NUMERO: 693

DATA: 07/10/2013

A P P U N T I

STUDENTE: Lavagno

MATERIA: Logistica di Distribuzione
Prof. Zotteri

- introduzione
- elementi di progettazione reti
- previsione della domanda
- gestione delle scorte
  - → monolivello in condizione di certezza (tipo EOQ)
  - → monolivello domanda incerta
  - → multilivello

---

si supponga un'azienda che produce:

• COMPUTER	Green Bay	300 $	5 lbs.
TV+MONITOR	Indianapolis	400 $	10 lbs.
CONSOLE	Denver	100 $	30 lbs.

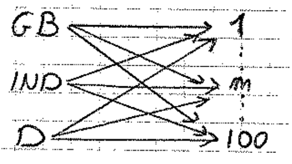
- portata x trucks = 30000 lbs.
- 100 negozi ≃ distanti 10^3 mile da sorgenti
  - ↳ domande
    - 10 computer /day
    - 10 monitor /d
    - 10 TV /d
    - 10 console /d
- costo di mantenimento capitale h% = 0,06%/day ⇒ 250 d/year = h%/year = 15%
- distanze:

	GB	IND	D
GB		400	1100
IND			1100
D			

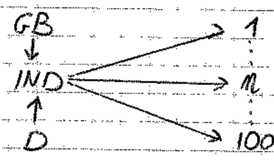
costo trasporto 1 $/mile

utilizzando la strategia FTL (FULL TRUCK LOAD), con 2 varianti:

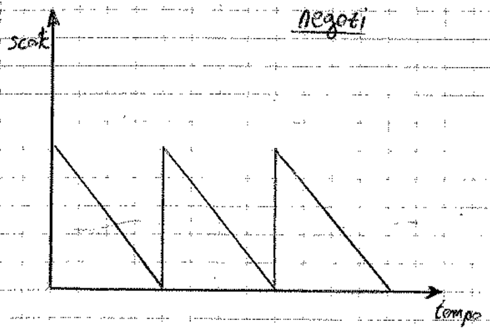
① - consegne dirette:

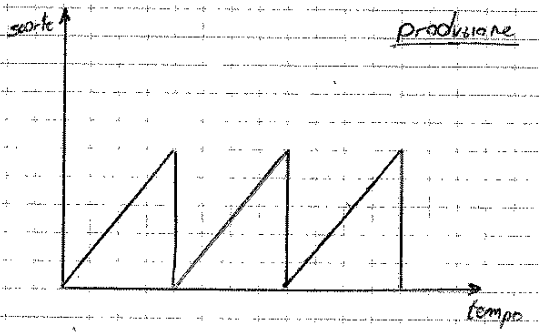


② - consolidamento del trasporto



la variante ② avrà magazzini più piccoli nei negozi, ma un magazzino grande a Indianapolis e ci fa compiere più strade rispetto che alla variante ①.





FTL. 2

$C_{trasporto}$:

computer $\left(\frac{10 \cdot 100 \cdot 5 \cdot 250}{30000}\right) \cdot 600 \cdot 1 = 16{,}7$ K\$/year

console $\left(\frac{10 \cdot 100 \cdot 30 \cdot 250}{30000}\right) \cdot 1100 \cdot 1 = 275$ K\$/year

ogni negozio richiede all'anno: $(5\ lbs/u \cdot 10\ u/g \cdot 250\ g/y) + (10\ lbs/u \cdot 20\ u/g \cdot 250\ g/y) + (30\ lbs/u \cdot 10\ u/g \cdot 250\ g/y) = 137500\ lbs/y$

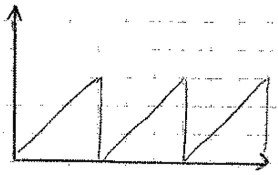
$\Rightarrow \left(\frac{137500}{30000} \cdot 100\right) \cdot 1000 \cdot 1 = 458$ K\$/y

~~Potremmo anche decidere spostare~~ il calcolo considerando che le quantità diverse nelle delle 3 u/g è comunque uguale in entrata e uscita.

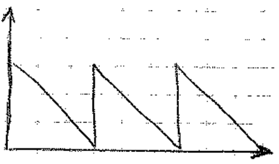
$\Rightarrow$ $\underline{C_{TRASPORTO\ TOT}} = 458 + 16{,}7 + 275 = 750$ K\$/y

C_{scorte}:

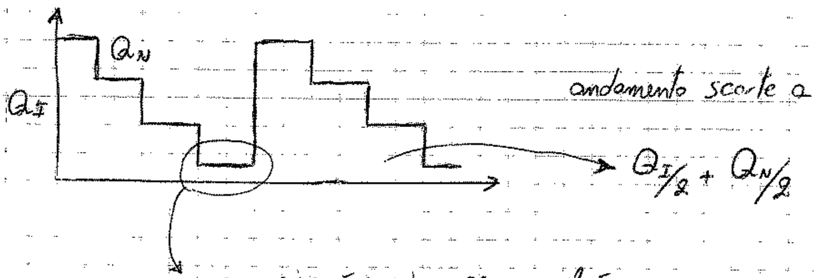
bisogna considerare 3 tipi di scorte diverse: scorte a valle ~~in~~ in uscita dal sistema produttivo (GB e D), le scorte nel magazzino di Indianapolis e le scorte nei negozi.



questo è l'andamento delle scorte a GB+D



andamento delle scorte nei negozi, con la differenza rispetto alle scorte a GB+D che hanno prodotti misti, quindi quantità di ogni prodotto inferiore



andamento scorte a Indianapolis, vi è un'entrata a lotti e un'uscita a lotti

non arriverà mai a zero perché vi è un resto del rapporto Q_I/Q_N. Di questo resto si può sicuramente dire che sarà minore di Q_N (lotti in uscita). Si vedrà che questo non è più vero se si sceglie in modo opportuno Q_I e Q_N in modo che Q_I multiplo di Q_N

LTFL 1

Applicando l'approccio del lotto economico, determiniamo la funzione di costo totale rispetto alla quantità trasportata.

domanda annua x un negozio

$$C_{TOT} = \frac{\text{domanda} \times 250}{Q_{GB}} \cdot A \cdot 100 + \frac{Q_{GB}}{2} \cdot h\% \cdot \text{costo PC} \cdot 101$$

\# viaggi per PC per un negozio

quantità trasportata

costo di un viaggio

giacenza media in pezzi ricevendo lotti di grandezza Q_{GB}

derivando rispetto Q_{GB}

$$Q^*_{GB} = \sqrt{\frac{2Ad \cdot 100 \cdot 250}{h\% \cdot \text{costo} \cdot 101}}$$

$$\Rightarrow Q^*_{GB} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 250}{0{,}15 \cdot 101 \cdot 300}} = 331{,}68$$

$$\Rightarrow \text{inserendo } Q^*_{GB} \text{ in } C_{TOT\,GB} = \underbrace{\frac{10 \cdot 250}{331{,}68} \cdot 1000 \cdot 100}_{C_{TRSP\,GB} = 753{,}7\ \mathrm{K\$/y}} + \underbrace{\frac{331{,}68}{2}\ 0{,}15 \cdot 300 \cdot 101}_{C_{scorte\,GB} = 753{,}7\ \mathrm{K\$/y}} =$$

con passaggi analoghi si individuano anche i costi per Indianapolis e Denver:

	Q^*	C_{TRASP}	C_{SCORTE}
GB	331,68	753,7 K\$/y	753,7 K\$/y
IND	606,21	1,23 M\$/y	1,23 M\$/y
D	576,68	435 K\$/y	435 K\$/y
TOT		2,61 M\$/y	2,61 M\$/y

⇒ 6,82 M\$/y

* spendo di meno a trasportare i [illegible], più pesanti, perché costa meno

⇒ per l'azienda è conveniente trasportare ora! la logica LTFL avrà costi di trasporto sicuramente più elevati, ma controbilanciati da costi per le scorte ridotti poiché il tempo di giacenza nei magazzini per ogni pezzo è molto inferiore.

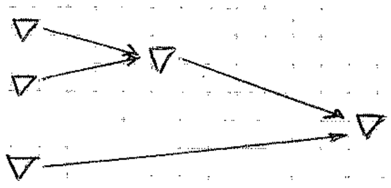
$$Q^*_{BUNDLE} = \sqrt{\frac{2A(d\cdot 10\cdot 250)}{\text{costo bundle}\cdot h\%}\cdot\frac{100}{101}} = 165,8$$

$$\Rightarrow C_{TOT\ IND} = 1000\cdot\frac{10\cdot 250}{165,8}\cdot 100 + \frac{165,8}{2}\cdot 1200\cdot 0,15\cdot 101 = 3\ M\$/y$$

CONCLUSIONE: appare quindi evidente che la soluzione più economica sia LTFL 2. Non è sempre vero, quindi, che un magazzino intermedio non serve; non è sempre vero che sia meglio far viaggiare i camion pieni; non è sempre vero che far viaggiare i camion per più chilometri sia svantaggioso: magazzini intermedi, camion semivuoti, viaggi per più km sono elementi che possono creare valore.

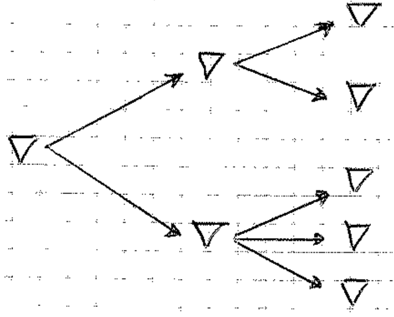
* * *

RETI DI MAGAZZINI:



rete convergente (ogni magazzino ha uno e un solo magazzino cliente ma può avere più magazzini fornitori). Tipologia tipica dell'assemblaggio.

struttura lineare (ciascuna stazione invia a una stazione a valle e riceve da una stazione a monte)



struttura divergente (riceve al più da un magazzino, ma può servire più magazzini)

non ci occuperemo di quello che accade all'interno del magazzino, ma studieremo solo le reti di flusso che vi sono tra i magazzini.

l'magazzino deve essere considerato esclusivamente come costo fisso? Sì, dopo averlo costruito è un osto fisso, ma non lo è invece in fase di progetto, poiché il costo di costruzione è in funzione delle ostre decisioni.

isogna inoltre tener conto che alcuni costi fissi possono essere variabilizzati, ad esempio omite la terziarizzazione dell'attività in questione (ovvero porte la paga come costo fisso, un'ulteriore orte solo in seguito se effettivamente si è sfruttato del servizio)?

costi si differenziano in:

COSTI D'ORDINAZIONE; costi legati a emissione e ricevimento dell'ordine. L'ordine comporta un costo in termini di tempo e denaro. A questa voce corrispondono tutti quei costi fissi relativi all'attività dell'inoltrare l'ordine.

