



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

---

Corso di Laurea triennale Ingegneria Gestionale

**Analisi dello strumento DRP**

**DRP tool analysis**

Relatore: Chiar.mo/a

**Prof. Maurizio Bevilacqua**

Tesi di Laurea di:

**Domenico Marozzi**

**A.A. 2022/2023**



# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>5</b>
<b>CAPITOLO 1: DRP NEL DETTAGLIO</b> .....	<b>7</b>
1.2 CARATTERISTICHE.....	7
1.2 FUNZIONI ED ELEMENTI CHIAVE .....	8
1.4 VANTAGGI E SVANTAGGI.....	9
<b>CAPITOLO 2: PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DEL DRP</b> .....	<b>11</b>
2.1 STRUTTURA E TABELLA DRP .....	11
2.2 COMBINAZIONE PULL – PUSH.....	13
2.3 SEDAPTA E DRP .....	14
<b>CAPITOLO 3: SUPPLY CHAIN</b> .....	<b>16</b>
3.1 COS'È.....	16
3.2 GESTIONE SUPPLY CHAIN (SCM) .....	18
3.3 DRP NELLA SUPPLY CHAIN .....	20
3.4 CONFRONTO SEQUENZIALE – DRP – DRP AVANZATO.....	24
<b>CAPITOLO 4: I REQUISITI FONDAMENTALI</b> .....	<b>25</b>
4.1 PREVISIONI ACCURATE.....	25
4.1.1 METODI DI PREVISIONE.....	25
4.1.2 VARIABILITÀ DELLA DOMANDA.....	27
4.1.3 CONSEGUENZE DI UNA PREVISIONE ERRATA.....	29
4.1.4 SOLUZIONI .....	31
4.2 PROCESSI STABILI.....	33
4.3 SCORTA DI SICUREZZA.....	34
4.4 QUANTITÀ E TEMPI DI RIFORNIMENTO.....	37
<b>CAPITOLO 5: ESEMPIO GESTIONE EFFICIENTE INVENTARIO NEL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE MULTI-LIVELLO</b> .....	<b>40</b>
5.1 INTRODUZIONE ESEMPIO.....	40
5.2 STRUTTURA MODELLO E NOTE.....	42
5.3 REGOLE DI PIANIFICAZIONE .....	44
5.3.1 METODO EURISTICO CON REGOLA DI PIANIFICAZIONE A PUNTO DI RIORDINO (EOQ).....	44
5.3.2 METODO EURISTICO CON REGOLA DI PIANIFICAZIONE A INTERVALLO DI ORDINE FISSO (EOI) .....	48
5.4 RISULTATI SIMULAZIONE TEST .....	50
5.5 CONCLUSIONI ESEMPIO.....	51
<b>CONCLUSIONE</b> .....	<b>52</b>
<b>INDICE DELLE FIGURE</b> .....	<b>54</b>
<b>SITOGRAFIA</b> .....	<b>55</b>



# INTRODUZIONE

In questo elaborato andremo ad analizzare uno strumento in grado di offrire un supporto alla gestione della Supply Chain (SCM). Tale strumento è il Distribution Requirements Planning (DRP) che permette di pianificare la fase di distribuzione analogamente a come avviene con il Material Requirements Planning per la fase di produzione.

Nel primo capitolo esamineremo le caratteristiche generali, gli obiettivi e le principali funzioni che il DRP svolge, valutando inoltre vantaggi e svantaggi che questo strumento offre.

Successivamente analizzeremo i principi di funzionamento del Distribution Requirements Planning: la struttura ad albero organizzata a più livelli su cui si basa, la tabella DRP con i relativi elementi chiave, che mostra i risultati della pianificazione in termini di quantità e tempi di riordino e l'uso combinato di strategie Pull e Push. Descriveremo inoltre sedApta, un gruppo sviluppatosi negli ultimi anni, che attraverso l'uso di strumenti tecnologici permette l'ottimizzazione dei flussi della Supply Chain, supportando il DRP nella gestione della distribuzione.

Visto il campo d'azione del DRP, che agisce direttamente sulla fase di distribuzione e poi sull'intera catena di approvvigionamento, il capitolo 3 è dedicato ad una descrizione generale della Supply Chain e ad un confronto tra vari i metodi utilizzabili per la sua gestione.

DRP, a partire dai fabbisogni dei centri di distribuzione, dal dimensionamento dei lotti e dai rispettivi lead time, definisce la quantità di prodotto da inviare ad ogni centro e il momento di emissione ordine, al fine di soddisfare la domanda evitando ritardi; dato quindi il ruolo cruciale che esso svolge, è bene che possa funzionare al meglio, massimizzando le proprie performance e con esso il risultato aziendale. Per tale motivo andremo a definire: due requisiti necessari da rispettare (previsioni accurate e processi stabili), le problematiche ad essi connesse e le possibili soluzioni adottabili per fronteggiare questi problemi. L'efficienza della

pianificazione migliora ulteriormente con un corretto dimensionamento, sia della scorta di sicurezza (necessarie per combattere le avversità), sia dei lotti di spedizione, che dimensioneremo secondo due tecniche.

Infine, attraverso un esempio di un'efficiente gestione dell'inventario con distribuzione multilivello, andremo a esaminare un metodo euristico che può essere utilizzato in alternativa al tradizionale per semplificare i calcoli in caso di domanda probabilistica.

# CAPITOLO 1: DRP NEL DETTAGLIO

## 1.2 CARATTERISTICHE

Il DRP (Distribution Requirements Planning) è un processo utilizzato dalle aziende per pianificare gli ordini all'interno della Supply Chain. L'obiettivo è garantire una consegna efficiente, disponendo al momento e nel luogo adatto della giusta quantità dei materiali.

Questo processo consente di determinare i fabbisogni lordi della fonte di approvvigionamento, basandosi su segnali di domanda effettivi come gli ordini dei clienti. Il piano delle consegne, ottenuto dai fabbisogni dei punti vendita, dal livello delle scorte, dalle politiche di riordino e dai tempi di produzione, propone una serie di piani di spedizione. Questi piani indicano le quantità di prodotto che ciascun membro del network distributivo dovrà spedire e quando dovrà farlo, con lo scopo di soddisfare le previsioni della domanda ed evitare il Bull-whip effect.

L'obiettivo principale di rendere efficiente la consegna della merce, per avere la piena soddisfazione del cliente, deve fondersi con quello di minimizzare i costi di produzione, trasporto e stoccaggio.

Per la stima della domanda il DRP non si basa su dati storici, ma utilizza dati di previsione; questa viene effettuata solo all'ultimo stadio della catena, cioè quello più vicino al cliente, essa guiderà insieme ai lead time la previsione su tutti gli altri stadi.

Per produrre risultati ottimi, il DRP richiede due requisiti fondamentali:

- Previsioni accurate
- Processi continui e stabili

Inoltre, il corretto dimensionamento della scorta di sicurezza e dei lotti di spedizione migliora il grado di efficienza dello strumento (descritti nel capitolo 4).

## 1.2 FUNZIONI ED ELEMENTI CHIAVE

Le principali funzioni del DRP includono:

- Consegna efficiente delle merci
- Gestione dei prodotti finiti da inviare ai centri di distribuzione
- Pianificazione degli ordini
- Gestione efficiente dell'inventario
- Minimizzazione costi legati al trasporto e allo stoccaggio
- Soddisfazione clienti
- Determinazione della politica di stock da adottare e del livello di servizio

Per svolgere le seguenti attività il DRP si avvale di un programma a fasi temporali, che, valutando periodo per periodo gli elementi chiave del DRP, garantisce la produzione tempestiva del prodotto finale.

Gli elementi chiave del DRP sono:

- Domanda
- Livelli attuali di inventario
- Livello di sicurezza
- Quantità e tempo di riordino
- Lead Time



## 1.4 VANTAGGI E SVANTAGGI

Tra i vantaggi che offre il Distribution Requirements Planning vi è sicuramente un aumento del grado di affidabilità, in quanto assicura che la domanda sia sempre soddisfatta, operando sia sulla fase di approvvigionamento sia su quella di produzione interna dei beni e confrontando le risorse necessarie con quelle a disposizione dell'azienda.

Inoltre consente di determinare, sia la quantità dei diversi materiali da utilizzare nel processo produttivo, sia luogo e tempo in cui questi devono essere disponibili, velocizzando il processo decisionale, che insieme all'uso combinato di strategie Pull e Push offrirà un miglioramento del servizio clienti.

DRP non utilizza dati storici, ma dati di previsione che offrono maggiore flessibilità al sistema in caso di variazioni di domanda.

Esso è in grado di anticipare le future esigenze aziendali e, sincronizzando domanda e offerta (indicando le azioni da svolgere per anticipare o ritardare gli acquisti) offre un supporto ai processi di: produzione, approvvigionamento e customer satisfaction.

Un altro aspetto positivo viene offerto a livello di gestione dei costi, in quanto offre una migliore consapevolezza degli stessi e consente, attraverso una buona gestione, di minimizzare quelli legati alla produzione, stoccaggio e trasporto.

Per quanto riguarda gli svantaggi, uno dei più importanti è il ricorso a numerose manutenzioni preventive, poiché prevenendo guasti e minimizzando i bloccaggi soprattutto a livello di fabbricazione, si garantisce che la produzione effettiva segua quella programmata e che non vi siano ritardi nella realizzazione e nella consegna di un prodotto.

La dipendenza del magazzino dal punto vendita può causare un altro effetto negativo, in quanto, se si verifica un'imprecisione a livello di punto vendita, è possibile che si rifletterà in

proporzione maggiore a livello di magazzino, si creerà quello chiamato effetto Bull whip (o effetto frusta).

