti produttivi. I primi tre sono in Italia a Brugine, dove è situato l'Headquarters, a cui si aggiungono quelli aperti in

Brasile, Cina, Stati Uniti e in Croazia, il quarto del Gruppo all'estero e di recente inaugurazione (2016).

Gli stabilimenti CAREL nel mondo sono identici perché seguono gli stessi processi e gli stessi standard di qualità. Ciò significa che i prodotti CAREL hanno lo stesso livello di qualità e la stessa affidabilità dei prodotti creati da CAREL INDUSTRIES S.p.A. Il modello CAREL, l'attenzione verso clienti, l'innovazione tecnologica, la superiore affidabilità dei prodotti, il servizio e il rispetto dell'ambiente rappresentano la base per la nascita e l'attivazione di tutti gli stabilimenti CAREL all'estero.

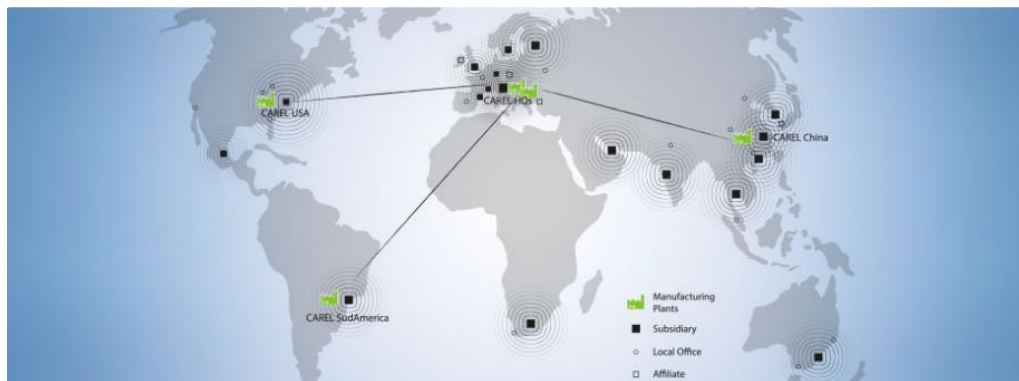


Figura 2 - CAREL nel mondo (fonte: www.carel.com)

1.4.2. GLI STABILIMENTI PRODUTTIVI

La necessità di supportare la crescita e di produrre su più siti per garantire la continuità di fornitura anche in situazioni di difficoltà, ha spinto CAREL alla realizzazione di ben sette stabilimenti produttivi. I primi tre sono in Italia a Brugine, dove è situato l'Headquarters, a cui si aggiungono quelli aperti in Brasile, Cina, Stati Uniti e in Croazia, il quarto del Gruppo all'estero e di recente inaugurazione (2016). Gli stabilimenti CAREL nel mondo sono identici perché seguono gli stessi processi e gli stessi standard di qualità. Ciò significa che i prodotti CAREL hanno lo stesso livello di qualità e la stessa affidabilità dei prodotti creati da CAREL INDUSTRIES S.p.A. Il modello CAREL, l'attenzione verso clienti, l'innovazione tecnologica, la superiore affidabilità dei prodotti, il servizio e il rispetto dell'ambiente rappresentano la base per la nascita e l'attivazione di tutti gli stabilimenti CAREL all'estero.

CAREL USA

CAREL USA è nata nel 1990 con il nome DGH Systems, e forniva negli Stati Uniti sistemi di umidificazione e controlli per il condizionamento dell'aria realizzati nel suo stabilimento produttivo di Lancaster, PA.

Nel 2000, DGH Systems è diventata parte del gruppo CAREL con il nome di CAREL USA, LLC. La società produce sistemi di umidificazione, distribuisce controlli per il condizionamento dell'aria, ed è un punto di riferimento nel mercato nordamericano di sistemi HVAC.

Nel dicembre del 2004 è stato costruito un nuovo stabilimento a Manheim, PA e, poco dopo, la società è entrata anche nel mercato dei controlli per la refrigerazione.

Oggi, CAREL USA ricopre una posizione leader nel mercato, grazie alla realizzazione di prodotti innovativi con i più alti standard qualitativi.

CAREL Electronic (Suzhou) Co.,Ltd

CAREL Electronic (Suzhou) Co., Ltd. è stata fondata nel 2005 e si trova a Suzhou, a circa 80 km da Shanghai. La CAREL Suzhou Factory è una WFOE (Wholly Foreign Owned Enterprise – società a intero capitale straniero), controllata al 100% da CAREL INDUSTRIES S.p.A. (CAREL HQ). I principali produttori di apparecchiature originali (OEM) della società con sedi in Europa, Stati Uniti ecc. stanno aumentando le proprie operazioni in Cina in modo da vendere i prodotti direttamente nel mercato locale a prezzi competitivi, evitando dazi doganali e costi di importazione, e ovviamente abbreviando la catena di fornitura. Negli ultimi quattro anni, CAREL China ha realizzato vendite significative, produce componenti cinesi al 100% ed è un centro commerciale essenziale per la società che copre totalmente i mercati dell'Asia orientale, oltre alla Cina, e che costituisce un sito di "riparazione di emergenza", offrendo ulteriori garanzie al cliente. La produzione consta sia di prodotti finiti sia di assemblaggi, per una maggiore flessibilità che consente di soddisfare ogni esigenza del cliente.

CAREL Sud America

CAREL Sud America è nata nel 1998 e gestisce il mercato brasiliano dei sistemi di umidificazione, di controllo per il condizionamento dell'aria, di controllo per la refrigerazione, dei sistemi di monitoraggio e del Retail. Dal 2010 è anche una sede produttiva.

CAREL Adriatic

CAREL Adriatic è nata nel 2015 a Labin (Albona) in Croazia, precisamente sulla costa sud-orientale dell'Istria. Il sito produttivo, realizzato con un investimento complessivo di 5 milioni di euro, permette al Gruppo CAREL di aumentare la capacità produttiva in Europa e di incrementare l'efficienza nella

distribuzione dei propri prodotti. La sua vicinanza e il costo ridotto della manodopera sono stati fattori importanti per la sua apertura.

1.4.3. LE FILIALI COMMERCIALI

Fin dai primi anni Novanta, CAREL assicura una presenza diretta anche all'estero, attraverso le proprie filiali commerciali. Le filiali del gruppo CAREL operano direttamente per area geografica rispondendo funzionalmente e gerarchicamente all' headquarters. Attualmente, esse sono:

- **CAREL France:** nata a Lione nel 1992, è la prima filiale estera. Si occupa dei mercati francese, belga e lussemburghese.
- **CAREL Deutschland:** filiale tedesca nata nel 1996 a Gelnhausen, nei pressi di Francoforte, segue il mercato tedesco, austriaco e svizzero.
- **CAREL Sud America:** nata nel 1998, si occupa del mercato brasiliano (anche sede produttiva).
- **CAREL UK:** anch'essa nata nel 1998, segue il mercato inglese e irlandese. La sua attività principale è suddivisa in quattro settori: sistemi di umidificazione, sistemi di controllo per il condizionamento dell'aria, sistemi di controllo per la refrigerazione e sistemi di monitoraggio e controllo per il Retail.
- **CAREL Asia:** nasce nel 2000 ad Hong Kong e copre il mercato del Far East, eccetto la Cina.
- **CAREL Australia:** nata nel 2001, è la filiale che coordina le attività nel mercato australiano e neozelandese. La sede e il magazzino centrale sono situati a Sydney, mentre l'ufficio vendite e l'ufficio progettazione sono ubicati a Melbourne e Brisbane.
- **CAREL USA:** inaugurata sempre nel 2001, si occupa del mercato del Nord America e del Messico (anche sede produttiva).
- **CAREL Electronic (Suzhou):** fondata nel 2005 a Suzhou, opera con un ufficio commerciale per seguire il mercato della Cina (PRC) (anche sede produttiva).

- **CAREL Ibérica:** nata nel 2007 con due sedi (una principale a Barcellona e una distaccata a Madrid) per coprire il mercato spagnolo e portoghese.
- **CAREL India:** nata nel 2008 a Mumbai, copre il mercato indiano
- **CAREL South Africa:** nata nel 2008, si occupa del mercato sudafricano e ha sede presso Johannesburg. CAREL Controls è composta da persone con più di 15 anni di esperienza in vari ambiti industriali.
- **CAREL Russia:** nel 2009 viene aperto un Ufficio di Rappresentanza in Russia, base per la costituzione, nel 2010, della nuova filiale del Gruppo "Carel Russia Llc" con sede principale a San Pietroburgo e un altro ufficio a Mosca.
- **CAREL Korea:** aperto alla fine del 2009, quest'ufficio di rappresentanza gestisce i mercati della Refrigerazione, del Condizionamento dell'Aria e dell'Umidificazione in Korea.
- **CAREL Nordic:** aperta nel 2013, questa filiale segue i mercati di Svezia, Norvegia, Finlandia, Islanda, Danimarca ed Estonia.
- **CAREL Middle East:** nata nel 2014. Questa sede segue lo sviluppo commerciale della penisola araba e dei paesi mediorientali fino a Egitto, Libano, Siria e Giordania.
- **CAREL Mexicana:** fondata nel 2015 a pochi chilometri da Città del Messico, serve solo il mercato messicano.
- **CAREL Thailand:** nata nel 2015 a Bangkok
- **Alfac Polska:** acquisita nel giugno 2017 a Wroclaw, si occupa della commercializzazione dei prodotti di CAREL nei mercati di Polonia, Ucraina e della regione baltica.

Inoltre, CAREL ha creato due filiali "virtuali" (facenti parte dell'entità giuridica CAREL INDUSTRIES S.p.A.) **CAREL Italia** e **CAREL Central & Southern Europe** che permettono di operare in tutti quei Paesi non seguiti

direttamente dalle filiali del Gruppo. Oltre a ciò, ci sono rapporti commerciali privilegiati con delle società "affiliate". Attualmente esse sono: **CAREL Turkey**, **CAREL Ireland**, **CAREL Spol** (per il mercato ceco e slovacco) e **Carel Japan**. Le affiliate vengono coordinate da una filiale, la cui strategia è quella di presidiare e supportare i mercati mediante una rete di vendita il più possibile diretta a livello globale. Completano la rete commerciale CAREL, le decine di agenti e distributori sparsi nel mondo, che rispondono alle filiali di competenza.

1.4.4. ARIANNA SPA

Arianna S.p.A. è una società che progetta e realizza sistemi di illuminazione a LED innovativi che sfruttano il brevetto internazionale sulla riflessione totale e che consentono risparmio energetico e comfort visivo. Il sistema è costituito da un riflettore interno che raccoglie e miscela la luce e la proietta uniformemente al suolo. L'azienda è stata fondata nel 2009 da Alberto Giovanni Gerli, l'attuale amministratore delegato, nel 2012 Arianna è entrata a far parte del gruppo CAREL e dal 2014 è stata riconosciuta come start-up innovativa. Tecnologia, innovazione e risparmio energetico sono i capisaldi della strategia di Arianna e ne indirizzano la crescita. I primi prodotti sviluppati in Arianna riguardavano il settore dell'illuminazione pubblica ma, con l'ingresso di Carel nel capitale societario, Arianna ha pensato ad una linea di prodotti per l'illuminazione professionale da interni: grandi aree commerciali, magazzini, illuminazione di fondo e d'accento per i supermercati.

1.5. IL MERCATO

I clienti della Società sono imprese, canale Business to Business (B2B), utenti finali, distributori mentre i mercati di riferimento sono quelli in cui CAREL può vantare la propria esperienza: sistemi di controllo per climatizzazione e refrigerazione nelle applicazioni più disparate. Dai supermercati, alle camere bianche, dai musei ai centri di calcolo, dalla ristorazione ai bagni turchi, per fare solo qualche esempio. CAREL è uno dei leader mondiali nelle soluzioni di controllo per condizionamento, refrigerazione e riscaldamento e nei sistemi per l'umidificazione e il raffrescamento adiabatico. I prodotti sono progettati allo scopo di generare risparmio energetico e ridurre l'impatto ambientale di macchine e impianti. Le varie soluzioni si applicano al settore commerciale, industriale e residenziale.

Si riportano di seguito i prodotti realizzati da CAREL (Fig. 1.3) suddivisi per categoria:

- **Terminali:** Terminali ambiente, Terminali macchina.
- **Controlli parametrici per il condizionamento:** μ C Sistema
- **Retail:** ottimizzazione dell'energia, gestione illuminazione, soluzioni per Sistemi Waterloop, soluzioni per banchi e celle frigorifere, pRack serie transcritica, pRack serie standard, soluzioni per unità condensanti, serie μ Rack.
- **Controlli parametrici per la refrigerazione:** serie Hezz, Piattaforma Cella, ir33+platform, serie easy (per banchi, vetrine e armadi refrigerati), soluzioni per abbattitori frigoriferi, serie powersplit, serie ir33, serie Powercompact.
- **Umidificatori isotermici:** distributori a vapore di rete, umidificatori a gas, umidificatori a resistenze, umidificatori ad elettrodi inversi.
- **Umidificatori adiabatici:** umidificatori centrifughi, umidificatori ad ultrasuoni, atomizzatori ad aria compressa ed acqua, umidificatori ad acqua in pressione, atomizzatori-raffreddamento evaporativo.
- **Sistemi di trattamento dell'acqua:** sistema ad osmosi inversa.
- **Sistemi di telegestione e monitoraggio:** soluzione di supervisione Locale, soluzione di supervisione Enterprise, servizi di monitoraggio remoto tERA.
- **Connettività:** Interfacciamento BMS (Building Management System), Supernode, FieldBus.
- **Sensori e dispositivi di protezione:** sonde di temperatura, trasduttori di pressione, sonde di temperatura/umidità, sensori wireless, rilevatori gas, Energy Meter, dispositivi di protezione e segnalazione.
- **EEV Technology:** valvole di espansione elettronica-Exv, driver per valvole di espansione.
- **Soluzioni per temperatura, umidità e pressioni:** controlli universali, serie rta.

- **Regolatori di velocità e inverters:** DC inverter per compressori BLDC, AC inverter, regolatori di velocità a taglio di fase.
- **Powersolutions:** pannelli elettrici per centrali trattamento aria, per catering e tavole calde, per celle frigorifere, per centrali frigorifere, per banco frigo, per soluzioni per il retrofit, per il controllo della velocità e potenza negli scambiatori di calore.
- **Prodotti obsoleti.**

CAPITOLO 2

2. PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLE PRODUZIONE

Il compito principale dell'attività di programmazione della produzione all'interno di un'azienda consiste nel coordinare ed armonizzare le richieste del mercato, espresse da previsioni della domanda e ordini, con le potenzialità del sistema produttivo in modo tale da garantire il raggiungimento degli obiettivi economici dell'azienda. La programmazione è di conseguenza strettamente legata alla tipologia del sistema produttivo, alle esigenze del mercato e al rapporto con i fornitori.

Nelle diverse attività che vengono programmate è necessario osservare tutte le tipologie di vincoli presenti come l'andamento della domanda, il mix produttivo richiesto, i termini di consegna espressi dal fornitore eccetera. Questi vincoli spesso si trovano in contrasto con le esigenze di continuità della produzione, contenimento dell'investimento delle scorte e degli specifici rapporti di fornitura. Nella fase di programmazione dunque si assumono importanti decisioni su cosa produrre e sui corrispettivi volumi proiettati su un orizzonte temporale futuro, finalizzati alla formulazione di un piano di produzione a lungo, medio e breve periodo.

I processi di pianificazione della produzione, il suo successivo controllo e i sistemi che caratterizzano la gestione aziendale sono tutti correlati ed è quindi necessaria una integrazione tra le aree del commerciale e della progettazione e pianificazione della produzione grazie anche all'ausilio di software informatici.

2.1. SISTEMA INFORMATICO UTILIZZATO

Prima di analizzare in dettaglio le diverse fasi di programmazione riportiamo alcune informazioni circa i sistemi software utilizzati. Eseguire la programmazione della produzione richiede l'analisi di una grande quantità di dati. È quindi indispensabile l'ausilio di un programma informatico all'avanguardia. Grazie a questo supporto è possibile fronteggiare ad un

mercato la cui richiesta di prodotti variegati in lotti di dimensioni sempre più piccole e in costante crescita.

Questi software vengono utilizzati dunque in un'ottica di aumento dell'efficienza e redditività e di riduzione degli sprechi. Per farlo è assolutamente necessario quindi ottimizzare tutti i processi organizzativi aziendali.

Per guidare alla scelta del codice giusto come prima cosa occorre evitare che l'organizzazione sia divisa in compartimenti stagni, il flusso dei materiali e delle informazioni deve essere un flusso continuo mentre la direzione delle diverse aree o reparti deve utilizzare strumenti in grado di favorire un continuo coordinamento dei processi decisionali.

Un tipo di strumento informatico di gestione che funge da collante tra le diverse aree aziendali utilizzato al giorno d'oggi può essere del tipo Enterprise Resource Planning (ERP) ovvero "pianificazione delle risorse d'impresa". Tale sistema di gestione, sul quale scorre tutto il processo informativo organizzativo e operativo, integra tutti i processi di business maggiormente significativi di un'azienda come acquisti, gestione magazzino, vendite o contabilità. Se la strategia del passato prevedeva la creazione di forti stock di prodotti e materie prime per rispondere a una domanda del mercato oggi, grazie anche al costante miglioramento delle potenze di calcolo a disposizione, tale strategia risulta a maggior ragione troppo onerosa e controproducente.

Negli ultimi anni quindi le aziende hanno cominciato a sostituire i vecchi "programmi dipartimentali" interni alla stessa azienda con sistemi "gestionali" e successivamente con i sistemi ERP ovvero sistemi integrati che gestiscono in modo sinergico tutti i processi aziendali. La differenza sostanziale che intercorre tra un sistema ERP da un gestionale è soprattutto il livello di interazione con tutti i processi aziendali e la conseguente capacità di elaborare i dati e proporre azioni e soluzioni, controllare i flussi e fornire dati di sintesi utili per le scelte strategiche aziendali. Ad esempio mentre un software gestionale tende soprattutto a raccogliere informazioni nelle diverse aree di gestione un ERP è parte integrante dei flussi organizzativi dell'azienda. Pertanto sarà in grado di proporre cosa e quando acquistare, da quali fornitori e cosa e quando lanciare in produzione. Per rendere questo possibile l'ERP utilizza ovviamente una grande mole di informazioni come ad esempio i tempi di lavorazione o di approvvigionamento, componenti e materie prime utilizzate per produrre un articolo, giacenze in magazzino, risorse disponibili, in termini di personale e attrezzature in un determinato arco temporale, costi, eccetera. Un'ulteriore caratteristica che distingue gli ERP dai gestionali sta nella capacità di offrire una più ampia flessibilità di configurazione per adattarsi ai flussi aziendali.

Gli elementi che principalmente distinguono un software ERP da un gestionale sono tre

1. Massima integrazione di tutte le funzioni per utilizzare al meglio i dati raccolti, con conseguente elaborazione delle informazioni per proporre o pianificare attività e ordini.
2. Controllo attivo di tutti i processi aziendali, con un duplice obiettivo:
 - Massimizzare le velocità delle decisioni e l'efficienza di tutto il sistema
 - Garantire la qualità dei processi
3. Capacità di raccogliere ed elaborare importanti dati sintetici che consentono di monitorare l'andamento di tutta l'azienda.

L'ERP è quindi un sistema profondamente integrato con l'organizzazione aziendale e ha un impatto significativo sia sul business aziendale che sul suo processo evolutivo. Proprio per questo il suo ciclo di vita è molto più lungo rispetto a quello di un gestionale

Gli ERP, nati inizialmente come programmi per la gestione dei processi dell'area logistico-produttiva, sono diventati gradualmente sistemi integrati e modulari in grado di coprire tutte le aree che possono essere automatizzate e monitorate all'interno di un'azienda (acquisti, magazzino, progettazione, produzione, vendite, eccetera) permettendo così agli utilizzatori di operare in un contesto unico e omogeneo indipendentemente dall'area applicativa.

Di grande importanza è il sistema di Pianificazione Fabbisogno Materiali o Materials Requirements Planning (MRP) integrati nel sistema ERP che permettono di programmare logiche di ordini automatici ai fornitori, tanto da tener conto dei tempi di consegna e di messa in produzione del prodotto. Questa metodologia permette di ottimizzare la rotazione dei materiali nei magazzini e la minimizzazione delle giacenze che impattano a livello contabile e fiscale.

In questo contesto CAREL SPA utilizza il software ORACLE uno tra i più diffusi a livello mondiale che costituisce oltre a software ERP strumenti per lo sviluppo di database, gestione delle relazioni con i clienti e di gestione della catena di distribuzione. La caratteristica più importante di tale software 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 e operativo.

Tutta l'analisi eseguita, esposta nei prossimi capitoli di questa tesi, è stata resa possibile grazie all'ausilio di ORACLE il quale ha permesso di estrarre dati storici dei diversi articoli analizzati in particolare: lead time e consumi.

2.2. TRE DIVERSI PIANI DI PRODUZIONE

Tornando alla pianificazione della produzione vediamo che in CAREL, così come in molte altre aziende, essa si basa sulla progettazione e implementazione di un sistema di piani o programmi di produzione che sono predisposti in 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 a cui corrispondono gradi di dettaglio via via sempre maggiori in un orizzonte temporale via via minore.

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

- Piano aggregato di produzione (PP): fa riferimento ad un orizzonte temporale di lungo termine generalmente annuale
- Piano principale di produzione
- Piano delle operazioni terminali

Nella figura 3 è possibile osservare come questi tre piani si articolano nel tempo e a quanto corrispondono i diversi orizzonti temporali di PP, MPS, FAS.

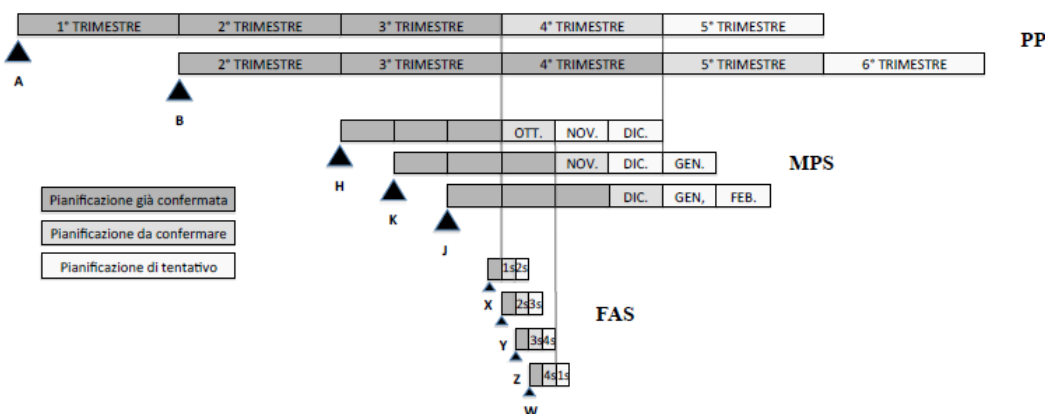


Figura 3 - Articolazione e congruenza dei piani di produzione (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)

2.2.1. PIANO AGGRGATO 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 che possono essere il fatturato aziendale, il numero di pezzi totali, unità quantitative in tonnellate, 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

devono essere coerenti con la disponibilità delle risorse produttive e dei materiali.

Le finalità del PP riguardano la capacità di accorpate il piano della produzione e quello delle vendite in modo tale da predisporre la capacità produttiva nel medio periodo, attività di formulazione dei contratti degli ordini aperti o quadri con i fornitori, emissioni di ordini di materiali che presentano un lungo tempo di approvvigionamento.

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

2.2.2. 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. Oggetto della pianificazione possono essere famiglie di prodotti o singoli prodotti caratterizzati da più varianti. Le quantità definite nell'MPS devono rappresentare un carico compatibile con la capacità produttiva che è stata pianificata nel PP.

L'MPS viene impostato a cadenze temporali fisse e guarda ad un orizzonte temporale variabile a seconda del contesto produttivo. Rispetto al periodo a cui fa riferimento l'implementazione dell'MPS è anticipata 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 separazione tra orizzonte congelato e orizzonte libero. Nel primo caso non è possibile modificare le quantità precedentemente pianificate e inserite poiché non si è più a disposizione del tempo necessario per farlo, mentre nel secondo sono ammesse variazioni. Ovviamente le aziende, così come fa CAREL, impostano l'MPS con una certa periodicità scelta secondo i propri criteri.

2.2.3. PIANO DELLE OPERAZIONI TERMINALI

Il piano delle operazioni terminali o Final Assembly Schedule (FAS) 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 considerati singolarmente codice per codice sia di prodotto che di componente. L'obiettivo di questo piano, definito anche piano di lavoro, è di rendere operativi 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 di prodotto specificatamente richieste dai clienti.

2.3. CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI PRODUTTIVI

Per capire dove si collocano all'interno di un'azienda le diverse fasi della pianificazione è necessario conoscere i diversi modelli con la quale l'azienda stessa si propone al mercato.

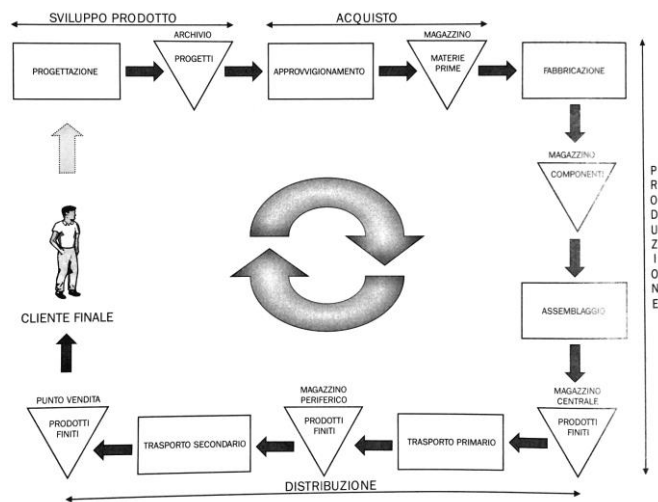


Figura 4 - Schema di flusso logistico. Fonte De Toni, Panizzolo, Villa 2013

Nella figura 4 è rappresentato il flusso generico dei materiali, dallo sviluppo del prodotto fino alla consegna al cliente. Solamente in alcune aziende, che descriveremo a breve, la richiesta del cliente arriva in fase di progettazione, molte infatti portano avanti la produzione attraverso le attività di programmazione in modo tale che all'arrivo dell'ordine, da parte del cliente, il prodotto richiesto è già in una fase produttiva avanzata.

A seconda del punto in cui sono eseguite le attività di pianificazione esse assumono delle precise caratteristiche e contribuiscono così a definire la tipologia di azienda e le diverse modalità di risposta al mercato che essa assume.

Si possono indicare, in base al tempo di risposta accettato dal mercato e il tempo richiesto dal ciclo produttivo interno, cinque tipologie di aziende:

1. *Make To Stock (MTS)*: rientrano in questa categoria tutte le aziende con prodotti a catalogo fatti su previsione. Le attività operative sono realizzate in base a previsioni per garantire un tempo di consegna al cliente pressoché 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 ampio. Un esempio tipico sono i prodotti di consumo.