COSTI D'ACQUISTO; prezzo che paghiamo per i nostri prodotti (prezzo · quantità)

COSTI DI MANTENIMENTO SCORTE; costo legato alle scorte di magazzino. Tali costi sono dovuti all'immobilizzo di capitale che conseguentemente comporta un'investimento di capitale. A questa voce si elencano i costi finanziari (dipendenti dal tasso di finanziamento e la quantità del finanziamento), stoccaggio (costi dipendenti dal volume della merce in magazzino), deprezzamento del valore (dovuto al deperimento di alcuni tipi di merce).

COSTI DI SERVIZIO; corrisponde al costo di stockout, ovvero il costo della mancanza del prodotto. esempio. quanto mi costa a me supermercato se non ho più acqua Vera (acqua semplicissima) ma dispongo di altre marche? E quanto mi costerebbe se avessi finito invece la Nutella, non facilmente sostituibile al cliente con altre marche? È una grandezza difficilmente quantificabile. Ci sono casi, come per l'acqua, che tale costo è pari a zero, altri casi che possono invece comportare la perdita definitiva del cliente.

STRATEGIA OPERATIVA D'AZIENDA

Aziende diverse possono dare pesi diversi a quelli che sono i fattori competitivi visti. esempi:

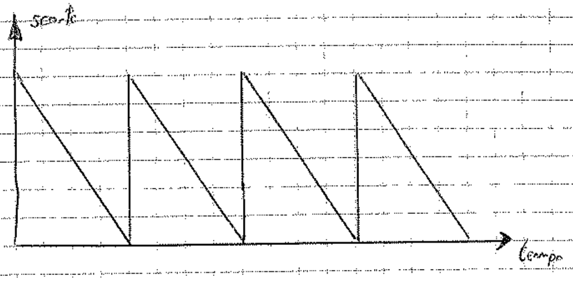
= azienda; ≠ settori

esempio classico del supermercato; importanza considerazione della sostituibilità del prodotto (vd. sopra)

≠ azienda; ≠ settori

esempio: "macine" esselunga v.s. "macine" molinobianco

$$C_{TOT} = \underbrace{A\cdot\frac{d}{Q}}_{\text{costi di ordinazione}} + \underbrace{h\cdot\frac{Q}{2}}_{\text{costo di mantenimento}} + \underbrace{c\cdot d}_{\text{costo di acquisto}}$$



Nel caso dell'EOQ l'accumulo di scorte svolge la funzione di ridurre i costi di ordinazione A; derivando la funzione di costi totali:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2Ad}{h}} \Rightarrow C^*_{TOT} = \sqrt{2Adh} + c\cdot d$$

Ovviamente avere tali scorte comporterà dei costi, che possono essere giustificati fino ad un determinato livello oltre il quale tali scorte avranno un costo tale da non poter essere più tollerato.

● SCORTE SPECULATIVE

sono quelle scorte che le aziende tengono per approfittare di alcune condizioni di mercato. L'azienda ritiene di comprare una determinata materia prima, per esempio, in determinati periodi più opportuni. esempio:

Lavazza = essa ha una domanda stagionale (in questo il suo prodotto non è influenzato da stagionalità, ecc...); questo ci farebbe pensare che Lavazza abbia poche scorte. In realtà non è così poiché, essendo il caffè soggetto a fluttuazioni di costo, vuole decidere quando comprarlo, evitando appunto di trovarsi nel bisogno di acquistare ad un prezzo eccessivo. La scorta è speculativa in quanto non ha alcuna funzione logistica ma essa ha solo la funzione di permettere all'azienda di scegliere le condizioni d'acquisto in base al momento in cui compra.
Essa ha anche una funzione di copertura, in quanto compra in un determinato periodo tutto il caffè per i mesi a seguire attraverso un contratto in modo da fissare un prezzo oggi per allora, evitando il rischio delle fluttuazioni del prezzo.

● SCORTE IN-TRANSIT o PIPELINE

sono le scorte che giacciono nel nostro sistema a causa dell'esistenza di un tempo di trasferimento delle merci da un magazzino ad un altro. Esse sono date dal prodotto:
tempo di trasferimento × volumi di vendita media

esempio:
azienda vende 12.000 gessi all'anno (1000 ogni mese) che importa dalla Cina (1 mese di trasporto). Avremo quindi scorte in transit di 1000 gessi al mese (⇒ scorta media 1000 gessi al mese).
Supponiamo ora di acquistare tutti i 12000 a gennaio (⇒ avrò nuovamente una scorta media di 1000 pz,
⇒ questo tipo di scorte NON DIPENDE DALLA LOTTIZZAZIONE ma SOLO DA V·T

Per definire R in questo scenario di incertezza è necessario definire un SERVICE LEVEL, ovvero definire quanti clienti insoddisfatti posso permettermi di avere

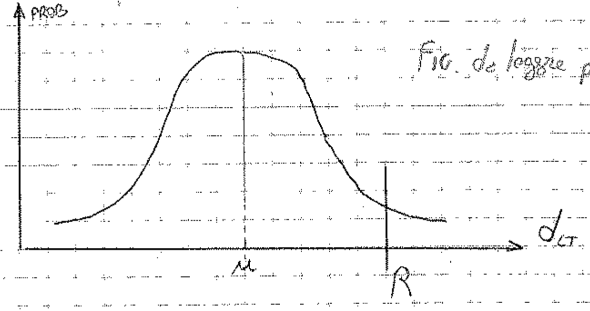


Fig. da leggere per pag 16 libro

supponendo α = prob di stockout = 5%
⇒ service level = 95%

media, deviazione standard

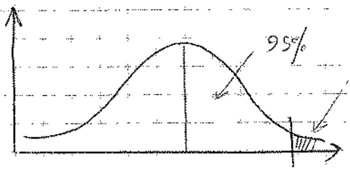
$$N(0,1) = \frac{d_{LT} - \bar{d}_{LT}}{\sigma_{d_{LT}}}$$

si riporta questo caso a una distribuzione normale standard in modo da ricavare dalla tabelle il valore del quantile $z_{1-\alpha}$:

$$\mathbb{P}(N < z) = 95\%$$

$$\mathbb{P}(d < \bar{d}_{LT} + z_{1-\alpha}\sigma_{d_{LT}}) = 95\%$$

NB: avendo supposto il service level pari a 95%



$$\Rightarrow R = \bar{d}_{LT} + \underbrace{z_{1-\alpha} \cdot \sigma_{d_{LT}}}_{\text{scorte di sicurezza}}$$

(vd. teoria di statistica)

Supponiamo di prendere in considerazione un'azienda che lavora in ASSEMBLE-TO-ORDER, ovvero prima si decide quali componenti produrre, poi osservo la domanda, e in base a quest'ultima decido cosa fare dei componenti e quelli inutilizzati si buttano via.

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	1	1	1	0	0
A_2	1	1	0	1	0
A_3	1	1	0	0	1

G_{ij}

	M_1	M_2	M_3	costo
C_1	1	2	1	20
C_2	1	2	2	30
C_3	2	2	0	10
C_4	1	2	0	10
C_5	3	2	0	10
capacità	800	700	600	

T_{im} = tempo del comp. i su m

c_i = costo del componente i

L_m = capacità macchina m

	S_1	S_2	S_3	$\bar{d}$	prezzo
A_1	100	50	120	90	80
A_2	50	25	60	45	70
A_3	100	110	60	90	90

d_j^s

$\bar{d}_j$ domanda

P_j = prezzo prodotto finito

VARIBILI:

X_i = qnta componente i-esimo

y_j = qnta prodotto finito j-esimo vendu profitto di questo scenario => 2885 < 3233,33 !

Questo perché il modello precedente aveva una struttura del problema semplificata, e ov che in una realtà certa si faccia più profitto che nell'incertezza. Il modello visto ora è un modello più vero.

Ma qual'è la soluzione effettivamente migliore? Per comparare realmente le due soluzioni devo valutare il profitto atteso del primo modello (quello deterministico), applicando la sua soluzione ai vari scenari:

=> fissando $\sum_i x_i c_i = 7000,2$ (costo dei componenti)

ricavo I scenario = $26,67 \cdot 80 + 90 \cdot 90 = 10233$ => $\theta = 3233$

ricavo II scenario = $26,67 \cdot 80 + 90 \cdot 90 = 10233$ => $\theta = 3233$ => $E(\theta) = 233$

ricavo III scenario = $26,67 \cdot 80 + 60 \cdot 90 = 7533,6$ => $\theta = 533$

=> il profitto atteso del modello stocastico è migliore del profitto atteso del modello deterministico.

OSSERVAZIONI:

- andando a confrontare le soluzioni numeriche dei due modelli, noto che il valore ottimo per le componenti generiche non varia di molto ($116,67 \simeq 115,71$), mentre di molto variano i valori delle quantità ottime per le componenti specifiche. => sulle componenti specifiche avrò molta più incertezza che se non sulle componenti generiche. quindi??? manca ...
- bisogna tener conto comunque che sebbene l'esempio presente testimoni che i valori del primo modello portano a un profitto inferiore, ciò non ci porta a concludere che il secondo modello sia sicuramente una buona soluzione, in quanto il decisore può essere indifferente all'incert (per esempio può interessargli solo un profitto medio ...... manca
- È possibile che un'azienda si trovi di fronte solo 3 possibili scenari anche così ben determinati (o che se nello scenario 2 mi si chiede $50 y_1 \Rightarrow 25 y_2 \Rightarrow 110 y_3$)? Questo suddividere in vari scenari è un tentativo di tener conto dell'incertezza della domanda rappresentandola in un modello computazion È ovvio che più scenari si tengono conto, più il modello sarà realistico, sebbene ne cresce la difficoltà.
- per fronteggiare l'incertezza di eventi imprevisti, molte aziende tendono a posticipare il momento di prendere decisioni (tanto più ci si trova in casi di incertezza, tanto più si tende a posticipare). Esem

Le aziende tessili hanno la tendenza a spedire direttamente ai negozi quanto prodotto FIG 1 senza valutare l'incertezza della distribuzione della domanda ai negozi (avendo però meno spese di movimentazione), correndo così il rischio di avere negozi in cui la domanda è elevata sprovvisti del

INFO & DECISION RIGHTS

Per capire una filiera bisogna tener conto anche dei flussi di informazione che la attraversano e che supportano i processi decisionali. Bisogna capire chi può decidere cosa e quali informazioni ha chi può decidere.