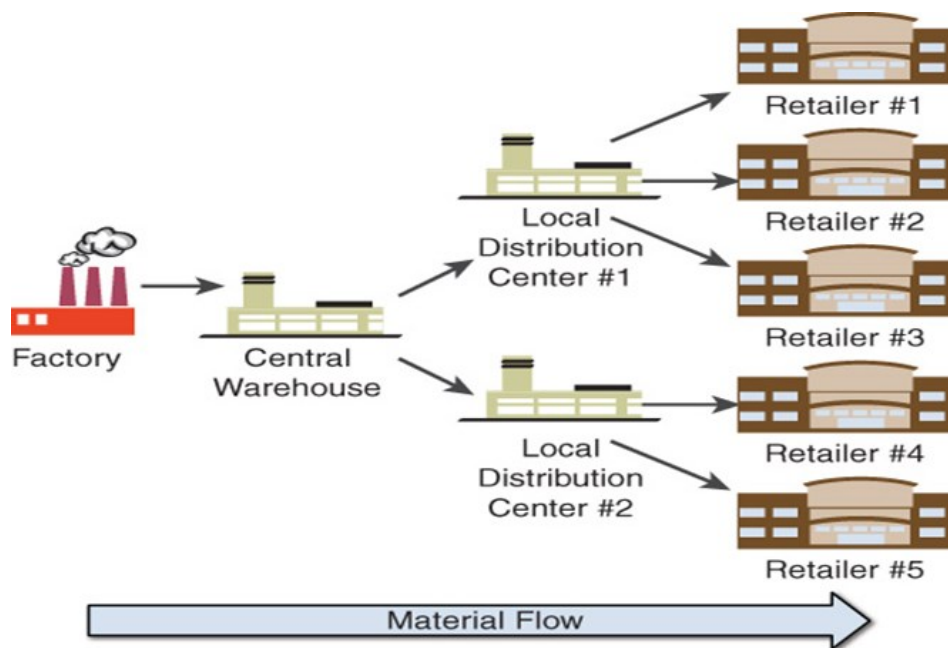
Un ulteriore problema riguarda la precisione del lead time, in quanto non vengono considerate variazioni in nessun livello. Inoltre i calcoli nel DRP vengono effettuati a capacità infinita infatti, successivamente alla pianificazione, è necessario verificare vincoli di capacità, questa funzione è svolta dal DRP II che è una sorta di Capacity Requirements Planning (CRP) per l'MRP.

## CAPITOLO 2: PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO DEL DRP

### 2.1 STRUTTURA E TABELLA DRP

DRP viene utilizzato per pianificare vari tipi di distribuzione, da quella a struttura semplice (a singolo livello), gestibile anche con metodi tradizionali, fino a quelle con struttura complessa (cioè a più livelli). Quest'ultima prende il nome di “struttura ad albero” e può svilupparsi per un numero qualsiasi di livelli.

*Figura 1: struttura ad albero a 3 livelli*



Per visualizzare i risultati forniti dal Distribution Requirements Planning si utilizza una sorta di tabella chiamata tabella DRP; essa include quelli che abbiamo definito nel “capitolo 2” come elementi chiave del DRP e sono:

- Previsioni di richieste (domanda)
- Livelli attuali di inventario
- Valore della scorta di sicurezza (in base al livello di servizio)
- Quantità di rifornimenti (in base alla tecnica di dimensionamento del lotto)
- Tempi di rifornimenti (in base alla tecnica di dimensionamento del lotto)

Figura 2: tabella DRP per i parametri sopra definiti

<b>Regional Warehouse One</b> <b>Q=50 , SS=15 , LT=1</b>									
	NOW	1	2	3	4	5	6	7	8
Period Usage		25	25	25	25	25	25	25	25
Gross Rqmt		40	40	40	40	40	40	40	40
Begin Inv		50	25	50	25	50	25	50	25
Sched Rcpt		0	0	0	0	0	0	0	0
Net Rqmt			15		15		15		15
Plan Rcpt		0	50	0	50	0	50	0	50
End Inv	50	25	50	25	50	25	50	25	50
PORT		50		50		50		50	

## 2.2 COMBINAZIONE PULL – PUSH

La distribuzione con il DRP avviene sfruttando meccanismi Pull e Push.

- La strategia Pull ha l'intento di "tirare" i prodotti lungo la catena di distribuzione a partire dalle richieste dei clienti. Tramite una reazione a catena, ogni stazione richiama il materiale dalla stazione precedente, così facendo ogni attività a monte produce non più di quanto richiesto a valle, evitando di dar vita a rimanenze. Questo approccio offre maggiori disponibilità ai consumatori, ma può comportare una difficile gestione dell'inventario di distribuzione, a causa di quello che è chiamato "effetto frusta", piccoli cambiamenti nella domanda possono creare grandi oscillazioni negli stadi più interni della rete.
- La strategia Push, d'altro canto, si concentra nello "spingere" i prodotti verso i clienti attraverso intermediari della filiera di distribuzione (rivenditori, grossisti, importatori) e sfruttando le attività di marketing. In questo caso ogni attività a monte spinge la successiva a valle. Nonostante consente di avere costi più bassi in quanto le spedizioni sono programmate a livello globale, i livelli di servizio possono risentirne se la pianificazione della domanda è distante dai valori effettivi, generando o grandi quantitativi di rimanenze con elevati costi di stoccaggio, oppure carenze, quindi ordini non evasi.

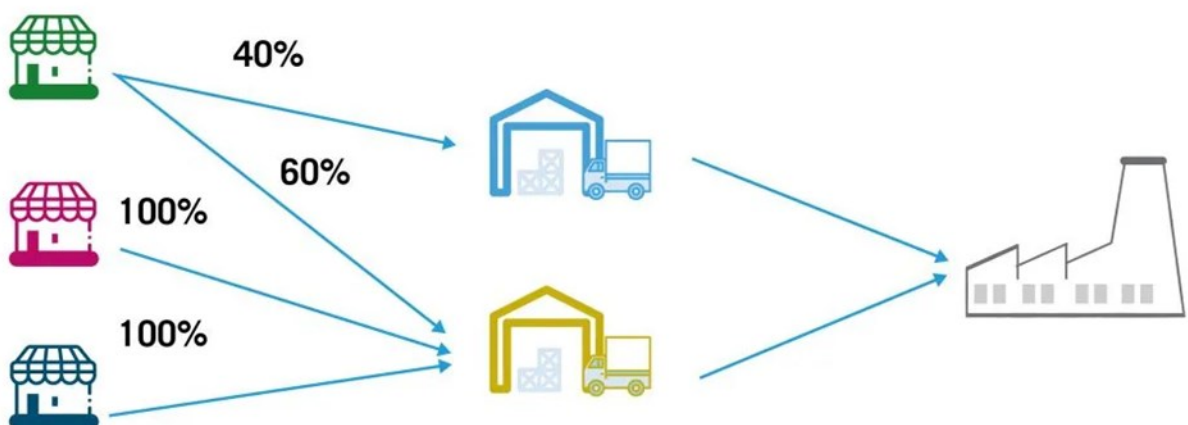
Il DRP combina il livello di servizio del Pull con l'efficienza del Push e, disponendo di previsioni accurate, di processi stabili e di una corretta gestione delle scorte di sicurezza, riesce a generare ottimi risultati, producendo percentuali di evasione ordini elevate con un inventario minimo.

Ad ogni modo, è importante ricordare che un uso inopportuno della scorta di sicurezza danneggia le prestazioni del DRP. Queste scorte sono dette “di sicurezza” appunto perché dovrebbero essere utilizzate solo per situazioni di emergenza e ripristinate il prima possibile.

### 2.3 SEDAPTA E DRP

Come prima fase il DRP deve comprendere come soddisfare la domanda, ciò richiede la progettazione della rete di distribuzione. Per la progettazione è necessario definire o un’associazione univoca tra nodo richiedente e offerente se si adotta un sistema preferenziale, oppure determinando una percentuale di distribuzione tra i vari nodi (come mostrato nell’immagine sottostante).

*Figura 3: percentuale di distribuzione tra i vari nodi della Supply Chain*



Un aiuto per le imprese nella gestione della Supply Chain viene offerto dal gruppo internazionale sedApta che, avvalendosi di numerosi strumenti tecnologici, supporta il DRP nella pianificazione della distribuzione attraverso tre fasi:

### 1 – Programmazione principale della produzione

Utilizzando il concetto “Pull” la domanda esterna ai nodi del magazzino viene convertita in richieste ai nodi di produzione. Queste operazioni vengono effettuate considerando una capacità infinita.

Inoltre questa fase si occupa di dimensionare la scorta di sicurezza in base al livello di servizio, permettendo di ottenere un maggiore controllo dell'inventario e di consentire alle aziende di determinare la politica di gestione più efficace.

### 2 - Produzione a capacità finita

L’obiettivo della seconda fase è passare da un piano a capacità infinita ad uno a capacità finita. In base ai vincoli di capacità dell’azienda viene verificata la fattibilità del piano; Se il piano risulta fattibile si procede con la fase di “implementazione”, al contrario è necessario adeguare la capacità aziendale oppure rivedere il piano.

### 3 – Implementazione

Questo processo ha lo scopo di allocare le scorte all’interno della rete logistica al fine di massimizzare il profitto.

## CAPITOLO 3: SUPPLY CHAIN

### 3.1 COS'È

La Supply Chain, conosciuta anche come catena di approvvigionamento rappresenta l'insieme di processi che generano e gestiscono l'intero flusso di un prodotto, dall'approvvigionamento di materie prime alla vendita di prodotto finiti, trasferendolo dal fornitore al cliente finale.

È una struttura articolata che varia in base al settore di competenza. Può essere vista come una rete di risorse, persone, attività e tecnologie che collaborano al fine di mettere in vendita un prodotto.

*Figura 4: principio di funzionamento del network*





Questa struttura comprende una serie di processi che definiscono quelli che vengono chiamati “gli anelli della Supply Chain”, e sono: approvvigionamento, produzione, distribuzione e vendita.

*Figura 5: connessione tra gli anelli della Supply Chain*



- 1) **APPROVVIGIONAMENTO**: questa fase comprende tutte quelle operazioni che consentono alle materie prime di raggiungere gli impianti di fabbricazione. Fondamentale è il concetto di Just in Time per ridurre gli sprechi e le eccedenze di magazzino nella fase di approvvigionamento.
- 2) **PRODUZIONE**: è il processo mediante il quale le materie prime ottenute nella fase precedente vengono trasformate in prodotti finiti necessari a soddisfare la domanda. In questa fase, per eliminare gli sprechi si fa riferimento al concetto di Lean Production, che mira ad una produzione snella ed efficiente.
- 3) **DISTRIBUZIONE**: questa fase comprende tutte le attività di magazzino e logistica che consentono al prodotto di essere spostato lungo la catena di approvvigionamento fino a raggiungere le aziende distributrici, come grossisti, dettaglianti e piattaforme digitali di eCommerce. La distribuzione è particolarmente importante per le aziende che adottano il metodo Push.
- 4) **VENDITA**: i beni diventano disponibili per l'acquisto da parte dei clienti tramite le aziende distributrici, che agiscono anche come unità di vendita.

## 3.2 GESTIONE SUPPLY CHAIN (SCM)

L'attività più importante, ma anche la più complicata è la gestione della Supply Chain, essa ingloba varie aree, tra cui il coordinamento degli acquisti e dei materiali, l'organizzazione delle operazioni, la logistica e la pianificazione delle risorse.

Gestire la catena di approvvigionamento significa coordinare, non solo i flussi fisici delle merci, ma anche i flussi di informazioni e finanziari che si verificano nei rapporti con fornitori, grossisti e rivenditori, ma soprattutto con i consumatori.