2. *Assembly to Order (ATO)*: appartengono a questa categoria aziende con prodotti a catalogo assemblati su ordine. Il lead time accettato dal cliente è pari alla somma tra il tempo di assemblaggio ed il tempo di consegna. In queste condizioni è possibile produrre su previsione i sottoassiemi e i componenti standard, ma l'assemblaggio finale avviene solo quando entra una commessa. 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. Esempi tipici sono il settore dell'automobilistico.
3. *Make to Order (MTO)*: rientrano in questa categoria tutte le aziende con prodotti a catalogo assemblati su ordine. In questi casi, a differenza del mondo ATO, 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. Anche in questo caso però l'intero processo tecnologico si attiva solo per effetto dell'arrivo della commessa, mentre l'acquisto dei materiali è fatto su previsione. Esempi tipici sono aziende dedite alla produzione di macchine utensili.
4. *Purchase to Order (PTO)*: rientrano in questa categoria tutte le aziende con prodotti a catalogo costruiti su ordine sulla base di materie prime acquistate su ordine. In questo caso la commessa del cliente avvia il processo fin dalle prime fasi di acquisto delle materie prime. Tipicamente questo approccio 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.
5. *Engineer to Order (ETO)*: rientrano in questa categoria tutte le aziende che lavorano su commessa il 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 e industrializzare i prodotti che verranno richiesti. Esempi tipici si possono ritrovare nella costruzione di navi, abiti su misura, edifici.

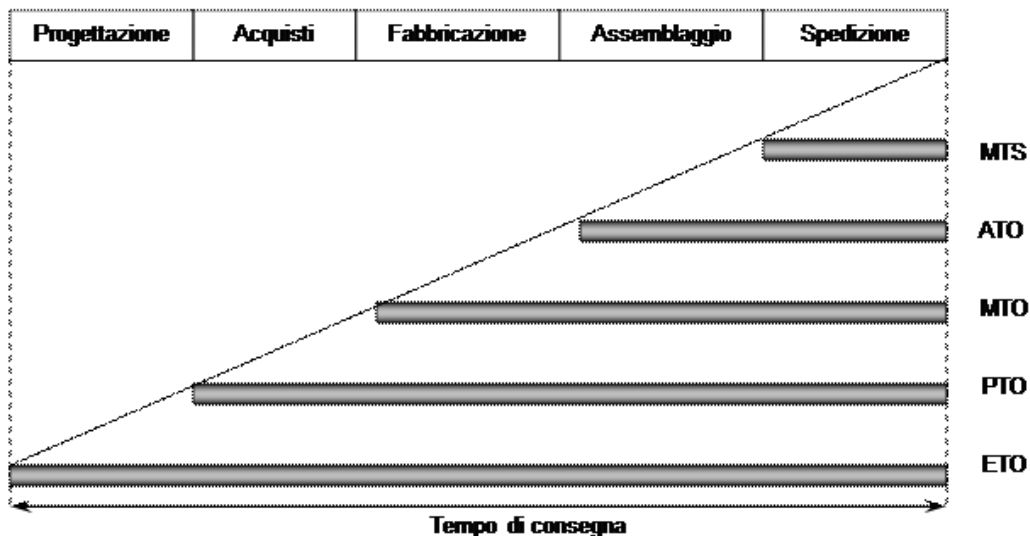


Figura 5 - Classificazione delle aziende in base al modo di rispondere al mercato

La figura 5 raffigura quanto appena esposto i.e. i tempi di consegna in relazione al modo di rispondere alla domanda. Osserviamo che la diagonale separa le attività realizzate su ordine (sotto) da quelle realizzate su previsione (sopra)

Come detto in precedenza in funzione delle diverse modalità di risposta al mercato di ogni azienda, si distinguono gli oggetti su cui è fatta la programmazione della produzione. Mentre 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, che è predisposto per i casi MTS, ATO e MTO, differenzia l'oggetto di pianificazione a seconda della classificazione:

- 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 fascia 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.

CAPITOLO 3

3. IL RUOLO DELLE SCORTE

In ogni contesto aziendale delineato nel capitolo precedente vi è la presenza di una certa quantità di scorte. Si possono definire le scorte come un insieme di materiali di vario tipo che in un determinato momento sono in attesa di partecipare ad un processo di trasformazione o distribuzione (De Toni, Panizzolo, Villa, 2013). I motivi per il quale un'azienda è portata ad avere delle scorte sono molteplici e riguardano principalmente la volontà di:

- Fronteggiare consumi che non sono esattamente prevedibili
- Disaccoppiare tra loro i sistemi di approvvigionamento, produttivo e distributivo
- Realizzare economie di acquisto e produzione
- Assorbire fluttuazioni di carattere stagionale
- Realizzare speculazioni

Questa serie di motivi sono riassumibili nel fatto che lo scopo principale delle scorte è quello di fronteggiare e ridurre le variabilità endogena ed esogena che si manifestano in azienda nelle sue diverse fasi operative. Mentre la componente endogena si lega agli elementi interni all'azienda, e quindi permette di conciliare gli sfasamenti in termini di tempo e spazio tra le diverse fasi del ciclo produttivo, la componente esogena si lega ad elementi esterni all'azienda come l'imprevedibilità dei mercati che è fonte di discontinuità dei processi produttivi. Le scorte tuttavia non si possono guardare solo in un'ottica di vantaggio economico e produttivo per l'azienda, esse infatti presentano anche dei costi come: costi di investimento finanziario, costi per obsolescenza e deperimento fisico, costi di giacenza a magazzino e infine costi per la gestione e movimentazione. È indispensabile quindi una loro corretta e attenta valutazione in modo tale da evitare uscite inutili senza un effettivo beneficio di ritorno.

3.1. CLASSIFICAZIONE DELLE SCORTE

Per quanto appena detto è possibile classificare le scorte in sei diverse categorie:

1. **Scorte cicliche** (cycle stock): si hanno ogni qualvolta gli ordini sono più grandi di quanto realmente necessario a soddisfare le richieste immediate dei clienti. Queste scorte trovano giustificazione dal fatto che in molte situazioni non è economicamente conveniente produrre o acquistare prodotti la stessa frequenza con cui sono consumati in quanto si rinunciarebbe ai vantaggi delle economie di scala. Attrezzaggi in produzione, costi fissi di spedizione, sconti quantità d'acquisto sono motivi classici per cui si lavora per lotti economici e si generano scorte cicliche.
2. **Scorte di disaccoppiamento** (decoupling stock): vengono costituite per rendere indipendenti i diversi stadi della catena produttiva e logistica al fine di ottenere un uso efficiente dei fattori produttivi.
3. **Scorte in transito** (transit stock o pipeline stock): le varie fasi del processo produttivo e distributivo non sono sempre fisicamente adiacenti. Tutti i prodotti in movimento da una fase e la successiva vanno a formare le cosiddette scorte di transito. Esse assumono una dimensione rilevante quando i tempi di trasporto sono significativi.
4. **Scorte di sicurezza** (safety stock): le scorte di sicurezza sono indotte dalla necessità di fronteggiare l'incertezza della domanda a valle e dei rifornimenti a monte del processo produttivo-distributivo per garantire un adeguato livello di servizio. Questa tipologia di scorta è impiegata sia all'interno del ciclo produttivo sia nella distribuzione del prodotto, per sopperire sia alle richieste di valle di un determinato codice nel momento in cui si presenti una domanda superiore a quella attesa, sia per ovviare a monte a interruzioni della produzione o ritardi per mancanti rifornimenti.
5. **Scorte stagionali** (seasonal or anticipation stock): riguardano i prodotti che presentano una domanda fortemente stagionale. In generale la capacità produttiva delle imprese produttrici non è in grado di soddisfare questo surplus di domanda. In questi casi è opportuno produrre in maniera uniforme durante tutto l'anno, accumulando scorte nei periodi di bassa stagionalità per soddisfare i picchi di domanda nei periodi di alta stagionalità. È compito del management individuare il

punto di equilibrio tra l'investimento in capacità produttiva e l'investimento in scorte stagionali che consente di minimizzare i costi totali.

6. **Scorte speculative** (speculation stock): sono legate ad aspettative di aumento dei costi di approvvigionamento dei materiali: con la formazione di queste scorte si cerca di minimizzare gli effetti negativi dovuti alle oscillazioni dei prezzi.

3.2. COSTI LEGATI ALLE SCORTE

Per ottimizzare le diverse tipologie di scorta è necessario aver chiaro di quali sono i costi legati ad una politica basata sulle scorte:

- *Costi di ordinazione o emissione dell'ordine*: questi costi fanno riferimento alle spese sostenute dall'azienda per ricostituire la scorta e sono diversi a seconda che i materiali siano codici di acquisto o di produzione. In entrambi i casi essi saranno somma di una quota parte fissa indipendente dalle quantità ordinate (costi amministrativi e di preparazione) e una quota variabile dipendente dal valore della scorta (costi di trasporto e costi di attrezzaggio).
- *Costi di mantenimento*: questa tipologia di costi racchiude diverse voci di costo. Il mantenimento non fa solamente riferimento al costo al costo legato alla giacenza della merce nei magazzini (luce, riscaldamento, personale eccetera), che si può aggravare in caso di over stock, ma anche tutti quei costi legati all'immobilizzazione di capitale, e la conseguente impossibilità di utilizzo in altri investimenti, che una scorta comporta. Ad essi sono associati anche tutti i costi legati agli oneri assicurativi e fiscali a seconda del tipo di prodotto stoccato, oltre al rischio concreto che il prodotto risulti ad un certo punto obsoleto per il superamento tecnologico.
- *Costi di rottura di stock*: questi si manifestano quando un prodotto non è disponibile in magazzino al momento della richiesta. La mancanza genera quindi un costo che è legato all'incapacità fornire un cliente. Se il richiesta è interna all'azienda si può generare un ritardo nei processi di produzione, mentre se la richiesta è esterna si può incorrere in eventuali penali per la mancata consegna, ma soprattutto si ha un mancato guadagno e una perdita di immagine agli occhi del mercato.

3.3. POLITICA DI GESTIONE DELLE SCORTE

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 comporta il rischio 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 a magazzino è molto elevato, la gestione di questa complessità diventa rilevante, soprattutto alla luce della consapevolezza che non tutte le scorte presenti a 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.

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 delle 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 bisognerebbe 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 costatare 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.

La analisi ABC o principio di Pareto è una formula empirica che si ripresenta in molti fenomeni della realtà la quale afferma che la maggior parte degli effetti è dovuta ad un numero ristretto di cause. Tale principio, che prende il nome dal matematico italiano che lo formulò alla fine del XIX secolo, si traduce in un'analisi che consiste nel classificare in ordine decrescente secondo una determinata grandezza considerata (effetti) gli articoli che formano la popolazione dell'insieme osservato in modo da identificare quella minoranza di articoli (cause) nella quale si concentra la maggior parte della grandezza considerata. I fenomeni empirici che seguono questa legge sono molteplici e tutti presentano una suddivisione di valori in tre classi distinte:

1. La classe A rappresenta l'80% del totale della grandezza considerata alla quale corrisponde il 20% degli articoli considerati
2. La classe B rappresenta l'intervallo fra l'80% e il 95% alla quale corrisponde il 30% degli articoli considerati
3. La classe C rappresenta gli altri articoli corrispondenti all'intervallo fra il 95% e il 100% del totale della grandezza considerata alla quale corrisponde tutto il restante 50% degli articoli.

I valori presentati non sono vincolanti perciò possibile che si seguano altre classificazioni tuttavia anch'esse seguiranno il principio di base enunciato da Pareto. In seguito in questa trattazione in riferimento a Pareto si utilizzeranno i valori qui sopra citati.

3.4. CRITERI DECISIONALI PER LA GESTIONE DELLE SCORTE E ANALISI ABC

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. La gestione delle scorte è soprattutto un 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 nel tenerne troppo poche si

rischia di incorrere in mancanze di materiali o in riduzioni dell'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, aumento di produttività e incremento della qualità nelle consegne.

Quando il numero degli articoli da gestire a 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, che verranno approfondite meglio nel capitolo successivo.

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 delle 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.

3.4.1. ANALISI ABC SEMPLICE CONSUMI

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 dall'analisi, è opportuno valorizzare questo dato in modo da attribuire ad ogni articolo il giusto peso rispetto al totale dei consumi. La bontà di questa valutazione è dimostrata dagli articoli che presentano un elevato valore di consumo ma un basso valore unitario (esempio: minuterie metalliche). 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 arrivando a gestire gli approvvigionamenti con un criterio inadeguato.

Questa variabile che descrive i consumi valorizzati prende il nome di valore di impiego e posso esprimerla con la relazione:

$$VI = Q \cdot v \quad \left[\frac{\text{€}}{\text{periodo}} \right]$$

Dove:

- Q: consumo totale nel periodo in analisi [pz/periodo]
- v: valore unitario [€/pz]

le soglie per la suddivisione delle classi corrispondono a:

- 80% valore di impiego classe A
- 15% valore di impiego classe B
- 5% valore di 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.

3.4.2. ANALISI ABC SEMPLICE GIACENZE

Questa analisi è effettuata andando a calcolare la giacenza media a 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:

$$GM = \bar{G} \cdot v \left[\frac{\text{€}}{\text{perodo}} \right]$$

Dove:

- \bar{G} : giacenza media di materiale nel periodo in analisi [pz/periodo]
- v : valore unitario [€/pz]

Le soglie adottate sono come in precedenza:

- 80% valore di impiego classe A
- 15% valore di impiego classe B
- 5% valore di impiego classe C

Le suddivisioni per le diverse classi sono prese uguali anche per permettere il confronto incrociato con il valore di impiego.

3.4.3. ANALISI ABC INCROCIATA

Esaminando simultaneamente due analisi ABC rispetto alle 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 nella figura 6.

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.

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 alte giacenze mentre a bassi consumi basse giacenze.

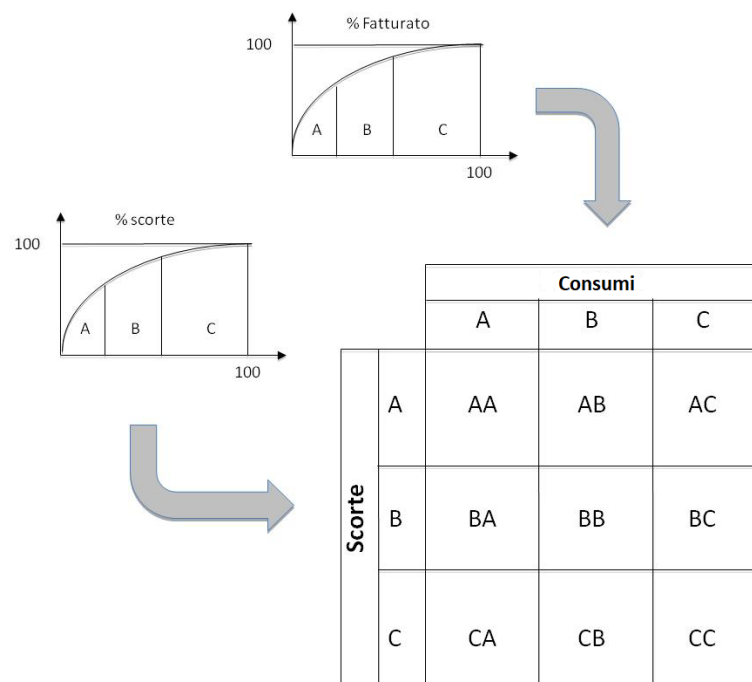


Figura 6 - Analisi ABC incrociata. Fonte De Toni, Panizzolo, Villa 2013

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 presentano una cattiva gestione. 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 e contribuiscono, in valore percentuale, alla maggior parte del fatturato aziendale. In questo campo le attività di riduzione delle 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 e un elevato consumo. Questa categoria non ha bisogno di interventi e dobbiamo soltanto controllare e prevenire situazioni di rotture di stock.

La classe AC è molto critica perché ha giacenze elevate ma bassi consumi pertanto 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 bisogna 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.

CAPITOLO 4

4. TECNICHE DI GESTIONE DEI MATERIALI

Per comprendere al meglio come gestire un articolo la prima considerazione da fare è se la sua domanda è 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 composta 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 metodo vale se l'orizzonte di pianificazione è maggiore del lead time cumulato, in caso contrario devo ricorrere a un criterio diverso.

I prodotti finiti e i ricambi sono detti a domanda indipendente poiché questi non dipendono dalla domanda di altri codici ma solo dalla variabilità della domanda del mercato. Se tale domanda dipende dal mercato esterno essa non è nota a priori e non può essere calcolata con esattezza ma solo stimata. 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. Infatti 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 (De Toni, Panizzolo, Villa, 2013).

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 nella figura 7, dove l'area

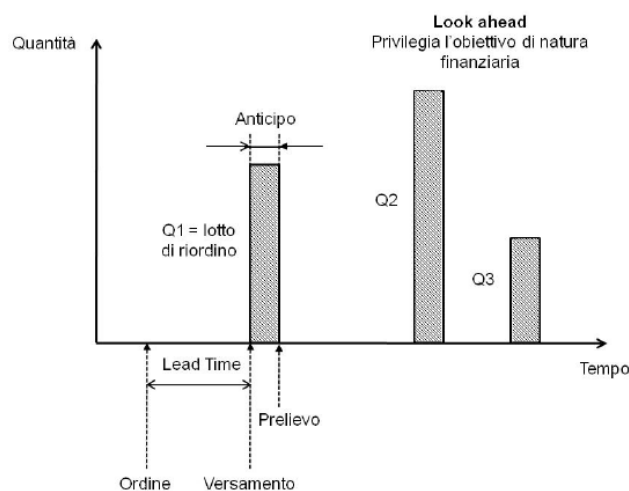


Figura 7 - Esempio consumi a fabbisogno (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)

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 è compensata con minori oneri finanziari.

Il metodo della gestione dei materiali basato sul “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 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. Senza preoccuparsi di pianificare i fabbisogni futuri per i quali, è necessaria la sola 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 (De Toni, Panizzolo, Villa, 2013).

Nella figura 8 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.

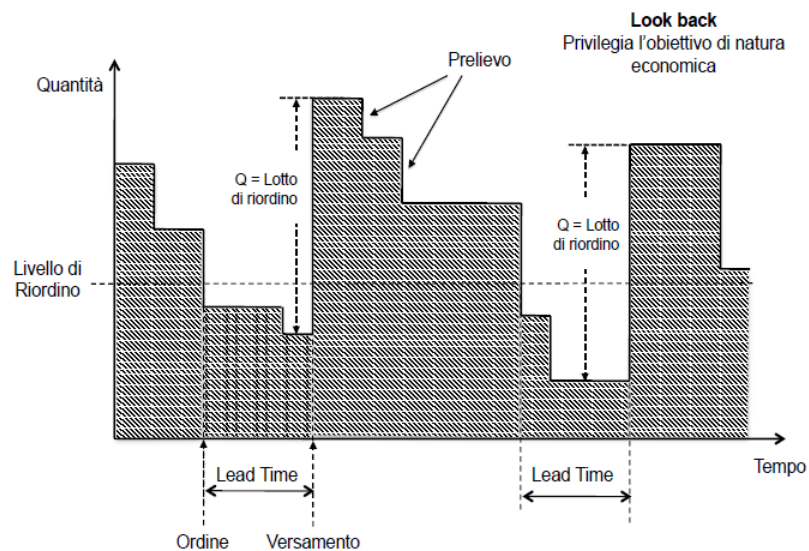


Figura 8 - Esempio consumi a scorta. (fonte De Toni, Panizzolo, Villa 2013)

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”.

4.1. FATTORI CARATTERIZZANTI I MATERIALI

Per selezionare la corretta gestione dei materiali è necessario fare un passo indietro e domandarsi quali siano i fattori che intervengono e che possono aiutare ad avere un'idea chiara sul tipo di codice che si sta trattando. A tale scopo esistono diverse variabili che servono a guidare la scelta per capire quale sia il metodo migliore per gestire un certo codice. Le variabili in questione sono (De Toni, Panizzolo, Villa, 2013):

1. Valore di impiego
2. Continuità del consumo
3. Domanda dipendente o indipendente
4. Larghezza della distinta base
5. Profondità della distinta base

Analizziamo allora più in dettaglio queste variabili:

1. *Valore di impiego*: è definito come il prodotto della quantità consumata (o che si prevede di consumare) nell'unità di tempo per il suo valore unitario. Il valore di impiego consente, tramite l'applicazione della legge di Pareto di suddividere i materiali in classi. Da questa analisi si individuano tre classi A (alto valore di impiego), B (medio valore di impiego) e C (basso valore di impiego). Mentre per la classe A è consigliabile un sistema di approvvigionamento a fabbisogno in modo da immobilizzare a magazzino il minor valore di capitale possibile per quanto riguarda componenti in classe C è consigliabile una gestione a scorte in quanto un elevato valore di scorte comunque non andrebbe ad impattare in modo significativo sul valore del magazzino.
2. *Continuità del consumo*: questa variabile è definita come la bontà previsionale della domanda futura del codice. È chiaro come per materiali aventi un'alta continuità di consumo converrà una gestione a scorta, mentre per tutti quelli con bassa continuità di consumo converrà una gestione a fabbisogno.
3. *Domanda dipendente o indipendente*: gli articoli a domanda dipendente vengono sempre gestiti con tecniche a fabbisogno. Per gli articoli a domanda indipendente invece il dubbio è tra una gestione a scorta o a piano. Quando il codice è un padre con distinta base la scelta ricade su sistemi a piano come MPS, FAS. Quando il codice è stand alone la scelta è tra sistemi a scorta o a piano TPOP.

4. *Larghezza della distinta base*: nel caso in cui una distinta base presenti un numero medio di codici per livello è preferibile che tali codici vengano gestiti con una logica a fabbisogno anziché a scorta per motivi di natura probabilistica. Infatti il livello di servizio per un codice padre è pari al prodotto dei livelli di servizio dei suoi codici figli. Di conseguenza è chiaro che non essendo mai il livello di servizio dei figli pari al 100% il loro prodotto sarà senz'altro minore di ogni valore preso singolarmente. Questo implica anche il fatto che maggiore è il numero medio di componenti di un codice padre maggiore è la probabilità di avere una rottura di stock.
5. *Profondità della distinta base*: l'impiego di lotti di riordino per quantità prefissate ai livelli più alti della distinta base genera sui sotto livelli una concentrazione della domanda a blocchi. Questo fenomeno è dato dalla politica di dimensionamento dei lotti e dalla comunanza dei componenti.

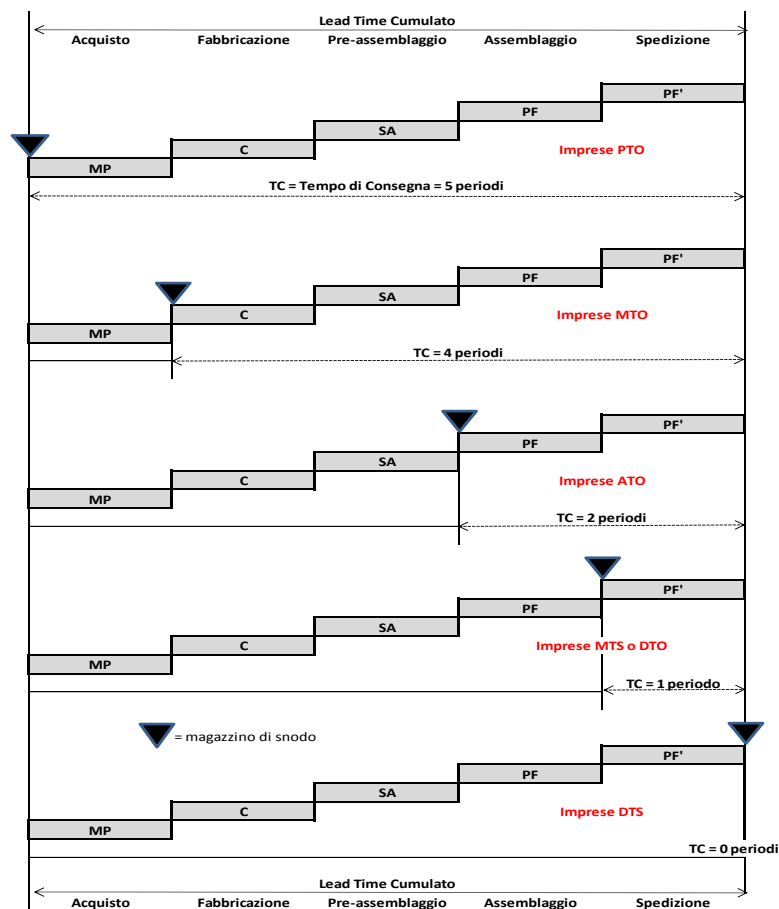


Figura 9 - Relazione tra tempo di consegna e lead time cumulato (fonte: De toni, Panizzolo, Villa 2013)

Vi è tuttavia un ulteriore elemento che può essere considerato come una variabile che influenza la scelta nella gestione dei materiali che è la *relazione tra lead time cumulo e tempo di consegna al cliente*. Nella figura 9 sono rappresentati i rapporti tra questi due valori in base alla tipologia d'azienda. Il ruolo di tale parametro, che dipende dalla modalità di risposta al mercato di un'azienda, è controverso nella letteratura. Tuttavia vedremo in conclusione come questo abbia influenzato la scelta di portare una grande quantità di codici orbitanti nei sistemi produttivi CAREL a una gestione a scorte.