Sebbene due filiere possano apparire fisicamente uguali, in realtà possono essere logicamente diverse; per esempio in FIG. 1 il gestore di ogni magazzino è in possesso di informazioni che riguardano esclusivamente il suo magazzino senza considerare il resto del network (per esempio se il suo magazzino è a corto di scorte invierà un'ordine non curante magari che i negozi a valle h i magazzini pieni di quel prodotto); oppure può esservi il caso in cui vi è uno che decide per tutta la rete logistica FIG. 2

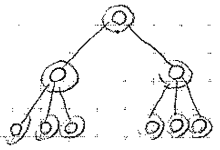


FIG. 1

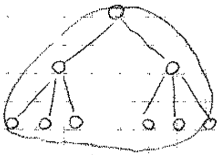


FIG. 2

La trasmissione dell'informazione è facile (mezzi informatici), è qualità dell'informazione ad essere un problema. Per esempio non è così facile sapere esattamente per un'azienda produttrice di yogurt quanti pezzi sono esposti sullo scaffale. Il prodotto può essere reso invendibile ancora prima di essere acquistato (danneggiamenti), in questo caso il prodotto compare ancora come invendu ma effettivamente ha già perso tutto il suo valore commerciale. Il prodotto può essere rubato dallo scaffale. Oppure ancora, la cassiera può battere x10 yogurt alla mela, ma in realtà ne ho acquistati 3 al kiwi.

Altro aspetto importante che riguarda le informazioni in azienda è il decision rights, ovvero a chi spetta il diritto di prendere decisioni. Esempio particolare è quello del VMI (vendor managed inventory) dove il cliente mette a disposizione del fornitore i dati sullo stato del magazzino e sulle previsioni di vendita. Il fornitore, mediante questi dati, e con un piano precedent concordato, si occupa di gestire le scorte del cliente. Questo sistema sfrutta il fatto che la posizione che occupa il fornitore gli permette di conoscere meglio la capacità produttiva e i tempi della sua esecuzione, e dunque è in grado di gestire meglio le scorte rispetto al cliente. Un esempio di tale sistema è Procter & Gamble:

P&G è un'azienda produttrice di prodotti per la pulizia della persona e della casa. Si presen al cliente con nomi diversi in base al settore. Essa prende accordi con i suoi retailers p gestire direttamente i loro magazzini centrali decidendo cosa e quanto inviare. P&G viene però pagata solo quando il pezzo esce dal magazzino del cliente, non avviene invece quando viene inviato da P&G al magazzino del retailer. I vantaggi sono quelli sopra spiegati.

PPROCI DECISIONALI

ontrapposizione sistemi PULL/PUSH: nella logica push, a fronte di un bisogno, inizio un'attività oggi per domani; a fronte di un piano ritengo che oggi sia necessario produrre alberi motore perché domani è prevista la vendita di auto. Il sistema push si basa quindi su una previsione di domanda tipicamente ricondotta all'approccio MRP.

Per quanto riguarda la logica pull, una richiesta a valle "accende un'autorizzazione" a produrre negli stati precedenti; tipico esempio è il sistema Kanban. Si basa quindi su una domanda vera.

1AKE TO STOCK/MAKE TO ORDER: come non esistono sistemi pull o push "puri" (ad esempio nella produzione auto a livello di prodotto finito si segue una logica push poiché si segue un MPS, ma a livello di assemblaggio vi è una logica pull), così non vi è un sistema completamente make to stock - make to order. Si viene a creare un "punto di disaccoppiamento" (order decoupling point). Esempio del ristorante: la pasta viene già cotta e poi condita in base all'ordine del cliente. Vi sono poi casi in cui nello stesso ristorante, per alcuni ordini speciali il punto di disaccoppiamento viene spostato, per esempio per l'aragosta sarà necessario un ordine telefonico. Viene spostata la barriera.

$$\Rightarrow \boxed{\sqrt{2Ah}\sum_i^n\sqrt{d_i} + h\cdot z_{1-\alpha}\sum_i^n \sigma_i}$$ ①

2) <u>avere un magazzino centrale</u>

la domanda del magazzino è la somma delle domande dei negozi:

$$E(d_{TOT}) = \sum_i^n d_i$$

valore atteso della domanda tot

$$\Rightarrow Q_{mag\ centrale} = \sqrt{\frac{2AE(d_{TOT})}{h}} = \sqrt{\frac{2A\sum_i^n d_i}{h}}$$

quindi andando a dedurre il costo totale:

$$C_{TOT} = \sqrt{2Ah\cdot\sum_i^n d_i} + \dots$$

$$\Rightarrow \sqrt{2Ah}\cdot\sqrt{\sum_i^n d_i} + \dots$$

$$\Downarrow$$

in che modo vado a calcolare σ_{TOT}? considerando che:

$$\sigma_{1+2}^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2\rho_{12}\sigma_1\sigma_2$$ correlazione tra 1 e 2

$$\Rightarrow \sigma_{TOT}^2 = \sum_i^n \sigma_i^2 + \rho_{ij}\sum_{ij}\sigma_i\sigma_j$$

$$\Rightarrow \text{se } \rho_{ij} = 0 \quad ; \quad \sigma_{TOT}^2 = \sum_i^n \sigma_i^2 \quad \Rightarrow \sigma_{TOT} = \sqrt{\sum_i^n \sigma_i^2}$$

quindi:

$$\Rightarrow \quad SS = z_{1-\alpha}\cdot\sqrt{\sum_i^n \sigma_i^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{C_{TOT} = \sqrt{2Ah}\cdot\sqrt{\sum_i^n d_i} + h\cdot z_{1-\alpha}\cdot\sqrt{\sum_i^n \sigma_i^2}}$$ ②

A questo punto, vogliamo sapere tra ① e ② qual è la migliore?

- confronto della prima parte:

$$\sum_i^n \sqrt{d_i} \overset{?}{\gtrless} \sqrt{\sum_i d_i}$$; elevando al quadrato:

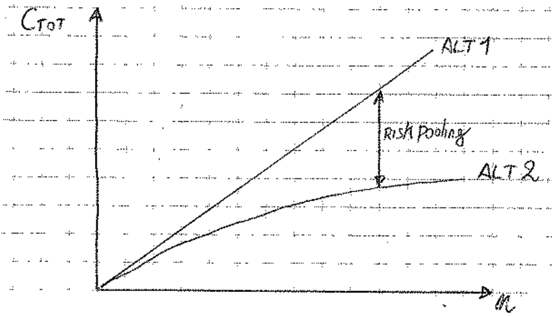
$$\Rightarrow \sum_i^n d_i + \sum_{ij} 2\sqrt{d_i}\sqrt{d_j} \overset{!}{>} \sum_i d_i$$

I vantaggi del risk pooling dipendono anche dal numero di negozi n? Cioè è più vantaggioso aver un magazzino centrale quando si hanno due negozi, o più? Il vantaggio dipende dal numero di negozi, quanti più se ne hanno tanto più è alta la probabilità che le loro domande si compensino

supponendo $\sigma_i = \sigma \ \forall i$

ALT1) $h \cdot z \cdot n\sigma$

ALT2) $hz\sqrt{n\sigma^2} = h \cdot z \cdot \sigma\sqrt{n}$



⇒ il Risk Pooling dipende quindi da:

- #. di negozi
- correlazione
- comparabilità tra i negozi

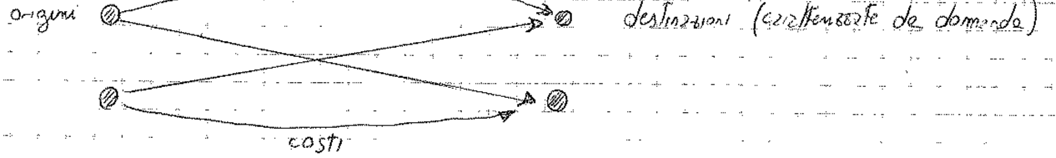
Perché se si vuole mantenere un livello di servizio alto è molto vantaggioso un magazzino centrale? Perché p
il livello di servizio cambia z; mettendo per esempio $z = 0$, si annullano i vantaggi del risk pooling. Se invece mettessi una z molto grande la differenza di incertezza tra l'avere e il non avere un magazzino centrale aumenterebbe.

Il modello che abbiamo ora analizzato è molto approssimato, poiché abbiamo trascurato tutti quei fattori svantaggiosi legati all'avere un magazzino centrale (costi di trasporto, tempi, ...); questo modello altresì evidenzia i vantaggi dell'avere il magazzino centrale.

Possiamo quindi concludere che a cosa serve e quali vantaggi comporti l'avere un magazzino centrale sia stat
spiegato. Occorre ora decidere dove collocare questi magazzini.

NETWORK

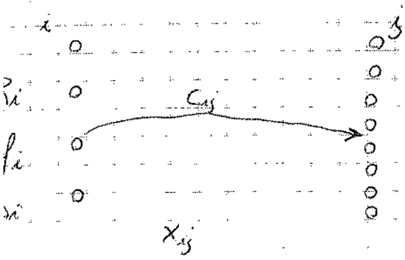
Sono grafi + informazioni. Sono un insieme di nodi connessi da archi.



in questo modello però le x e le y sono completamente separate, i costi di produzione tendono a limitare le x, l'obbiettivo di soddisfare la domanda tende ad accrescere le y. Manca il VINCOLO DI BILANCIO, che lega le x alle y:

$$\sum_i x_{ikl} \geq \sum_j y_{kjl} \quad \forall k, l$$

PLANT LOCATION



PARMETRI:

f_i = costo di apertura del magazzino

y_i = variabile booleana $(0,1)$

NB. cosa va in f_i? essendo p_i e c_{ij} costi all'anno (per unità di tempo) anche f_i dovrà essere costo annuo.

$$\min \sum_{ij} c_{ij} x_{ij} + \sum_i f_i y_i + \sum_{ij} p_i x_{ij}$$

s.t.

$$\sum_i x_{ij} \leq d_j \quad \forall j$$

$$\sum_{ij} x_{ij} \geq y_i R_i \quad \forall i$$

Se io potessi però decidere di tenere aperto il magazzino in certi periodi dell'anno e in altri no, dovrei introdurre il tempo t e una variabile booleana $z_{it} = 1$ se il magazzino è aperto in t, 0 altrimenti, e un costo di mantenimento g_i. f_i ora rappresenta solo il costo di apertura (es. costo acquisto lotto)

$$\min \sum_i f_i y_i + \sum_{ijt} c_{ij} x_{ijt} + \sum_{ijt} p_i x_{ijt} + \sum_{it} g_i z_{it}$$

s.t.

$$\sum_j x_{ijt} \leq R_i z_{it} \quad \forall i$$

$$\sum_j x_{ijt} \geq d_{jt} \quad \forall j$$

$$z_{it} \leq y_i \longrightarrow$$ questo vincolo tiene conto che se non ho comprato il magazzino non posso neppure tenerlo aperto.