La Supply Chain Management (SCM) si occupa di coordinare e gestire le attività tra i diversi anelli della Supply Chain, al fine di ottimizzare i processi, riducendo i tempi di produzione e minimizzando gli sprechi.

Negli ultimi anni però, la gestione del rapporto con il cliente finale sta assumendo sempre maggior importanza; per tale motivo si è introdotta una nuova funzione: migliorare costantemente i servizi messi a disposizione del cliente lungo l'intero ciclo di vita del bene acquistato.

Quest'aspetto è davvero importante poiché i consumatori moderni non danno valore solo al "prodotto finale", ma all'intero percorso che li ha portati ad acquistarlo, quello che viene definito "customer journey".

Oggigiorno, per mezzo del mercato globale, i clienti hanno moltissime alternative di acquisto che li porta ad avere alte aspettative e a ricercare servizi "innovativi", come:

- esperienze personalizzate (offerte, prodotti fatti su misura...)
- consegne efficienti, veloci e tracciabili
- comunicazioni veloci e trasparenti per richiedere ad esempio un supporto

Inoltre, grazie alle tecnologie (internet, social) che offrono maggiori possibilità di informazione ed interazione, i consumatori sono attenti ad aspetti come la convenienza (sconti e promozioni) e la sostenibilità (impatto ambientale).

Il cliente è diventato talmente importante che le aziende progettano la Supply Chain in funzione delle loro esigenze. Per questo, oltre ad una gestione dei servizi a lui dedicati, è bene effettuare ricerche e analisi sul comportamento del consumatore e su esse effettuare la pianificazione.

### 3.3 DRP NELLA SUPPLY CHAIN

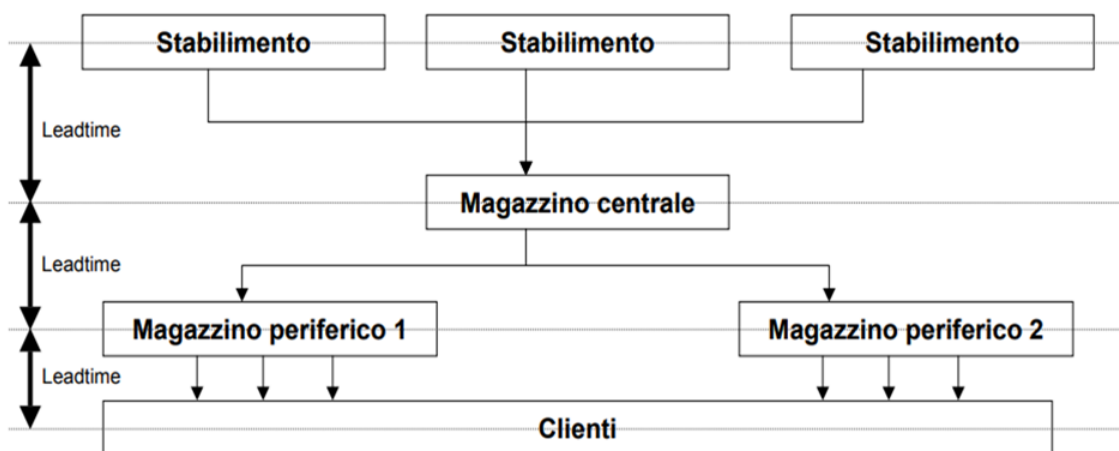
Per ottimizzare il flusso della Supply Chain, minimizzando gli sprechi, i costi ed i tempi di consegna, i responsabili devono porsi alcune domande:

- ❖ Quali tipi di prodotti sono necessari?
- ❖ Qual è la quantità richiesta?
- ❖ Dove e quando sono necessari?
- ❖ Quante unità sono disponibili attualmente e quante unità dobbiamo produrre?

Per rispondere a queste domande, i tecnici utilizzano prevalentemente, tecniche tradizionali quando si ha una struttura ad assetto semplice (a singolo livello, e due approcci più complessi per strutture ad assetto multilivello:

- Sequenziale
- Distribution Requirements Planning (DRP)

• *Figura 6: struttura aziendale ad assetto a due livelli*



## 1. Approccio Sequenziale

L'approccio sequenziale usa prevalentemente la logica a "punto di riordino", quindi, determinato il lotto economico vengono inviate le richieste di spedizione quando la giacenza scende sotto il punto di riordino.

Con questa tecnica il controllo è decentralizzato; inoltre ogni nodo della catena distributiva ottimizza il proprio operato come fosse un elemento indipendente.

Per la previsione della domanda ci si basa, su dati storici, consumo medio e tempo medio di approvvigionamento, non viene cioè effettuata la previsione sui comportamenti dei consumatori.

### - Vantaggi:

- semplicità di gestione

### - Svantaggi:

- non esiste visibilità su domanda futura, in quanto ci si basa solo su dati storici, per questo non sono adatti a mercati che presentano elevate fluttuazioni di domanda
- non c'è visibilità degli stock nei magazzini secondari
- controllo decentralizzato
- rischio effetto Bull whip
- ogni nodo viene gestito in maniera indipendente, invece, vista la loro interdipendenza, ogni decisione su un nodo può influenzare gli altri

## 2. DRP

Usa un approccio simile all'MRP, ma ha l'obiettivo di ottimizzare la distribuzione sull'intera catena di approvvigionamento e non direttamente sulla produzione. La pianificazione con il DRP viene effettuata a capacità infinita, per questo successivamente è necessario verificare la sua fattibilità attraverso i vincoli di capacità. Permette di avere un controllo centralizzato che consente un buon controllo sulle giacenze.

Per quanto riguarda la stima della domanda, il DRP effettua una previsione nello stadio più vicino al cliente (considerata indipendente), e a partire da essa, valutando i lotti di spedizione ed i rispettivi lead time viene calcolata la domanda su tutti gli altri stadi (considerata dipendente).

I lead time vengono considerati costanti poiché il DRP non valuta sue possibili variazioni.

### - Vantaggi

- non si basa su dati storici, ma su previsioni, quindi sono adatti anche a mercati ad alta variabilità di domanda
- si ha un maggior controllo delle giacenze della catena

### - Svantaggi

- gestione più complessa dei dati
- la pianificazione viene effettuata a capacità infinita
- affidabilità del lead time: la pianificazione può essere alterata da una variazione del lead time
- anche DRP tratta ogni nodo come un elemento indipendente

Figura 7: esempio numerico di struttura aziendale con assetto a due livelli

Settimane	1	2	3	4	5	6	7
Previsione magazzino periferico 1	-	-	-	50	100	200	150
Previsione magazzino periferico 2	-	-	-	100	100	200	250

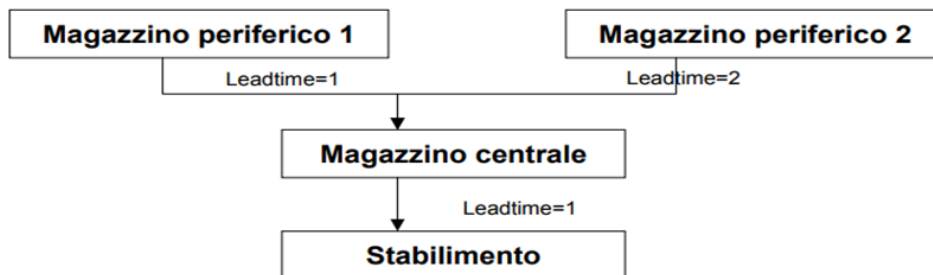


Figura 8: tabella DRP per struttura e dati sopra definiti

Magazzino periferico 1	Settimane	1	2	3	4	5	6	7
Fabb. lordo				50	100	200	250	
In arrivo								
Giacenza								
Fabb. netto				50	100	200	250	
Consegna				50	100	200	250	
Emissione richiesta			50	100	200	250		

Magazzino periferico 2	Settimane	1	2	3	4	5	6	7
Fabb. lordo				100	100	200	250	
In arrivo								
Giacenza				250	150	150	50	50
Fabb. netto							150	250
Consegna							150	250
Emissione richiesta				150	250			

Magazzino centrale (Lotto minimo = pallet 300 pz)	Settimane	1	2	3	4	5	6	7
Fabb. lordo				50	250	450	250	
In arrivo				300				
Giacenza			200	450	450	200	200	50
Fabb. netto						250	200	
Consegna						300	300	
Emissione richiesta				300	300			

DRP avanzato

Negli ultimi anni per ovviare ai limiti del classico DRP, in particolare quello in riferimento alla gestione dei nodi in maniera indipendente, è nato il DRP avanzato. Normalmente presente negli SCM, il DRP avanzato ha la capacità di ottimizzare i flussi nei vari nodi come fossero un blocco unico, e non nodo per nodo. Rispetto al DRP classico offre, una maggiore ottimizzazione dei nodi, ma soprattutto una maggiore affidabilità, in quanto considera il lead time di tutti i livelli, valutando anche la variabilità complessiva.

### 3.4 CONFRONTO SEQUENZIALE – DRP – DRP AVANZATO

Figura 9: confronto tra i metodi di pianificazione

	<b>Sequenziale</b>	<b>DRP</b>	<b>DRP Avanzato</b>
<b>Obiettivo di Ottimizzazione</b>	Massimizzare il livello di servizio a cliente minimizzando lo stock periferico; non ottimale per l'intera catena	Non esiste ottimizzazione; l'obiettivo è fornire i fabbisogni a monte	L'obiettivo è ottimizzare l'intera catena
<b>Previsione della domanda</b>	Previsioni di consumo indipendenti ad ogni stadio della catena	Previsione all'ultimo stadio della catena e pianificazione conseguente degli altri stadi.	Previsione all'ultimo stadio della catena e pianificazione conseguente degli altri stadi
<b>Lead Times</b>	Utilizza i leadtime del singolo livello e la sua variabilità	Utilizza i leadtime del singolo livello e ignora la variabilità	Utilizza i leadtime di tutti i livelli e la variabilità complessiva
<b>Visibilità</b>	Sugli anelli della catena immediatamente a monte e a valle. Non sull'intera catena	Sugli anelli della catena a monte. Non su quelli a valle (No pegging)	Sull'intera catena. La visibilità è anche utilizzata per definire le regole di replenishment
<b>Sincronizzazione tra i nodi</b>	Ignorata	Solo Top-Down	Gestita
<b>Livello di servizio personalizzato</b>	NO	NO	Gestisce l'allocazione dei materiali
<b>Modellizzazione costi</b>	NO	NO	E' possibile considerare anche costi di magazzino/trasporto



# CAPITOLO 4: I REQUISITI FONDAMENTALI

## 4.1 PREVISIONI ACCURATE

La previsione della domanda ha per il DRP un ruolo cruciale in quanto va ad incidere su tutta la Supply Chain; un errore nella previsione, se non contrastato, può influenzare tutta la strategia operativa creando gravi problemi all'impresa che talvolta possono essere fatali.