Considerando tutte queste variabili si giunge allora ad uno schema del tipo rappresentato in figura 10:

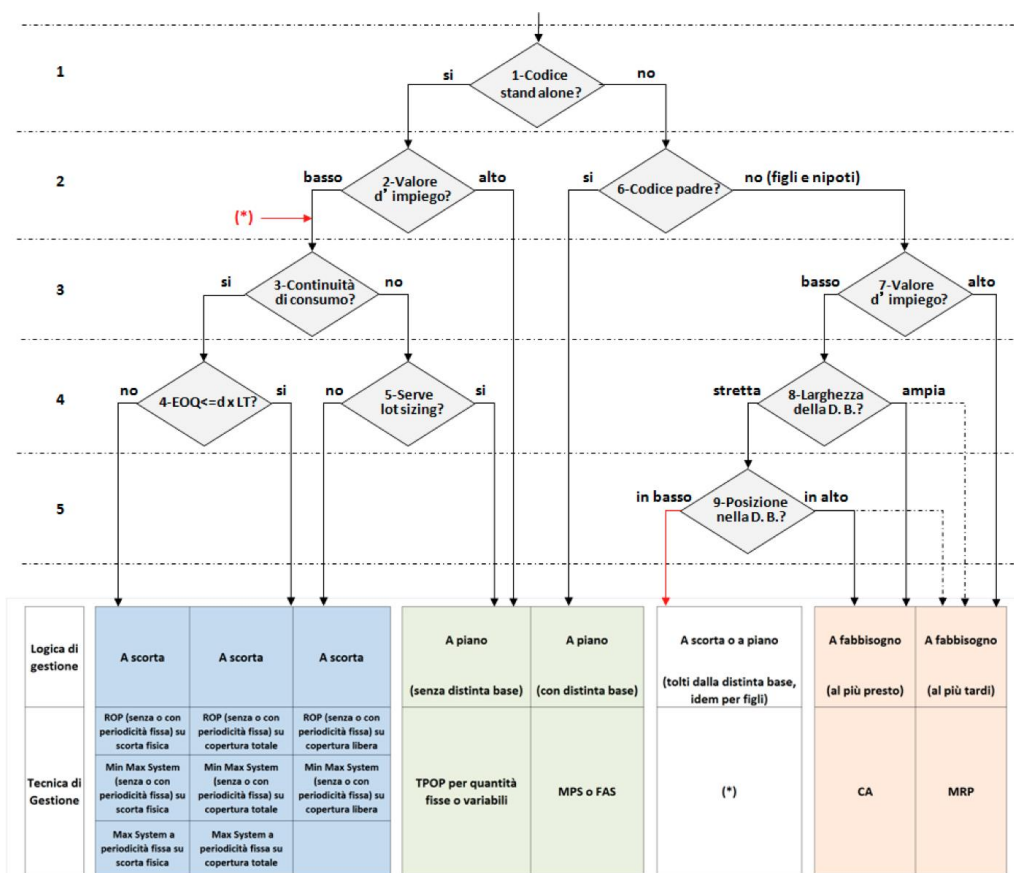


Figura 10 - Schema per la determinazione appropriata della tecnica di gestione dei materiali (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa 2013)

Vediamo quindi che i codici adatti ad una gestione a scorta sono tutti quei codici stand alone che presentano un medio basso valore di impiego con un'altrettanta medio bassa continuità di consumo. Rientrano in questa gestione però anche tutti quei codici di materie prime non stand alone il cui valore di impiego è molto basso e pertanto una gestione a fabbisogno richiederebbe uno sforzo troppo oneroso e non giustificato. Se il codice è, o si può considerare,

stand alone le variabili che guidano la scelta di gestione appropriata si riducono alle sole valore di impiego e continuità di consumo. I diversi casi per i codici stand alone sono riassunti nella figura 11:

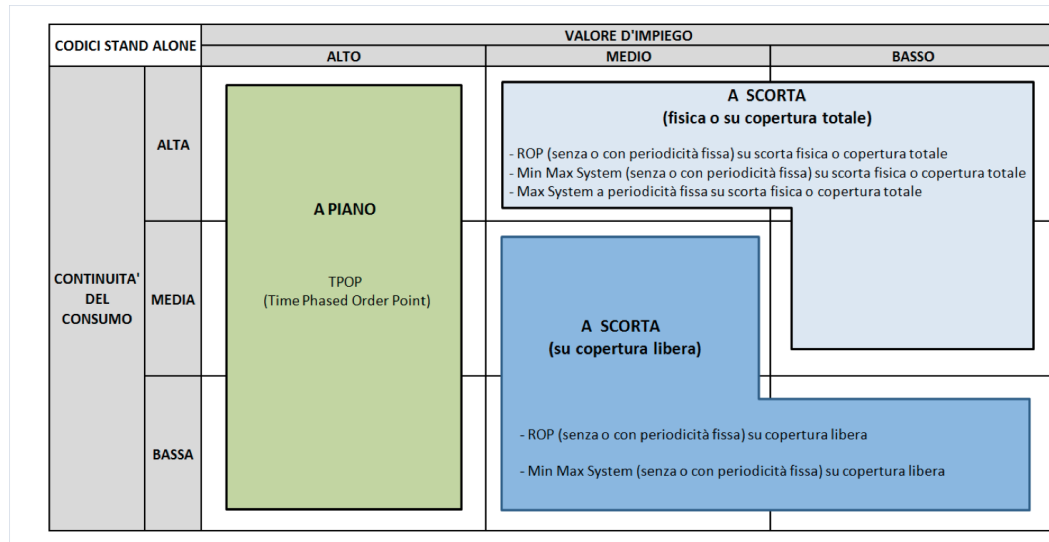


Figura 11 - Tecniche di gestione dei materiali per i codici Stande Alone (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa 2013)

Nei paragrafi successivi verranno spiegate alcune tecniche di gestione. La scelta di inserire proprio queste è dettata dal fatto che sono le più utilizzate attualmente in CAREL.

4.1.1. GESTIONE A KANBAN

Tale metodo nasce alla fine della seconda guerra mondiale nell'ambito del Toyota production system (TPS) volto a regolarizzare i flussi dei materiali. Tale sistema era caratterizzato da una elevata flessibilità produttiva che mirava alla qualità della produzione al fine di soddisfare tutte le richieste del cliente. Grazie a questo approccio la casa produttiva automobilistica si guadagnò importanti quote di mercato riuscendo a produrre una grande varietà di veicoli in bassi volumi sfidando la allora filosofia predominante del modello fordista. Il sistema di riordino del materiale a kanban, che deriva dall'unione dalle due parole giapponesi kan "visuale" e ban "insegna", è stato tradotto in termini pratici come un segnale visivo inequivocabile che avvia un qualsiasi azione. Le forme quindi con il quale si presenta un kanban sono molteplici, tradizionalmente esso appare in forma di cartellino ma può altresì presentarsi come un contenitore (vuoto per pieno) in forma di spazio riempito o non per terra, in forma di una richiesta digitale (De Toni, Panizzolo, Villa, 2013). Indipendentemente dal modo di presentarsi di un kanban esso deve contenere in se diverse informazioni riguardanti l'articolo movimentato come:

- *Quantità*: ad ogni cartellino corrisponde una certa quantità
- *Codice articolo*: ad ogni articolo si associa un codice che ne descrive le caratteristiche
- *Tempo ciclo*: tempo impiegato per produrre il prodotto relativo al cartellino
- *Lead time di produzione*: tempo necessario per produrre tutti i prodotti del cartellino.
- *Reparto o centro di lavoro*: il cartellino possiede informazioni riguardanti al reparto o centro di lavoro in cui i prodotti sono realizzati e riguardo alla collocazione a magazzino.

L'applicazione del kanban ai processi logistici legati alla gestione dei flussi dei materiali funziona generalmente nel modo che una generica fase produttiva di valle consuma un certo materiale/componente contenuto nei contenitori. Ogni contenitore è dotato di proprio cartellino indicante le informazioni da gestire. Quando un contenitore si svuota, esso e il suo cartellino vengono rinviiati al processo produttivo di monte incaricato di garantire l'approvvigionamento. Questo processo produttivo di monte sostituisce il contenitore vuoto con uno pieno per inviarlo poi al processo di valle chiudendo così il ciclo (De Toni, Panizzolo, Villa, 2013). Perché questo processo risulti efficiente è necessario seguire alcune regole ferree (De Toni, Panizzolo, Villa, 2013):

- Il processo di valle ordina i beni nelle quantità stabilite e specificate sul cartellino kanban
- Il processo a monte produce i beni nella quantità precisa e nella sequenza specificata del cartellino kanban
- Nessun oggetto viene fatto o mosso in assenza del kanban
- Tutti i particolari e i materiali hanno sempre un kanban attaccato
- I particolari difettosi o quantità sbagliate non vengono mai inviate al processo produttivo a valle

I benefici che si ottengono da questa gestione sono considerevoli come:

- Eliminazione della sovrapproduzione
- Migliore risposta alla domanda del cliente
- Il sistema informativo per la produzione è semplificato
- Maggiore unione nella catena dei processi che vanno dal fornitore fino al cliente
- Miglioramento dell'accuratezza della scorta

Nonostante i grandi benefici che si ottengono con l'applicazione del sistema di approvvigionamento a kanban la loro applicazione in CAREL ha riscontrato alcune difficoltà. In ogni caso esse non sono legate tanto al sistema in se quanto piuttosto ad una sua errata applicazione da parte degli operatori; capita spesso infatti che essi si dimentichino una volta terminato il contenitore contenente i codici di inviare a mote la richiesta di nuovi articoli.

Un approccio complementare al kanban è il Just in Sequence (JIS). Anche in questo caso la richiesta proviene dai reparti posti a valle del processo e prevede che il fornitore consegni la quantità necessaria non sulla base di un elemento visivo (cartellino, contenitore, eccetera) ma a partire da un piano di produzione del cliente (FAS) rispettando esattamente la sequenza di mix produttivo finito prevista. Tale metodologia richiede un'interazione fortissima tra cliente e fornitore in modo da fra coincidere i momenti di consegna con quelli di inizio produzione. Questo chiaramente comporta l'enorme vantaggio di avere in casa sempre e soltanto i componenti necessari al piano produttivo.

4.1.2. GESTIONE MEDIANTE MRP

Il Material Requirements Plannin (MPS) è un metodo di gestione a fabbisogno realizzata dalla procedura di pianificazione dei fabbisogni dei materiali. Questa tecnica nasce con un'idea di un uomo, Joshep Orlicky, di legare le richieste dei codici padre ai codici figli attraverso la conoscenza della distinta base. Questo implica che gli ordini dei figli non devono più essere gestiti attraverso un'analisi dei consumi o delle previsioni in quanto sono a domanda dipendente da quella che è la domanda del codice padre a cui fanno riferimento. Ciò che si ottiene è un andamento delle giacenze per i codici gestiti attraverso l'MRP a istogramma.

Per poter funzionare tuttavia il sistema MRP richiede diverse informazioni per ogni codice oltre ad un'elevata potenza di calcolo a disposizione.

Lo schema di funzionamento di un sistema MRP è rappresentato nella figura 17.

Si osservi che i dati necessari in input del sistema MRP sono i seguenti (De Toni, Panizzolo, Villa, 2013):

- *Distinta base*: essa contiene l'elenco, e le corrispettive quantità, di tutte le parti (codici) che concorrono a costituire il prodotto finito.
- *Anagrafica articoli*: rappresenta una struttura dati contenente numerose informazioni fondamentali per identificare in maniera univoca un articolo in azienda. Le informazioni più importanti per quanto riguarda il

sistema MRP sono il codice articolo, il tipo di articolo (padre o figlio), l'unità di misura (pezzi, metri, litri), il lead time, la politica di riordino e il livello minimo.

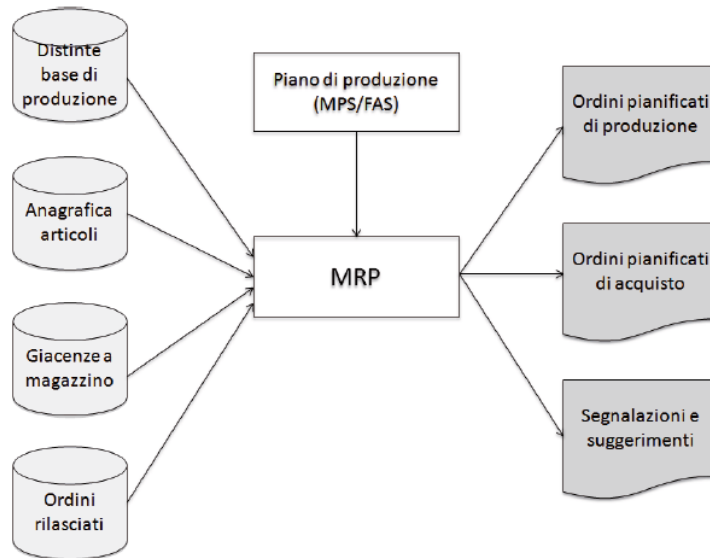


Figura 12 - Input e output sistema MRP (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)

- *Giacenza a magazzino:* la corretta conoscenza dei livelli di giacenza per i diversi articoli presenti nelle distinte base e gestiti via MRP è fondamentale per garantire la fattibilità dei piani di produzione. In particolare un dato utile è la giacenza fisica disponibile ovvero la giacenza liberamente utilizzabile perché non assegnata o allocata
- *Ordini rilasciati aperti:* si tratta di ordini rilasciati ai fornitori o alla fabbrica e non ancora chiusi ovvero le cui quantità non sono ancora state versate a magazzino. Per questi ordini, il sistema MRP deve conoscere, oltre al lotto di riordino, la data futura di completamento al fine di poter conteggiare in maniera corretta la giacenza disponibile a magazzino.
- *Piano di produzione (MPS, FAS):* i diversi piani di produzione rappresentano per l'MRP la cosiddetta domanda indipendente nel senso che dipende dalle richieste del mercato esterno. I piani determinano ordini di codici padri che diventano fabbisogni dei figli.

Grazie a tutti questi dati di input il sistema MRP restituisce come dati di output i seguenti risultati:

- *Ordini pianificati di produzione*: si tratta di proposte d'ordine datate generate per coprire il fabbisogno dei materiali di produzione. Il termine ordine pianificato sta a indicare il fatto che l'ordine è creato dall'esplosione dell'MRP in base alle elaborazioni eseguite.
- *Ordini pianificati d'acquisto*: valgono le considerazioni fatte per gli ordini pianificati di produzione, tenendo presente che in questo caso le proposte di riordino datate sono generate per coprire il fabbisogno di articoli che vengono acquistati presso fornitori
- *Segnalazioni e suggerimenti*: si tratta di una serie di messaggi inviati al pianificatore per evidenziare situazioni di problematicità che l'MRP incontra durante l'elaborazione.

Vediamo quindi gli input e gli output del sistema MRP rappresentati nella figura 12.

4.1.2.1. MECCANISMO MRP

L'input principale della gestione MRP è la distinta base tempificata (figura 13) la quale rappresenta la distinta base ruotata di 90° in senso orario rappresentante in diversi riquadri i tempi dei lead time dei diversi codici padre e figli.

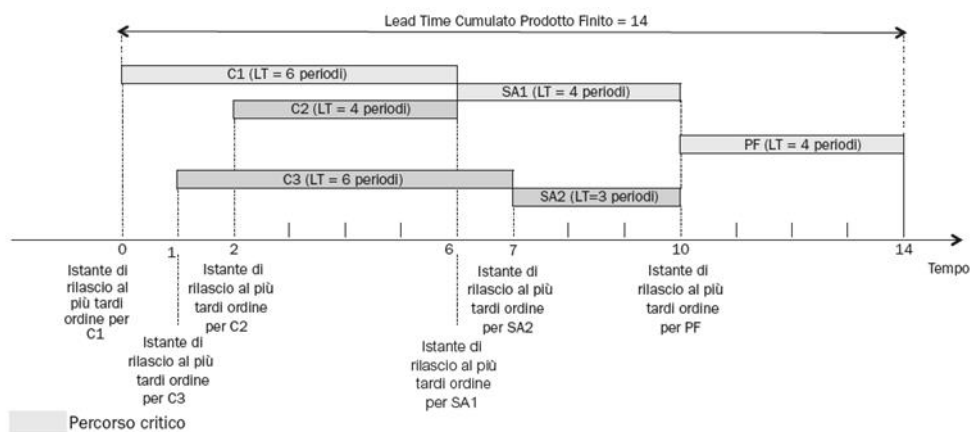


Figura 13 - Distinta base tempificata al più tardi (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)

Procedendo allora a ritroso nel tempo partendo dalla data di completamento del codice padre si ottengono grazie alla conoscenza dei lead time le date di emissione, al più presto o al più tardi, degli ordini di emissione produzione o

assemblaggio. Il percorso temporale tra tutti i rami della distinta tempificata rappresenta il lead time cumulato. Tale dato si rivela di particolare importanza in quanto rappresenta il tempo di risposta al mercato nel caso in cui si decida di produrre solo all'entrata effettiva dell'ordine a sistema.

Mentre il sistema MRP esplosa i materiali in distinta esegue anche un processo di nettificazione dei fabbisogni grazie ai coefficienti di impiego di ogni codice presente in distinta (figura 14).

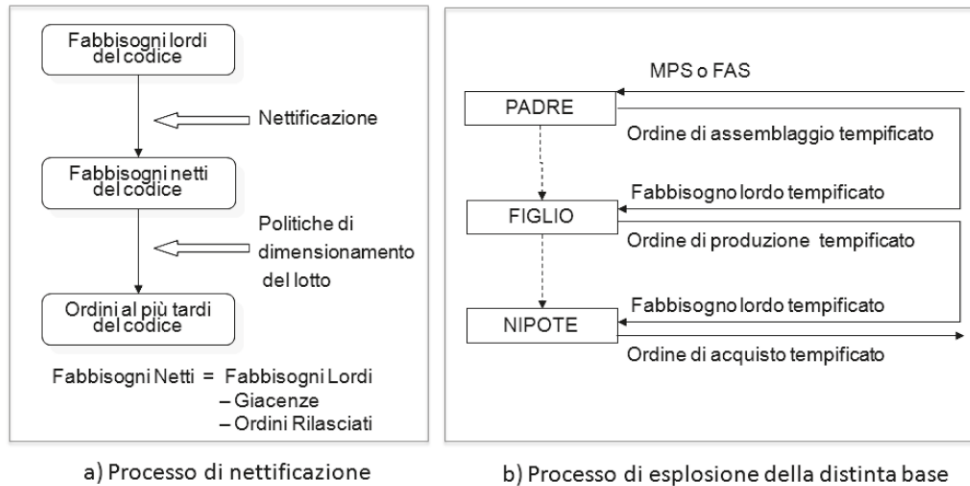


Figura 14 - Logica di funzionamento dell'MRP (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)

I fabbisogni netti rappresentano le quantità di materiale che effettivamente mancano a sistema per eseguire il completamento di un determinato codice. Per calcolare i fabbisogni netto si parte dai fabbisogni lordi pianificati in un determinato periodo e si vanno a sottrarre, sempre nel periodo, le giacenze e gli ordini rilasciati.

Il passaggio da fabbisogni lordi (riferiti ad un periodo minimo paria almeno al lead time cumulato) ai fabbisogni netti la si ha quando la quantità disponibile in un determinato periodo diventa minore di zero. Dove per disponibilità nel periodo si intende:

$$Disponibilità_i = Disponibilità_{i-1} - Fab.Lordi_i + Ordini Rilasciati_i$$

Se quindi in un periodo i-esimo compare un fabbisogno netto il sistema propone un ordine con un lotto di riordino pari a Q con un anticipo pari al lead time rispetto al periodo i-esimo.

Una volta individuato il fabbisogno netto si passa quindi al riordino del materiale. La quantità ordinata non sarà pari al valore del fabbisogno ma ad un lotto calcolato secondo dei criteri stabiliti. In base alle circostanze i può decidere la dimensione del lotto attraverso cinque criteri differenti:

1. *Lotto economico*

Questo criterio è volto a minimizzare i costi di emissione e di giacenza infatti ogni volta la quantità riordinata è pari al valore del lotto economico

2. *Lotto prefissato*

Ogni volta si va a riordinare una quantità fissa di materiale. Questo criterio può essere utilizzato in casi in cui vi siano alti costi dovuti al trasporto, lotti minimi imposti dal fornitore, sconti applicati alle quantità eccetera.

3. *Lotto per lotto*

L'ordine emesso non ottimizza alcuna funzione di costo ma semplicemente si limita a riordinare ogni qual volta si verifichi un fabbisogno.

4. *Copertura temporale fissa*

Quando si presenta la necessità di ordinare materiale lo si fa considerando un certo numero n di periodi limitando in questo modo agli n periodi il rischio di ordinare materiale che potrebbe diventare obsoleto.

5. *Criterio minimo costo unitario*

L'obiettivo non è più quello di ottimizzare la funzione di costo del lotto economico ma i costi unitari in un determinato periodo di tempo.

Attraverso l'ausilio di un sistema informatico si esegue un confronto con i diversi criteri e si sceglie quello che risulta essere meno costoso.

4.1.2.2. GESTIONE DELL'INCERTEZZA NEI SISTEMI MRP

Una gestione tramite MRP può essere causa di rotture di stock a causa di problemi che possono nascere nel ciclo produttivo o per l'inattendibilità delle informazioni quali le previsioni. Le sorgenti di incertezza che caratterizzano un sistema MRP sono sostanzialmente due:

- Incertezza sulla domanda
- Incertezza sugli ordini

Questi due tipi di incertezza possono caratterizzare le quantità o i tempi o entrambe le cose. Queste fonti di incertezza sono riassunte nella tabella sottostante (figura 15):

		FONTI DI INCERTEZZA	
		DOMANDA	ORDINI
TIPI DI INCERTEZZA	TEMPI	Fabbisogni che slittano da un periodo ad un altro	Ordini evasi in date diverse da quelle pianificate
	QUANTITA'	Fabbisogni maggiori o minori di quanto pianificato	Ordini evasi per quantità diverse da quelle pianificate

Figura 15 - Fonti e tipi di incertezza nell'MRP (fonte: De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)

Per affrontare queste due fonti di incertezza sono possibili due tecniche differenti:

- Introdurre una scorta di sicurezza
- Introdurre un lead time di sicurezza

Nel caso in cui si decida di utilizzare una scorta di sicurezza allora il sistema pianificherà l'ordine nel momento in cui si scenderà sotto a tale valore, mentre nel caso si utilizzi un lead time di sicurezza si andrà ad anticipare la date di pianificazione.

	1	2	3	4	5	
Fabbisogni lordi	20	40	20	0	30	Assenza di tecniche di protezione
Ordini aperti		50				
Disponibilità 40	20	30	10	10	30	
Ordini pianificati			50			
			▲			

	1	2	3	4	5	
Fabbisogni lordi	20	40	20	0	30	SS = 20
Ordini aperti		50				
Disponibilità 40	20	30	60	60	30	
Ordini pianificati	50					
		▲				

	1	2	3	4	5	
Fabbisogni lordi	20	40	20	0	30	LTS = 1
Ordini aperti		50				
Disponibilità 40	20	30	10	60	30	
Ordini pianificati		50				
			▲			

Figura 16 - Incertezza e sistemi di protezione nell'MRP. Fonte Whybark & Williams, 1976

L'immagine (figura 16) mostra il confronto tra tre diverse situazioni i.e. assenza di tecniche di protezione, protezione mediante scorte di sicurezza e protezione mediante lead time di sicurezza.

Bisogna capire quindi tra le due soluzioni proposte, SS o LTS, sia la più conveniente. La risposta a tale quesito non è univoca ma dipende dal tipo e dalle fonti di incertezza. Il problema è stato oggetto di diversi dibattiti e uno studio condotto negli anni '70 ha portato alla definizione del seguente grafico (figura 17):

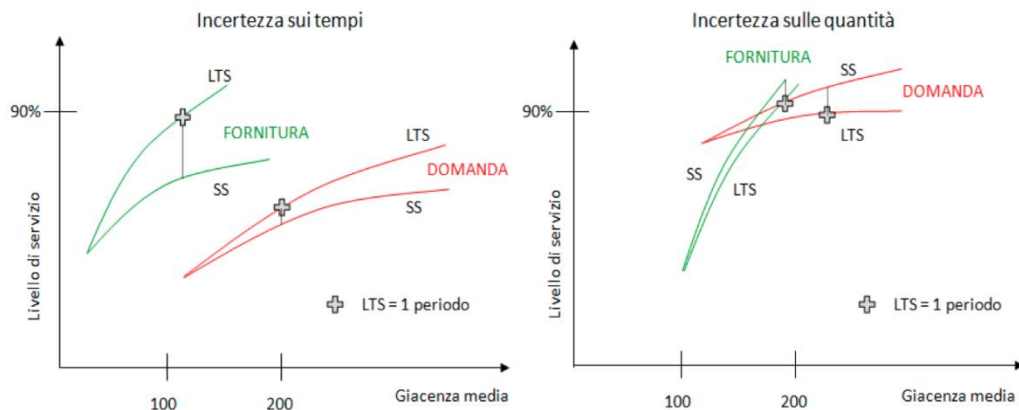


Figura 17 - Fonti di incertezza vs SS e LTS (fonte: Whybarck & Williams, 1976)

Da questo si nota che quando l'incertezza riguarda i tempi la performance del LTS è più marcata per la fornitura, mentre nel caso di incertezza sulle quantità la performance della SS è più marcata per la domanda. In base a quanto detto quindi si adottano le seguenti linee guida: per fronteggiare l'incertezza a monte sulle forniture è preferibile un LTS mentre per fronteggiare l'incertezza a valle sulla domanda è conveniente l'uso delle SS. Questo si traduce nella realtà con l'utilizzo di lead time di sicurezza per le materie prime e scorte di sicurezza per i prodotti finiti.

4.1.3. GESTIONE A ROP

Nell'ambito della gestione dei materiali i sistemi a scorta si basano sulla convinzione che è possibile ricostituire le scorte in base alla previsione della domanda attesa calcolata guardando la storia passata dei consumi (look back). I consumi futuri attesi quindi sono considerati informazioni intrinseche in quanto ottenute dalla sola analisi di serie temporali e non su informazioni provenienti da fonti esterne. La tecnica principe di questi sistemi è il così detto punto di riordino o reorder point (ROP). Secondo questa metodologia non appena il livello di scorte a magazzino scende al di sotto di un punto prestabilito si emette un ordine di una certa quantità fissa (Q) tale che mi riporti ad un certo valore di scorta (S). per definire quindi il valore del ROP sono necessari due parametri ovvero la scorta di sicurezza e la scorta utile a soddisfare la domanda

media durante il lead time. Alla luce di questo allora possiamo definire il valore del ROP con la formula:

$$ROP = D_m \cdot LT + SS$$

Dove:

- ROP: punto di riordino
- D_m : domanda media calcolata sulla base di dati storici
- LT: lead time di riordino

Come detto in precedenza codici gestiti secondo questa tecnica sono tutti codici a domanda indipendente (stand alone) oppure codici a domanda dipendente che vengono tolti dalla gestione MRP tipicamente per il loro basso valore unitario. Il profilo di giacenza che si ha per questi sistemi è il classico andamento definito a dente di sega (figura 18). Se il sistema è perfettamente dimensionato al momento di arrivo dell'ordine a magazzino si ha una giacenza pari a zero. Chiaramente questa condizione difficilmente si verifica a seguito di variazioni della domanda o dei tempi di consegna, ecco perché la necessità di inserire delle scorte di sicurezza in modo tale da per evitare eventuali situazioni di stock out.