Torniamo ora all'esempio iniziale. Prendiamo ora in considerazione la possibilità che vi siano vari scenari di domanda d_j^s con una probabilità π^s. Ciò nonostante devo decidere adesso di aprire il magazzino a fronte di un'incertezza della domanda:

$$\min \sum_i f_i y_i + \sum_s \left(\sum_{ij} c_{ij} x_{ij}^s \right) \pi^s$$

s.t.

$$\sum_j x_{ij}^s \leq R_i \cdot y_i \quad \forall i, s$$

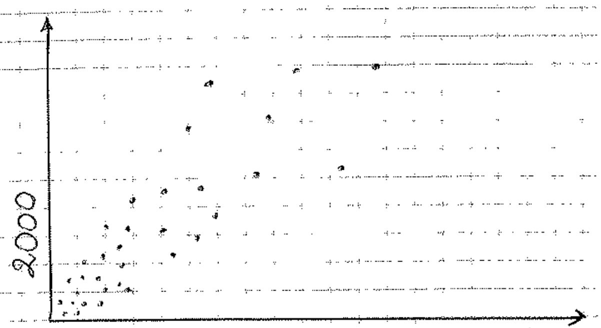
$$\sum_i x_{ij}^s \geq d_j^s \quad \forall j, s$$

BORDERS GROUP, INC.

vantaggi/svantaggi tra logica "clicks" e "bricks"?

CLICKS	VS	BRICKS
• prezzi minori: una più facile comparazione fra il prezzo dello stesso prodotto su vari siti richiede pochi minuti, rispetto al tempo per fare tale paragone negozio per negozio		
		• tempo di consegna: il cliente ha subito tra le mani il prodotto appena dopo l'acquisto. Via on-line necessità di aspettare la consegna.
• accessibilità a clienti diversi		
		• più assistenza al cliente (anche se si sta sviluppando nella logica clicks, ad esempio con rimandi a link più visti o scelte correlate al prodotto che si sta visionando).
		• intrattenimento (bar, poltrone, ...)
• più assortimento: tutta la domanda è convogliata a un magazzino centrale. Si tende a soddisfare una domanda geograficamente più vasta, quindi mi è concesso di tenere anche i prodotti di categoria C, quelli cioè meno richiesti. questo ci permette di avere più assortim. ⇒ doppio vantaggio		
		• acquisto impulsivo (vantaggio che va all'azienda)
		• contatto diretto del cliente col prodotto
• rotazione scorte: avendo una domanda aggregata, avrò meno prodotti che stanno fermi. Questo è testimoniato anche dai dati riportati in EXIBIT 3,4; 5,6; 7,8. Si nota infatti che Borders e B&N, i rivenditori tradizionali, possiedono nei loro magazzini ciò che equivale a 6 mesi di copertura ⇒ cost of goods sold/inventory $\simeq$ 2 (12 mesi/2 = 6) Invece per Amazon.com tale rapporto è notevolmente più elevato, quindi i mesi di copertura di scorte è molto più ridotto, evidenziando quindi la rotazione di scorte più veloce. dietro questo aspetto vi è:		
• previsione della domanda		
• no disordine dovuto al cliente		
• no affitto da pagare	↔	• no problema di visibilità (il sito web necessita di pubblicità per farsi conoscere)
• no accesso al negozio	↔	• no accesso a internet
• no personale in negozio	↔	• no addetti a spedizione

) Quali sono le cause dei PSO e i possibili rimedi?



1999, books in stackage are not in selling floor

Dal grafico si evince che vi è una correlazione tra le due variabili (chi va bene continua ad andare bene anche l'anno successivo, viceversa chi va male continua ad andare male). Vi è quindi un processo operativo che tende a ripetere i risultati.

CAUSE	RIMEDI
clienti	area di raccolta libri, per poi farli ricollocare correttamente dai commessi
backstock area	execution (teoricamente il processo funziona correttamente, ma poi non viene implementato, il personale non ne ha voglia o manca di tempo) → personale dedicato al cliente / magazzino → mappare più dettagliatamente la collocazione del libro (questo potrebbe richiedere più tempo perché il libro deve essere scansito più volte, oppure si supera tale problema con onde radio)
client return	informazione (mappare più in dettaglio, ecc..)
vendor return	abbassare il mese di permanenza (ridurre l'up-to-30days)
furti	

CONCLUSIONI:

- vi è incertezza sul livello scorte: mancanza di controllo, vi è una condizione di "allucinazione" che rende la situazione reale distorta (questo aspetto si riflette su diverse decisioni: scorte (   ), assortimento (   ))
- è necessario focalizzarsi o solo sulla logica bricks, o solo su quella clicks, a causa di problemi di integrazione tra i canali.
- capacità di analisi delle variabili decisive per l'andamento dell'azienda, e quali no ([illegible])
- performance sulla funzione del processo → design (progettazione) → execution (del progetto fatto) bisogna implementare

costo mano d'opera.

$$12\ \$/h \cdot h/y = 12\ \$/h \cdot 8 \cdot 220\ d/y = ?????$$

Perché è meglio preferire una crescita costante, piuttosto che grandi sbalzi? Qual è l'effetto collaterale per un'azienda che ha una grande crescita?

1. se l'azienda cresce, cresce anche il contributo capitale circolante da investire (anticipare?)

gg di dilazione pagamento →

$$\frac{9gg}{250gg} \cdot 15 M\$/y = \underbrace{540 K\$/y}$$

gg/y ↗   ↑ fatturato

esposizione finanziaria del capitale circolante. Se aumentasse il fatturato, questa grandezza anch'essa aumenterebbe di $\Delta\%$

questo dal punto di vista economico.

2. dal punto di vista delle scorte; se da un anno all'altro la mia azienda cresce, anche le mie scorte devono crescere.

$$\text{valore delle scorte: } \quad \overset{t_1}{2M\$} \xrightarrow[\text{stesse quantità}]{\text{compro e vendo esattamente le}} \overset{t_2}{2M\$}$$

$$2M\$ \xrightarrow[\text{le scorte (e il lavoro che) crescono}]{\text{la mia azienda cresce}} 3M\$$$

↳ compro 1M\$ in più; questo Δ, come quello visto prima, deve essere finanziato.

<u>NB</u>: questo valore delle scorte si traduce anche in costi x il mantenimento (per via della natura elettronica del prodotto)

ESCI:

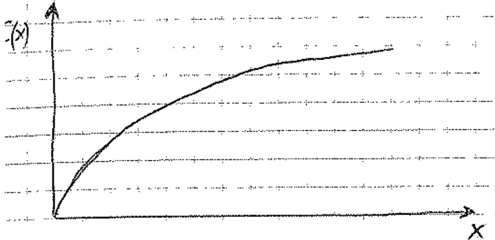
- contatti personali (questa azienda fa una mediazione informativa tra i vari attori a valle, ma tale ruolo è attribuibile grazie alle conoscenze/informazioni (esperienza nel settore) del proprietario; se il proprietario venisse sostituito, l'azienda verrebbe meno)

perché i clienti vengono da ESCI e non da altri? essa contiene le informazioni per trovare il componente di cui si ha bisogno e poi ESCI dà certificazioni garantite; la reputazione dell'azienda è economicamente credibile (essa non ha nessun interesse nell'"imbrogliare" i clienti)

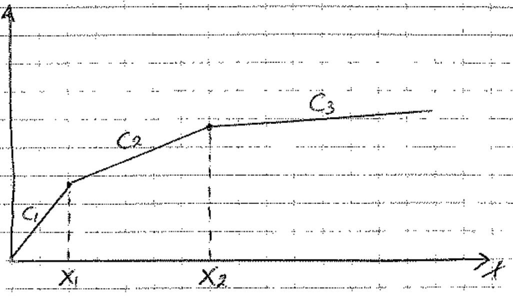
profitto ⇒ 660 K\$/y
scorte ⇒ 1,2 M\$

⇒ il valore delle scorte è davvero ingente rispetto al profitto dell'azienda; bisogna considerare non solo il costo di mantenimento di tali scorte, ma anche il costo dell'obsolescenza, ovvero l'eventuale perdita nel caso le componenti in magazzino non abbiano più alcuna possibilità di impiego.

modelli visti finora sono efficaci per risolvere situazioni i cui costi sono lineari. Cosa accade invece se i costi on fossero lineari?



queste funzione può essere ⇒ linearizzata a tratti ⇒



⇓

rappresentabile come:

$$\Leftarrow f(x) = \begin{cases} C_1 \cdot X & 0 \leq X \leq X_1 \\ C_1 X_1 + C_2(X - X_1) & X_1 \leq X \leq X_2 \\ C_1 X_1 + C_2(X_2 - X_1) + C_3(X - X_2) & X_2 \leq X < \end{cases}$$

bisogna però implementare questo "if-if-if" in un modello e questo non è facile. Bisogna inserire delle variabili z₁, z₂, z₃ che mi dica come mi muovo in questi intervalli.

$$X = \boxed{z_1} + z_2 + z_3$$

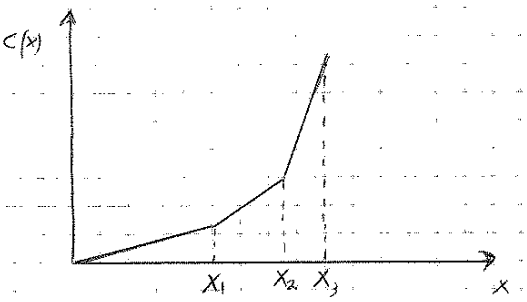
$\boxed{z_1}$ ⟶ indica quante delle prime x (per esempio 1000) unità produco

⇓

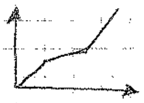
$$\min f(x) = C_1 z_1 + C_2 z_2 + C_3 z_3$$

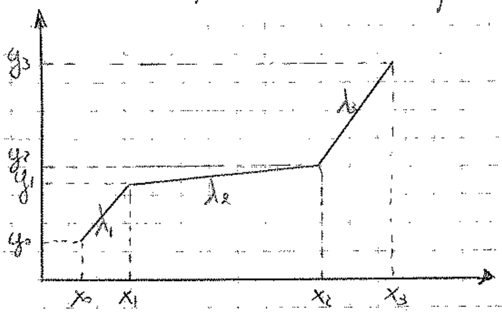
$$X = z_1 + z_2 + z_3$$

ma questa struttura funziona solo se la funzione di costo è del tipo:



questo perché nel caso in cui la funzione di costo avesse l'andamento prima visto, questo modello inizierebbe a produrre da z_3 essendo $C_1 > C_2 > C_3$, in questo caso si inizia a produrre giustamente da z_1 perché $C_1 < C_2 < C_3$.