Il Distribution Requirements Planning per redirigere il piano si avvale di dati di previsione ordini all'ultimo stadio, e a partire da esso, valutando i lotti di spedizione e i lead time di preparazione o trasporto merci calcola le previsioni su tutti gli altri stadi della catena. L'uso di questo metodo rispetto alle previsioni del sequenziale (che prende in considerazione esclusivamente dati storici) offre una maggiore flessibilità, in quanto permette di prevedere possibili variazioni rispetto ai periodi precedenti (impossibile da identificare con i soli dati storici).

È però anche un metodo più complesso, in quanto utilizza varie tecniche per la previsione.

### 4.1.1 METODI DI PREVISIONE

I metodi che tipicamente vengono per la previsione di domanda si differenziano tra qualitativi e quantitativi.

- Metodi qualitativi: non si basano su un approccio matematico, infatti normalmente la previsione viene effettuata da individui che sfruttano la loro esperienza per effettuare corrette stime. Questi metodi sono soggettivi e unici, in quanto è impossibile conoscere quali informazioni sono state utilizzate per effettuare la previsione; è

possibile che soggetti diversi arrivino alla stessa soluzione, ma sicuramente il processo che li ha condotti a quel risultato sarà diverso.

Garantiscono un'elevata flessibilità poiché si adattano facilmente a nuovi contesti e tengono conto di fattori difficilmente quantificabili; tuttavia sono soggetti all'errore umano che può sovrastimare o sottostimare la domanda.

Vengono utilizzati soprattutto per mercati caratterizzati da un'alta variabilità della domanda, quando ci sono pochi dati storici disponibili o quando gli esperti possiedono informazioni sul mercato cruciali.

- Metodi quantitativi: si basano su un approccio matematico e tendono a ridurre gli errori umani. Essendo modelli matematici la difficoltà sta nel “replicare” il fenomeno reale.

Questi metodi sono detti “oggettivi”, visto che i dati sono noti con precisione e i risultati sono forniti dal calcolatore, indipendentemente dall'esperienza dell'utilizzatore.

Le principali tecniche quantitative sono:

- la media mobile
- lo smorzamento esponenziale
- regressione lineare
- regressione multipla

Per aumentare il grado di affidabilità di una previsione è buona norma combinare l'uso di tecniche qualitative e quantitative. Questo consente di unire i vantaggi di entrambe, consentendo di ridurre al minimo l'errore umano e di prevedere eventi non stimabili con modelli matematici.

#### 4.1.2 VARIABILITÀ DELLA DOMANDA

La principale difficoltà nella previsione è data dalla variabilità della domanda. Nel mercato odierno, un mercato dinamico in continua evoluzione, a causa del comportamento dei consumatori che richiedono costantemente prodotti nuovi o aggiornati il ciclo di vita di un bene diventa sempre più breve, generando così fluttuazioni anche improvvise della domanda.

Le cause principali che danno vita a variazioni della curva della domanda sono:

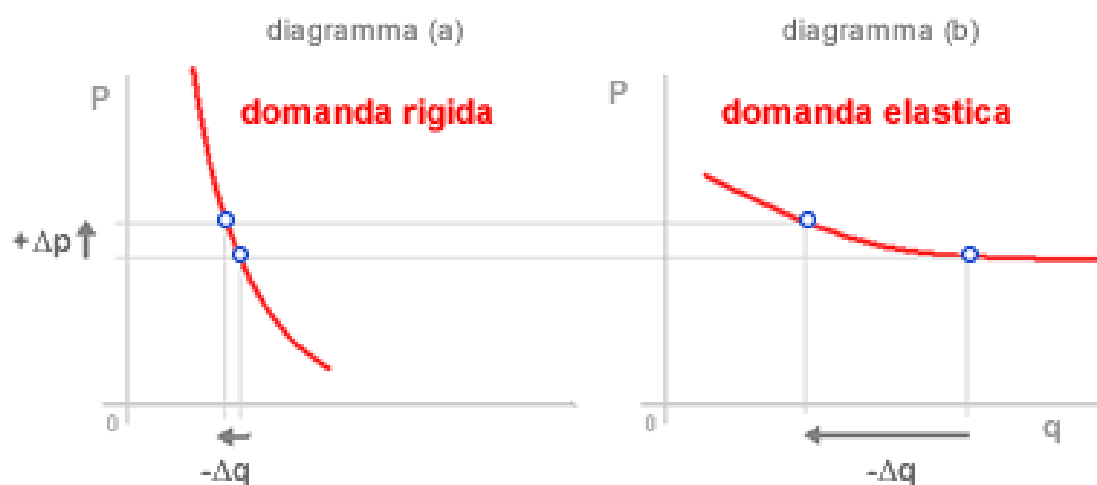
- I. I gusti dei consumatori: influenzati dalla pubblicità e dalla moda, creano un aumento della domanda all'aumentare di questi due fattori. Al giorno d'oggi i gusti variano frequentemente, a causa, sia dei consumatori alla costante ricerca di novità, sia dall'impatto della grande distribuzione organizzata.
- II. Variazione del reddito di consumatori: un incremento del reddito crea un aumento della domanda della maggior parte dei beni o servizi; una diminuzione del reddito avrà l'effetto opposto.
- III. Cambiamento del numero dei consumatori: può creare variazioni della domanda.
- IV. Prezzo di beni complementari: una sua variazione può portare ad una variazione inversa della domanda del bene; se aumenta il prezzo del bene complementare, diminuisce la domanda del bene e viceversa.
- V. Prezzo dei beni alternativi: una sua variazione può portare ad influenzare direttamente la domanda del bene; se aumenta il prezzo del bene alternativo, aumenta la domanda del bene e viceversa.

- VI. Le aspettative sui prezzi futuri: i consumatori effettueranno o meno acquisti in base alla previsione futura dei prezzi; la domanda attuale aumenta se si prevede un aumento dei prezzi in futuro.
- VII. Eventi straordinari (come guerre, pandemie e...): possono causare variazioni nelle priorità di acquisto dei consumatori e quindi variazioni della curva di domanda anche elevate ed improvvise.

Un'analisi interessante da effettuare riguarda la variazione di domanda in relazione alla variazione di prezzo, nota come "elasticità della domanda". È ovvio che all'aumentare del prezzo diminuisce la quantità domandata, l'aspetto da analizzare è la variazione percentuale:

- Se al variare del prezzo si hanno minime variazioni della quantità domandata si parla di domanda rigida.
- Se al variare del prezzo si hanno variazioni consistenti della quantità domandata si parla di domanda elastica.

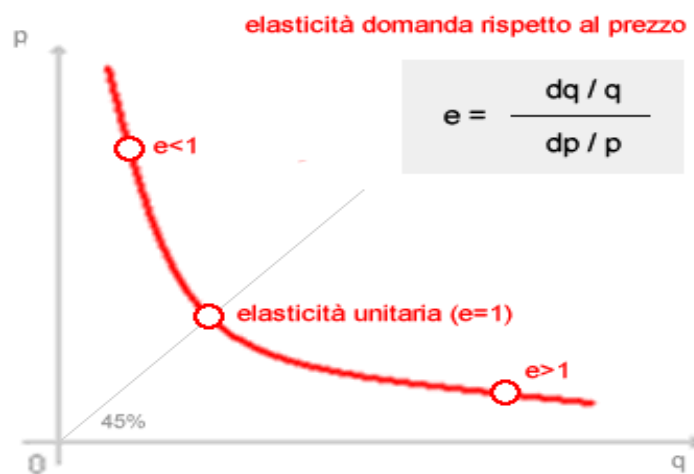
Figura 10: andamento domanda rigida ed elastica



È possibile misurare questa dipendenza attraverso il coefficiente di elasticità, calcolato come rapporto tra variazione percentuale della quantità domandata ( $dQ/Q$ ) e la variazione percentuale del prezzo ( $dP/P$ ).

Un coefficiente di elasticità maggiore di 1 fa riferimento ad una domanda elastica, al contrario se minore di 1 si indica una domanda rigida

Figura 11: elasticità della domanda in funzione del coefficiente



#### 4.1.3 CONSEGUENZE DI UNA PREVISIONE ERRATA

Abbiamo rimarcato più volte l'importanza di avere a disposizione previsioni accurate per garantire l'efficiente funzionamento dello strumento DRP, poiché un errore nella previsione può intaccare tutto il piano aziendale.

L'errore di previsione è uno dei fattori che influenza maggiormente il Distribution

Requirements Planning, dando vita ad un anticipo o posticipo delle date di spedizioni che erano state concordate in precedenza con clienti e fornitori.

Le principali conseguenze a cui possiamo andare incontro se si effettuano previsioni errate sono:

- *Ordini non evasi*: se la domanda stimata è minore di quella effettiva si avranno degli ordini non evasi o ritardi di consegna, che oltre a generare mancati ricavi, causeranno il disprezzo del cliente. Soprattutto nel mercato moderno, dove il consumatore ha a disposizione ampie scelte di acquisto, (sia per numerosi punti vendita presenti nel territorio, sia per i molteplici beni alternativi), oltre a perdere il singolo cliente, vi è la possibilità di intaccare l'immagine dell'azienda in termini di serietà e affidabilità a causa del passaparola innescato dai clienti delusi dal ritardo o dalla mancata consegna.
- *Prodotti invenduti*: se invece, la domanda stimata è maggiore di quella effettiva si avranno dei prodotti non venduti, questi andranno a formare le giacenze in magazzino che genereranno un costo, o di mantenimento o addirittura di smaltimento.
- *Anticipi o ritardi delle richieste ai fornitori*: il non rispetto delle date concordate sia da parte dell'azienda che da parte dei fornitori è uno dei fattori che compromette maggiormente il rapporto tra questi due soggetti. La relazione con i fornitori è spesso sottovalutata, ma è indispensabile per un'impresa. Avere un buon legame permette di ottenere condizioni "privilegiate" come sconti, consegne "last minute" per emergenze, ma soprattutto consente di evitare ritardi nell'approvvigionamento di materie prime, che in caso contrario comprometterebbe tutta la pianificazione della Supply Chain e se non tutelati causerebbero ritardi di consegna.

#### 4.1.4 SOLUZIONI

Nel corso degli anni sono state sviluppate varie soluzioni, alcune riferite al DRP, altre di carattere generale, per affrontare la variabilità della domanda senza che vi siano grosse ripercussioni sulla pianificazione effettuata precedentemente.