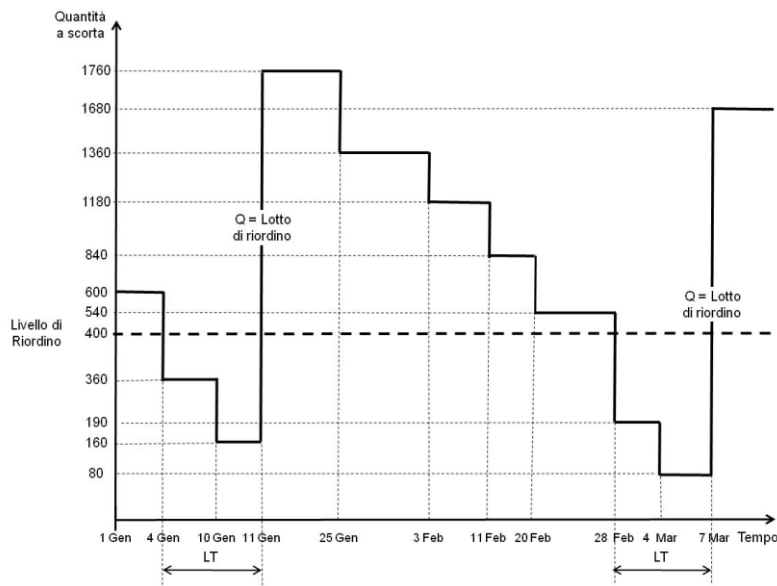


Figura 18 - Profilo di giacenza di materiale gestito a ROP (fonte De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)

4.1.3.1. LOTTO ECONOMICO

Il problema per questi sistemi basati sul punto di riordino è di individuare la quantità ottimale da ordinare. Un suggerimento in questo caso venne dato da

Ford Whitman Harris nel 1913 il quale propose un modello che andasse a minimizzare i costi totali di una gestione a scorta che sono:

- costi legati alla giacenza della merce a magazzino
- costi sostenuti nell'emissione di un ordine

Il risultato di questa ottimizzazione è quello che è definito come il lotto economico o Economic Order Quantity (EOQ) che come il punto di riordino è valutato sulle previsioni dei consumi futuri dall'analisi dei dati storici sui consumi.

Prima di passare al calcolo effettivo dell'EOQ è bene ricordare alcune ipotesi base affinché il valore ottenuto sia attendibile (De Toni, Panizzolo, Villa, 2013):

- Gli articoli hanno domanda nota e costante nel tempo
- Il valore unitario degli articoli è noto, costante nel tempo e indipendente dal numero di unità acquistate o prodotte
- I costi di mantenimento delle scorte sono proporzionali al valore dell'articolo e al tempo di permanenza in magazzino
- Le quantità ordinate vengono versate a magazzino in un'unica soluzione
- Non esistono vincoli per quanto concerne la capacità del magazzino, la quantità da ordinare, il capitale richiesto per acquistare o produrre merce
- Non sono consentite rotture di stock, tutta la domanda viene cioè soddisfatta senza far attendere i clienti

Chiaramente queste sono ipotesi molto forti che influenzano il risultato ottenuto. In ogni caso questo modello si presta bene come base di partenza anche per altri modelli più elaborati che tengono conto maggiormente della realtà operativa.

Possiamo definire le due voci di costo come:

$$C_m = \frac{Q}{2} \cdot v \cdot i$$

$$C_e = n \cdot k = \frac{D}{Q} k$$

Il costo totale sarà la somma delle due voci di costo:

$$C_{tot} = C_m + C_e = \frac{Q}{2} \cdot v \cdot i + \frac{D}{Q} k$$

Dove:

- Q: quantità ordinata ad ogni ciclo [pz]
- D: domanda nel periodo [pz/periodo]
- k: costo unitario di emissione dell'ordine [€]
- i: tasso di interesse (costo del denaro)
- v: valore unitario [€/pz]
- C_m : costo di mantenimento [€]
- C_e : costo di emissione dell'ordine [€]
- LT: lead time dell'ordine
- n: numero di ordini emessi

Le due voci di costo risultano tra di loro inversamente proporzionali rispetto al valore di Q e pertanto il grafico del costo totale presenterà un minimo (figura 19). Tale valore di Q sarà proprio quello che andrà a determinare il valore del lotto economico. Rappresentando, come già detto, il minimo della funzione si potrà ricavare EOQ imponendo:

$$\frac{dC_{tot}}{dQ} = 0 \Rightarrow EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot Q}{v \cdot i}}$$

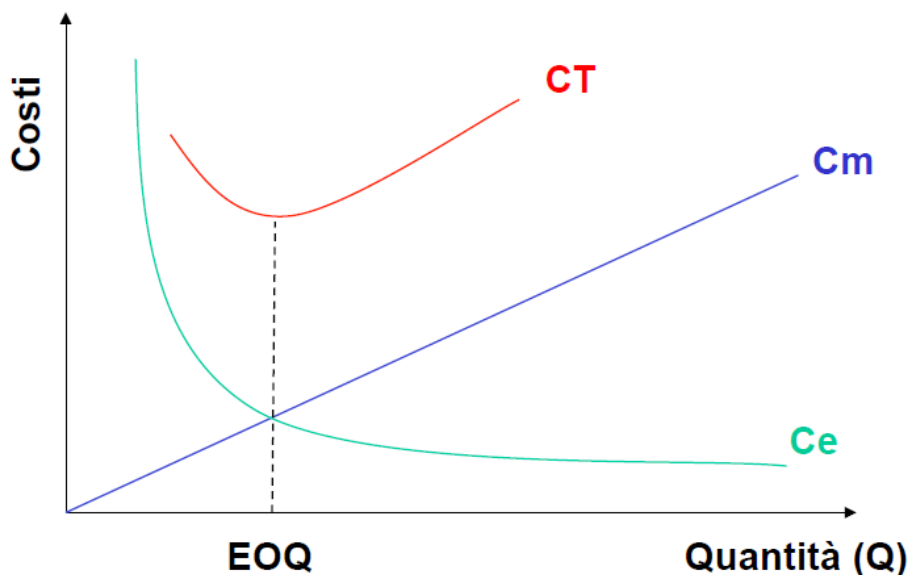


Figura 19 - Rappresentazione grafica del lotto economico (fonte De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)

Per quanto riguarda il valore delle SS richiesto per calcolare il ROP ne tratteremo nel capitolo seguente.

CAPITOLO 5

5. SCORTE DI SICUREZZA

Nell'ambito della gestione dei materiali la scorta di sicurezza rappresenta quella quantità di articoli che si decide di immobilizzare a magazzino in modo tale da fronteggiare, fino ad un certo valore stabilito (D_{max}), la variabilità dei consumi medi (\bar{D}) calcolati, seguendo un modello di distribuzione normale dei consumi, in base ai dati storici:

$$SS = D_{MAX} - \bar{D}$$

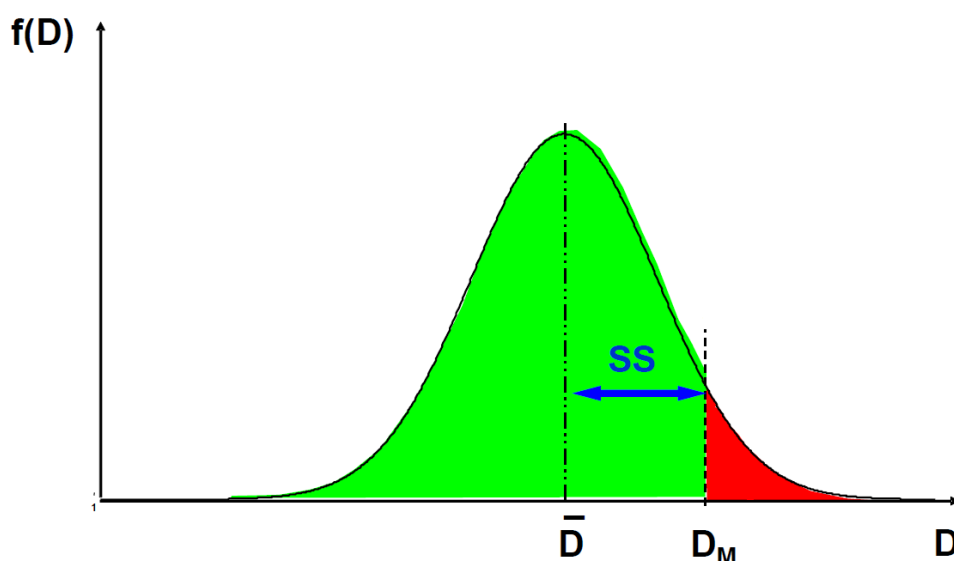


Figura 20 – Rappresentazione scorte di sicurezza

Ammettendo una distribuzione dei consumi normale possiamo calcolare la loro media μ e deviazione standard σ come:

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

Grazie alla scorta di sicurezza siamo in grado di rispondere a due incertezze: quella derivante dalla variabilità della domanda e quella legata all'aleatorietà del tempo di riordino.

Nel caso del verificarsi di una di queste due situazioni, o di entrambe, l'azienda corre il rischio di incappare in quella che è la rottura di stock. La rottura di stock è intesa come una discontinuità della disponibilità della merce che impedisce la soddisfazione della domanda.

Nella figura 21 sottostante sono rappresentate le due situazioni in cui è possibile avere una rottura di stock.

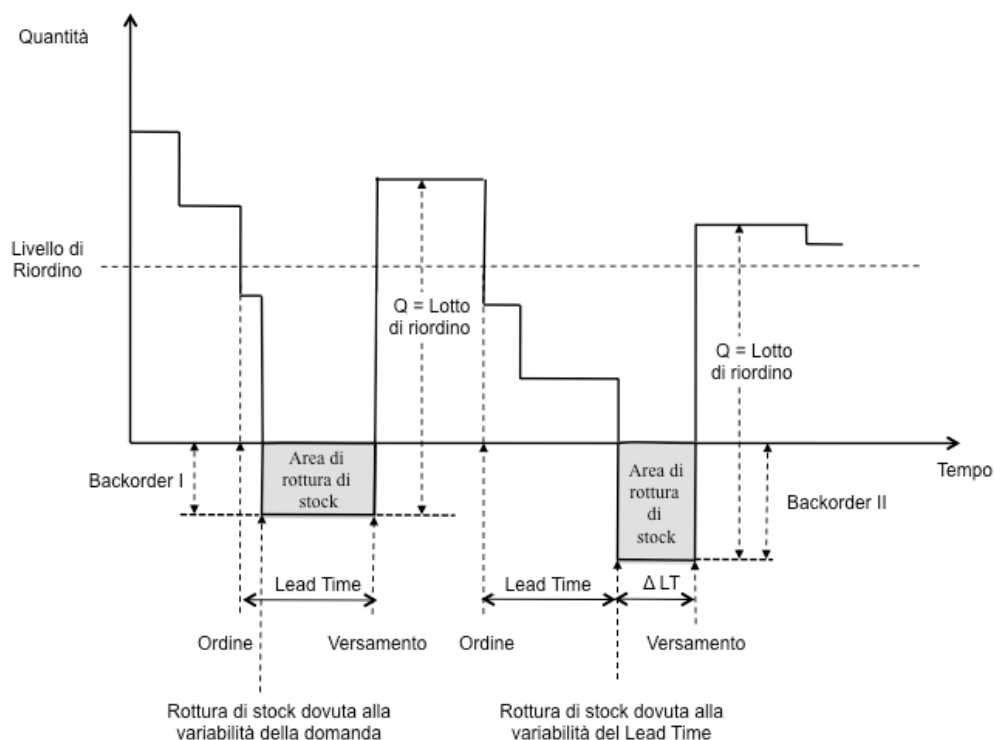


Figura 21 - Rappresentazione di Stock out (fonte: De toni, Panizzolo, Villa 2013)

Dalla figura 21 vediamo come le aree sono la rappresentazione grafica del disservizio causato dallo stock out, ed esprime tempo nel quale un certo numero di righe d'ordine resta bloccato a causa della mancanza di materiale.

Vediamo quindi che il valore delle scorte di sicurezza è un parametro estremamente importante nella realtà aziendale ed è corretto adoperarsi al meglio per un loro corretto e quanto più preciso dimensionamento che deve tener conto dei costi di natura finanziari che insorgono in una gestione a scorta (che quindi le vorrebbe il più piccole possibili) e il livello di servizio (che quindi le vorrebbe più grandi possibili).

5.1. METODI PER IL CALCOLO DELLE SCORTE

Per il calcolo della scorta di sicurezza di un gruppo di articoli si utilizza un approccio statistico il quale studia lo storico dei consumi. Esistono sostanzialmente tre modi per dimensionare il valore della scorta di sicurezza:

1. Numero di periodi di copertura della domanda
2. Probabilità di rottura di stock considerata
3. Livello di servizio desiderato

Nei prossimi paragrafi analizzeremo in dettaglio le tre diverse tipologie.

5.1.1. DIMENSIONAMENTO DELLE SS PER NUMERO DI PERIODI DI COPERTURA DELLA DOMANDA

In questo caso la scorta di sicurezza viene fissata proporzionalmente alla domanda attesa nel periodo secondo un certo parametro P , i.e. si pone:

$$SS = P \cdot D$$

Dove:

- D : domanda attesa nel periodo [pz/periodo]
- P : coefficiente di copertura

Porre $P_1 = 1$ significa ad esempio stabilire che la SS è pari al consumo previsto nel periodo considerato. Porre $P_1 = 0,75$ significa porre il valore delle scorte pari a tre quarti del consumo a medio previsto nel periodo e così via. Questo metodo molto semplice e di facile applicazione però non tiene conto di un fattore fondamentale ovvero l'errore previsionale. Inoltre con questo metodo manca una correlazione diretta tra la scelta di P e il valore di livello di servizio che si vuole fornire. L'utilizzo stesso di P come parametro per determinare la scorta non garantisce lo stesso livello di servizio per gli stessi codici che ma sarà differente da codice a codice se si mantiene lo stesso valore di P per tutti i codici.

In conclusione tale approccio fortemente sconsigliato.

5.1.2. DIMENSIONAMENTO DELLE SS PER PROBABILI - TÀ DI ROTTURA DI STOCK CONSIDERATA

Questo tipologia di dimensionamento delle scorte di sicurezza va a valutare il valore da portare a magazzino in funzione di un parametro Z corrispondente ad una certa probabilità $F(Z)$ che non avvenga rottura di stock

Definita come x la domanda di un articolo di magazzino distribuita secondo una curva gaussiana con una media μ e una deviazione standard pari a σ è possibile dimensionare la scorta di sicurezza SS in funzione della variabilità della domanda espressa attraverso la deviazione standard dei consumi. Ponendo infatti:

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

Ipotizzando allora di rifornirsi periodicamente della domanda media μ mantenendo a magazzino una SS si avrà che le probabilità di non avere rottura di stock saranno:

Scelta di Z	SS	Probabilità di non avere stock out (%)
$x > \mu$	0	50,00%
$x > \mu + \sigma$	σ	15,86%
$x > \mu + 2\sigma$	2σ	2,27%
$x > \mu + 3\sigma$	3σ	0,13%

La scorta di sicurezza allora può essere espressa come il prodotto di un parametro k detto fattore di sicurezza e della deviazione standard σ :

$$SS = k\sigma$$

Andando a definire il valore più adatto, in funzione agli obiettivi dell'azienda, di probabilità di non avere rottura di stock possiamo calcolare in modo generale e uguale per ogni articolo, una volta che per ognuno è stato valutato σ ; il valore delle scorte di sicurezza. Questo tipo di approccio risulta quindi più adatto e meglio strutturato rispetto al precedente.

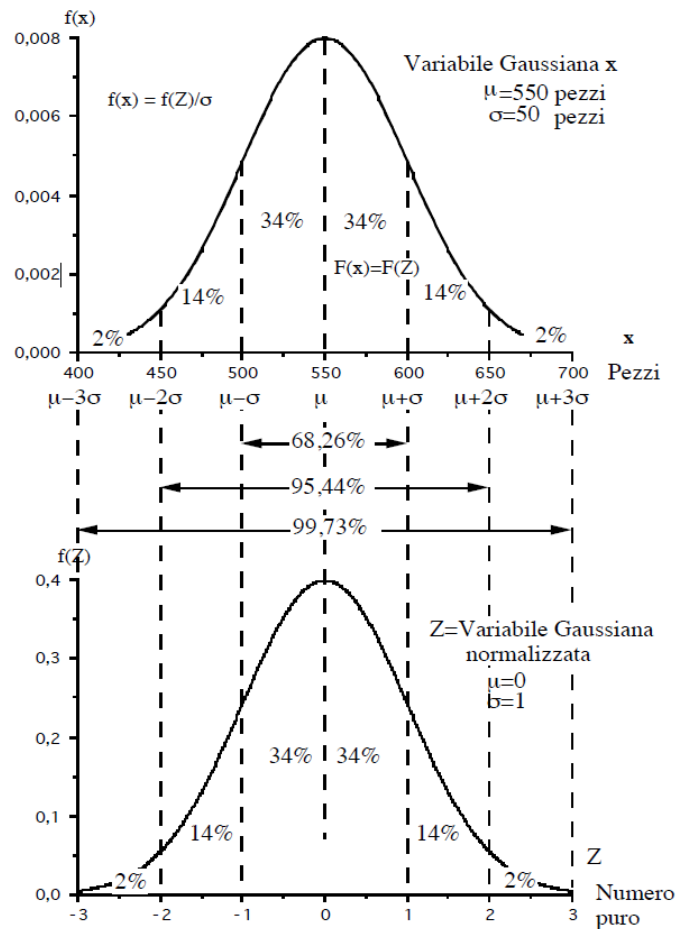


Figura 22 - Scorte di sicurezza in funzione della deviazione standard (fonte De Toni, Panizzolo, Villa, 2013)

Dalla figura 22 osserviamo principalmente due cose:

- Il valore di Z coincide con il valore di k
- L'area sottesa alla curva normalizzata corrisponde alla probabilità di riuscire a fronteggiare una domanda D_{max} maggiore della domanda media.

5.1.3. DIMENSIONAMENTO DELLE SS PER IL LIVELLO DI SERVIZIO CONSIDERATO

Questo approccio va dimensionare la scorta di sicurezza in modo tale che il backorder sia pari ad una percentuale desiderata del valore totale della domanda. Andare a stabilire una percentuale di backorder significa accettare che vi sarà una certa percentuale di ordini inevasi:

$$\begin{aligned}
LS &= \frac{\text{domanda evasa}}{\text{domanda totale}} \\
&= \frac{\text{domanda totale} - \text{domanda inevasa}}{\text{domanda totale}} \\
&= 1 - \frac{\text{domanda inevasa}}{\text{domanda totale}} \\
&= 1 - \frac{\text{backorder cumulato nel periodo}}{\text{domanda totale nel periodo}}
\end{aligned}$$

Dove:

$$\text{backorder cumulato nel periodo} = n(\text{backorder per ciclo d'ordine})$$

In pratica la domanda invasa viene posta pari al backorder cumulato nel periodo i.e. alla domanda non evasa direttamente ma in un secondo momento. stabilendo il valore del backorder allora si ricava il livello di servizio e con questo, il valore delle scorte di sicurezza. Pertanto si ha che:

$$LS = 1 - \frac{n\sigma E(Z)}{D} = 1 - \frac{\sigma E(Z)}{Q}$$

Dove:

- Z : fattore di sicurezza
- σ : deviazione standard
- $E(Z)$: quantità di backorder per ciclo d'ordine in multipli di σ
- $\sigma E(Z)$: quantità di back order per ciclo d'ordine
- D : domanda totale nel periodo
- Q : quantità d'ordine
- n : numero di cicli d'ordine

Stabilito LS dalle tabelle della distribuzione normale si ricava come nel caso precedente il valore di k e si calcola il valore della corta come:

$$SS = k\sigma$$

Questo dimensionamento delle scorte di sicurezza fa riferimento al caso in cui la variabilità della domanda si legata.

5.2. SS: LE DUE FONTI DI INCERTEZZA

I fattori che caratterizzano la dispersione dei valori di consumo dal valore di consumo medio sono la variabilità dei consumi stessi e la variabilità dei tempi di consegna. Di seguito sono esposte le formule che restituiscono il valore delle scorte in base a uno o entrambe le variabili.

5.2.1. SCORTA DI SICUREZZA VALUTATA SULLA VARIAZIONE DEI 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 consumi storici. Nel caso in cui il consumo risulti minore si avrà il fenomeno dell'over stock in caso contrario dello stock out (figura 23).

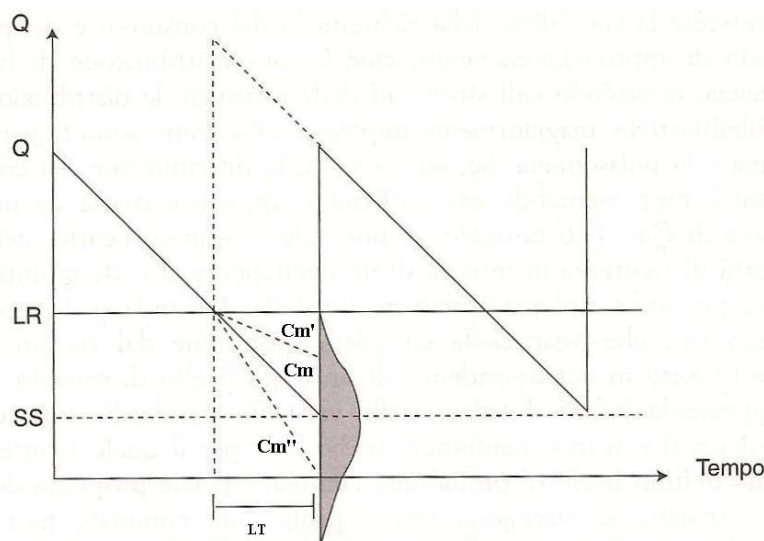


Figura 23 - Variabilità dei consumi (fonte: A.Grando 1995)

Usando le formule definite ad inizio capitolo si calcola per i consumi il valore medio C_m e la deviazione standard σ_c . La deviazione standard è un indice di dispersione dei dati statistici rispetto ad un valore di riferimento pari al valore medio del campione considerato, che in questo caso è il valore medio dei consumi, e dunque presenta la stessa unità di misura dei valori osservati.

La formulazione della scorta di sicurezza sui consumi assume quindi la seguente espressione:

$$SS_c = k\sigma_c\sqrt{LT}$$

Dove:

- k : variabile standardizzata rappresentante il livello di servizio
- σ_c : deviazione standard sui consumi
- LT : lead time

Osserviamo che in quest'ultima formula che un aumento del valore del LT comporta un aumento del valore delle scorte di sicurezza. inoltre bisogna fare attenzione al fatto che le grandezze della formula siano tra loro congruenti perciò se i consumi sono espressi in pezzi a settimana allora il LT dovrà essere espresso in settimane.

5.2.2. SCORTA DI SICUREZZA VALUTATA SULLA VARIAZIONE DEI TEMPI DI CONSEGNA

La componente della scorta di sicurezza sul tempo considera l'incertezza sul tempo di approvvigionamento del fornitore. Come mostrato in figura 24 sottostante 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.

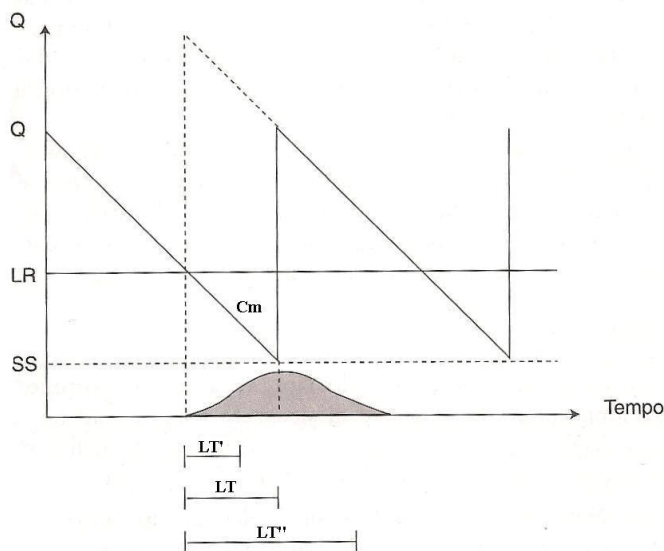


Figura 24 - Variabilità del tempo di approvvigionamento (fonte A.Grando 1995)

La formula della scorta di sicurezza allora sarà analoga alla precedente e pari a:

$$SS_{LT} = k \sigma_{LT} C_m$$

Come prima ricordiamo che il consumo medio deve essere espresso con lo stesso periodo con cui ci riferiamo al lead time di acquisto.

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

Si ottiene quindi:

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

Nella maggior parte dei casi, e questa analisi non farà eccezione, il contributo legato alla variabilità del LT viene ignorato in quanto:

- Per poter calcolare correttamente il valore di σ_{LT} è necessaria una serie storica sufficiente a rappresentare in modo statistico la variabilità del LT. Tuttavia in tal senso l'orizzonte storico risulterebbe troppo lungo e pertanto il valore non sarebbe attendibile.
- Il valore del LT non sempre è una variabile indipendente ma è frutto di accordi commerciali ben precisi

Per queste due ragioni si può ritenere che:

$$SS_{TOT} \approx SS_c$$

CAPITOLO 6

6. IL CASO CAREL SPA

Nei capitoli precedenti abbiamo definito in modo chiaro quali siano le diverse realtà aziendali e quali i sistemi di riapprovvigionamento che richiedono la presenza di una certa quantità di scorte. La necessità quindi di fronteggiare l'imprevisto sia in termini di quantità che di tempi suggerisce una attenta valutazione dei livelli di scorte all'interno dell'azienda. È in questo contesto che si svilupperà l'analisi in seguito proposta.

Per quanto riguarda CAREL SPA essa si posiziona a metà via tra un contesto ATO e MTO a seconda dei prodotti finiti considerati. Le materie prime acquistate che entrano nei cicli produttivi hanno comunque già subito in qualche modo una lavorazione e quindi vengono semplicemente assemblate. Tutte le attività svolte nelle linee sono avviate soltanto quando il sistema informatico ORACLE, o il team della logistica di pianificazione, registra l'ordine a sistema. A ordine registrato CAREL SPA si impegna a evaderlo in venti giorni lavorativi.

Le attività di pianificazione a medio termine hanno il loro momento cardine durante la settimana il martedì mattina con la riunione dell'MPS dove il gruppo della logistica pianificazione incontra i diversi responsabili delle linee produttive (value stream leader). In questo incontro si verificano gli obiettivi raggiunti nella settimana appena trascorsa e si delineano gli obiettivi della settimana futura (quelli della settimana in corso sono già stati definiti nella riunione della settimana precedente). Da questa riunione si riporta a verbale un quadro chiaro della situazione attuale all'interno dell'azienda, come lo stato delle linee, risorse disponibili o disponibilità di materiali a magazzino, e si regolano i battenti grazie all'ausilio delle previsioni inserite a sistema.

Nella figura 25 vediamo un esempio di come appare la raffigurazione del carico di una linea nel portale di gestione CAREL. Il primo grafico mostra il carico (ore o minuti) specifico (ordinate) settimanale (ascisse), mentre il secondo quello cumulato. Le tre linee stanno ad indicare rispettivamente il carico effettivo entrato (linea rossa), quello previsto (linea blu) e il battente effettivo della linea produttiva (linea verde).