Quindi rimane il problema di come fare a rappresentare una funzione di costo del tipo iniziale o  ?



i segmenti che formano tale spezzata possono essere descritti come combinazione lineare dei loro punti di inizio e fine introducendo i fattori $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, dove λ è un modo di pesare questi segmenti, con $0 \leq \lambda \leq 1$ (per esempio se $\lambda = 0{,}5$ ci troveremmo esattamente a metà del segmento in analisi)

per esempio il primo segmento della spezzata può essere rappresentato come:

$$\begin{cases} y = \lambda y_0 + (1-\lambda) y_1 \\ x = \lambda x_0 + (1-\lambda) x_1 \end{cases} \quad \text{in generale} \Rightarrow \quad \begin{cases} y = \lambda y_i + (1-\lambda) y_{i+1} \\ x = \lambda x_i + (1-\lambda) x_{i+1} \end{cases}$$

PREVISIONE DELLA DOMANDA

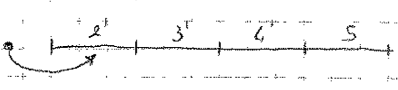
Qualsiasi previsione è affetta da incertezza

Aziende "veloci", nel senso che hanno un tempo di attesa per il cliente molto breve, avranno bisogno di un minor appoggio allo strumento della previsione rispetto invece ad aziende "lente". Ciò nonostante anche per queste aziende deve esserci una certa previsione che porta a produrre certe cose per stock, e altre per ordine (esempio del pizzaiolo, il quale non fa previsioni sul prodotto finito, ma deve comunque prevedere vagamente quante salsicce (per esempio) avere in scorta per la sera. Cambia cioè l'oggetto su cui la previsione deve essere fatta.

La previsione è associata al problema della scelta di algoritmi.
Uno dei punti fondamentali per definire tali algoritmi è la scelta delle variabili come oggetti della nostra previsione. La scelta di queste variabili può differenziarsi in base a:

asse di ragionamento sul tempo

- time bucket = è la granularità con cui andiamo a suddividere il tempo (che è una grandezza continua); è cioè l'unità con la quale vado ad aggregare l'unità di tempo; è una scelta progettuale dell'azienda. La giusta scelta di tale variabile è fondamentale:
  prendiamo per esempio un'azienda che definisce il suo time bucket in decadi di mese. Inoltre si pensi che tale azienda venda il doppio durante il weekend rispetto agli altri giorni. Con questa "lente" di osservazione della domanda, l'azienda percepisce quest'ultima come altamente variabile (infatti in una decade può capitare che finiscano 2 weekend). In realtà la domanda è stazionaria, e la scelta del time bucket sbagliata.
- orizzonte = una volta definito il time bucket, deve essere scelto un orizzonte, cioè una somma di timebucket che vado a considerare più avanti.
- frequenza = ogni quanto vado a rivedere la mia previsione. esempio:



orizzonte di 4 settimane, frequenza di 1 sett. ⇒ ogni settimana andrò a rivedere la previsione per le tot settimane future, aggiornando la previsione fatta in precedenza

se la frequenza coincide con il time bucket, avrò una previsione rolling (caso dell'esempio sopra
Il vantaggio della previsione rolling è che avrò sempre visibilità per il futuro, mentre invece se faccio una previsione con frequenza di 4 settimane, fino alla 4° settimana non avrò alcuna visibilità per la 5° settimana. Lo svantaggio è invece che con una previsione rolling dovrò fare una previsione 4 volte più spesso (e quindi molto più costoso)

- prodotto = quale prodotto, di che colore, taglia, ecc... produrre
- mercato = quale aggregato di mercato ci interessa considerare: un negozio, una città, una nazione, e

) Generazione delle previsione

) Misure dell'errore sulla previsione: una volta fatta la previsione devo vedere quanto sono stato accurato. Le aziende tendono a sottovalutare questo aspetto (seguono la filosofia che ciò che è stato fatto ormai è fatto, oppure non vogliono rapportarsi con numeri negativi). Questo punto è invece molto importante per 3 ragioni:

- miglioramento / fine tuning? = devo misurare un errore per accorgermi che qualcosa sta cambiando nel mercato e quindi poter modellare il mio modello a nuovi scenari
- incentivazione / misura delle persone = misurare le persone porta queste a comportarsi nell'interesse dell'azienda
- decisione delle scorte = più le previsioni sono affidabili, più potrò prendere decisioni migliori sulle scorte.

Un altro problema legato alla misura dell'errore è che le aziende tendono a sovrascrivere i dati di previsione andando a misurare l'errore sull'ultima lettura (trascurando quelle precedenti) e quindi conseguentemente andando a sopravvalutare le mie capacità di previsione.

MISURE DELL'ERRORE DI PREVISIONE

Supponiamo di avere una previsione per la prossima settimana di 1000 pz, ma produco 998 pz; è una buona previsione o meno? Bisogna tener conto del grado di errore (ovvero quanto ci sbagliamo) dando per certo che sicuramente si commette un errore.

Definiamo alcune variabili:

$\boxed{F_t}$ = previsione fatta per il periodo t $\boxed{F_{t,h}}$ = previsione fatta in t per orizzonte h $(t+h)$ $\boxed{y_t}$ = domanda in t

$\boxed{e_t}$ = errore per il periodo $t = y_t - F_t$ (NB: errore positivo corrisponde a una sottostima della domanda, e viceversa)

(Si è supposto un unico prodotto e un unico mercato, ma i concetti che vedremo sono validi anche per gli aggregati di tali parametri)

Una prima approssimazione della qualità del mio errore può essere:

$$\text{BIAS} = \frac{\sum_t^n e_t}{n}$$

= è una media degli errori osservati in un determinato periodo. Gli errori negativi e positivi si compensano. Questo è un indicatore di distorsione (ci indica cioè se si è ottimisti o pessimisti), non indica quanto si è precisi. Questo non è da valutarsi come difetto di tale indicatore, ma come caratteristica.

⇒ può anche scriversi come: $\frac{\sum(y_t - F_t)}{n} = \frac{\sum y_t}{n} - \frac{\sum F_t}{n}$

esempio;

	1	2	3	4	5	6	BIAS	MAD	RMSE
y_t	100	110	90	120	100	80	▨	▨	▨
F_t^1	100	110	90	120	100	80	0	0	
F_t^2	100	100	100	100	100	100	0	10	

nonostante il BIAS sia uguale per entrambe i casi, la prima previsione è certamente meg infatti è identica alla domanda.
Il BIAS rende indistinguibili i due casi, ent in media ci azzeccano ⇒ entrambe le prevision non sono deviate.
Per poter però verificare la precisione delle due previsioni, voglio evitare che gli errori positivi e negativi si cancellino, come accade n nel BIAS. Per far ciò utilizzo valori assoluti e

Andiamo a definire i difetti di questi due metodi; esempio:

	1	2	3	4	5	6	BIAS	MAD	RMSE
y_t	10	11	9	12	10	8	▨	▨	▨
F_t	12	9	11	10	8	10	0	2	2
e_t	-2	+2	-2	+2	+2	-2			

MAPE = 20,3%

							BIAS	MAD	RMSE
y_t	1000	1100	900	1200	1000	800	▨	▨	▨
F_t	1050	1050	950	1150	950	850	0	50	50
e_t	-50	+50	-50	+50	+50	-50			

MAPE = 5,1%

in base ai valori numerici trovati il primo metodo di previsione sembra migliore, ma in realtà nel secondo caso l'errore percentuale nella previsione della domanda è molto inferiore. È quindi necessario introdurre degli indicatori che valutino quest'errore percentuale (cosa che BIAS, RMSE, MAD non fanno):

- $\underline{MAPE} = \sum_t^n \frac{|e_t|}{y_t} \cdot \frac{1}{n}$ (indicatore di accuratezza)

ma applicare il MAPE può risultare non sempre possibile, ovvero quando per qualche periodo $y_t = 0$. Si potrebbe introdurre un MAPE modificato (MAPEM), dove viene diviso l'errore non più per la domanda ma per il forecast $\Rightarrow$ $MAPEM = \sum_t^n \frac{|e_t|}{F_t} \cdot \frac{1}{n}$

Ma MAPEM ha un difetto. esempio:

abbiamo un'azienda con un prodotto a bassa movimentazione e tre possibili scenari di domanda equiproba

y	P(y)	$\|e_t\|$	MAPEM	$\|e_t\|$	MAPEM
0	1/3	1	100%	2	100%
1	1/3	0	0%	1	50%
2	1/3	1	100%	0	0%

$F_t = 1$ $F_t = 2$

66,6% ← valore atteso dell'errore → 50%

(>)

Nel MAPE l'unica leva su cui posso agire è $|e_t|$ mentre nel MAPEM posso agire su due leve: $|e_t|$ e F_t $\Rightarrow$ il MAPEM ci porta a sovradimensionare la domanda su i prodotti a bassa movimentazione in modo da avere un errore atteso (su più scenari) infer

- $\underline{MPE} = \sum_t^n \frac{e_t}{y_t} \cdot \frac{1}{n}$ (indicatore di deviatezza)

Questi due indicatori (di deviatezza/accuratezza) non solo non funzionano quando la domanda $y_t = 0$, ma tendono a non funzionare neppure quando la domanda è prossima a zero.

riprendendo in esame l'esempio (▲) e andando a calcolare U:

$$\left.\begin{array}{l} MAD\%^{Ⓐ} = 4/502 = 0,8\% \\ MAD\%^{Ⓐ}_{naive} = 9/502 = 1,79\% \end{array}\right> 0,8/1,79 = 44,6\%$$

$$\left.\begin{array}{l} MAD\%^{Ⓑ} = 25/540 = 4,6\% \\ MAD\%^{Ⓑ} = 180/540 = 33,3\% \end{array}\right> 4,6/33,3 = 13,8\%$$

(Osservazione: ho un computer che sputa fuori dati e vi è una persona che gli rielabora; ho un'altra situazione ma in un'altro reparto. Quale delle due persone lavora meglio? Se il rapporto errori 1ª persona/errori 2ª persona > 1, allora lavora meglio la persona 2, se rapporto < 1, altrimenti)

Supponiamo di avere un numero (I) di osservazioni della domanda nel passato. Se volessimo confrontare diversi metodi di previsione della domanda dovremmo usare un metodo detto "out of sample" (ovvero uso un pezzo dei dati per capire e osservare come si comporta la domanda, ma durante questo periodo di osservazione non faccio alcuna previsione). Dividiamo quindi I in:

- FIT SAMPLE = parte dei dati che metto da parte per analizzare
- TEST SAMPLE = parte dei dati usati per comprendere la capacità della mia previsione di rappresentare la domanda effettiva. (test sample = fit sample + orizzonte − 1)