Due soluzioni relative al Distribution Requirements Planning, che consentono, entro certi limiti di variazione della domanda, di impedire di scaricare sull'anello di approvvigionamento (a monte) le variazioni che si hanno nel mercato (a valle), evitando di andare a modificare il piano sono:

1-FIRM PLANED ORDER (ordine pianificato definito): questa tecnica mira ad evitare modifiche continue ai piani di spedizioni concordati in precedenza con i fornitori. Anche se le previsioni non vengono rispettate, entro un certo limite di variazione, gli ordini pianificati per un determinato periodo di produzione non possono subire variazioni. I vantaggi di questa tecnica, sono principalmente per il fornitore, poiché non subisce delle continue variazioni di ordini. Gli errori di previsione verranno assorbiti, per quanto possibile dalle scorte di sicurezza detenute dall'azienda, mantenendo i piani di spedizioni inalterati. Tuttavia, quando si verifica uno stock-out vengono emessi dei segnali di avvertimento.

2- ERROR ADDBACK ("risommare" l'errore) questa tecnica che si fonda sull'ipotesi che le previsioni in un lungo periodo (esempio un anno) siano mediamente corrette. Quindi, se in un determinato periodo la domanda risulta inferiore rispetto alle previsioni di una certa quantità, allora sarà probabile che nel periodo seguente la domanda sarà superiore di quella prevista della stessa quantità. Tuttavia se dopo un certo numero di periodi le previsioni tendono a diventare costantemente superiori o inferiori della domanda reale, diventa necessario apportare modifiche agli ordini pianificati.

Oltre a soluzioni prettamente tecniche, esistono anche soluzioni “collaborative” che sono importanti all’interno di un network organizzativo per fronteggiare gli effetti delle fluttuazioni della domanda. Queste tecniche sono:

- 1- Coesione del gruppo dirigente: è fondamentale che i dirigenti a tutti i livelli della catena stabiliscano un rapporto comunicativo efficiente. Questo favorisce la condivisione di informazioni, la collaborazione e il coordinamento tra i diversi attori della Supply Chain.
- 2- Chiarezza e coerenza degli obiettivi: ogni soggetto della catena deve raggiungere i propri obiettivi, che sono orientati al raggiungimento di uno più grande. È essenziale che gli obiettivi siano chiari e allineati, in modo che il mancato raggiungimento di un obiettivo di un singolo attore possa avere conseguenze su tutta la Supply Chain.
- 3- Coordinamento organizzativo: è importantissimo stabilire un rapporto di lavoro integrato tra i diversi anelli della catena, promuovendo un processo comunicativo che permette una migliore sincronizzazione delle attività e dei processi lungo l’intera catena.

Da queste osservazioni emerge, che l’assenza di integrazione nella catena amplifica gli effetti negativi generati dalla variazione di domanda, creando problemi come quelli descritti in precedenza.

Inoltre si può ricorrere a tecniche promozionali o ad un anticipo degli ordini futuri, per periodi in cui la domanda prevista è maggiore di quella effettiva, o al contrario, ad un posticipo degli ordini (ove possibile), quando domanda prevista risulti inferiore di quella reale. Queste due soluzioni non incidono nel piano, ma non sono sempre sufficienti; a volte potrebbe essere necessario ricorrere a modifiche della capacità lavorativa, sia in termini di lavoro umano (con straordinari o sottoimpieghi), sia di lavoro macchina (con acquisto o vendita di macchinari).



## 4.2 PROCESSI STABILI

Come sappiamo, uno dei principali obiettivi del DRP è garantire la consegna puntuale dei prodotti, il che dipende principalmente da due fattori: il primo è la consegna puntuale di materie prime da parte di fornitori, cercare fornitori affidabili e creare con loro una relazione di partnership diventa importantissimo; il secondo invece dipende totalmente dall'azienda stessa e riguarda la stabilità dei processi, evitando guasti ed intervenendo prontamente in caso di bloccaggi.

Per prevenire interruzioni nel ciclo di fabbricazione è opportuno effettuare manutenzioni preventive. Spesso si tende rimandare un intervento di manutenzione già prefissato, ma sospendere temporaneamente e in maniera pianificata un macchinario non dovrebbe costituire un problema, a condizione che il bloccaggio sia stato programmato in maniera adeguata; d'altro canto, un'interruzione improvvisa a causa di un guasto può comportare un grave blocco alla produzione, in termini di tempo e costi di riparazione. Pertanto è di primaria importanza adottare misure preventive per evitare errori umani, che comprometterebbero il funzionamento degli impianti e la continuità produttiva.

Per evitare errori umani è fondamentale fornire una formazione adeguata al personale. La formazione aziendale, anche se spesso sottovalutata, svolge un ruolo cruciale nello sviluppo delle competenze dei dipendenti per svolgere le proprie mansioni correttamente. Dopo una fase iniziale di formazione, è essenziale continuare a fornire aggiornamenti, in quanto non è sufficiente conoscere il corretto funzionamento di una macchina (che permette di minimizzare i guasti), ma è altrettanto importante saper intervenire in condizioni di emergenza per riprendere il prima possibile l'attività lavorativa. Inoltre la formazione diventa indispensabile per ragioni di sicurezza, al fine di prevenire potenziali incidenti.

Un'altra soluzione che può essere adottata, soprattutto nelle aree critiche della produzione è l'uso di magazzini (o buffer) interoperazionali. Questi piccoli magazzini consentono, anche se per un breve lasso di tempo, di continuare con l'attività lavorativa persino in caso di guasto. Essi fungono da polmone di raccolta di materiali necessari al processo successivo, ed essendo un deposito temporaneo, ci sarà un tempo limite di funzionamento a vuoto, che dipende dalla loro capacità. Pertanto è essenziale il dimensionamento corretto del buffer a seconda dell'importanza dell'attività a valle.

### **4.3 SCORTA DI SICUREZZA**

Nei casi di emergenza, quando le soluzioni viste precedentemente non sono sufficienti per fronteggiare la variabilità della domanda ed i bloccaggi nella catena di produzione, un elemento essenziale diventa la scorta di sicurezza.

Per l'azienda le scorte a magazzino rappresentano, sia un costo di mantenimento, ma anche un valore date le molteplici funzioni che svolgono, come:

- Cautelarsi per la variabilità della domanda
- Far fronte all' inaffidabilità degli impianti (scorte di WIP) o dei fornitori (scorte di materie prima)
- Attutare problemi dovuti a non conformità dei prodotti (scorte di PF o WIP)
- Offrire una risposta rapida ai clienti (scorte di prodotti finiti o WIP)
- Ottenere sconti derivati dall'acquisto di grandi quantità

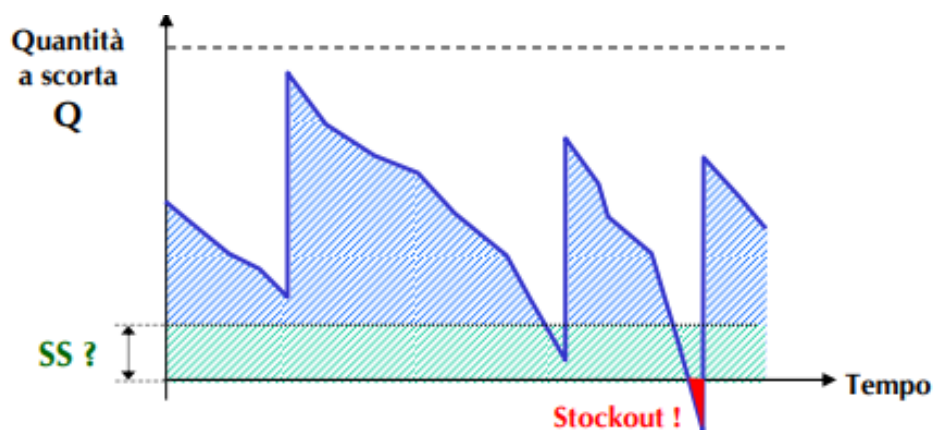
Una delle filosofie più importanti riguardo le scorte in magazzino è quella Just in Time, essa si basa sull'idea di avere zero scorte poiché sono viste esclusivamente come costo.

Anche se negli anni passati quest'idea ha portato dei vantaggi (minimizzare gli sprechi e i costi di mantenimento a scorta), non è del tutto corretta, in quanto, come abbiamo visto esse hanno un valore. Oggi l'obiettivo non è eliminarle, ma azzerare solo quelle non redditizie, per questo è opportuno tenere una quantità più o meno grande definita "di sicurezza".

È essenziale effettuare un corretto dimensionamento della scorta di sicurezza, bilanciando la necessità di disporre di bassi quantitativi per ridurre il costo di mantenimento e quella di averne elevati per minimizzare il costo di penuria (costi derivanti dall'incapacità di soddisfare la domanda con le scorte a magazzino).

Per il dimensionamento della scorta di sicurezza è necessario stabilire il livello di servizio desiderato, ovvero la probabilità che non si verifichi stock-out durante il lead Time; maggiore sarà il livello di servizio, minore sarà la probabilità di stock-out.

*Figura 12: giacenza in funzione del tempo con l'identificazione dello stock-out*



Sull'ipotesi in cui domanda e lead time variano secondo una legge normale definiamo tre casi:

- 1- Domanda variabile e lead time costante
- 2- Domanda costante e lead time variabile
- 3- Domanda e lead time variabili

Visto che il DRP prende in considerazione solo le variazioni di domanda e non quelle relative al lead time, ci limiteremo all'analisi del primo caso:

- 1- Domanda variabile e lead time costante:

Definendo:

- ✓ Livello di riordino (B) = domanda durante il Lead Time + scorta di sicurezza
- ✓  $\bar{d}$  = domanda media
- ✓  $z$  = variabile normalizzata che tiene conto del livello di servizio
- ✓  $\sigma(d)$  = deviazione standard della domanda

Si ottiene:

$$(\text{livello di riordino}) B = \bar{d} * Lt + z * \sigma(d) * \sqrt{Lt}$$

Con:

- $\bar{d} * Lt$  = domanda durante il lead time
- $z * \sigma(d) * \sqrt{Lt}$  = scorta di sicurezza

(È possibile calcolare la variabile normalizzata “z”, che dipende dal livello di servizio scelto, attraverso le tavole della curva normale standard; si trova così il valore della variabile normale standard al quale corrisponde una probabilità pari al livello di servizio scelto)