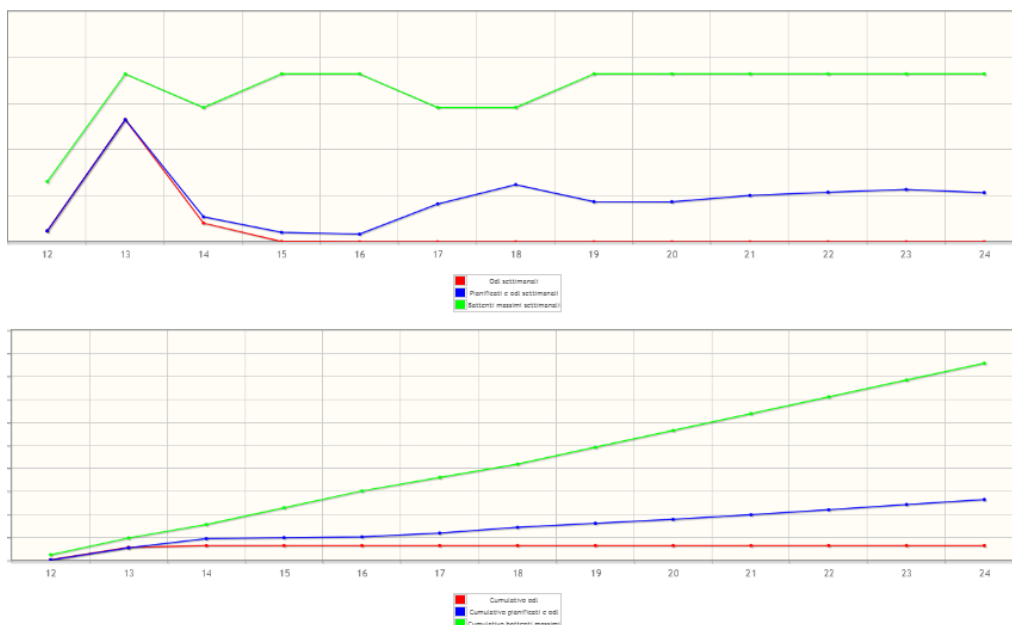


Figura 25 - Esempio di come appare lo stato di una linea produttiva a portale (fone portale CAREL)

Come in molte altre aziende, anche il mondo CAREL soffre del problema delle scorte, e in particolare in riferimento alle scorte di sicurezza delle materie prime. Se da un lato esse permettono di tutelare la produzione aziendale, garantendo la continuità di flusso, dalla domanda del mercato, spesso difficile da prevedere, dall'altra rappresentano delle forti voci di costo a livello di capitale immobilizzato a magazzino. Scorte troppo alte inoltre portano con se altri costi non sempre facili da verificare, come: occupazione di volumi all'interno del magazzino, costi di movimentazione eccetera.

CAREL, dovendo fronteggiare ad un numero elevato di richieste, e in continua crescita, si è vista col tempo costretta a portare in casa un livello sempre maggiore di articoli in modo da proporsi al mercato con un adeguato livello di servizio.

Nel tentativo di porre rimedio a questa situazione tuttavia non è stata seguita una vera e propria procedura di calcolo rigorosa. La scelta di ogni valore infatti è stata affidata a decisioni personali, indipendenti tra di loro, basate certamente sull'esperienza ma prive di uno sguardo globale al problema. Lo studio qui di seguito presentato ha dunque l'ambizione di tracciare delle linee guida, utilizzando un approccio critico al problema che sappia contemporaneamente conciliare la volontà di garantire un elevato livello di servizio, nei confronti del cliente, ma che allo stesso tempo eviti di portare in casa quantità di materie prime che poi non saranno utilizzate.

La formula di base adoperata è quella classica delle scorte di sicurezza che considera unicamente la variabilità dei consumi. Per poterla applicare è necessario conoscere il livello di servizio (k), il quale sarà stabilito in base ad una ben definita politica aziendale, il tempo di approvvigionamento del materiale (lead time), imposto o concordato con i fornitori, ed infine la deviazione standard dei consumi. I software di supporto a questa indagine

saranno il software gestionale utilizzato in CAREL, ORACLE, e un software di calcolo per l'analisi dei dati, nel nostro caso Excel.

Le analisi sono relative ad un arco temporale lungo circa sei mesi e per la precisione di ventisei settimane: dalla prima settimana di luglio (week 26) all'ultima di Dicembre (week 51).

6.1. CRITERIO PER LA SCELTA DI GESTIONE DEI MATERIALI IN CAREL

Alla luce di quanto appena esposto, prima di descrivere la procedura pratica intrapresa per il dimensionamento delle scorte di sicurezza, verrà qui di seguito illustrata quale effettivamente sia nello specifico la realtà nel mondo CAREL. Recentemente CAREL ha abbracciato la filosofia lean. Tale approccio suggerisce due diversi modi di procedere per apportare dei miglioramenti nel contesto aziendale: kaizen e kaikaku. Mentre il kaizen suggerisce piccoli miglioramenti da fare costantemente in un periodo di tempo lungo, il kaikaku propone un cambiamento netto e radicale in tempi relativamente brevi. Attraverso questi due approcci la filosofia lean incoraggia l'azienda ad aumentare il valore per il cliente e a ridurre progressivamente lo spreco.

In CAREL l'adozione delle logiche lean ha portato alla nascita del workstream il quale si colloca in una realtà di cambiamento radicale. Per workstream si intende un gruppo di lavoro interfunzionale costituito per risolvere problematiche che da una parte riguardano tematiche trasversali e dall'altra sono ritenute fondamentali e particolarmente urgenti (Battistella 2016). Le maggiori problematiche che hanno portato ad istituire il workstream sono:

- La riduzione dei lead time e il miglioramento del livello di servizio
- Tempi ciclo dei prodotti che presentavano ordini di grandezza anche molto diversi a seconda della famiglia di prodotto
- La complessità era cresciuta fortemente negli anni
- La programmazione era fatta da computer, nascosta al suo interno. I metodi e le informazioni erano note a poche persone rendendo le inefficienze complicate da vedere.
- La struttura delle distinte base e alcuni loro parametri generavano vincoli sul lead time comportando lead time superiori a quanto possibile in ottica cautelativa.
- Nelle distinte basi erano presenti fasi lavorative inutili che portavano ad un lavoro necessario

Il workstream è penetrato all'interno di questi meccanismi che erano fonte di sprechi e mancata risposta verso il mercato. Questo ha portato all'importante concetto del servizio. Per misurare il servizio si definisce il concetto di livello di servizio ovvero la capacità dell'azienda di soddisfare (o anticipare) le richieste e le aspettative dei clienti al momento giusto e con prodotti o servizi giusti. Da questa definizione si ricava che per massimizzare le proprie performance bisogna cercare di far coincidere il più possibile:

- Livello di servizio atteso dal cliente in base alle sue richieste e aspettative
- Livello di servizio che è stato programmato dall'azienda
- Livello di servizio realizzato nel concreto dell'azienda al momento dell'erogazione

Per quanto questo discorso teorico sia di facile comprensione, nella pratica è difficile far combaciare queste tre sfere: innanzitutto bisogna tarare il servizio sulle esigenze del cliente, tuttavia non è sempre possibile conoscere quali esse siano e quindi si rischia di programmare un servizio che non è di utilità per il cliente stesso. Inoltre non è detto che quanto preparato coincida con quanto effettivamente erogato per via di possibili imprevisti o di fattori esogeni non controllabili (www.logisticaefficiente.it).

La volontà di garantire un adeguato livello di servizio si è concretizzata con la il ambizione di ridurre a zero il rischio di stock out andando ad arginare qualsiasi problema di disponibilità di materiali. Per fare questo è stata necessaria un'attenta analisi dei sistemi di gestione dei materiali e delle scorte in azienda (come appena visto nel capitolo 3 non tutti i materiali si prestano allo stesso trattamento in termini di gestione degli approvvigionamenti) valutando le diverse variabili che li caratterizzano. L'analisi condotta ha portato alla definizione di una matrice a doppia entrate che suddivide i materiali in quattro categorie a seconda del proprio valore di consumo e alla loro frequenza di utilizzo.

Si osservi che la matrice in questione, rappresentata nella figura 26, si differenzia dalla matrice dell'analisi ABC vista nel capitolo 4, in quanto anziché tre classi di prodotti ne considera solamente due: A e B. Inoltre, le variabili considerate non sono più la continuità di consumo e il valore di utilizzo, ma il valore di utilizzo e la frequenza di utilizzo intesa come il numero di righe d'ordine che richiedono un determinato codice.

Per quanto riguarda il valore di consumo le classi A e B sono separate da una quota di consumo medio mensile (80%) mentre per quanto riguarda la frequenza di utilizzo le due classi identificano rispettivamente i prodotti ad alta

frequenza di utilizzo (80%, classe A) e i prodotti a bassa frequenza di utilizzo (classe B). Per il principio di Pareto (già ampiamente spiegato) i codici che ricadono nella classe AA sono una percentuale minoritaria del totale dei codici (circa 20%) che però da soli vanno a comporre la maggior parte delle righe d'ordine (circa l'80%).

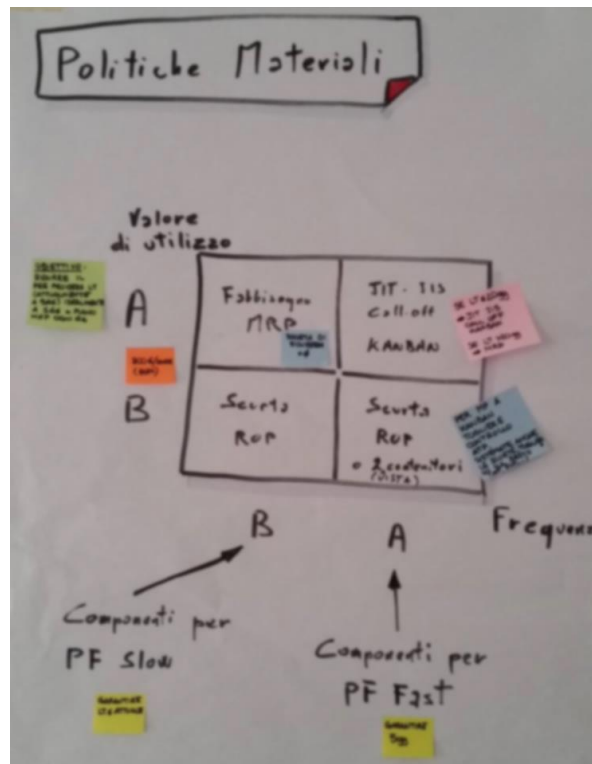


Figura 26 - Matrice materiale/metodo di approvvigionamento

Nel paragrafo 6.1.1. saranno espone le diverse tecniche di gestione che nascono da questa matrice in seno a CAREL.

Ricordiamo che la gestione delle quantità a magazzino avviene grazie all'ausilio del software ORACLE, che come ogni sistema informatico grazie alla conoscenza della distinta base, dell'anagrafica articoli, delle giacenze a magazzino e degli ordini rilasciati è in grado di fornire agli operatori della logistica informazioni e suggerimenti riguardanti ordini di produzione e ordini d'acquisto. Contribuiscono a generare eventuali suggerimenti degli ordini le previsioni caricate a sistema.

ORACLE quindi consegna all'operatore della logistica due diverse tipologie di ordine: ordini pianificati, che nascono da una richiesta reale, e ordini previsti, che invece dipendono da una previsione di consumo di un determinato codice.

6.1.1. POLITICHE DI APPROVVIGIONAMENTO

MATERIALI

Come quindi già spiegato non tutti gli articoli acquistati in CAREL seguono la stessa gestione di approvvigionamento. Qui di seguito vengono presentate tutte le categorie registrate in anagrafica:

1. **TRADIZIONALE.** È il sistema di gestione maggiormente utilizzato in CAREL e si basa sulle logiche dell'MRP. Tale sistema prevede che i planner, ovvero le persone responsabili dell'approvvigionamento dei materiali una o più volte a settimana, a seconda dei casi, si dedichino all'acquisto dei codici in base ai suggerimenti provenienti dal sistema.
2. **VMI.** È un acronimo e sta per Vendor Managed Inventory. Questa è una tecnica applicata in un contesto di catena di distribuzione che vede il controllo, la pianificazione e la gestione del magazzino da parte del fornitore. Rappresenta pertanto una collaborazione che si instaura tra cliente e fornitore che prevede la responsabilità sul livello di scorte più appropriato da mettere a magazzino presso il cliente. In pratica il cliente, in questo caso CAREL, mette a disposizione del fornitore i dati sullo storico del magazzino e sulle previsioni di vendita. Mediante questi dati il fornitore con un piano precedentemente concordato si occupa di gestire le scorte del cliente decidendo la quantità, i tempi e la modalità di spedizione della merce richiesta. Il maggior beneficio di cui gode il cliente è un abbassamento significativo dei valori di scorta mentre diminuisce il rischio di stock out. Per il cliente inoltre vi è la possibilità di pagare le scorte dopo che sono state vendute o utilizzate e questo si spiega in un grande vantaggio del cash flow. Il beneficio per il fornitore è che con l'accesso diretto alle informazioni sulla domanda effettiva può pianificare in modo più efficiente la produzione e la distribuzione dei suoi prodotti, migliorando così l'utilizzo della capacità produttiva e così, come per il cliente, si riduce la necessità di un elevato valore di scorte di sicurezza. Nonostante gli importanti benefici l'implementazione VMI non è semplice in quanto trova la resistenza delle aziende a condividere informazioni. È inoltre indispensabile trovare degli accordi in merito ai valori delle scorte di sicurezza.
3. **MILK RUN.** Questo sistema di approvvigionamento, che prende il nome dalla tecnica di prelievo e consegna del latte, prevede che sia l'azienda cliente a mandare presso i suoi fornitori un mezzo per il prelievo della merce. Tale mezzo non esegue un unico ritiro ma compie

un giro più ampio intercettando diversi fornitori in modo tale da ottimizzare i costi di trasporto. Questi viaggi vengono eseguiti secondo tempi concordati e in funzione della frequenza di passaggio si determina l'entità del lotto. Questo tipo di sistema risulta particolarmente adatto quando le distanze tra i fornitori e i clienti sono elevate e non è pratica la consegna frequente del materiale.

Questo tipo di approccio in CAREL è ancora poco sviluppato ma si sta tenendo sempre più in considerazione in quanto:

- Permette di ridurre i costi legati ai trasporti in quanto ogni viaggio viene ottimizzato
 - Migliora la linea di produzione grazie alla maggiore precisione nella consegna delle merci che avviene JIT
 - Miglioramento della velocità di carico dei veicoli e delle distanze grazie alla coordinazione dei prelievi
 - Riduzione dei rischi legati alla qualità delle merci
 - Modifica le strategie della logistica.
 - Inoltre questo sistema propone un approccio più sostenibile in termini d'ambiente perché riduce i mezzi in circolazione riducendo l'inquinamento legato ai trasporti
4. ROP. È un acronimo che sta per ReOrder Point. Tale politica di approvvigionamento dei materiali è stata aggiunta di recente in CAREL. In questo metodo vi è una revisione continua dei livelli di giacenza dei materiali a magazzino. Il sistema allora genera un ordine di acquisto in automatico ogni qual volta i valori di giacenza scendono al di sotto di un valore limite detto appunto livello di riordino o punto di riordino R.
5. CONSIGNMENT STOCK. È una tipologia di approvvigionamento basato sul trasferimento dei beni del fornitore presso un deposito del cliente il quale, in base alle proprie esigenze, ha la facoltà di effettuare prelievi in qualsiasi momento. In questo modo il diritto di proprietà resta "congelato" in capo al fornitore e si trasferisce al cliente soltanto nel momento in cui questi effettua il prelievo.
6. KANBAN. Sistema che avvisa (mediante un determinato segnale) di acquistare un articolo quando effettivamente vi è la necessità di farlo. (Tema ampiamente spiegato nei capitoli precedenti)

Sarà in base a queste che si determineranno i codici ai quali verrà applicata l'analisi per il ricalcolo delle scorte di sicurezza.

6.2. SCELTA DEI MATERIALE PER IL RICALCOLO DELLE SS

Il primo vero problema affrontato da questa analisi riguarda la tipologia di codici da analizzare. Osservando nell'anagrafica articoli, la lista degli articoli movimentati nella sola CAREL INDUSTRIES supera tranquillamente le oltre sessantamila voci. Alla luce di questo è chiaramente impensabile credere di poterli analizzare tutti. Il motivo va al di là del semplice tempo a disposizione, che effettivamente non è sufficiente per un'analisi di tale portata, ma è intrinsecamente legata al fatto che gli articoli presenti hanno nature differenti. Possiamo infatti trovare, per esempio, prodotti finiti, semilavorati, materie prime, articoli acquistati e rivenduti e altri materiali che non entrano a far parte del sistema produttivo ma che tuttavia registrano movimentazioni, quali gadget o prodotti utilizzati dal personale (guanti, scarpe antiinfortunistica, cancelleria, eccetera).

È necessario allora eseguire una scelta. Essendo CAREL, come già detto, un'azienda che si colloca a metà via tra una realtà ATO e MTO non possiede scorte riguardanti i prodotti finiti ma solamente di materie prime e semilavorati. Tra i due si è optato per il calcolo delle scorte di sicurezza delle materie prime¹ per il semplice fatto che i semilavorati sono prodotti temporanei che esistono solamente perché in attesa di entrare in una fase di lavorazione successiva.

Per eseguire dall'anagrafica una prima scrematura, si vanno a togliere (grazie a dei filtri presenti nel foglio di calcolo Excel) tutti quei codici che risultano come prodotti finiti. Questo è possibile farlo in quanto il loro valore identificativo comincia sempre con una cifra ben precisa. Occorrerebbe togliere dall'analisi anche i semi lavorati e pure questa operazione non risulterebbe particolarmente difficile perché, come i prodotti finiti, si possono identificare grazie alle loro prime cifre. I semilavorati però non è detto che abbiano subito effettivamente una lavorazione nella sede italiana di CAREL, ma questa può essere avvenuta in un suo altro sito produttivo CAREL delocalizzato all'estero. Essendo però codici di produzione CAREL vengono classificati come semi lavorati, anche se l'utilizzo che avviene in sede a CAREL INDUSTRIES è alla stregua di una materia prima.

¹ Facciamo notare che le materie prime possono essere di per se un semilavorato, ma che non è stato prodotto nella sede di CAREL INDUSTRIES.

Non si può dire quindi con certezza, date l'enorme mole di articoli, quali effettivamente siano semi lavorati, che entrano così come sono nel ciclo produttivo, e quali siano i semilavorati intermedi tra un processo e l'altro. Questi ultimi come detto prima non sono oggetto di verifica poiché vengono realizzati unicamente ad ordine entrato.

Il problema fortunatamente si risolve considerando, tra tutto l'elenco, solamente quei codici che risultano come acquistati (buy) e non come prodotti (make).

Risolto il problema dei semi lavorati un ulteriore ostacolo da affrontare risiede nel fatto che gli articoli considerati potrebbero essere presenti in anagrafica ma non essere stati movimentati nel periodo in analisi. Trattandosi di un arco temporale piuttosto lungo è logico supporre che questi articoli in realtà non siano più utilizzati in CAREL e, pertanto, non richiedano più un valore di scorta di sicurezza. Certamente questo problema lo si potrebbe risolvere una volta estratti i consumi semplicemente andando ad escludere tutti quei codici che presentano un valore di consumo medio nullo. Questo procedimento però non assicura il risultato e oltretutto si scontra con la realtà di funzionamento del software ORACLE: non è infatti possibile inserire una lista precisa di codici a sistema, e ottenere una tabella contenente unicamente i consumi raggruppati per settimane. Il programma esegue l'estrazione su un gruppo di codici identificati con il primo e l'ultimo. ORACLE non fa distinzioni e pertanto restituisce tutti i consumi di tutti i codici presenti tra il primo e l'ultimo inseriti nella maschera d'estrazione.

Questo problema rallenta di molto le operazioni di raccolta dati perché per evitare di estrarre tutti i consumi di tutti i sessantamila codici, rendendo così vane le operazioni di selezione finora fatte, è necessario "spacchettare" la lista creata in diversi sottogruppi. Questo processo non assicura il conseguimento dello scopo perché comunque verranno estratti consumi anche di codici non desiderati rendendo necessaria un'azione di confronto e verifica. L'onerosità delle operazioni di raccolta è poi ulteriormente aggravata dal fatto che la tabella restituita non presenta i dati di consumo già raggruppati in intervalli temporali in forma puntuale, ovvero restituisce qualsiasi tipo di movimentazione registrata per quel codice, sia essa di carico o scarico esterno ma soprattutto di carico o scarico interno. Oltre al fatto che questo porta a dover eseguire tutto un lavoro di raggruppamento dei consumi, mediante tabelle Pivot, e una scrematura circa le movimentazioni (bisogna eliminare tutto ciò che non è segnato come scarico esterno in ORACLE identificato con l'acronimo WIP), il tempo richiesto dal software per elaborare una tale quantità di informazioni è davvero notevole e ancora di più lo è il tempo necessario per l'elaborazione successiva dei dati.

Chiaramente questa non è una via percorribile, il lavoro di analisi deve poter risultare semplice e standardizzabile. Questo percorso non permette nessuna delle due cose.

L'approccio alternativo scelto è di non partire più direttamente dai codici di materia prima ma al contrario dai prodotti finiti, questa visione al problema si rivelerà vincente anche in luce di altre analisi che in seguito saranno presentate. L'idea di fondo è di considerare tutti quegli articoli di prodotti finiti che hanno registrato un valore di consumo nell'arco temporale preso in analisi. Considerando unicamente codici di prodotto finito grazie all'esplosione in distinta base si raggiungono i consumi delle materie prime che effettivamente sono state movimentate, evitando così un'operazione di pulizia dei dati raccolti. Lo strumento ORACLE che permette questo tipo d'estrazione è il "CAREL AUTOMATISMI" il quale, cosa molto importante, propone i valori già raggruppati in intervalli temporali di una settimana. Questo modo di procedere permette di risolvere, in parte, il problema della raccolta dati. Inoltre, consente di risparmiare molto tempo.

Il limite di questo approccio risiede nel fatto che il programma non è in grado di elaborare più di un certo numero di prodotti finiti alla volta, pertanto bisognerà lanciare più estrazioni. È a seguito di questo motivo che alcuni codici chiaramente si ripeteranno, perché presenti nelle distinte di prodotti differenti, ma si risolve facilmente grazie alla funzione presente nel foglio di calcolo Excel che elimina le righe multiple. Il file che si ottiene a questo punto raggruppa tutte le estrazioni di tutti i consumi dei componenti presenti nelle distinte basi di tutti i prodotti finiti venduti nei sei mesi considerati. Tale periodo è abbastanza lungo da ritenere che l'elenco dei prodotti rappresenti, se non tutti, sicuramente quelli di maggior utilizzo nel sistema produttivo CAREL. I dati ottenuti però sono ancora lontani dal potersi considerare pronti per essere utilizzati per il calcolo delle scorte di sicurezza sono infatti necessarie ancora tre scremature.

La prima riguarda le tipologie di gestione del materiale. Non tutte infatti necessiteranno di avere delle scorte di sicurezza (come visto nel capitolo della gestione dei materiali). Si escludono quindi dalla lista dei codici, tutti quelli che in anagrafica non sono registrati con un approvvigionamento del tipo tradizionale o VMI.

La seconda scrematura riguarda lo stato degli articoli. Nell'anagrafica è assegnato per ogni codice uno stato detto stato articolo che identifica in che modo esso entri a far parte dei processi dell'azienda. Gli stati articolo che si possono trovare sono dunque:

1. ACTIVE: il codice è regolarmente utilizzato nelle linee di produzione e rientra su diverse categorie di prodotti
2. DEAD: il codice è stato utilizzato in passato ma ora non rientra più in nessun modo nei processi produttivi
3. PHASE OUT: il codice viene regolarmente utilizzato ma è prossimo il suo passaggio allo stato dead
4. PHASE IN: indica un codice non ancora utilizzato che sostituirà a breve un codice passato in phase out
5. NEW BETA: è un articolo ancora non definito tecnicamente e quindi non acquistabile dalla logistica fornitori ne tantomeno vendibile. Questo stato è assunto da un articolo durante lo sviluppo del prodotto
6. DFREEZE/DEROG: il componente è stato definito tecnicamente e può essere acquistato ma solo attraverso procedure straordinarie
7. PROTOTYPE: è uno stato articolo temporaneo per poter inserire l'ordine di vendita nel sistema gestionale.
8. CONTROLLED: alla stregua dello stato ACTIVE, ma fa riferimento a quei codici la cui vendita è controllata
9. BLOCKED: stato articolo che identifica un blocco temporale nell'utilizzo/acquisto/vendita del codice
10. OBSOLETE: il codice non è più utilizzato ma è presente una sua giacenza a magazzino

Dalle definizioni degli stati articolo in CAREL è chiaro che le categorie scartate saranno DEAD e OBSOLETE perché raffigurano codici non più utilizzati. È curioso notare come tra le diverse voci estratte siano presenti anche queste categorie. Il motivo risiede nel fatto che CAREL punta a fornire al cliente prodotti sempre all'avanguardia, è pertanto normale che diversi codici nel periodo in analisi abbiano subito il passaggio dallo stato ACTIVE a PHASE OUT e quindi DEAD.

La terza e ultima scrematura da fare riguarda il meccanismo di esplosione nel quale sono stati intercettati tutti quei semilavorati intermedi al processo di produzione. Come già detto però essi non sono oggetto di verifica in quanto la loro esistenza è temporanea. Ecco allora che grazie all'anagrafica posso determinare quali articoli rientrano in questa categoria e dunque eliminarli dalla trattazione (basta considerare così unicamente i codici di acquisto).

Fatte tutte queste considerazioni a questo punto il materiale oggetto di studio è finalmente pronto e riguarda un campione di oltre settemila codici.

CAPITOLO 7

7. METODI PER L'OTTIMIZZAZIONE DELLE SCORTE

Come detto nell'introduzione al capitolo precedente il calcolo delle scorte per anni in CAREL non è stato eseguito secondo delle precise regole. Al di là di valori inseriti secondo logiche personali spesso certi valori erano posti in riferimento ad andamenti di consumi straordinari sia in termini positivi che negativi.

Questo capitolo sarà suddiviso in due parti principali, la prima riguardane la situazione delle giacenze e dei consumi per gli articoli considerati e la seconda riguardante le tecniche utilizzate per l'ottimizzazione delle scorte.

7.1. ANALISI ABC INCROCIATA IN CAREL SPA

All'interno del mondo CAREL grazie all'ausilio di ORACLE tutte le operazioni di carico e scarico merce vengono opportunamente registrate. Attraverso un'elaborazione eseguita dal software è possibile, ottenere una tabella la quale per ogni codice presente in CAREL fornisce il valore di giacenza media a magazzino valutata al giorno stesso, a ventotto giorni e infine a trecentosessantacinque giorni.

Passando attraverso la conoscenza dei prodotti finiti (vedi capitolo 6) è invece possibile andare a valutare i consumi lungo tutto un determinato periodo relativi ai diversi codici desiderati, ovvero quelli del campione preso in analisi.

Il nostro interesse è di analizzare quale sia la situazione a magazzino dei suddetti codici e dare un giudizio della gestione basato su dati concreti.