Usando un fit sample ampio permetto al sistema di osservare con più precisione l'andamento della domanda, ma accorciando il test sample non ho la garanzia di avere un metodo di previsione migliore (per esempio se di $I = 10$, 9 è per fit sample, 1 è per test sample, non è detto che il metodo migliore sia effettivamente quello indicato; questo può essere più aderente alla domanda effettiva per pura casualità). D'altro canto, comprimendo invece il fit sample, riduco la raccolta di dati.
Un difetto ulteriore di questo metodo di comparazione è che questo predilige metodi di previsione banali rispetto ad altri più complessi. Vi sono infatti metodi di previsione che necessitano di più dati per comprendere l'andamento della domanda, altri invece come il naive che necessitano pochi dati (si basa infatti sul rispecchiare la domanda del periodo $t-1$ in t)

METODI DI PREVISIONE

I metodi di previsione si suddividono in metodi quantitativi e metodi qualitativi

hanno alcuni limiti strutturali poiché hanno di base delle assunzioni sulla domanda (se un modello è pensato per stimare un tasso di crescita lineare della domanda questo funziona solo se la domanda è effettivamente lineare)

i metodi quantitativi non sono soggetti a tali problematiche, inoltre è più facile prevedere un loro errore, mentre l'errore [illegible]

dualmente ai metodi quantitativi, essi sono flessibili all'andamento della domanda, questi sono flessibili tanto quanto la mente umana (esempio prima del 2008 nessun algoritmo avrebbe potuto prevedere una crisi del mercato dei beni di lusso perché non aveva visione della crisi del mercato finanziario). Questi metodi sono soggetti però dei lim

① coerenza = non riproduce gli stessi ris nel tempo
② distorto da incentivi (gli uomini tendono a strumentalizzare la previsione per raggi altri obbiettivi (es. tenere stock alti x soddisfare la domanda)
③ non vi è differenza tra previsione/desiderio

SMORZAMENTO SEMPLICE (vedere bene sul libro pag 88-99)

e ipotesi di fondo su cui si basa questo metodo sono le stesse della media mobile (la domanda ha n andamento stazionario o al più di oscillazioni piccole attorno al valore atteso, e cambia lentamente nel tempo) ambia il meccanismo per andare a definire il livello di previsione della domanda in t:

$$B_t = \alpha y_t + (1-\alpha) B_{t-1} \qquad 0 \leq \alpha \leq 1$$
$$F_{t,h} = B_t \ \forall h$$

dove α è un parametro che determina la reattività del modello. All'aumentare di α sono più reattivo perché attribuisco un peso maggiore alle osservazioni più recenti, al decrescere di α invece dò più importanza alle informazioni vecchie. Se $\alpha = 1$ ci troveremmo di fronte al metodo naive.

Alla generica osservazione di domanda nel periodo $t-i$ viene attribuito un peso pari a $\alpha \cdot (1-\alpha)^i$.

Esempio:

α	$t-4$	$t-3$	$t-2$	$t-1$	t	
0,5	0,03125	0,0625	0,125	0,25	0,5	$\Rightarrow 1 - \sum_0 \alpha(1-\alpha)^i = 1 - 0{,}9687$
0,2	0,08192	0,1024	0,128	0,16	0,2	$\Rightarrow 1 - \sum \alpha(1-\alpha)^i = 1 - 0{,}6723$
0,05	0,0407	0,0429	0,0451	0,0475	0,05	$\Rightarrow 1 - 0{,}2262$

Se avessi infinite osservazioni la somma dei pesi dovrebbe essere uguale a 1 $\left(\sum_0^\infty \alpha(1-\alpha)^i = \alpha \frac{1}{1-(1-\alpha)} = \alpha \frac{1}{\alpha}\right.$ ma se avessi solo poche osservazioni (per esempio solo 20) a chi si deve attribuire il valore $1 - \sum \alpha(1-\alpha)^i$? Questo è il peso che corrisponderà al valore di inizializzazione ⇒ ⇒ tanto più è piccola α e tante più poche osservazioni possiedo, più il peso di inizializzazione avrà influenza.

Bisogna dare un valore di inizializzazione (cioè un valore di partenza) al nostro sistema. Per esempio se avessimo $B_1 = \alpha y_1 + (1-\alpha)\boxed{B_0} \longrightarrow$? che valore dò a B_0? Vi sono varie opzioni:

- $B_0 = 0$. L'effetto collaterale di questo modo di procedere è che viene sicuramente sottostimato il valore di B_0, quindi otterrò una previsione deviata per i primi periodi. Il numero di periodi nel quale la previsione è sottostimata dipende dal valore di α: tanto più α è piccolo tanto più lentamente il sistema tenderà a "dimenticarsi" dell'inizializzazione errata.
- $B_0 = y_1$. Questo modo mi impedisce di verificare se sono stato preciso al primo periodo, infatti è possibile che tale valore, basandosi su una singola osservazione, può discostarsi anche significativamente dal livello medio della domanda. È comunque meglio di scegliere B_0 = zero
- B_0 = media della domanda dei t periodi. Il difetto di tale metodo è che riduce il periodo di "test sample" penalizzando la bontà della stima delle performance.

Ma qual è il valore più opportuno da attribuire a α? Si utilizza il metodo del TRACKING SIGNAL (vedere libro pag. 90)

Per stimare il valore di inizializzazione di T_0 e B_0, avrò bisogno di almeno due osservazioni di domand

$$T_0 = y_2 - y_1 \qquad B_0 = \frac{y_2 - y_1}{2}$$

→ ma questo non ha senso perché vi è anche da considerare il contributo del trend. Bisogna quindi depurare l'effetto del trend:

$$B_0 = \frac{(y_1 - 1 \cdot T_0) + (y_2 - 2T_0)}{2}$$

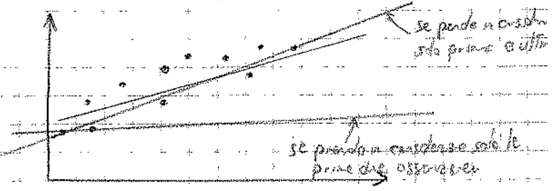
Questo valore di inizializzazione però sarà fortemente influenzato dall'osservazione sui primi due periodi: per esempio può vedere un trend fortemente positivo sulle prime due osservazioni quando in realtà si ha una domanda decrescente, ed essendo il trend influenzato da due fattori di smorzamento, α e β, questo errore iniziale sarà molto lungo da dimenticare.

Perciò spesso si sceglie di utilizzare più periodi per l'inizializzazione. Supponiamo di osservare l periodi

$$T_0 = \frac{\sum_{i=2}^{l} (y_i - y_{i-1})}{l-1} = \text{svolgendo i calcoli} = \frac{y_l - y_1}{l-1}$$

$$B_0 = \frac{\sum_i^l (y_i - i T_0)}{l}$$

prendo cioè in considerazione solo la prima e l'ultima osservazione di domanda. Così facendo non butto via informazioni utili? No vado a definire una stima molto più aderente alla realtà rispetto a prenderne in considerazione sol due iniziali: esempio:



Un altro metodo per inizializzare è sfruttando la regressione lineare. Questa, anziché prendere in considerazione solo la prima e l'ultima osservazione, considera anche tutte le altre osservazioni intermedie.

I limiti di questo metodo, oltre ad essere le debolezze già viste per i metodi previsionali precedenti (trend di crescita/decrescita relativamente costante; andamento della domanda lineare), sono:

- creazione di previsioni negative, soprattutto con un orizzonte di previsione lungo, base di domanda bassa, e trend fortemente negativi.
- se vi è un'inversione di trend, il modello ci metterà un po' a capirlo e quindi si viene a creare un gap tra domanda effettiva e previsione di domanda, tanto più ampio tanto meno sarà reattivo (quindi in dipendenza di α e β) e in relazione all'orizzonte su cui prevedo:

nche in questo caso si ha il problema dell'inizializzazione. Per l'inizializzazione dovrò definire un livello lle domanda B_0, ed s fattori di stagionalità (quindi questo metodo di previsione non potrà essere implementato non sono disponibili informazioni su almeno un'intera stagionalità)

$$B_0 = \frac{\sum_{i}^{s} y_i}{s} \quad ; \quad S_{i-s} = \frac{y_i}{B_0}$$

media delle domande di un'intera stagionalità perché comunque per inizializzare i valori di stagionalità devo prendere sicuramente in considerazione s periodi

rapporto la domanda in ogni s per B_0. Esempio: per ogni mese dell'anno divido la domanda per il valore di B_0

uesto metodo di inizializzazione non è valido perché, per la stagionalità (almeno; infatti per B_0 ho già onsiderato s periodo) il valore di inizializzazione si basa su un'unica osservazione (un gennaio, un febbraio, ecc. uindi supponiamo di prendere in considerazione $l = n \cdot s$ periodi (dove n # intero) $\Rightarrow$ l è multiplo ntero di s:

$$B_0 = \frac{\sum_{i=1}^{l} y_i}{l}$$

quanti anni prendo in considerazione

$$S_{i-s} = \frac{\sum_{k=0}^{(l/s)-1} y_{i+ks}}{B_0 \cdot l/s} \qquad i = 1, \ldots, s$$

limiti di tale metodo di smorzamento vd. pag 109)

ESEMPIO:

	week1	week2	week3	week4	week5
T	46	57	23	36	29
W	37	43	24	35	34
T	19	35	34	43	38
F	50	50	60	50	52
S	66	79	92	63	72
S	95	81	81	110	91
M	121	114	123	116	113

TS = 2W

FS = 3W

$\alpha = 0,1$

$\gamma = 0,2$

Stimare la previsione per il martedì della sesta settimana. Definire quanto è affidabile la previsione.