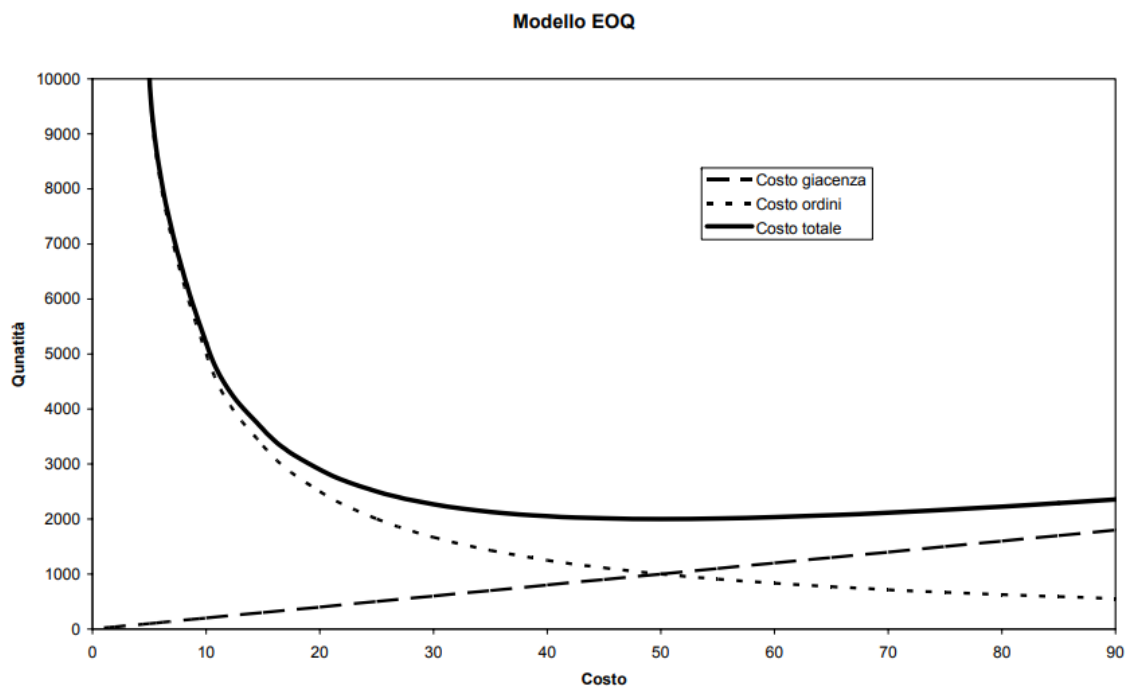
## 4.4 QUANTITÀ E TEMPI DI RIFORNIMENTO

Per effettuare la spedizione, il DRP ha la necessità di conoscere la dimensione del lotto e il momento di rifornimento di ogni centro di distribuzione. Quest'aspetto può far la differenza, in quanto se calcolato correttamente migliora l'efficienza del DRP.

Esistono varie tecniche per il dimensionamento dell'ordine, la più semplice è quella "lotto per lotto", che ordina solo la quantità strettamente necessaria ma che generalmente porta ad un aumento del costo totale, causato da un netto squilibrio tra costo di mantenimento e quello di ordinazione (o trasporto).

Lo scopo quindi, è quello di trovare quantità e tempi di riordino che permettono di minimizzare il costo totale:

Figura 13: curva del costo totale in funzione della quantità del lotto



Due tecniche più complesse, ma anche più efficienti di quella “lotto per lotto“ sono:

1. Punto di riordino
2. Intervallo di riordino

### 1- PUNTO DI RIORDINO

Determina la quantità ottima da inviare ai centri di distribuzione; l'obiettivo è quello di trovare una quantità che minimizzi il costo totale, bilanciando la necessità di spedire, una piccola quantità per ridurre il costo di mantenimento ed un'elevata quantità per ridurre quello di trasporto.

Questa tecnica è riconducibile all'EOQ utilizzata per l'ordinazione dei materiali da fornitori; dove gli ordini emessi dall'azienda verso i fornitori, si traducono in ordini emessi dai centri di distribuzione verso l'azienda.

In questo caso la quantità economica da inviare a ciascun centro di distribuzione rimane fissa ed è il tempo di rifornimento a variare.

Necessita di un controllo continuo dell'inventario, in quanto il rifornimento verrà emesso quando si scende al di sotto del punto di riordino, che dipenderà dalla domanda durante il lead time, per questo è bene conoscere istante per istante il livello di giacenza.

## 2- INTERVALLO DI RIORDINO

In questo caso, lo scopo è calcolare l'intervallo di riordino che minimizzi il costo totale; quindi, non più rispetto alla quantità ma rispetto al tempo; essa è riconducibile all'EOI per i lotti d'acquisto.

Con questa tecnica è l'intervallo di riordino a rimanere costante mentre la quantità varia dinamicamente in base al livello dell'inventario. La dimensione dell'ordine viene calcolata dalla differenza tra giacenza massima e giacenza al momento dell'ordine, per questo motivo, "intervallo di riordino" non necessita di un controllo continuo, ma è sufficiente un controllo periodico, uno obbligatoriamente al momento dell'ordine (necessario per definire la dimensione del lotto).

Nel capitolo seguente vi è un esempio che mostra il confronto tra un metodo euristico che utilizza queste due strategie e un metodo tradizionale.

# **CAPITOLO 5: ESEMPIO GESTIONE EFFICIENTE INVENTARIO NEL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE MULTI- LIVELLO**

## **5.1 INTRODUZIONE ESEMPIO**

Una delle funzioni principali del DRP è la corretta gestione dell'inventario, che permette di offrire ai clienti il prodotto corretto, nelle quantità e nelle tempistiche richieste.

Nella gestione dell'inventario un ruolo importante lo assume la corretta gestione dei sistemi di distribuzione, questo avviene per mezzo di ricerche svolte per ottimizzare la progettazione. Lo scopo finale è quello di creare un flusso ottimale di materiali capace di migliorare la competenza nel mercato attraverso una riduzione dei costi e un aumento della soddisfazione dei clienti.

In questo capitolo, viene descritto un metodo DRP "migliorato" per pianificare una rete di distribuzione multilivello, proposto in modo tale che le quantità dell'ordine e i punti di riordino siano ottenuti dinamicamente per soddisfare la domanda con l'idea di just in time (minimizzare sprechi e rinnovare l'inventario in funzione della domanda) minimizzando la probabilità di esaurimento scorte.

L'esperimento tratto dalla piattaforma "sciencedirect", è stato fatto per: varie domande, varie distribuzioni degli errori di previsione e vari lead time.

La maggior parte dei sistemi di distribuzione sono composti da un centro di distribuzione centrale (CDC) e più centri di distribuzione regionali (RDC). Per risolvere questo sistema di distribuzione multilivello (un CDC e N RDC), viene usato il DRP.



## Politiche adottate:

- ✓ La prima difficoltà nasce dalla domanda: se la domanda del cliente è probabilistica, è molto difficile prevedere l'evoluzione del livello di inventario, il punto di riordino e la quantità da inviare ad ogni centro di distribuzione, questo perché i cambiamenti del livello di inventario e i programmi degli ordini nei centri di distribuzione sono interdipendenti. Per semplificare i problemi potevamo assumere che ogni centro abbia una certa domanda o una distribuzione identica della domanda; tuttavia, questa semplificazione non sempre è vantaggiosa in quanto può portare a costi di inventario eccessivi e back-orders a causa dell'insufficienza di prodotti nei centri di distribuzione.
- ✓ Un'altra idea poteva essere quella di adottare "lotto per lotto" come regola di dimensionamento dei lotti. In questo caso, c'è il vantaggio di una soluzione semplice ma si ha un aumento del costo complessivo a causa del compromesso sbilanciato tra il costo di ordinazione e quello di mantenimento a scorta (di inventario), per questo abbiamo optato per un dimensionamento con EOQ e con EOI.
- ✓ Alcune ricerche affrontano il problema della schedulazione degli ordini a un singolo livello (RDC) senza considerare il livello superiore (CDC). Questo è un errore, poiché l'intero sistema di distribuzione è significativamente influenzato dalla pianificazione degli ordini di CDC, quindi la pianificazione degli ordini deve essere stabilita insieme. In questo documento, proponiamo un efficace metodo di pianificazione degli ordini per i sistemi di distribuzione multilivello.

Il metodo proposto è un metodo euristico basato sui cambiamenti dinamici del livello di inventario e sui programmi degli ordini di CDC e RDC; esso mira a stabilire un'efficiente pianificazione degli ordini per ridurre i back-orders e minimizzare il costo totale. Per le simulazioni, abbiamo considerato due politiche di riordino di RDC, ovvero la politica del

punto di riordino (EOQ) e la politica dell'intervallo di riordino (EOI), e abbiamo confrontato il risultato con il metodo “tradizionali” che invece usano differenti dimensionamenti dei lotti e differenti punti di riordino.

## 5.2 STRUTTURA MODELLO E NOTE

- ✓ Il modello è composto da un CDC e N RDC. Le richieste dei clienti si verificano in ciascuno degli N RDC secondo un noto processo di distribuzione con tasso medio  $\lambda^{(i)}$  ;
- ✓ I back-orders sono presenti in caso di scorte insufficienti.
- ✓ La domanda presso CDC viene accumulata dagli ordini provenienti dagli RDC.
- ✓ In questa simulazione, CDC gestisce ogni ordine dagli RDC separatamente per prevenire gli errori di programmazione che possono verificarsi assumendo una specifica distribuzione della domanda nel CDC.
- ✓ Assumiamo la capacità di prodotto del fornitore illimitata e i tempi di consegna costanti.
- ✓ Non sono consentiti trasbordi tra RDC né rifornimenti di emergenza.

*Variabili modello:*

- $\lambda_i$  : Demand rate per period in RDC  $i$
- $L, l_i$  : Lead time of CDC and RDC  $i$
- $C_S, c_S^i$  : Ordering cost of CDC and RDC  $i$
- $C_B, c_B^i$  : Backorder cost per period of CDC and RDC  $i$
- $C_H, c_H^i$  : Inventory holding cost per period of CDC and RDC  $i$
- $H_t, h_t^i$  : Inventory level of CDC and RDC  $i$  at period  $t$
- $IP_t, ip_t^i$  : Inventory level of CDC and RDC  $i$  plus order quantity in transit at period  $t$
- $EOQ^i$  : Economic order quantity of RDC  $i$
- $P_i$  : Order interval of RDC  $i$
- $rp_i$  : Reorder point of RDC  $i$
- $\pi^k(\cdot)$  : Demand distribution of RDCs during  $k$  periods

## 5.3 REGOLE DI PIANIFICAZIONE

METODO EURISTICO CON REGOLA DI PIANIFICAZIONE A PUNTO DI RIORDINO

(EOQ)

- A) PROGRAMMAZIONE SU RDC
- B) PROGRAMMAZIONE SU CDC

METODO EURISTICO CON REGOLA DI PIANIFICAZIONE A INTERVALLO DI

ORDINE FISSO (EOI)

- A) PROGRAMMAZIONE SU RDC
- B) PROGRAMMAZIONE SU CDC

### 5.3.1 METODO EURISTICO CON REGOLA DI PIANIFICAZIONE A PUNTO DI RIORDINO (EOQ)

#### A) PROGRAMMAZIONE SU RDC

In questa sezione, viene considerato il caso in cui la politica dell'ordine di RDC sia la politica del punto di riordino in cui, se il livello di inventario di RDC ( $i$ ) raggiunge il punto di riordino  $rp(i)$ , viene rilasciato un nuovo ordine. È opportuno che la quantità dell'ordine sia pari a  $EOQ(i)$ ; quantità economica dell'ordine del RDC che consente di minimizzare il costo totale in base alla quantità.