Per perseguire tale scopo si eseguirà un'analisi ABC incrociata riguardante giacenza media e consumi esposta nel capitolo 3 nel periodo preso in analisi per il calcolo delle scorte di sicurezza. Per motivi di riservatezza aziendale i dati sono presentati solamente in forma percentuale, non solo qui ma anche nelle future trattazioni.

7.1.1. ANALISI ABC CONSUMI IN CAREL

Come detto sopra grazie al software ORACLE è possibile avere un'estrazione contenente i consumi settimanali dei codici considerati in formato text. Il file viene aperto su un foglio di calcolo Excel il quale offre una tabella che vede sulle righe della prima colonna e della seconda i nomi dei codici con relativa descrizione, mentre sulle colonne della prima riga (escluse le colonne uno e due chiaramente) le etichette che identificano la settimana considerata. All'interno questa tabella è popolata dai valori dei consumi che si sono verificati.

Al foglio di calcolo viene aggiunta un'ulteriore colonna, nella quale, grazie alla funzione presente in Excel "SOMMA" si va a individuare il valore totale di consumo registrato nell'arco temporale in analisi.

Per valorizzare la somma dei consumi si importa attraverso la funzione CERCA.VERT il valore del costo unitario del codice dall'estrazione dell'anagrafica articoli. Eseguito il calcolo del valore di impiego i dati ottenuti sono riordinati e posti in ordine decrescente.

A questo punto si inserisce una seconda colonna alla tabella contenente la percentuale di consumi valorizzati rispetto al valore totale dei consumi. Il dato che interessa per l'analisi è tuttavia la percentuale cumulata che viene perciò aggiunta in una colonna adiacente.

È ora possibile andare a stabilire le classi dei diversi codici seguendo la regola empirica suggerita da Pareto del 80/20. Per farlo si usa un annidamento di funzioni "SE". I dati vengono riportati nel grafico (figura 27) e nella tabella sottostanti:

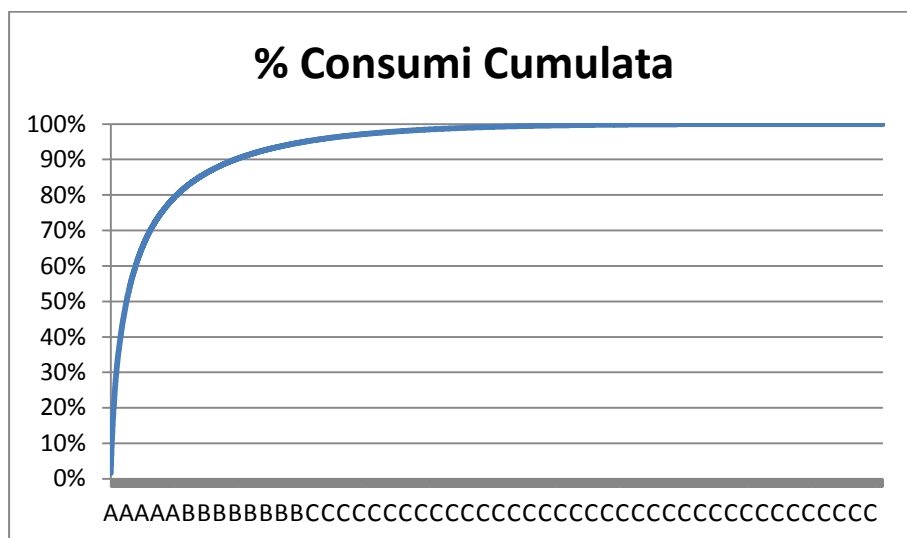


Figura 27 - Analisi ABC consumi

Classe	A	B	C
Consumo	80%	15%	5%
Numero codici	9%	17%	75%

Dai dati ottenuti osserviamo senza grande sorpresa che per quanto riguarda il valore di impiego viene rispettato il principio di Pareto poiché una sparuta minoranza di codici, appena il 9%, compone l'80% del consumo totale nei sei mesi analizzati.

7.1.2. ANALISI ABC GIACENZE IN CAREL

Il procedimento utilizzato per ricavare le classi ABC delle giacenze è simile al precedente. Tuttavia a differenza dei consumi, la cui somma la dobbiamo ricavare, il valore medio della giacenza è già fornito da ORACLE.

Grazie sempre al supporto della funzione di Excel "CERCA.VERT" il dato viene importato in un foglio di calcolo a parte insieme al costo unitario. Si ripete anche qui l'operazione di valorizzazione della giacenza media per ogni codice e di conseguenza il calcolo della sua percentuale e percentuale cumulata. La suddivisione nelle classi ABC restituisce una situazione del tipo in figura 28:

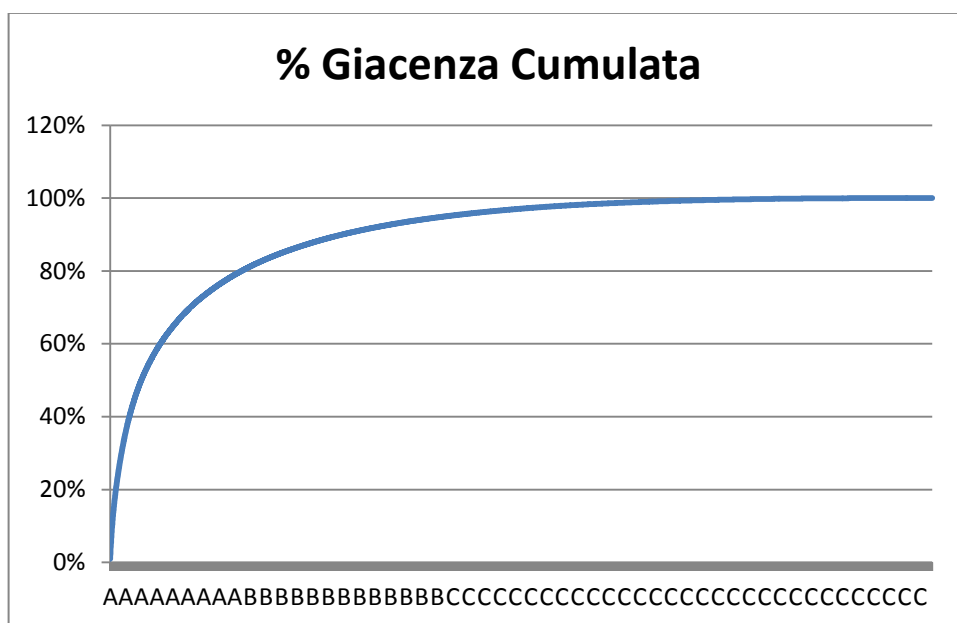


Figura 28 - Analisi ABC giacenza

Classe	A	B	C
Giacenza media	80%	15%	5%
Numero codici	16%	25%	59%

anche qui senza grosse sorprese notiamo una corrispondenza tra i dati e quanto sostenuto da Pareto anche se in forma meno accentuata rispetto ai consumi.

7.1.3. ANALISI ABC INCROCIATA GIACENZA CONSUMI

Come esposto in precedenza il vero dato interessante emerge quando le due analisi appena svolte vengono tra di loro incrociate.

Prima di procedere in tal senso però è necessario fare una precisazione. I due valori di giacenza media e consumi sono forniti su orizzonti temporali differenti, pertanto i dati non sarebbero di per se confrontabili in un'analisi ABC incrociata. Non avendo modo però di ricavare il valore della giacenza media valutata a sei mesi e ritenendo il valore della media della giacenza valutata a ventotto giorni non del tutto attendibile (potrebbe essere influenzata da delle variabili dovute al mese in questione ad esempio la stagionalità o periodi di fermo impianto per festività programmate) si considera la media di giacenza di un anno valida anche per i sei mesi considerati nei consumi.

La proposta alternativa all'ipotesi appena fatta, che di per sé rappresenterebbe la soluzione più logica, è di allungare il periodo di analisi dei consumi estendendolo come per la giacenza ad un intero anno. Il valore di consumo totale per ogni codice non è un dato fornito direttamente ma bisogna calcolarlo sommando tutti i consumi settimanali forniti dal database di ORACLE. A procedere lungo questa direzione però ci si scontra con le potenze di calcolo che un foglio Excel riesce a supportare. Data la grande mole di dati che il sistema deve elaborare rallenta le operazioni di calcolo e pertanto non è possibile continuare dato il poco tempo a disposizione. Ecco spiegato perché si prende per buona l'ipotesi fatta in precedenza.

È possibile ora calcolare la matrice dell'analisi ABC incrociata dei codici presi in analisi. Tale matrice fornisce una fotografia chiara di quella che è la situazione dei materiali nel magazzino. Per ottenere questa tabella tutti i dati calcolati dalle analisi precedenti sono riportati in un terzo foglio di calcolo che presenta come voce delle diverse colonne: nome del codice, descrizione, valore unitario, consumo, consumo valorizzato, classe consumo, giacenza, giacenza valorizzata, classe giacenza. La situazione fotografata allora risulta essere:

Giacenze		Consumi		
		A	B	C
A	numero codici	8,14%	5,78%	2,05%
	giacenza media	61,17%	14,07%	4,75%
	consumo	78,75%	6,74%	0,31%
B	numero codici	0,35%	9,33%	15,16%
	giacenza media	0,29%	6,63%	8,09%
	consumo	0,99%	7,38%	2,11%
C	numero codici	0,04%	1,40%	57,74%
	giacenza media	0,00%	0,23%	4,77%
	consumo	0,23%	0,91%	2,58%

Figura 29 - ABC incrociata giacenze/consumi

Osserviamo dalla tabella (figura 29) che la distribuzione dei codici in analisi si presenta generalmente buona in quanto la maggior parte degli articoli si concentra lungo la diagonale la quale rappresenta una situazione di maggior coerenza. Le altre due grandi aree dove si concentrano una buona percentuale di codici sono le classi AB e BC. Nonostante la giacenza risulti elevata nella classe AB il valore è ancora accettabile per il fatto che vi rientrano codici con un valore di impiego medio e non presenta un valore elevatissimo di codici. La classe BC invece presenta una buona percentuale di codici, ma fortunatamente questo è attenuato da una valore di giacenza medio.

Notiamo infine purtroppo che i codici che ricadono nelle classi con bassa giacenza ma alto consumo sono davvero un'esigua minoranza.

7.2. TECNICHE PER L'OTTIMIZZAZIONE DELLE SCORTE DI SICUREZZA

Per proporre una metodologia di calcolo delle scorte di sicurezza che porti ad un miglioramento dei valori delle scorte, pur mantenendo un elevato livello di servizio, è stato necessario un lungo processo di calcolo che è avvenuto in

modo progressivo. Le scorte dunque non sono state valutate in un'unica occasione ma sono il frutto di più tentativi eseguiti a distanza di tempo l'uno dall'altro. In ogni occasione si è cercato di adattare e modificare i parametri ai problemi che man mano emergevano da un'applicazione pura della formula:

$$SS = k\sigma\sqrt{LT} \quad [pz]$$

Dove:

- LT : lead time [week]
- k : livello di servizio
- σ : deviazione standard dei consumi

Nella sua semplicità questa formula “dimentica” troppe variabili e, spesso, ha come conseguenza a volte di sovrastimare i valori delle scorte, spesso in maniera eccessiva, altre volte invece di sottostimarli.

In accordo con le politiche aziendali di voler mantenere un elevato livello di servizio poniamo in prima battuta $k = 2$. Tale valore corrisponde ad un livello di servizio pari all'incirca del 97,72% di non avere rottura di stock. Inseriamo tale valore nel foglio di calcolo ed eseguiamo i conti.

La situazione che emerge è quella presentata nella figura 30:

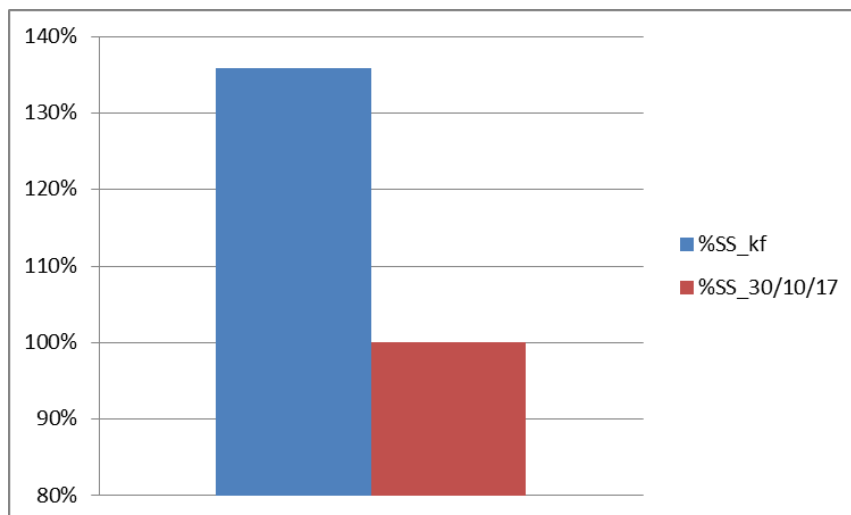


Figura 30 - Valore SS con k fisso vs SS a 30/10/17

Da come si vede da grafico un aumento del valore di giacenza legato alle scorte di quasi il 36% non è giustificabile con un semplice aumento dei consumi per la crescita del mercato. Attenzione però, l'idea che per forza ci debba essere un miglioramento in termini economici legati alla giacenza del materiale è sbagliata. L'obiettivo, ricordiamo, non è ridurre le scorte ma di ottimizzarle,

nel senso di renderle più efficienti in accordo con la realtà di CAREL. Detto questo però è evidente che un valore del genere non può essere corretto.

Per far emergere i problemi è spesso necessario scontrarsi con la realtà pertanto i dati così ottenuti in questa prima proposta di soluzione sono stati caricati a sistema. Nel giro di pochissimo tempo grazie alle segnalazioni giunte dai planner è stato possibile definire un quadro generale di cosa causasse un valore così elevato e quali parametri introdurre nella formula per calarla al meglio nei diversi contesti aziendali. Ogni codice ha una storia a se stante e una formula così generale può non tener conto di tutte le variabili che lo contraddistinguono.

Le segnalazioni pervenute sono state registrate, analizzate e generalizzate su cinque diversi macro problemi:

- Valore di k troppo elevato e spesso non adatto al codice in questione perché di poca rilevanza
- Picchi di consumi dovuti ad acquisti eccezionali da parte delle consociate CAREL
- Mancato rispetto dei tempi di consegna da parte dei fornitori
- Codici con basso costo unitario ma elevato valore d'acquisto si trovano con livelli di scorta troppo bassi e inadatti al loro ampio utilizzo
- La formula guarda unicamente al passato e non tiene conto delle previsioni future non sapendo così rispondere a valori di stagionalità e cambiamenti legati agli aumenti o riduzioni dei consumi.

Mentre i primi due punti sono legati a problemi di sopravvalutazione della scorta gli ultimi tre sono invece fonte di sottovalutazioni. Qui di seguito sono esposte le soluzioni adottate per risolvere le prime tre problematiche, mentre per motivi di tempo e risorse a disposizione la quarta e l'ultima saranno presentate nel capitolo successivo come proposte di miglioramento future.

Le analisi hanno portato ad una revisione totale della formula in tutti i suoi parametri.

7.2.1. PROPOSTA PER LA SCELTA DI UN ADEGUATO LIVELLO DI SERVIZIO

Un primo problema che si nota analizzando la formula è l'elevato valore di k che viene considerato uguale per ogni articolo. È lecito pensare che non tutti gli articoli abbiano bisogno di un elevato livello di servizio perché poco movimentati, o magari perché parte di prodotti finiti che non presentano quote importanti nel fatturato aziendale. In ogni caso un valore di k pari a due risulta eccessivo anche per gli articoli più importanti. È indispensabile quindi assegnare un valore differente per ogni codice.

Il problema allora nell'attribuire un valore differente di k a seconda del codice considerato pone la necessità di stabilire un criterio che risponda a questo scopo. Una prima soluzione presa in considerazione prevede la possibilità di assegnare il valore di k in base ai costi sostenuti nell'avere delle scorte, e in particolare a quel valore che minimizza il costo totale delle scorte.

Avere a magazzino una scorta di sicurezza comporta sostanzialmente due tipi di costi di gestione, che sono i costi di giacenza (che aumentano all'aumentare delle scorte), e di rottura di stock, che aumentano al diminuire del valore di scorta.

Costi di giacenza

Sono quantificabili mediante la formula:

$$C_g = SS \cdot i \cdot C_u$$

Dove:

- i : tasso di giacenza i.e. quanto mi costa ogni anno mantenere fermo un euro di materiale
- C_u : costo unitario del codice [€/pz]

Vediamo chiaramente che questo valore è tanto maggiore quanto più è grande è il valore delle scorte di sicurezza SS e cresce secondo una relazione lineare. Per ridurre i costi si vuole che questa voce di costo sia la più bassa possibile.

Costo di stock out

Bassi valori di SS possono essere causa di rotture di stock che figurano come costi per l'azienda in quanto mancati guadagni. Il costo di stock out a differenza del costo di giacenza decresce man mano che si aumenta il valore delle scorte ed è più complesso da definire e per farlo si deve far riferimento al modello adottato di distribuzione normale dei consumi.

Considerando quindi la distribuzione gaussiana si definisce la domanda media di rottura di stock come una media pesata. Essa si calcola come l'integrale del prodotto tra un certo valore z e la sua probabilità di accadimento $f(z)$ diviso per l'integrale della sua probabilità di accadimento. Si ha quindi la formula:

$$\bar{D}_{RS \text{ normalizzata}} = \frac{\int_k^{+\infty} zf(z)dz}{\int_k^{+\infty} f(z)dz}$$

Tale valore fa riferimento a una distribuzione gaussiana normalizzata, riscritta invece in forma non normalizzata si ottiene:

$$\bar{D}_{RS} = \frac{\frac{\sigma\sqrt{LT}}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{k^2}{2}}}{1 - LS} + \bar{D}$$

Nella realtà però ciò che effettivamente interessa non è tanto la domanda media di rottura di stock quanto piuttosto la domanda che non sono in grado di soddisfare i.e. la domanda persa. Essa è altro che la differenza tra la domanda media di stock out e il valore di domanda massima che riesco a coprire grazie alle scorte di sicurezza. Tale valore sarà pari a:

$$\bar{D}_p = \bar{D}_{RS} - D_{max} = \frac{\frac{\sigma\sqrt{LT}}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{k^2}{2}}}{1 - LS} - k\sigma\sqrt{LT}$$

Nota la domanda persa allora è possibile calcolare il costo di rottura di stock come:

$$C_{RS} = \bar{D}_p C_m n_{RS}$$

Dove:

- C_m : costo mancanza di un componente
- n_{RS} : numero di rotture di stock

Il numero delle rotture di stock lo si può riscrivere in funzione del livello di servizio e del numero di riordini, infatti esso è definito come:

$$LS = \frac{n_{riordini} - n_{RS}}{n_{riordini}} \Rightarrow n_{RS} = n_{riordini}(1 - LS)$$

Si può allora scrivere finalmente l'equazione del costo totale in riferimento ad un certo valore di scorta di sicurezza, che sarà pari a:

$$C_T = C_g + C_{RS} = iC_u k \sigma \sqrt{LT} + \left(\frac{\frac{\sigma \sqrt{LT}}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{k^2}{2}}}{1 - LS} - k \sigma \sqrt{LT} \right) C_m n_{riordini} (1 - LS)$$

In questa formula è noto tutto fuorché il valore di k . Per calcolare il valore ottimale si può valutare quel valore k_{ottimo} che va a minimizzare la funzione del costo totale. La quale, essendo somma di una funzione crescente e una decrescente presenterà certamente un minimo.

$$\frac{dC_T}{dk} = 0 \quad \Rightarrow \quad k_{ottimo}$$

Data la difficoltà oggettiva che comporta la soluzione di questa funzione è possibile calcolare il k ottimo usando dei grafici ricavati da uno studio condotto dal professor Alessandro Persona dell'università di Padova.

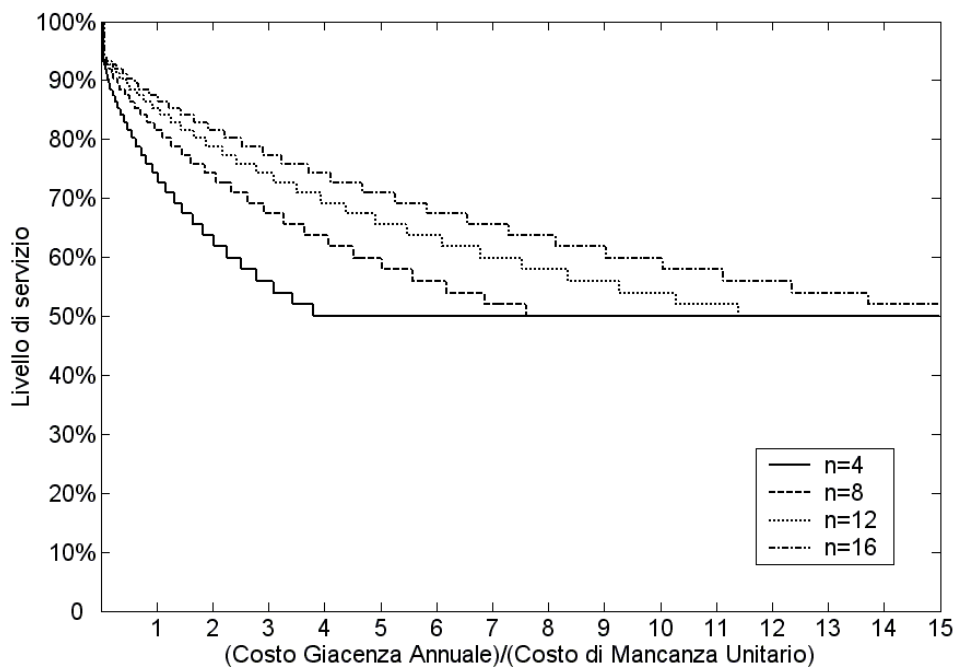


Figura 31 - Andamento di k (fonte: slide prof. A. Persona)

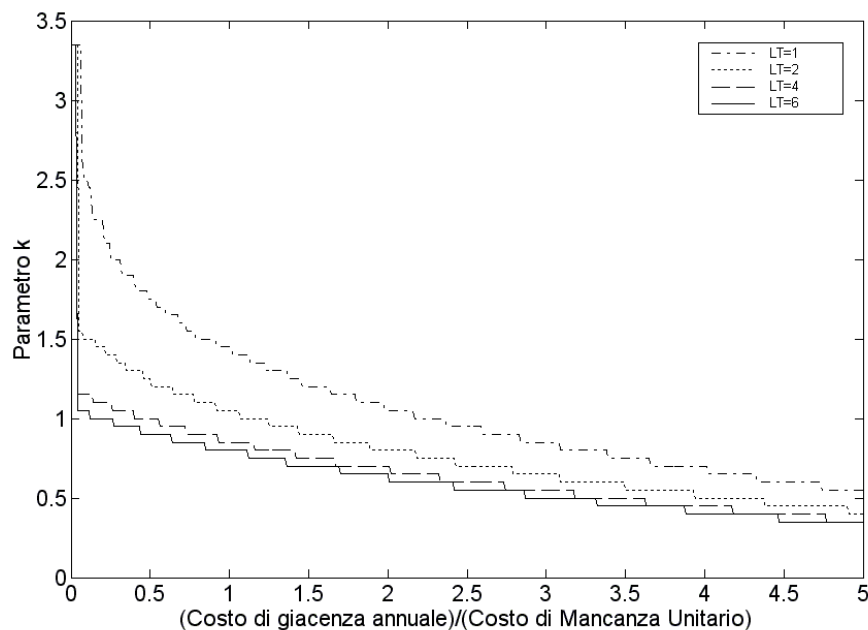


Figura 32 - Andamenti parametro k (fonte slide lezioni A. Persona)

Il primo grafico (figura 31) mette in relazione il valore del k ottimale in funzione del rapporto tra costo di giacenza annuale e costi di mancanza di un componente noto il valore del lead time.

Il secondo grafico (figura 32) invece permette di ricavare il valore più corretto del livello di servizio, in funzione del rapporto tra costi di giacenza e costi di mancanza e il numero di riordini.

Questa formula appena esposta appare molto rigorosa ma, oltre alle effettive difficoltà di calcolo, presenta un sostanziale problema di fondo non del tutto indifferente ovvero, quello di conoscere il valore del costo di rottura di stock relativo ad una mancanza di componente. Se questo costo è stimabile per quanto riguarda un prodotto finito (come somma tra il valore di mancato guadagno e il costo che si ha per l'eventuale perdita di fiducia da parte dei clienti) altrettanto non si può dire per le materie prime perché un loro eventuale stock out può provocare un'incapacità di soddisfare la domanda su più prodotti. In conseguenza a questo è difficile stabilire quale sia effettivamente il costo unitario di una rottura di stock poiché esso può coinvolgere prodotti con un elevato valore di vendita oppure con un basso valore di vendita, oppure può riguardare clienti top di gamma oppure clienti con un portafoglio d'acquisto più basso.

A fronte di quando appena detto viene qui di seguito presentata, passo dopo passo, una soluzione alternativa adottata in questo studio per valutare, in maniera empirica, il valore di k.

Il metodo proposto ruota intorno all'obiettivo inizialmente di garantire per ogni codice il miglior livello di servizio possibile. Per perseguire tale scopo si comincia col constatare che i prodotti finiti non presentano tutti la stessa importanza in termini di fatturato finale, ma anzi, solamente una piccola percentuale di essi va a comporre la maggior parte delle entrate. Tale osservazione trova un rapido riscontro teorico nel principio di Pareto, già illustrato nei capitoli precedenti e qui ripreso (la maggior parte degli effetti è dovuta ad un numero ristretto di cause).

Si vede bene come questo principio ben si presta agli scopi prefissati in partenza. È ragionevole pensare infatti che sia solo una sparuta minoranza di prodotti finiti a generare i più alti valori di fatturato nell'azienda.

Osserviamo altresì che è importante che l'analisi parta non dal valore di impiego delle materie prime, ma dal fatturato generato dai prodotti finiti. Questo perché non è detto che una materia prima con un elevato costo unitario, e che a seguito di questo abbia un elevato valore di impiego, rientri in prodotti finiti importanti in termini di fatturato aziendale.