INIZIALIZZAZIONE:

$$B_0 = \frac{1330}{21} = 63,33$$

$$S_{-6} = \frac{46+57+23}{63,33 \cdot 3} = 0,663 \quad ; \quad S_{-5} = \frac{37+43+24}{63,33 \cdot 3} = 0,55 \quad ; \quad S_{-4} = \frac{19+35+34}{63,33 \cdot 3} = 0,46$$

$$S_{-3} = 0,84 \qquad S_{-2} = 1,24 \qquad S_{-1} = 1,35$$

$$S_0 = 1,89$$

1° week

$$B_1 = 0,1 \cdot \left(\frac{46}{0,663}\right) + (1-0,1) \cdot 63,33 = 63,94$$

$$S_1 = 0,2 \cdot \frac{46}{63,94} + (1-0,2) \cdot 0,663 = 0,67$$

$B_{22} = 0{,}1\left(\frac{36}{0{,}64}\right) + 0{,}9 \cdot 63{,}7 = 62{,}95$

$S_{27} = 0{,}2\left(\frac{36}{62{,}95}\right) + 0{,}8 \cdot 0{,}64 = 0{,}63$

$F_{22,1} = 62{,}95 \cdot 0{,}54 = 33{,}99$

$e_{23} = 35 - 33{,}99 = 1{,}01$

$B_{23} = 0{,}1\left(\frac{63}{0{,}54}\right) + 0{,}9 \cdot 59{,}69 = 61{,}68$

$S_{23} = 0{,}2\left(\frac{63}{61{,}68}\right) + 0{,}8 \cdot 0{,}54 = 0{,}57$

$F_{23,1} = 61{,}68 \cdot 0{,}47 = 28{,}99$

$e_{24} = 63 - 28{,}99 = 16{,}01$

$B_{24} = 0{,}1\left(\frac{63}{0{,}47}\right) + 0{,}9 \cdot 61{,}68 = 64{,}66$

$S_{24} = 0{,}2\left(\frac{63}{64{,}66}\right) + 0{,}8 \cdot 0{,}67 = 0{,}51$

$F_{24,1} = 64{,}66 \cdot 0{,}84 = 54{,}31$

$e_{25} = 50 - 54{,}31 = -4{,}31$

$B_{25} = 0{,}1\left(\frac{50}{0{,}84}\right) + 0{,}9 \cdot 64{,}66 = 58{,}25$

$S_{25} = 0{,}2\left(\frac{50}{58{,}25}\right) + 0{,}8 \cdot 0{,}84 = 0{,}84$

$F_{25,1} = 58{,}25 \cdot 1{,}26 = 73{,}39$

$e_{26} = 63 - 73{,}39 = -10{,}39$

$B_{26} = 0{,}1\left(\frac{63}{1{,}26}\right) + 0{,}9 \cdot 58{,}25 = 57{,}42$

$S_{26} = 0{,}2\left(\frac{63}{57{,}42}\right) + 0{,}8 \cdot 1{,}26 = 1{,}23$

$F_{26,1} = 57{,}42 \cdot 1{,}34 = 76{,}94$

$e_{27} = 110 - 76{,}94 = 33{,}06$

$B_{27} = 0{,}1\left(\frac{110}{1{,}34}\right) + 0{,}9 \cdot 57{,}42 = 59{,}89$

$S_{27} = 0{,}2\left(\frac{110}{59{,}89}\right) + 0{,}8 \cdot 1{,}34 = 1{,}44$

$F_{27,1} = 59{,}89 \cdot 1{,}88 = 112{,}59$

$e_{28} = 116 - 112{,}59 = 3{,}41$

$B_{28} = 0{,}1\left(\frac{116}{1{,}88}\right) + 0{,}9 \cdot 59{,}89 = 60{,}07$

$S_{28} = 0{,}2\left(\frac{116}{60{,}07}\right) + 0{,}8 \cdot 1{,}88 = 1{,}89$

$F_{28,1} = 60{,}07 \cdot 0{,}63 = 37{,}84$

$e_{29} = 29 - 37{,}84 = -8{,}84$

$B_{29} = 0{,}1\left(\frac{29}{0{,}63}\right) + 0{,}9 \cdot 60{,}07 = 58{,}67$

$S_{29} = 0{,}2\left(\frac{29}{58{,}67}\right) + 0{,}8 \cdot 0{,}63 = 0{,}60$

$F_{29,1} = 58{,}67 \cdot 0{,}57 = 33{,}44$

$e_{30} = 34 - 33{,}44 = 0{,}56$

$B_{30} = 0{,}1\left(\frac{34}{0{,}57}\right) + 0{,}9 \cdot 58{,}67 = 56{,}74$

$S_{30} = 0{,}2\left(\frac{34}{56{,}74}\right) + 0{,}8 \cdot 0{,}57 = 0{,}58$

$F_{30,1} = 56{,}74 \cdot 0{,}51 = 27{,}92$

$e_{31} = 38 - 27{,}92 = 10{,}08$

$B_{31} = 0{,}1\left(\frac{38}{0{,}51}\right) + 0{,}9 \cdot 56{,}74 = 56{,}72$

$S_{31} = 0{,}2\left(\frac{38}{56{,}74}\right) + 0{,}8 \cdot 0{,}51 = 0{,}54$

$F_{31,1} = 56{,}72 \cdot 0{,}84 = 47{,}64$

$e_{32} = 52 - 47{,}64 = 4{,}36$

$B_{32} = 0{,}1\left(\frac{52}{0{,}84}\right) + 0{,}9 \cdot 56{,}72 = 57{,}24$

$S_{32} = 0{,}2\left(\frac{52}{57{,}24}\right) + 0{,}8 \cdot 0{,}84 = 0{,}85$

$F_{32,1} = 57{,}24 \cdot 1{,}23 = 70{,}40$

$e_{33} = 72 - 70{,}4 = 1{,}60$

$B_{33} = 0{,}1\left(\frac{72}{1{,}23}\right) + 0{,}9 \cdot 57{,}24 = 57{,}34$

$S_{33} = 0{,}2\left(\frac{72}{57{,}34}\right) + 0{,}8 \cdot 1{,}23 = 1{,}24$

$F_{33,1} = 57{,}34 \cdot 1{,}44 = 82{,}57$

$e_{34} = 91 - 82{,}57 = 8{,}43$

$B_{34} = 0{,}1\left(\frac{91}{1{,}44}\right) + 0{,}9 \cdot 57{,}34 = 57{,}93$

$S_{34} = 0{,}2\left(\frac{91}{57{,}93}\right) + 0{,}8 \cdot 1{,}44 = 1{,}47$

$F_{34,1} = 57{,}93 \cdot 1{,}89 = 109{,}49$

$e_{35} = 113 - 109{,}49 = 3{,}51$

$B_{35} = 0{,}1\left(\frac{113}{1{,}89}\right) + 0{,}9 \cdot 57{,}93 = 58{,}11$

$S_{35} = 0{,}2\left(\frac{113}{58{,}11}\right) + 0{,}8 \cdot 1{,}89 = 1{,}90$

$F_{35,1} = 58{,}11 \cdot 0{,}60 = 34{,}87$

ome interagisce VillageReach con Vidagas? VillageReach garantisce una domanda minima, ovvero un portafoglio di clientela (chicken-egg problem), ed inoltre è una "palestra" per Vidagas in quanto rea pubblicità sull'affidabilità dei suoi servizi (aspetto fondamentale per avere successo in tale settore; concorrenti sparscono per questa mancanza)

l mezzo viaggia per 10 gg ⇒ dovrò avere scorte per 10 gg, quindi si ha molto capitale immobilizzato. idagas per crescere deve investire in capitale circolante: più GPL trasportato ⇒ più bombole.

Sebbene Vidagas non stia creando profitto (vedi exibit), ampliandosi in altre regioni, quindi avviando nuovi investimenti, Vidagas riuscirebbe a coprire quella quantità di produzione necessaria a far tornare in oreggio l'azienda.

)

ONCLUSIONI:

Le aziende sono strumenti per il raggiungimento di fini di individui; non necessariamente questo fine è la massimizzazione del profitto, ma può anche essere uno strumento per la creazione di stipendi o fini strettamente personali (questi ad esempio l'obbiettivo di quell'imprenditore che aveva come fine ultimo l'essere il più bravo distributore di medicine). Il caso Vidagas mette in luce questo aspetto: il fine ultimo di Vidagas non è quello di creare unicamente profitto, altrimenti non ci si sarebbe posti il problema "di quale acquirente sarebbe stato migliore per Vidagas": (si sarebbe semplicemente accettata la proposta più profittevole)

Il fattore logistico non è così banale; servizi e infrastrutture ritenute scontate avere, in alcuni casi sono inesistenti (nel caso Vidagas strade e accessi). La logistica deve quindi fare i conti con questo aspetto. Village Reach crea attività collaterali per bypassare il problema di distribuzione (crea Vidagas)

Problemi di natura distributiva possono ammazzare alcuni mercati. A Cabo Delgado la domanda per GPL c'è, è però inespressa perché mancano le capacità logistiche per soddisfarla.

I problemi di natura logistica non interessano solo le aziende, ma anche enti che hanno obbiettivi ben diversi, come Village Reach che sostiene ragioni sociali.

) I primi due potenziali acquirenti sono più favorevolmente visti per la cessione di Vidagas, poiché questi garantirebbero l'obbiettivo sociale di Vidagas (meglio secondo me Palm Finance poiché IFC sta per essere data a REAS).

ICHIAMI DI STATISTICA:

- VARIANZA: $\frac{\sum_i^n (x_i - \mu)^2}{n} = \sigma_x^2$ (deviazione standard $= \sigma_x$)

(vd pag 320-319)

- VARIANZA CAMPIONARIA: $\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} = S_x^2$ (deviazione standard campionaria $= S_x$)

→ guardare sul libro xkè $n-1$ (si perde un grado di libertà)

⇒ COVARIANZA CAMPIONARIA: $S_{XY} = \frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)}$

→ usando 2 osservazioni per definire sia $\bar{x}$ (1 oss.) e $\bar{y}$ (1 oss.), viene spontaneo chiedersi perchè non $n-2$. Si considera una coppia di osservazioni quindi vale ancora $n-1$.

NB: per semplificare il calcolo di S_{XY}, si considera:

$$-\sum_i^n \bar{x}(y_i - \bar{y}) = 0$$

$$-\sum_i^n \bar{y}(x_i - \bar{x}) = 0$$

⇒ S_{XY} può anche essere calcolata come:

$$S_{XY} = \frac{\sum_i^n x_i (y_i - \bar{y})}{n-1} \quad \text{oppure} \quad S_{XY} = -\frac{\sum_i^n y_i (x_i - \bar{x})}{n-1}$$

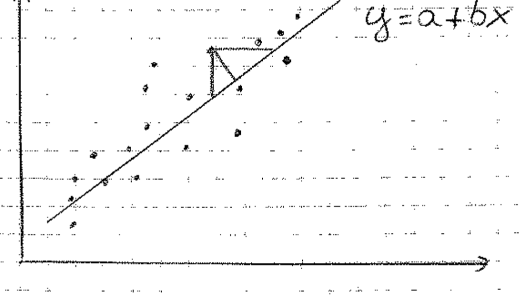
la covarianza campionaria non ci spiega nessuna relazione causale, ci informa solo che le due variabili si muovono insieme, infatti $S_{XY} = S_{YX}$. Il COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE CAMPIONARIO, è una misura adimensionale (compresa tra -1 e 1) che ci indica quanto X e Y siano "coordinate":

$$R_{XY} = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y} = \frac{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\cancel{n-1}}}{\sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{\cancel{n-1}}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_i^n (y_i - \bar{y})^2}{\cancel{n-1}}}}$$

(vedere limiti sul libro pag 322-323-324-325-326)