Il problema nasce quando l'inventario in giacenza di CDC al periodo dell'ordine è inferiore a  $EOQ(i)$ , si verifica per questo l'esaurimento delle scorte in CDC e RDC non può ordinare la quantità tanto quanto  $EOQ(i)$ . In quel momento, il RDC può scegliere una delle seguenti alternative d'ordine [Figura 14]:

1) Ordinare solo la quantità di inventario corrente del CDC.

2) Rinviare l'ordine fino a quando la giacenza del CDC arrivi almeno ad EOQ(i)

Se viene scelta l'alternativa (1), il costo dei back-orders si riduce (rispetto al caso 2) ma aumenta il costo di ordinazione e d'inventario.

Poiché l'analisi alternativa completa, con la considerazione delle variazioni del livello di inventario all'interno nell'intero orizzonte di pianificazione è molto complessa, per scegliere un'alternativa viene proposto il seguente metodo euristico, mediante un'analisi dei costi previsti semplificata.

Quando il RDC(i) raggiunge il punto di riordino, tale che  $H(t) < EOQ(i)$ , siano  $\zeta$  = periodi rimanenti prima dell'arrivo della spedizione a CDC dal produttore,  $t_2^*$  = periodo previsto in cui RDC i raggiunge il punto di riordino dopo il periodo  $t + \zeta$ , se si sceglie l'alternativa (1). E sia  $t_1^*$  = periodo atteso in cui RDC (i) raggiunge il punto di riordino dopo il periodo  $t + \zeta$ , se si sceglie l'alternativa (2).

Allora il costo totale da  $t$  a  $t_1$  nel caso dell'alternativa (1) e il costo totale da  $t$  a  $t_2$  nel caso dell'alternativa (2) sarebbe:

$$\begin{aligned}
 TC_1^i &\approx c_H^i (rp_i - \lambda_i \frac{l_i}{2}) l_i + c_H^i (\theta - \lambda_i \frac{t_2^* - t}{2}) (t_2^* - t) \\
 &+ c_B^i \sum_{n=rp_i}^{\infty} (n - rp_i) \pi^{l_i}(n) + c_B^i \sum_{n=\theta}^{\infty} (n - \theta) \pi^{t_2^* - t}(n) \\
 &+ 2c_S^i
 \end{aligned}$$

$$\text{where, } \theta = rp_i - \lambda_i l_i + H_i$$

$$\begin{aligned}
 TC_2^i &\approx c_H^i (rp_i - \lambda_i \frac{t_1^* + l_i - t}{2}) (t_1^* + l_i - t) \\
 &+ c_B^i \sum_{n=rp_i}^{\infty} (n - rp_i) \pi^{t_1^* + l_i - t}(n) + c_S^i
 \end{aligned}$$

Pertanto, se si assume che non vi siano back-orders dopo  $t_1 + l(i)$  e  $t_2 + l(i)$  nei casi delle alternative (1) e (2), la differenza di costo delle due alternative è espressa come segue:

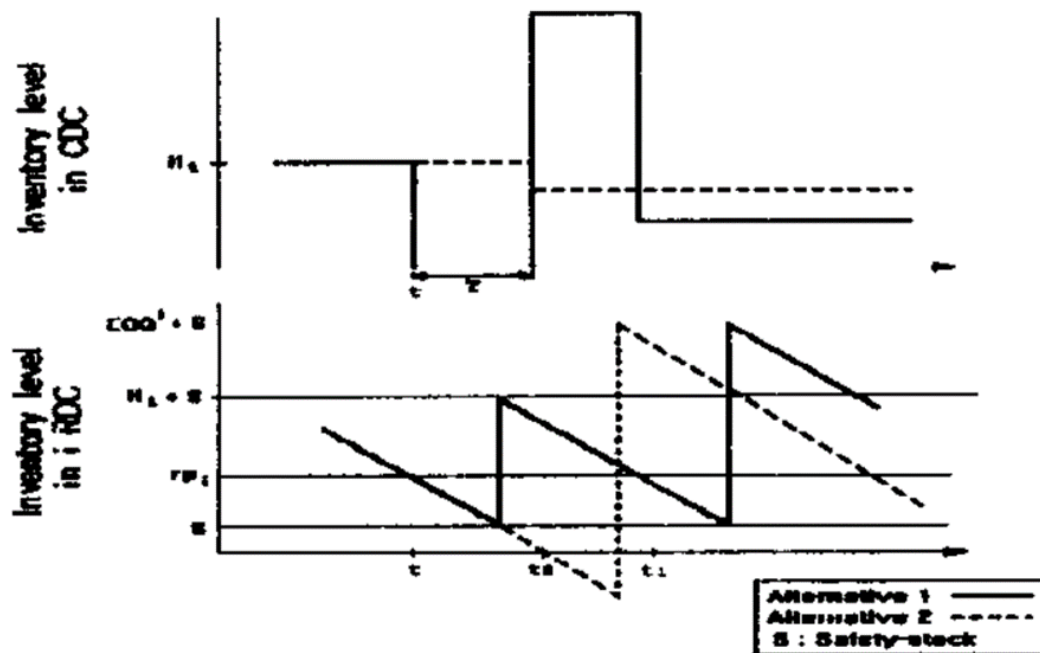
$$\Delta = TC_1^i - TC_2^i + (t_2^* - t_1^*) C_N^i$$

dove,  $C_N(i)$  è il costo medio per unità di periodo, derivato dal normale processo di inventario durante il quale non si sono verificati back-orders, ed è dato da:

$$C_N^i = \frac{\{c_H^i (\frac{EOQ^i}{2} + s_i) \frac{EOQ^i}{\lambda_i} + c_B^i \sum_{n=r_{p_i}}^{\infty} (n - r_{p_i}) \pi^i(n)\}}{(\frac{EOQ^i}{\lambda_i})}$$

Di conseguenza, RDC sceglie l'alternativa (1) se  $\Delta < 0$  e l'alternativa (2) se  $\Delta > 0$

Figura 14: evoluzione del livello di giacenza nel CDC e nei RDC



## B) PROGRAMMAZIONE SU CDC

I modelli di domanda di CDC dipendono da quelli di RDC.

In questo documento, la politica degli ordini utilizzata in CDC viene rivista dall'algoritmo PPB. L'algoritmo PPB determina la dimensione e il momento dell'ordine, bilanciando dinamicamente il compromesso tra il costo di ordinazione (trasporto) e il costo dell'inventario e non sono consentiti back-orders. Sia  $T$  il periodo d'ordine atteso di CDC, i back-orders possono verificarsi solo se eventuali ordini da RDC, previsti dopo  $T + L$  vengono posticipati. Sia

Definiamo con  $p(t)$  la probabilità di formazione di back-orders durante  $[T, T+L]$ :

$$p_t = \sum_{n=(ip_i - r\phi_s)}^{\infty} \pi^L(n)$$

Pertanto,  $T$  dovrebbe essere determinato in modo tale che  $p(t)$  sia inferiore a CSL (livello di servizio del CDC specifico).

### 5.3.2 METODO EURISTICO CON REGOLA DI PIANIFICAZIONE A INTERVALLO DI ORDINE FISSO (EOI)

#### A) PIANIFICAZIONE SU RDC

In questa sezione viene considerato il caso in cui la logica di riordino di RDC sia la politica dell'intervallo di ordine fisso, in cui il momento dell'ordine è rigorosamente determinato, ma la quantità è variabile. Quando si raggiunge il punto d'ordine di RDC la quantità dell'ordine sarà: la domanda prevista durante l'intervallo dell'ordine sommata alla domanda nel Lead Time a cui viene sottratto il livello di inventario corrente.

Tuttavia, se l'attuale livello di inventario di CDC è inferiore alla quantità determinata, RDC può scegliere una delle due alternative [Figura I]:

- (1) Ordina solo l'attuale inventario di CDC.
- (2) Rinviare l'ordine fino a quando CDC non rifornisce i prodotti dal produttore

Sia  $t^*$ : periodo d'ordine successivo dove  $P(i)$  più  $I(i)$ , se si sceglie l'alternativa (1).

Quindi il costo totale in caso di alternativa (1) e (2) sarebbe:

$$\begin{aligned}
 TC_1^i \approx & c_H^i (h_i^i - \lambda_i \frac{l_i}{2}) l_i + c_H^i (\theta - \frac{\theta}{2 \lambda_i})(t^* - t) \\
 & + c_B^i \sum_{n=h_i^i}^{\infty} (n - h_i^i) \pi^{l_i}(n) + c_B^i \sum_{n=h_i^i}^{\infty} (n - \theta) \pi^{t^*-t}(n) \\
 & + 2c_S^i \\
 & \text{where, } \theta = h_i^i - \lambda_i l_i + H_i
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 TC_2^i \approx & c_H^i (\frac{h_i^i}{2})(h_i^i / \lambda_i) + c_B^i \sum_{n=h_i^i}^{\infty} (n - h_i^i) \pi^{t^*-t}(n) \\
 & + c_S^i
 \end{aligned}$$



La differenza di costo tra le due alternative può essere espressa come:

$$\Delta = TC_1^i - TC_2^i$$

Di conseguenza, RDC sceglie l'alternativa (1) se  $\Delta < 0$  e alternativa (2) se  $\Delta > 0$

## B) PROGRAMMAZIONE SU CDC

Laddove gli RDC adottano la politica dell'intervallo di riordino fisso, il periodo dell'ordine a CDC è determinato (EOI), ma la quantità dell'ordine è incerta.

Definendo:

T = il periodo di riordino previsto di CDC

Q = la quantità dell'ordine

$O^{\wedge}(B)$  = insieme di ordini da RDC che devono essere effettuati durante  $[T+1, T+L]$

In questo caso, il back-order può verificarsi in  $[T+1, T+L]$  se le richieste composte di  $O^{\wedge}(B)$  sono maggiori di  $IP(t)$ .