Partendo allora dai prodotti finiti si va a riordinarli in funzione del loro fatturato prodotto in tutto l'arco dell'anno 2017 (dato fornito dall'ufficio amministrativo di CAREL). Ogni valore del fatturato è riportato quindi in termini di percentuale, e di seguito in termini di percentuale cumulata. Grazie proprio a quest'ultimo valore, seguendo la suddivisione ABC 80/20, si classificano in tre categorie i diversi prodotti finiti. I dati ottenuti sono rappresentati nel grafico della figura :

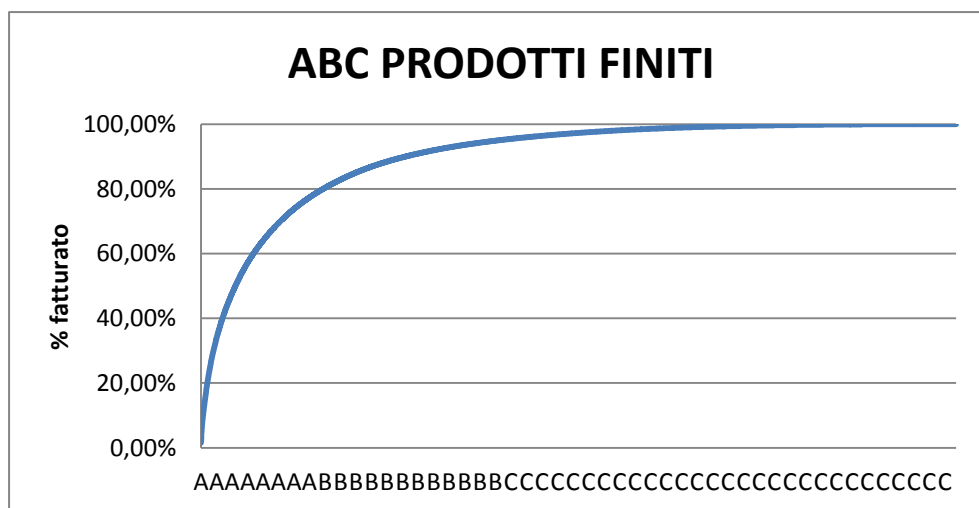


Figura 33 - Analisi ABC sui prodotti finiti

Nella tabella sottostante (figura 34) vediamo che le diverse classi corrispondono ad una percentuale di codici pari a:

Classe	A	B	C
% fatturato	80%	15%	5%
% prodotti finiti	16%	23%	61%

Figura 34 - Riassunto analisi ABC sui prodotti finiti

Assegnata la classe di appartenenza al prodotto finito, o codice padre, per legarla a quella delle materie prime, perché di esse è l'analisi che si sta eseguendo, si utilizza la conoscenza della distinta base. Grazie a ORACLE i prodotti finiti vengono esplosi nella loro distinta fino all'ultimo sottolivello e la classificazione del codice padre entra in tutti i codici materie prime che lo compongono.

Ovviamente, una stessa materia prima viene richiamata da più codici padre pertanto è possibile che essa presenti più classificazioni. Per usare una misura cautelativa s'è presa la decisione (avendo sempre in mente che lo scopo principale dell'analisi è di dimensionare le scorte in modo tale che presentino il miglior livello di servizio) che a tutte le materie prime sia associato il valore di classificazione più alto. Questo chiaramente porterà diverse materie prime nelle classi più alte (quasi la metà delle materie prime è classificata in classe A) ma questo andrà in vantaggio di sicurezza. Si ottiene quindi che delle oltre settemila materie prime considerate risultino così classificate (figura 35):

Classe	A	B	C
% materie prime	49%	23%	28%

Figura 35 - Esplosione classe PF su MP

A questo punto la tentazione è quella di attribuire tre diversi valori di k alle tre classi di codici così ottenute. Questo però si rivelerebbe un errore clamoroso di valutazione perché non si tiene conto della natura del cliente. Così facendo infatti si rischia di tenere un numero troppo basso di scorte per i codici che vanno a comporre prodotti finiti di classe C ma che tuttavia sono acquistati anche da clienti top di gamma.

A seguito di questa osservazione è perciò doveroso fare una seconda classificazione di codici delle materie prime.

Il punto di partenza ora è spostato al fatturato che si ottiene da parte dei diversi clienti. Basandosi sui dati forniti dall'ufficio amministrativo delle vendite registrate nell'anno 2017 si vanno a riordinare i clienti in base all'importanza che questi hanno in termini di fatturato. Esprimendolo, come prima, in termini di fatturato percentuale e di fatturato percentuale cumulato si possono individuare le tre diverse classi A, B e C suddivise come prima con la regola 80/20 (figura 36).

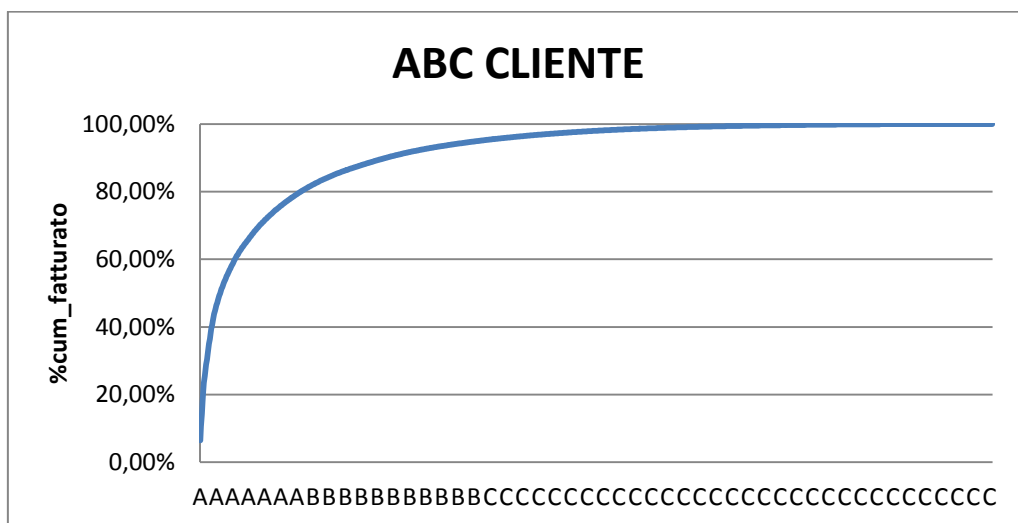


Figura 36 - Curva ABC fatturato clienti

Vediamo in figura 37 che le diverse classi corrispondono ad una percentuale di clienti pari a:

Classe	A	B	C
% fatturato	80%	15%	5%
% clienti	13%	22%	65%

Figura 37 - Riassunto analisi ABC clienti

Il passaggio ora dalla classe del cliente a quella delle materie prime risulta un po' più articolata. Dai dati forniti sempre dall'ufficio amministrativo, è possibile sapere quale cliente e in quale quantità ha comperato un determinato

articolo. Grazie a questa informazione è possibile applicare la classe del cliente al codice acquistato. Ora, come fatto in precedenza, nel momento in cui un prodotto finito è acquistato da clienti i classi diverse gli si assegna quella con il valore maggiore. A questo punto dunque i prodotti finiti sono esplosi in distinta base, come in precedenza, e la classe a loro assegnata si ripercuote sulle materie prime (vale sempre il principio in caso di contrasto di assegnare la classe maggiore).

Arrivati dunque alle materie prime si ottengono i seguenti risultati (figura 38):

Classe	A	B	C
% materie prime	93%	5%	3%

Figura 38 - Esplosione classi clienti su MP

Il motivo per cui si esegue questa seconda analisi è stato già in parte spiegato, ma lo riprendiamo qui di seguito. Un'unica analisi potrebbe portare a pensare di ridurre le scorte a codici i quali padri presentano una bassa percentuale in termini di fatturato. Così facendo si porterebbero a bassi valori di scorta anche tutti quei codici con basso valore di impiego ma acquistati da clienti di fascia elevata.

Questa seconda classificazione delle materie prime è quindi imprescindibile, tuttavia, sfortunatamente, sposta la quasi totalità dei codici in classe A permettendo, come vedremo tra poco, ristretti margini di miglioramento. Questo risultato nasce dal fatto che le consociate di CAREL sono considerate in tutto e per tutto come dei veri e propri clienti. Dovendo esse riproporre tutti i possibili prodotti finiti al mercato estero di competenza acquistano una grande varietà e quantità di componenti. Per questo motivo la grande maggioranza dei codici migra inesorabilmente nelle classi di livello superiore e in particolar modo la classe A. Questo tuttavia non va a screditare l'analisi che prosegue incrociando i valori ottenuti suddividendo così le materie prime in nove classi in base al cliente e al prodotto finito. Si riassumono le operazioni fatte nella figura 39.

Ogni quadrante della matrice quindi è rappresentativo di una diversa situazione per quanto riguarda i materiali che vi ricadono. La classe più interessate è senza dubbio la classe AA, che racchiude tutte quelle materie prime che vanno a comporre quella serie di prodotti finiti di fascia elevata acquistati dai migliori clienti di CAREL. È logico pensare dunque che tali materiali avranno la priorità in termini di calcolo di scorte di sicurezza e pertanto il loro livello di servizio sarà pari al massimo accettato da CAREL.

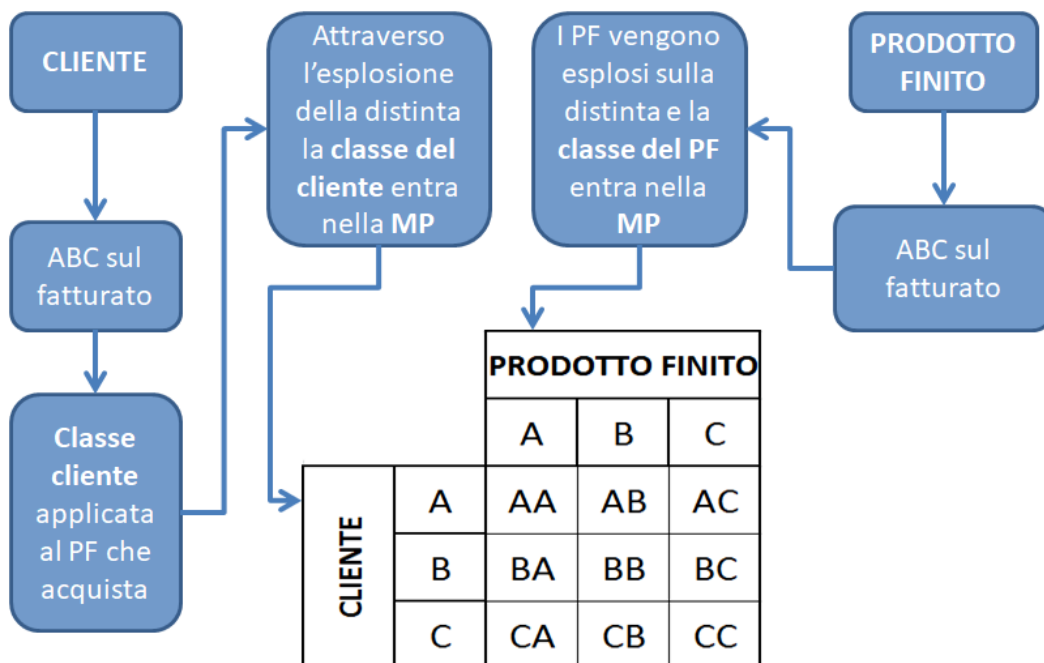


Figura 39 - Riassunto procedimento analisi ABC PF/cliente

Situazione opposta invece si verifica per tutti quei codici che ricadono in classe CC. Per essi un'eventuale rottura di stock non pesa in modo gravoso in termini di fatturato e pertanto è lecito supporre di poter accettare per essi un livello di servizio minimo. Il quadrante BB invece presenta una situazione intermedia, il livello di servizio non sarà pari a quello massimo come avviene per i codici di classe AA ma sottovalutarlo troppo potrebbe causare rotture di stock che si ripercuoterebbero in termini non del tutto indifferenti. Il resto dei quadranti invece figurano soluzioni ibride che sono state valutate in accordo con l'azienda a seconda dei prodotti finiti e dei relativi clienti. I valori scelti per k sono quindi quelli proposti nella matrice in figura 40.

k	PRODOTTO FINITO		
AZIENDA	A	B	C
A	1,8	1,65	1,5
B	1,65	1,5	1,35
C	1,5	1,35	1,2

Figura 40 - Valori di k per le diverse classi

Da questa tabella osserviamo due cose principalmente:

- È stato deciso di assegnare valori uguali di k alle categorie diametralmente opposte (es.: $k_{AB} = k_{BA}$) in quanto situazioni opposte richiedano per motivi differenti il medesimo livello di servizio (dovuto o dall'alto valore del prodotto finito o per un'elevata importanza del cliente) impostando il livello di k "a fasce" di categorie
- il livello di servizio massimo, ovvero quello assegnato ai prodotti più importanti è stato abbassato a 1,8.

Per i diversi valori di k si hanno i seguenti livelli di servizio:

k	1,80	1,65	1,50	1,35	1,20
LS	96,41%	95,05%	93,31	91,15	88,49

In figura 41 è riportata la tabella riassuntiva nel quale per ogni classe sono indicati il numero e la percentuale di codici che ricadono in essa.

Come si poteva prevedere la maggior parte dei codici ricade nella classe fascia di clienti A e in particolare nella classe AA. Chiaramente questo è dovuto principalmente a due motivi. Il primo è legato al fatto che per la regola cautelativa imposta, ovvero che ogni codice assumesse la classe del prodotto finito o del cliente più alta, molti codici siano passati in categorie superiori. Il secondo motivo è legato come visto prima a come è strutturata CAREL INDUSTRIES. Una buona fetta dei prodotti finiti, ma anche delle materie prime, non viene venduta direttamente a un cliente terzo ma a un'altra sede CAREL consociata. Queste comperando grandi quantitativi di prodotti finiti e componenti risultano come clienti di classe A trasferendovi di conseguenza tutti i prodotti da loro acquistati.

Escludere le consociate CAREL però risulterebbe un grave errore in quanto comunque rappresentano porzione per nulla indifferente del fatturato di CAREL INDUSTRIES. L'unica soluzione potrebbe essere quella di trattarle a parte stabilendo con loro rapporti di fornitura differenti rispetto a quelli adoperati con gli altri clienti.

La conclusione di questa lunga analisi ha portato alla luce come il miglioramento sperato nell'andare ad ottimizzare in maniera empirica il valore del livello di servizio non si sia verificato.

	PRODOTTO FINITO		
AZIENDA	A	B	C
A	48,06%	20,75%	23,80%
B	0,78%	2,36%	1,72%
C	0,00%	0,34%	2,19%

Figura 41 - Suddivisione codici nelle diverse classi

Conti alla mano infatti il valore di cui si riduce effettivamente il magazzino delle scorte, in termini economici, utilizzando come soluzione un k variabile anziché fisso, impostato anche quest'ultimo al valore 1,8, è di appena il 4% e comunque, rappresenta un incremento del valore rispetto alla situazione del 30/10/17 del 19%. In figura 42 vediamo le tre situazioni a confronto.

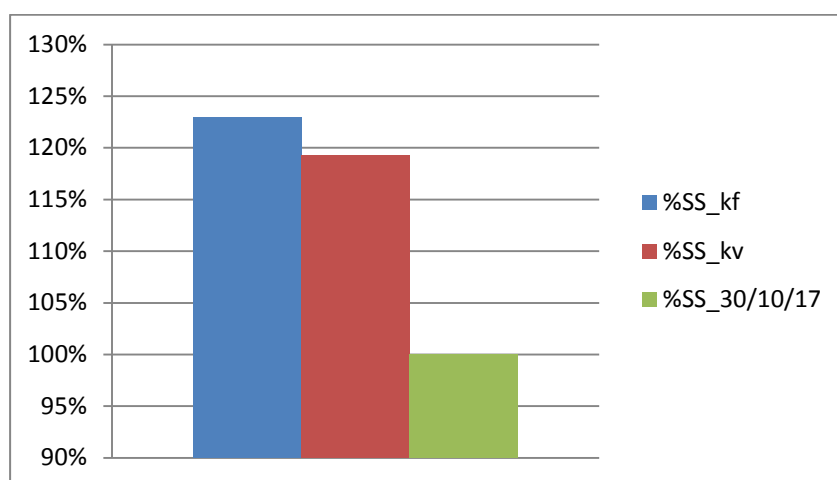


Figura 42 - Soluzione di confronto con k variabile k fisso e situazione iniziale al 30/10/17

Questo dato a primo impatto scoraggiante è stato tuttavia accolto in maniera positiva dall'azienda. Tali risultati sono stati letti come segno di un buon impiego delle materie prime, impiegate per la maggior parte nella realizzazione di prodotti finiti con un elevato valore in termini di fatturato.

7.2.2. IL CRITERIO DI CHAUVENET

Nella realtà operativa il problema accusato più frequentemente è quello dovuto ai picchi di consumi. Questi si presentano in termini di valori di consumo

molto superiori oppure molto inferiori al quello medio. Il primo caso solitamente si verifica ogni qual volta una consociata CAREL acquista un componente da loro mancante in CAREL INDUSTRIES. Nel caso opposto è più difficile identificare un'unica causa; alcune possono essere mancate consegne, scioperi dei trasportatori, maltempo, linee ferme eccetera. Questi consumi anomali sono causa di una forte discontinuità che si riflette sul valore della deviazione standard definita come:

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

Il valore risultante allora deve essere corretto andando ad eliminare questi picchi, perché rappresentanti di una situazione di consumi straordinaria.

Spesso questi valori si possono notare ad “occhio”, tuttavia è necessario un più solido criterio statistico che in accordo con il modello Gaussiano considerato dei consumi permetta di tagliare quei valori ritenuti non conformi.

Il criterio adottato è quello di Chauvenet. Esso consente di valutare all'intero di un campione statistico l'affidabilità di un dato, ovvero se questo appartiene o meno ad una funzione di distribuzione normale. Ipotesi fondamentale per l'applicazione è dunque che la distribuzione dei dati sia effettivamente normale. Se si volesse procedere in modo rigoroso questa ipotesi andrebbe verificata con altri test, ad esempio quello del chi quadro. Data però l'ingente mole di dati da analizzare e dato che il modello gaussiano è preso più come riferimento di una situazione ideale che reale, si considera verificata l'ipotesi di distribuzione normale per ogni codice e si procede comunque all'applicazione di Chauvenet. Il principio di base è quello di confrontare il modulo del valore dello scarto medio ridotto di ogni valore di consumo di ogni codice con un determinato valore limite. Se tale modulo risulta minore di questo valore limite allora il dato è attendibile, altrimenti lo si può scartare. Attenzione, il test applicato ad una certa quantità di dati può essere eseguito un'unica volta.

Per poter effettuare tale operazione si fa sempre affidamento al foglio di calcolo Excel utilizzato in precedenza. Grazie a quest'ultimo si ottiene il valore dello scarto medio ridotto per ogni consumo settimanale di ogni singolo codice. Sono necessari a tale scopo il valore medio dei consumi e la relativa deviazione standard. Si trova allora:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$$

Il valore assoluto dello scarto ridotto dovrà essere verificato di volta in volta con un valore limite. Se risulterà inferiore allora il dati x_i potrà ritenersi accettabile, altrimenti sarà da scartare

$$|z_i| < z_{lim}$$

Procedura per il calcolo di z_{lim}

Nell'ipotesi che la distribuzione di valori sia gaussiana, dati gli n valori misurati, il criterio permette di escludere dal campione tutti i valori il cui scostamento dal valore medio ha una probabilità di verificarsi inferiore a $1/2n$. Di conseguenza la probabilità che un dato del campione non si discosti dal valore medio sarà pari a:

$$p_c = 1 - \frac{1}{2n}$$

p_c indica la probabilità che un dato valore sia compreso fra un valore $-z_i$ e $+z_i$ corrisponde all'area sottesa alla gaussiana del valore $2F(z) - 1$.

Si ha dunque che:

$$\begin{aligned} p_c(-z_{lim} < z_i < z_{lim}) &= F(z_{lim}) - F(-z_{lim}) \\ &= F(z_{lim}) - (1 - F(z_{lim})) \\ &= 2F(z_{lim}) - 1 \end{aligned}$$

Invertendo la formula si ottiene facilmente che la Frequenza cumulata pari a:

$$F(z_{lim}) = \frac{p_c + 1}{2}$$

Applicando la funzione inversa di $F(z_{lim})$ presente nel foglio di calcolo si giunge così quantificare z_{lim} . Poiché quanto appena calcolato non dipende da alcun valore di consumo ma semplicemente dalla probabilità p_c , che a sua volta dipende da n (ovvero il numero di periodi considerati, in questo caso ventisei), è chiaro come tale valore sarà il medesimo per ogni codice, e pari a:

$$z_{lim} = 2,341$$

Per eseguire il confronto si utilizzano tre distinti fogli di calcolo, il primo contenente i dati da analizzare, il secondo i valori attui ad eseguire il test e il terzo per riportare i dati attendibili e segnalare quelli falsi. La funzione di calcolo presente in ogni cella del foglio tre andrà a calcolare i valori dello scarto ridotto richiamando i valori dei consumi, della media e della deviazione standard confrontando tale valore con il valore z_{lim} presente nel foglio di calcolo due. Se risulta minore la funzione riporta il valore x_i altrimenti si troverà la scritta FALSO a indicare appunto che il valore è stato scartato.

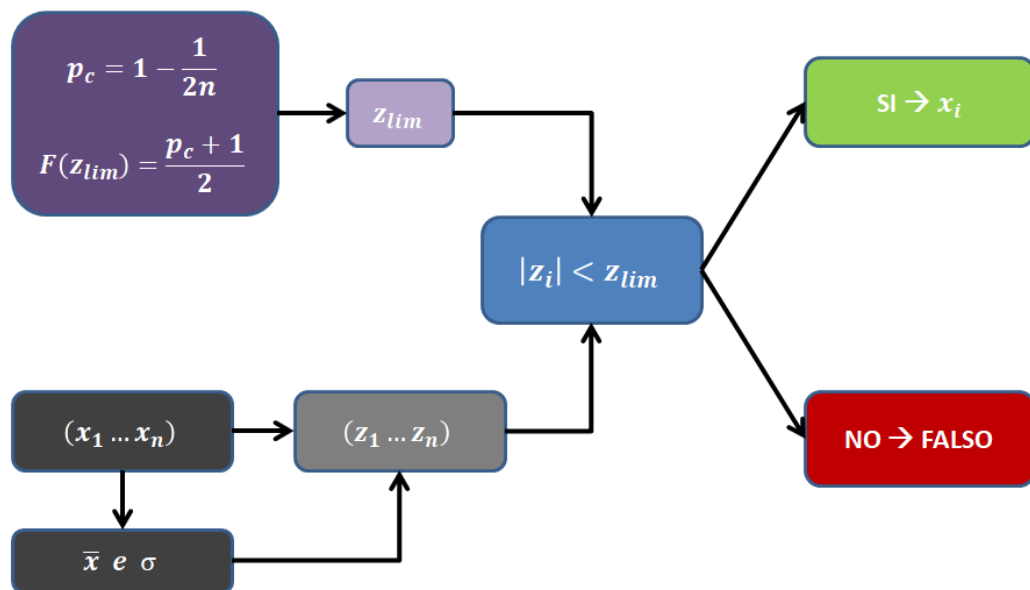


Figura 43. - Schema algoritmo di Chauvenet

Avendo a questo punto scartato certi valori si esegue un ricalcolo del valor medio e della deviazione standard. Un nuovo valore della deviazione standard implica però di conseguenza un nuovo valore di scorta di sicurezza, essendone questa parte fondamentale nella formula.

Il dato significativo che emerge da questa analisi è la forte riduzione del valore, sia in termini di quantitativo di pezzi, sia, per ovvia conseguenza, in termini di valore economico del magazzino.

Come già spiegato in precedenza così facendo sono stati eliminati tutti quei valori di consumi spot che perturbavano la deviazione standard in maniera significativa.

Confrontando tale valore con le soluzioni precedenti vediamo che applicando un valore di k fisso o variabile, questa rappresenta la migliore soluzione possibile come si vede chiaramente nello schema di confronto (figura 44) tra le soluzioni a k fisso e variabile alle quali è stato applicato Chauvenet e quelle alle quali non è stato applicato.

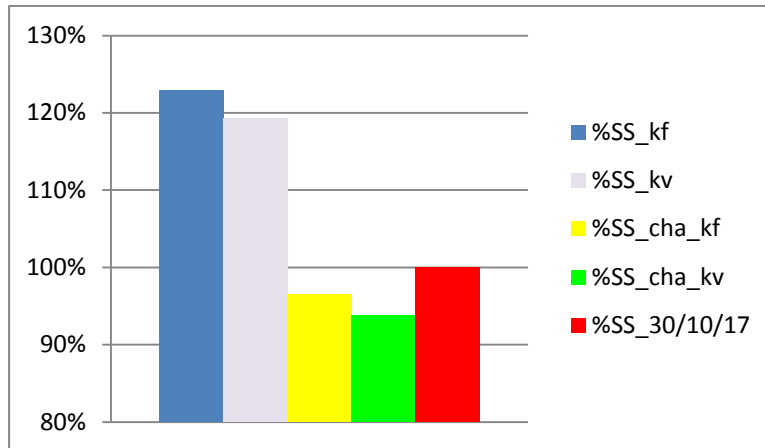


Figura 44. - Confronto soluzioni SS 1

In tabella sono riassunti le differenze percentuali di valore delle scorte di sicurezza in confronto alla soluzione iniziale.