Pertanto la probabilità di ordine arretrato durante  $[T+1, T+L]$  è stimata da una normale distribuzione della domanda che ha

- Quantità d'ordine di  $O^{\wedge}(B)$  =

$$= \sum_{Order_a \in O^{\wedge}(B)} Order_a$$

- Variazione ordine di  $O^{\wedge}(B)$  =

$$= \sum_{Order_a \in O^{\wedge}(B)} Order_a$$

La probabilità di back-order è la probabilità che la domanda sia maggiore di  $IP(t)$  e dovrebbe essere inferiore a CSL (livello di servizio del CDC specifico)

## 5.4 RISULTATI SIMULAZIONE TEST

Vengono illustrati i risultati del test dell'esempio proposto per confrontare i due metodi euristici con il tradizionale in base ai costi e al livello di servizio.

I dati relativi al tasso di domanda, al costo e al lead time sono presentati in [Figura 15] e [Figura 16].

*Figura 15: costo e lead time per ciascun centro*

<b>Center</b>	<b>cost</b>	<b><math>C_1</math></b>	<b><math>C_s</math></b>	<b><math>C_3</math></b>	<b>Lead time</b>
<b>RDC</b>	0.3	2	400		
<b>CDC</b>	0.2	2	400		4 period

*Figura 16: andamento domanda per ciascun centro*

<b>RDC</b>	<b><math>\lambda^i</math></b>	<b>Lead time</b>
<b>RDC 1</b>	64/period	3 period
<b>RDC 2</b>	88	2
<b>RDC 3</b>	107	3
<b>RDC 4</b>	64	3
<b>RDC 5</b>	51	2
<b>RDC 6</b>	64	3
<b>RDC 7</b>	42	2
<b>RDC 8</b>	88	3
<b>RDC 9</b>	64	3
<b>RDC 10</b>	64	2

Figura 17: risultati analisi di sensitività

	Traditional DRP	Case 1	Case 2
<b>ERROR :</b>			
None	2336	2287	2292
Normal(0, 10)	2369	2262	2305
Normal(0, 20)	2487	2368	2425
<b>DEMAND :</b>			
Constant	2397	2214	2217
Poisson( $\lambda^i$ )	2336	2287	2292
Unif(AVE, 20)	2357	2215	2201
<b>LEAD-TIME :</b>			
2 period	2370	2245	2171
4 period	2336	2287	2292
5 period	2372	2263	2207

## 5.5 CONCLUSIONI ESEMPIO

In questo esempio abbiamo presentato un metodo euristico per la programmazione degli ordini in condizioni di domanda probabilistica, questo metodo è sviluppato per i seguenti casi:

- 1) gli RDC adottano la politica del punto di riordino,
- 2) gli RDC adottano la politica dell'intervallo di ordine fisso.

I risultati mostrati dalla [Figura 17] rivelano che il metodo proposto produce un costo totale inferiore rispetto al metodo DRP tradizionale.

Significa che il metodo euristico può essere adottato in modo efficace nel mercato per far fronte a modelli di domanda probabilistici. Il risultato può essere esteso al caso in cui i sistemi di distribuzione abbiano più di due livelli di distribuzione (come nell'esempio riportato).

## CONCLUSIONE

Lo scopo di questo elaborato è quello di valutare l'efficienza di uno strumento come il DRP utilizzato per la gestione dei processi nella Supply Chain, ed ora, esaminando i vari studi proposti è possibile trarre delle conclusioni.

Partendo da un'analisi dei vantaggi e degli svantaggi che questa tecnica offre, si nota che gli aspetti positivi sono sicuramente maggiori di quelli negativi, anche se questi potrebbero crescere esponenzialmente se non venissero rispettati quelli definiti come i "requisiti fondamentali".

Si comprende quindi che, sicuramente il DRP è un ottimo strumento per effettuare pianificazioni a partire dalla fase distributiva fino a quella di approvvigionamento (attraverso una reazione a catena), ma è anche abbastanza complesso, in quanto richiede delle specifiche di importanza cruciale, come previsioni accurate e processi stabili.

Il mancato raggiungimento di questi due requisiti può generare, come esaminato nel capitolo 3, degli effetti indesiderati, più o meno gravi a seconda dell'entità di errore di previsione o dal tempo di bloccaggio.

Un aspetto da non sottovalutare, nell'uso del DRP ma anche per qualsiasi altro approccio, è il livello di formazione dei dipendenti, ed in particolar modo la gestione del rapporto tra i lavoratori, che può realmente fare la differenza nell'affrontare i problemi sopra elencati.

Difatti questi aspetti assumono importanza non tanto nei periodi positivi, quando le previsioni sono accurate e gli impianti funzionano perfettamente, ma in quelli di difficoltà, quando l'elevata preparazione dei dipendenti e il sincronismo creatosi permette di rendere un periodo meno complicato di quello che è realmente e soprattutto di superarli il prima possibile.

Attraverso un esempio è stato esaminato come in caso di domande probabilistiche, dove si ha difficoltà nel considerare variazioni del livello di inventario durante il lead time, è possibile utilizzare un metodo euristico che semplifica i calcoli. Inoltre questo metodo, come mostrato dai risultati dell'analisi di sensitività dell'esempio proposto [Figura 17], risulta anche più efficiente del tradizionale.

Per concludere, dopo aver confrontato le prestazioni del DRP con altre tecniche di pianificazione [Figura 9] è possibile affermare che, per aziende ad assetto "non semplice", avente a disposizione strumenti funzionanti e possibilmente tecnologicamente avanzati, ed un personale preparato e coordinato in maniera seria, il Distribution Requirements Planning è un ottimo strumento di programmazione e gestione sia della fase di distribuzione, sia dell'intera Supply Chain.

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: struttura ad albero a 3 livelli.....	11
Figura 2: tabella DRP per i parametri sopra definiti.....	12
Figura 3: percentuale di distribuzione tra i vari nodi della Supply Chain.....	14
Figura 4: principio di funzionamento del network .....	16
Figura 5: connessione tra gli anelli della Supply Chain .....	17
Figura 6: struttura aziendale ad assetto a due livelli.....	20
Figura 7:esempio numerico di struttura aziendale con assetto a due livelli .....	23
Figura 8: tabella DRP per struttura e dati sopra definiti .....	23
Figura 9: confronto tra i metodi di pianificazione .....	24
Figura 10: andamento domanda rigida ed elastica.....	28
Figura 11: elasticità della domanda in funzione del coefficiente .....	29
Figura 12: giacenza in funzione del tempo con l'identificazione dello stock-out.....	35
Figura 13: curva del costo totale in funzione della quantità del lotto.....	37
Figura 14: evoluzione del livello di giacenza nel CDC e nei RDC .....	46
Figura 15: costo e lead time per ciascun centro .....	50
Figura 16: andamento domanda per ciascun centro .....	50
Figura 17: risultati analisi di sensitività.....	51

## SITOGRAFIA

- [https://learn.univpm.it/pluginfile.php/794754/mod\\_resource/content/1/10%20-%20Mezzi%20logistici%20nell%E2%80%99assemblaggio%20automatico\\_rev\\_2019-2020.pdf](https://learn.univpm.it/pluginfile.php/794754/mod_resource/content/1/10%20-%20Mezzi%20logistici%20nell%E2%80%99assemblaggio%20automatico_rev_2019-2020.pdf)
- [https://learn.univpm.it/pluginfile.php/794754/mod\\_resource/content/1/10%20-%20Mezzi%20logistici%20nell%E2%80%99assemblaggio%20automatico\\_rev\\_2019-2020.pdf](https://learn.univpm.it/pluginfile.php/794754/mod_resource/content/1/10%20-%20Mezzi%20logistici%20nell%E2%80%99assemblaggio%20automatico_rev_2019-2020.pdf)
- [https://learn.univpm.it/pluginfile.php/794764/mod\\_resource/content/1/17%20-%20Le%20tecniche%20di%20gestione%20a%20fabbisogno.pdf](https://learn.univpm.it/pluginfile.php/794764/mod_resource/content/1/17%20-%20Le%20tecniche%20di%20gestione%20a%20fabbisogno.pdf)
- [https://learn.univpm.it/pluginfile.php/794765/mod\\_resource/content/1/18%20-%20Sistemi%20produttivi%20just%20in%20time.pdf](https://learn.univpm.it/pluginfile.php/794765/mod_resource/content/1/18%20-%20Sistemi%20produttivi%20just%20in%20time.pdf)
- [https://learn.univpm.it/pluginfile.php/723784/mod\\_resource/content/0/2\\_Gestione%20delle%20scorte%202022-23.pdf](https://learn.univpm.it/pluginfile.php/723784/mod_resource/content/0/2_Gestione%20delle%20scorte%202022-23.pdf)
- [https://learn.univpm.it/pluginfile.php/732778/mod\\_resource/content/0/3\\_Gestione%20della%20domanda%202022-23.pdf](https://learn.univpm.it/pluginfile.php/732778/mod_resource/content/0/3_Gestione%20della%20domanda%202022-23.pdf)
- <https://www.sciencedirect.com/>
- <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/distribution-requirements-planning-DRP#:~:text=DRP%20ideally%20combines%20the%20service,fulfillment%20performance%20with%20minimal%20inventory>
- <https://www.geeksforgeeks.org/distribution-requirement-planning-drp/>

- [https://www.insidemarketing.it/glossario/definizione/supply-chain/#:~:text=Supply%20chain%20management%20\(SCM\),nel%20rapporto%20con%20il%20consumatore.](https://www.insidemarketing.it/glossario/definizione/supply-chain/#:~:text=Supply%20chain%20management%20(SCM),nel%20rapporto%20con%20il%20consumatore.)
- <https://www.planettogether.com/blog/distribution-requirements-planning-in-supply-chain>
- <https://my.liuc.it/MatSup/2007/Y74016/Sistemi%20SCM.pdf>
- <https://www.digital4.biz/supply-chain/gestione-del-magazzino-cosa-e-come-gestirla/>
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Previsionedelladomandanellacatenadidistribuzione>
- <https://tecnicodiproduzione.wordpress.com/2017/02/07/previsioni-domanda-errate-tuttavia/>
- <https://www.mecalux.it/blog/buffer-magazzino>
- <https://www.businesscoachingitalia.com/idee-per-migliorare-produzione-aziendale/>
- [https://my.liuc.it/MatSup/2006/Y71015/GP1\\_Scorte.pdf](https://my.liuc.it/MatSup/2006/Y71015/GP1_Scorte.pdf)
- [https://www.okpedia.it/domanda\\_di\\_mercato](https://www.okpedia.it/domanda_di_mercato)
- [https://www.okpedia.it/elasticita\\_domanda](https://www.okpedia.it/elasticita_domanda)
- <https://www.sedapta.com/it/soluzioni/sales-operation-planning/distribution-requirements-planning-drp/>