$\% \Delta SS_{kf}$	$\% \Delta SS_{kv}$	$\% \Delta SS_{cha_{kv}}$	$\% \Delta SS_{cha_{kf}}$
23%	19%	-4%	-6%

Per rendere meglio l'idea dell'efficacia del criterio di Chauvenet nella figura 45 è riportato in un grafico (in scala logaritmica) l'esempio di un codice a cui è stato applicato il criterio di Chauvenet. In esso si vede come l'eliminazione di un picco di consumi oltre a ridefinire il valore di deviazione standard e quindi delle scorte avvicina l'andamento dei consumi al modello gaussiano (si noti la differenza tra le due rette di regressione calcolate prime e dopo aver applicato Chauvenet, figure 46 47)

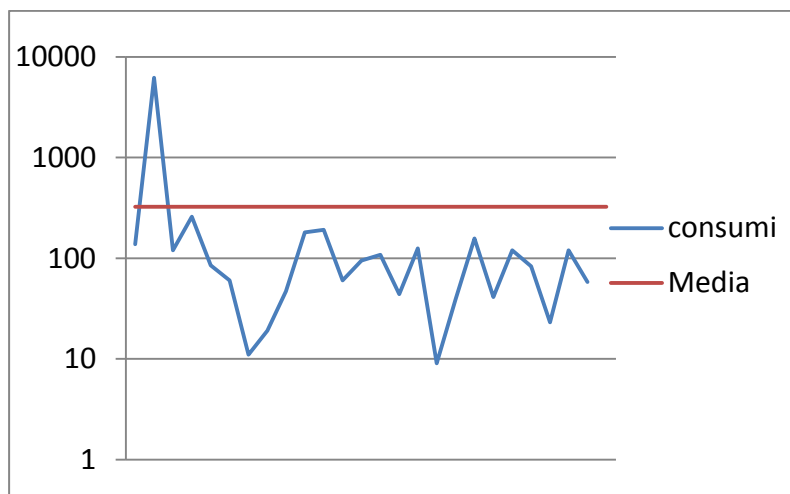


Figura 45. - Andamento consumi riportati in scala logaritmica

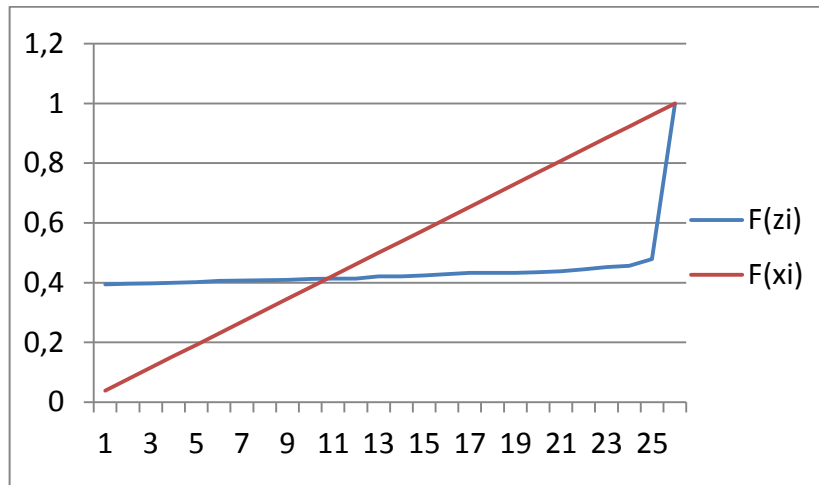


Figura 46. - Distribuzione statistica senza Chauvenet

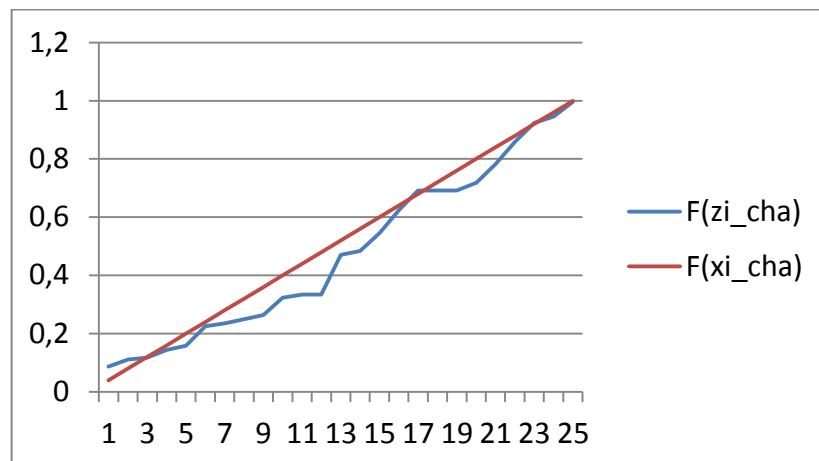


Figura 47. - Andamento statistico consumi con Chauvenet

7.2.3. INTRODUZIONE DEL VENDOR RATING

Le soluzioni finora proposte hanno mostrato come ridurre il livello delle scorte attraverso metodi ben strutturati senza andare a compromettere il livello di servizio. Questo dato è certamente positivo in riferimento anche al fatto che si ha un risparmio in termini di capitale immobilizzato.

Il fatto da considerare però è che tutte le tecniche di miglioramento finora utilizzate si basano sull'ipotesi che il valore del lead time sia sempre rispettato ad ogni consegna. Questa ipotesi purtroppo però non è sempre verificata.

Nella realtà applicativa sono stati segnalati diversi casi in cui per i ritardi dovuti delle consegne da parte dei fornitori si ponevano livelli di scorta maggiori.

La decisione di aumentare la scorta per cautelarsi da variazioni del lead time non è sbagliata ma è necessario che questo incremento sia stabilito con un criterio ben preciso e non dettato dalla paura del verificarsi di una rottura di stock.

Prima di procedere alla spiegazione delle tecniche messe in campo ricordiamo che il lead time è valutato in settimane, e corrisponde al tempo necessario affinché, una volta emesso, l'ordine arrivi a magazzino. Esso si compone come somma di una quota d'acquisto e una quota di transizione:

$$LT_{TOT} = LT_{acquisto} + LT_{transizione}$$

Il dato relativo al lead time per l'esecuzione dei calcoli è fornito dall'anagrafica articoli, già utilizzata in precedenza.

La prassi vorrebbe che in caso di fluttuazioni del lead time esso venga trattato in termini statistici inserendo la sua deviazione standard all'interno del calcolo delle scorte di sicurezza, mediate la formula completa presentata in precedenza:

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

Questa formula risulta difficile da applicazione e non è stata utilizzata per tre sostanziali problemi:

1. Il numero dei valori estratti non è sufficiente per un'indagine statistica adeguata la quale richiederebbe alcune decine di valori. Difficilmente si raggiungono tali quantità di dati, specialmente con codici che presentano un elevato lead time.
2. Il valore del LT è influenzato dagli accordi commerciali tra azienda e fornitore pertanto questo risulta una variabile dipendente.
3. Il recupero di questi dati non avviene in maniera automatica ed è quindi impensabile eseguirlo in tempi rapidi per tutti i codici come era stato fatto in precedenza per i consumi.

Per questi tre motivi non indifferenti per tener conto della variazione del LT senza eseguire un ulteriore e complicato calcolo statistico si preferisce guardare al problema da un altro punto di vista. Il centro del problema è spostato non

tanto sul valore dei tempi di consegna ma sulle volte in cui un fornitore non è riuscito a eseguire una consegna nei tempi prestabiliti. Questa indagine già presente in CAREL ha portato alla formulazione del parametro del Vendor Rating (VR). Questo indicatore va a valutare la bontà del fornitore in funzione del numero di consegne eseguite in tempo rispetto agli ordini fatti:

$$VR = \frac{\text{ordini ricevuti in tempo}}{\text{ordini fatti}} \%$$

Il dato raccolto è espresso in forma percentuale mese per mese, ma per adattarlo al calcolo delle scorte sarà considerata una media del VR pari a dodici mesi (un anno):

$$\overline{VR} = \frac{\sum_{i=1}^{12} VR_i}{12}$$

L'utilizzo del VR è preferibile al metodo classico perché evita una lunga e complicata raccolta dati e inoltre guarda al problema con una visione più generale e non più codice per codice (valutando il fornitore infatti si valuta l'intera gamma di prodotti da lui consegnata).

Per rendere allora questa soluzione in termini utili all'applicazione della formula si pensa di inserire al calcolo delle scorte di sicurezza un fattore moltiplicativo k_f del tipo:

$$SS = k_f k \sigma \sqrt{LT}$$

La definizione di k_f non è univoca ma tuttavia segue sempre un principio fondamentale: minore è il valore percentuale del Vendor Rating (i.e. minore è l'inaffidabilità del fornitore) maggiore è il fattore moltiplicativo k_f .

Questo si concretizza nel stabilire un valore percentuale di incremento massimo delle scorte, valido per tutto il magazzino in caso di totale inaffidabilità del fornitore. Questa percentuale va via via calando all'aumentare della bontà del fornitore fino ad arrivare ad un minimo di uno nel caso in cui tutte le consegne vengano eseguite in tempo. La questione a questo punto diventa quella di stabilire il modo con cui cambiano i punti compresi tra gli estremi appena definiti.

Modello lineare

Il primo e più semplice modello proposto è quello lineare. Quest'ultimo considera una variazione decrescente secondo una retta dal punto massimo al punto minimo. La formula interpolante i due punti risulta quindi:

$$k_f = \gamma(1 - \overline{VR}) + 1$$

Dove:

- γ : valore percentuale di incremento del magazzino ($0 \leq \gamma \leq 1$)

Questa formula molto semplice da ricavare è sicuramente un passo avanti verso l'ottimizzazione dei livelli di scorta.

Soluzione parabolica

La formula lineare da un peso via via crescente con una proporzionalità diretta alle diverse situazioni. È lecito pensare però che un maggior numero da parte del fornitore di mancate consegne corrisponde più ad una prassi del fornitore piuttosto che a fattori intervenuti in modo casuale (es avversità atmosferiche, scioperi dei dipendenti, interposizione di festività ecc). Una soluzione alternativa dunque ad un andamento lineare potrebbe essere una qualsiasi funzione interpolante non lineare crescente che presenta un aumento meno marcato inizialmente e via via più rapido (penalizza di più i fornitori peggiori). Una funzione che segue questo andamento è la parabola. In questo modo valori più bassi del VR pesano di più rispetto a valori più alti.

La formula alternativa proposta è pensata ponendo come vertice della parabola la condizione di $VR = 100\%$ i.e. quando il fornitore esegue tutte le consegne nei lead time prestabiliti. Essa diventa quindi:

$$k_f = \gamma(\overline{VR}^2 - 2\overline{VR} + 1) + 1$$

Anche questa formula è definita a meno di una costante γ valida per tutto il magazzino. La soluzione proposta in questa analisi riguarda un valore del parametro γ pari a 0,3. Questo implica che in caso di $VR = 0\%$ (tutte le consegne non sono avvenute nel rispetto dei tempi previsti) il valore delle scorte venga aumentato del 30%.

Applicando le due diverse formule proposte di k_f si osserva chiaramente che la soluzione lineare presenta valori complessivi di magazzino più elevati rispetto alla soluzione parabolica. Questo è dovuto al fatto che le percentuali di incremento del valore delle scorte risultano mediamente più basse per la

soluzione parabolica. In figura 48 si vede l'andamento delle due funzioni di k_f nelle due soluzioni lineare e parabolica.

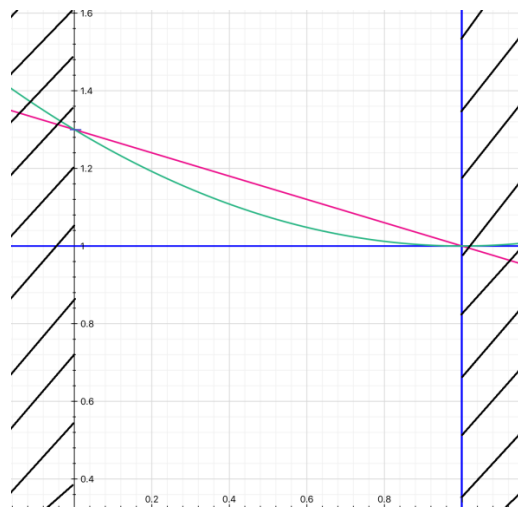


Figura 48. - Andamenti delle due funzioni di k_f

Bisogna osservare che questo concetto semplice nel suo essere e facile da applicare presenta un sostanziale limite, essa infatti non considera minimamente l'entità del ritardo. Questo comporta che se l'entità del ritardo non è elevata avviene un'inutile sopravvalutazione del valore delle scorte. In difesa di questo tuttavia bisogna ricordare che in un processo produttivo, anche il ritardo di un giorno può essere causa di rotture di stock, a volte anche gravi.

Concludendo la trattazione sul lead time osserviamo come nel complesso entrambe le soluzioni non presentano un aumento particolarmente elevato dei valori di scorta complessivi.

I grafici di figura 49 fanno riferimento a tutte le soluzioni viste fino ad ora ovvero con o senza il test di Chauvenet e adottando un k fisso o variabile nelle tre diverse condizioni: senza vendor rating, con vendor rating lineare ed infine con vendor rating parabolico. Vediamo che tra tutte le soluzioni presentate quella che restituisce un valore di magazzino minore è la soluzione con k variabile ai cui è stato applicato il criterio di Chauvenet.

La soluzione invece che ottimizza meglio le scorte, tenendo conto dei problemi esposti è la soluzione con k variabile e la soluzione di k_f parabolico con applicazione del test di Chauvenet.

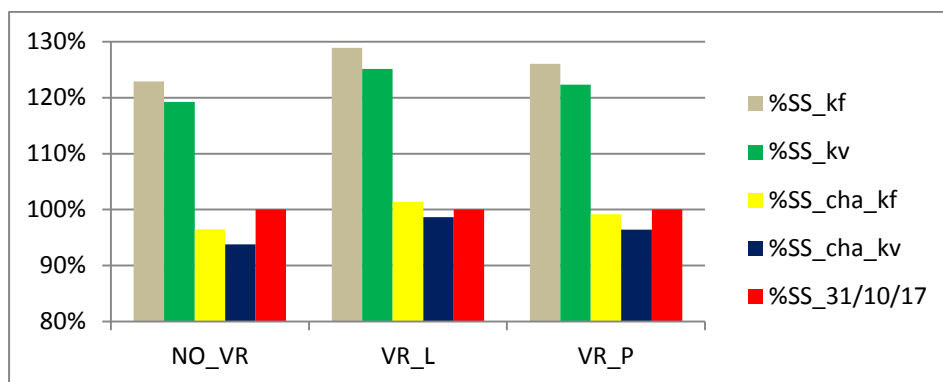


Figura 49. - confronto tra le diverse soluzioni

Quest'ultima soluzione è riassunta in due diverse tabelle ottenute sulle diverse classi di prodotti:

- La tabella riportata (figura 50) fa riferimento a come si distribuisce il valore di impiego dei codici tra le varie classi nelle diverse situazioni di formula del vendor rating in rapporto alla soluzione di partenza

AZIENDA		PRODOTTO FINITO								
		A			B			C		
		% VI_soluzione proposta	% VI_soluzione iniziale	% numero codici	% VI_soluzione proposta	% VI_soluzione iniziale	% numero codici	% VI_soluzione proposta	% VI_soluzione iniziale	% numero codici
A	kv	82,22%			8,88%			5,61%		
	kv_VRL	81,52%	82,16%	48,06%	9,03%	10,71%	20,75%	5,93%	5,07%	23,80%
	kv_VRP	81,43%			10,78%			5,95%		
B	kv	0,31%			1,47%			0,35%		
	kv_VRL	0,34%	0,07%	0,78%	1,57%	0,59%	2,36%	0,40%	0,31%	1,72%
	kv_VRP	0,36%			1,68%			0,47%		
C	kv	0,00%			0,05%			1,11%		
	kv_VRL	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,01%	0,34%	1,15%	1,09%	2,19%
	kv_VRP	0,00%			0,05%			0,32%		

Figura 50. - tabella riassuntiva diverse applicazioni di VR

- Questa tabella (figura 51) invece fa riferimento alle differenze percentuali tra le soluzioni proposte e la situazione di inizio analisi:

AZIENDA		PRODOTTO FINITO								
		A			B			C		
		% ΔSS (classe)	% ΔSS (totale)	% numero codici	% ΔSS (classe)	% ΔSS (totale)	% numero codici	% ΔSS (classe)	% ΔSS (totale)	% numero codici
A	kv	-6,12%	-5,03%		-22,19%	-2,38%		3,72%	0,19%	
	kv_VRL	-2,12%	-1,74%	48,06%	-16,76%	-1,79%	20,75%	15,33%	0,78%	23,80%
	kv_VRP	-4,40%	-3,62%		-18,35%	-1,96%		13,45%	0,68%	
B	kv	324,67%	0,22%		135,29%	0,79%		8,39%	0,03%	
	kv_VRL	390,09%	0,27%	0,78%	163,75%	0,96%	2,36%	29,80%	0,09%	1,72%
	kv_VRP	387,13%	0,26%		158,32%	0,93%		27,59%	0,08%	
C	kv	-	0,00%		486,35%	0,04%		-4,29%	-0,05%	
	kv_VRL	-	0,00%	0,00%	671,35%	0,05%	0,34%	4,39%	0,05%	2,19%
	kv_VRP	-	0,00%		669,72%	0,05%		2,40%	0,03%	

Figura 51. - Riassunto differenza tra soluzioni iniziale e finale

Ogni casella della matrice (figura 51) riporta le diverse soluzioni in riferimento alla differenza percentuale tra la situazione iniziale delle scorte di quella specifica classe e alla situazione iniziale totale delle scorte di tutto il magazzino.

I dati negativi indicano un risparmio, mentre quelli positivi un incremento dei valori di scorta. L'incremento in diverse classi di prodotti è davvero notevole, ma avendo quella classe un peso molto basso rispetto alle altre tale incremento è pressoché ininfluenza. Notiamo inoltre come nella classe di codici AA la situazione, qualunque sia la soluzione intrapresa per il VR, migliora notevolmente.

CAPITOLO 8

8. PROPOSTE DI MIGLIORAMENTO

Dal capitolo precedente si è stato illustrato come la soluzione migliore da adottare sia quella di considerare un ricalcolo delle scorte che tenga conto della categoria in cui l'articolo si trova, degli andamenti dei consumi e della bontà del fornitore.

Dalle soluzioni proposte tuttavia restano irrisolti due problemi visti in partenza nel capitolo 6:

- Il valore delle scorte per articoli a basso costo unitario ma con elevato valore di impiego
- Previsioni sugli andamenti futuri dei consumi.

Per i dati a disposizione a sistema, e per la difficoltà di avere previsioni in modo massivo sulle materie prime questi due punti restano ancora irrisolti per quanto riguarda CAREL e pertanto le soluzioni vengono espone come proposte di miglioramento per sviluppi futuri.

8.1. LOTTO MINIMO E VOLUME UNITARIO

Come anticipato diverse materie prime presentano un basso costo unitario (esempio i componenti di minuteria). Trattandosi di materie prime fortemente standardizzate rientrano in una vasta gamma di prodotti finiti e questo comporta che il loro consumo risulti costante nel tempo perché sempre richieste. Un consumo costante però, porta a valori bassi in termini di deviazione standard e di conseguenza a valori bassi delle scorte di sicurezza.

Per quanto questi prodotti seguano molto più fedelmente di altri il modello normale ipotizzato in partenza, e quindi paradossalmente a maggior ragione la formula delle scorte è corretta, non ha senso mantenere valori bassi di scorta dato che il loro basso costo unitario non comporterebbero una voce d'acquisto particolarmente rilevante. Al contrario invece, una loro mancanza potrebbe avere ripercussioni catastrofiche su una vastissima gamma di prodotti.

Immaginiamo per esempio di dover fermare un'intera linea produttiva per la mancanza di una vite, o di non poter consegnare un prodotto perché manca il materiale da imballo.

Tali materiali quindi richiedono un trattamento particolare che tenga conto di questo loro utilizzo differente.

È accettabile, per le ragioni esposte, ritenere utile un aumento delle scorte di questi articoli, il punto è però capire in che modo farlo e di quanto. Per questo scopo sono stati individuati due parametri che possono contribuire in questa direzione che sono:

- Costo unitario del componente
- Volume unitario del componente

Valori di costo unitari bassi possono giustificare eventuali stock maggiorati, perché, come già detto, non influiscono fortemente sulle voci d'acquisto. Se da un lato un aumento dei valori di scorta non comporta spese ingenti da un altro questo si potrebbe tramutare in elevati costi di giacenza per il magazzino. Da questa osservazione quindi è lecito considerare nel calcolo delle scorte di sicurezza anche il valore del volume unitario delle scorte stesse.

L'idea di fondo è quella di ritenere accettabile un aumento del valore delle scorte in modo inversamente proporzionale sia al valore del costo unitario, sia al valore di volume occupato dal singolo codice. Minore sono costo e volume unitari maggiore è l'aumento possibile per le scorte

Per concretizzare questo ragionamento ad avviso dell'autore vi sono due possibili vie percorribili:

- Creare una formula matematica che dia come uscita un parametro moltiplicativo della formula delle. Un esempio di formula potrebbe essere:

$$\mu = x \left(\frac{1}{F_v} + \frac{1}{F_{cu}} \right) + 1$$

Dove:

- x : valore percentuale di incremento massimo ammesso per una scorta
- F_v : fattore che tiene conto del valore del volume
- F_{cu} : fattore che tiene conto del costo unitario

I due fattori inseriti nella formula devono essere parametrizzati con due valori di volume e di costo di riferimento

- Suddividere le materie prime in categorie in base al proprio costo e volume unitari cercando una tabella incrociata che proponga dei valori di incremento delle SS per ogni sotto caso.

Queste due soluzioni tuttavia rimangono, per ora, come semplici proposte di miglioramento. Questo perché mentre i valori dei costi unitari sono facilmente ricavabili altrettanto non si può dire per i valori dei volumi. Ad oggi in CAREL i dati inseriti a sistema non sono aggiornati e spesso per molti componenti non è presente alcun valore.

La soluzione temporanea intrapresa è stata quella di considerare per gli articoli sotto un zero valore di costo unitario come valore di scorta il valore del loro lotto minimo ordinabile, purché il valore delle scorte risultasse inferiore ad esso. Come soglia di valore di costo unitario s'è considerato un euro.

8.2. PREVISIONI DELLE SCORTE

Il più grosso limite di tutte le soluzioni proposte finora questa risulta essere quello di guardare unicamente al passato. Non si considerano minimamente eventuali variazioni nei consumi dovuti ad eventi futuri (per esempio alla stagionalità). Questa mancanza può portare ad una formulazione di un valore sbagliato sia in termini di scorte più basse sia in termini di scorte più alte.

È indispensabile dunque inserire un valore che tenga conto delle previsioni future e che permetta di cautelarsi da sock out o over stock.

Una soluzione da questo punto di vista è stata già proposta dal professore dell'università di Padova A. Persona il quale afferma che il valore delle scorte di sicurezza deve essere pari a:

$$SS = \frac{D_f}{\bar{D}} k\sigma\sqrt{LT}$$

Dove:

- D_f : domanda futura dei consumi nota o prevista
- \bar{D} : domanda media dei consumi storici

La formula dunque propone un adeguamento del valore delle SS attraverso un fattore moltiplicativo. Questo fattore chiaramente potrà essere

- $\frac{D_f}{\bar{D}} < 1$ se si prevede un calo dei consumi rispetto alla domanda media

- $\frac{D_f}{D} > 1$ se si prevede un aumento dei consumi rispetto alla domanda media

La formula chiaramente implica il fatto che le scorte di sicurezza siano costantemente riaggornate nel tempo, il loro calcolo deve essere dinamico e rivalutato a scadenze fisse.

8.3. RIVALUTAZIONE DEI LEAD TIME

Un aspetto tralasciato in questa analisi ma non per nulla indifferente, infatti inserito come punto di miglioramento dal workstream (capitolo 6), riguarda i tempi di consegna o lead time. Entrando in modo diretto nella formula delle SS ed essendo ad esse direttamente proporzionale è chiaro come un loro valore elevato sia inevitabilmente fonte di scorte elevate.

La situazione attuale in CAREL per i codici analizzati presenta una situazione simile:

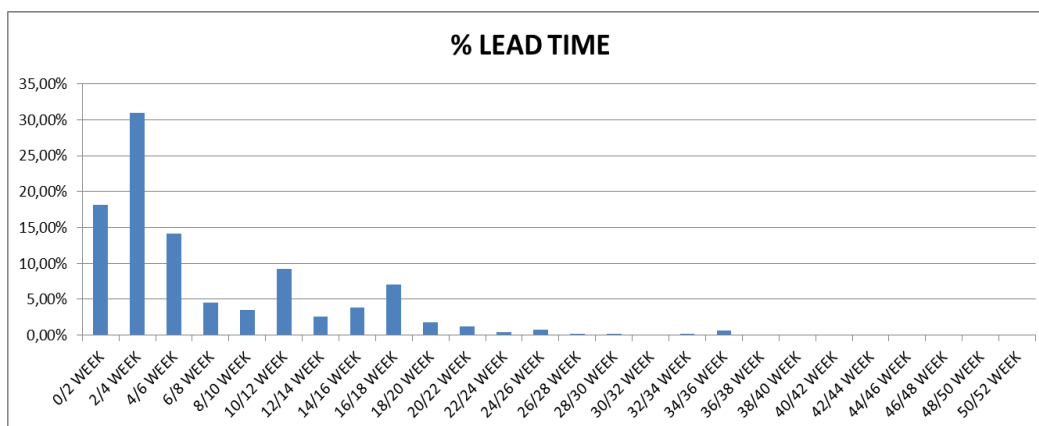


Figura 52 - Valori dei Lead time dei codici analizzati

Dal grafico notiamo come una parte consistente dei codici richieda un lead time superiore al mese. Questo chiaramente si ripercuote in modo diretto sulla formula delle SS per le ragioni esposte prima, ed aggiunge una difficoltà in più all'applicazione della formula presente al punto precedente. Infatti le previsioni necessarie per aggiornare le scorte dovranno fare riferimento ad un periodo troppo in avanti nel tempo che ridurranno inevitabilmente la sua attendibilità.

Una ulteriore proposta di miglioramento è sicuramente quella di ridurre il più possibile i lead time almeno ad un valore inferiore al mese/mese e mezzo.

8.4. CONCLUSIONI

Dallo studio presentato è emerso chiaramente come la valutazione delle scorte di sicurezza non sia di facile natura. Essa deve tenere conto di molteplici fattori, ognuno dei quali porta con sé diversi problemi, dalla disponibilità del dato stesso alla sua, a volte, inattendibilità. Le tecniche quindi utilizzate in questa trattazione non sono univoche, ma si presentano come una possibile soluzione da intraprendere per porre rimedio ad un problema che affligge molte aziende, non solo CAREL, e che è causa di forti voci di costo sul bilancio.

Come si evince chiaramente le scorte non sono un conto isolato: da qualunque angolazione le si guardi esse portano con sé numerosi problemi, come le politiche di approvvigionamento per i diversi materiali, gli spazi da dedicare a magazzini e i rapporti con i diversi fornitori.

È evidente dunque come all'interno di un'azienda rappresentino un fattore per nulla trascurabile, perché sono un elemento importante che permea in un modo o nell'altro tutti i settori produttivi. Sono indispensabili quindi i loro continui ricalcolo e analisi, in modo da individuare sempre più chiaramente elementi che consentano di restituire valori più attendibili.

In conclusione questa tesi non si pone come soluzione definitiva al problema ma apre uno spazio ad un cammino che CAREL deve intraprendere per rispondere al meglio alle sfide che il mercato costantemente propone, in un ottica di miglioramento continuo e costante (sfida peraltro già accettata).

BIBLIOGRAFIA

- Battistella F., 2016, *Workstream semplificazione e servizio: ma cos'è?*, Display.
- Brown W.B., Moberg D. J., *Organization Theory and Management: a macro approach*, Wiley
- De Toni A., Panizzolo R., Villa A., 2013, *Gestione della Produzione*, Isedi.
- Di Cristoforo G., *Il controllo delle scorte in azienda – Con software operativo sulla simulazione Montecarlo e sulla pianificazione degli approvvigionamenti*, Etsalibri
- Magee J. F., Boodman D. M., *Programmazione della produzione e controllo delle scorte*, FrancoAngeli
- Mocellin F., *La gestione delle scorte e del magazzino – Metodi logistici per il lean manufacturing*, FrancoAngeli
- Ross S. M., *Probabilità e statistica per l'Ingegneria e le scienze*, Apogeo
- Ross S.M., *Calcolo delle Probabilità, terza edizione*, Apogeo
- Urgeletti Tiranelli G., *La gestione delle scorte nelle imprese commerciali e di produzione – EOQ, MRP, JIT*, Etsalibri
- Zanoni A., *Gli approvvigionamenti – Riesame della funzione e politiche innovative*, Etsalibri

SITOGRAFIA

- www.carel.com
- www.leanmanufacturing.it
- www.logisticaefficiente.it
- www.makeitlean.it
- Scholar.google.it