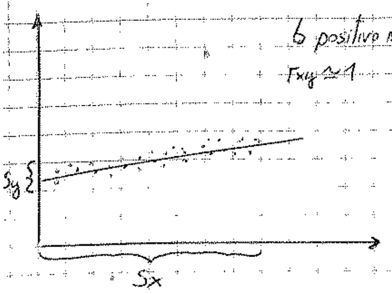
REGRESSIONE LINEARE

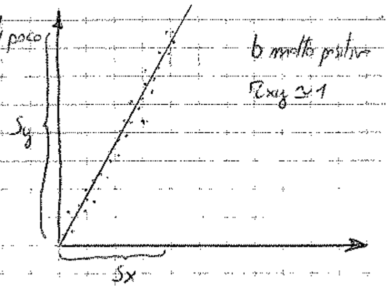
consideriamo di avere una serie di osservazioni e di voler far passare tra queste una retta che interpreti al meglio queste osservazioni:

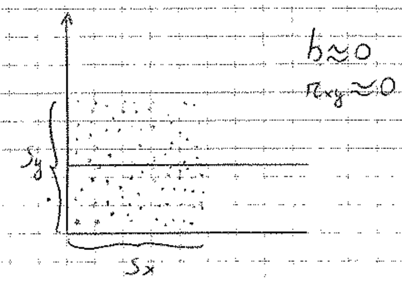


per far ciò è necessario minimizzare le distanze punto-retta (assumiamo le distanze verticali):

$$e_i = y_i - (a + b x_i)$$







ESERCIZIO 1:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y	100	104	111	114	121	125	129	133	141	147	150

$\bar{x} = 5$

$\bar{y} = 125$

$$S_{xy} = \frac{558}{10} = 55{,}8 \qquad S_x^2 = 11$$

$$\Rightarrow b = \frac{55{,}8}{11} = 5{,}07 \qquad a = 125 - 5{,}07 \cdot 5 = 99{,}65$$

$$\boxed{y = 99{,}65 + 5{,}07x}$$

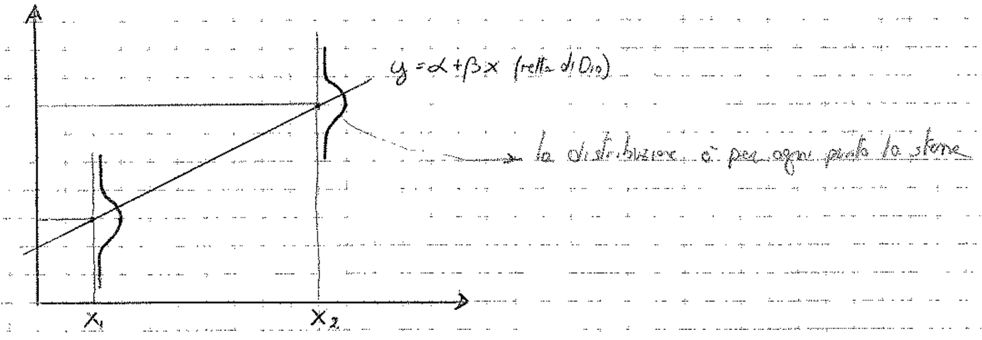
Supponiamo ora che il processo stocastico che genera le osservazioni oggetto della regressione sia:

$$\boxed{y_i = \alpha + \beta X_i} + \varepsilon_i$$

Retta di Dio i cui parametri α e β sono sconosciuti

fattore di casualità che crea rumore che si sovrappone alla relazione tra x e y; Si assume:

- ε_i hanno distribuzione $N(0, \sigma_i)$
- gli ε_i sono tra loro indipendenti $\Rightarrow \sigma_i = \sigma_\varepsilon \ \forall i$
- ε_i è indipendente da x_i $\Rightarrow$ x_i è un numero



desidererei che i miei stimatori a e b fossero il più prossimi possibile ai valori ignoti di α e β.
Dobbiamo quindi definire se a e b sono dei buoni stimatori.
Una prima caratteristica che un buon stimatore deve avere è la NON DEVIATEZZA, ovvero vorremm che il valore atteso dello stimatore sia pari al valore del parametro sconosciuto. Dimostriamo che a e b possiedono questa caratteristica:

- $E(b) = \beta$

$$\bar{y} = \frac{\sum^n y_i}{n} = \frac{\sum_1^n (\alpha + \beta x_i + \varepsilon_i)}{n} = \frac{n\alpha}{n} + \frac{\sum \beta x_i}{n} + \frac{\sum \varepsilon_i}{n} = \alpha + \beta \bar{x} + \bar{\varepsilon}$$

Dalle comparazione degli es 1 e es 2 si nota che la stima di a e b sono simili. La rappresentazione rafica dei due casi però è diversa in quanto nel secondo caso le osservazioni sono molto più sparse. ome faccio quindi a definire il grado di accuratezza delle mie stime?

Devo studiare uno scostamento quadratico medio tra b e β:

$$E\left[(b-\beta)^2\right] = \boxed{VAR(b-\beta)} \longrightarrow$$

questo perché:

$$VAR(z) = E(z^2) - [E(z)]^2 \nearrow 0$$

$$E[(b-\beta)^2] = VAR(b-\beta) + \cancel{[E(b-\beta)]^2} \nearrow 0$$

$$\underbrace{VAR(b-\beta)}_{\downarrow} = VAR\left(\quad \right) = \left[\frac{1}{\sum(x_i-\bar{x})^2}\right]^2 \cdot VAR\left(\sum(x_i-\bar{x})(\varepsilon_i-\bar{\varepsilon})\right)$$

$$b-\beta = \frac{\sum(x_i-\bar{x})(\varepsilon_i-\bar{\varepsilon})}{\sum(x_i-\bar{x})^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\left[\sum(x_i-\bar{x})^2\right]^2} \cdot VAR\left[\sum(X_i-\bar{X})\varepsilon_i - \underset{0}{\underset{\shortparallel}{\cancel{\sum(x_i-\bar{x})\bar{\varepsilon}}}}\right] \nearrow 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\left[\sum(x_i-\bar{x})^2\right]^2} \cdot VAR\left[\sum(x_i-\bar{x})\varepsilon_i\right] = \frac{1}{\left[\sum(x_i-\bar{x})^2\right]^2} \cdot \sum VAR\left[(x_i-\bar{x})\varepsilon_i\right]$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\left[\sum(x_i-\bar{x})^2\right]^2} \cdot \sum(x_i-\bar{x})^2 \bigcirc\!\!\!\!\sigma_i \longrightarrow \text{dalle ipotesi } \sigma_i = \sigma_\varepsilon \ \forall i$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\left[\sum(x_i-\bar{x})^2\right]^{\cancel{2}}} \cdot \sigma_\varepsilon^2 \cancel{\sum(x_i-\bar{x})^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{See_b = \text{standard error of estimate} = \sqrt{E\left[(b-\beta)^2\right]} = \frac{\sigma_\varepsilon}{\sqrt{\sum(x_i-\bar{x})^2}}}$$

① indica quanto b e β siano prossimi. Se $n \longrightarrow \infty \Rightarrow See_b \longrightarrow 0$, cioè tante più osservazioni avrò tanto più la stima di β sarà accurata. Infatti al crescere di n, il denominatore cresce anch'esso abbassando così il valore del See_b.

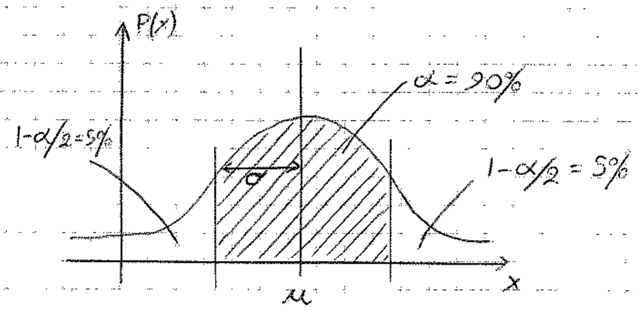
② la casualità del processo fa diminuire la nostra capacità di interpretare il nostro processo. Tanto più il fenomeno casuale è basso, maggiore sarà l'aderenza delle mie osservazioni alla retta di Dio, maggiormente sarò accurato. Più il processo è affetto da casualità più il numeratore del See_b aumenta, aumentando così il valore stesso del See_b

È quindi ora opportuno sapere come stimare σ_ε : $\hat{\sigma}_\varepsilon = \dfrac{\sum\left(y_i - (a + b x_i)\right)^2}{n-2}$

Calcolando ora il See_a e See_b per i due esercizi precedenti si nota che per il primo caso i valori sono molto più bassi, questo indica che il primo caso è molto più accurato, come è logico pensare dato che le osservazioni sono molto meno sparse.

INTERVALLI DI CONFIDENZA (vd libro pag 350)

$X \longrightarrow N(\mu, \sigma)$ distribuzione normale



dobbiamo normalizzare per creare la situazione di variabile casuale in una situazione di variabile che so trattare.

Io so che $\dfrac{x-\mu}{\sigma} \sim N(0,1)$, cerco uno $z_{1-\alpha/2}$ tale:

$$P\left(\frac{x-\mu}{\sigma} > z_{1-\alpha/2}\right) = 1-\alpha/2$$

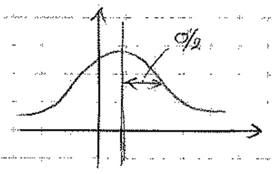
$$P\left(-z_{1-\alpha/2} \leq \frac{x-\mu}{\sigma} \leq z_{1-\alpha/2}\right) = \alpha$$

conosco μ e σ, devo dunque capire dove sta x

$$P\left(\mu - z_{1-\alpha/2} \leq x \leq \mu + z_{1-\alpha/2}\right) = 90\%$$

$\bar{x} = \dfrac{\sum^n x_i}{n}$

$\bar{x} \simeq N\left(\mu, \dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$ xche' $VAR(\bar{x}) = \dfrac{\cancel{x}\sigma^2}{n\cancel{x}}$



⊛ $P\left(-z_{1-\alpha/2} \leq \dfrac{\bar{x}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}} \leq z_{1-\alpha/2}\right) = \alpha$ (conosco μ e $\sigma/\sqrt{n}$, ma non $\bar{x}$)

$$P\left(\mu - z_{1-\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \bar{x} \leq \mu + z_{1-\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = \alpha$$

$$\Rightarrow P\left(-t_{n-1,1-\alpha/2} \le \frac{x-\mu}{S_x/\sqrt{n}} \le t_{n-1,1-\alpha/2}\right) = \alpha$$

esempio gioco dadi:

5-3-2-3-5-5-3-4-6-2-3-3-6-1-5-1-4-1-3-3-3-5-6-1-5-3-5-2-3-2-5-5-5-
2-5-1-5-1-2-1

$$\Rightarrow \bar{x} = 3{,}37 \qquad \alpha = 99\% \qquad S_x = 1{,}62$$

$$P\left(3{,}375 - 2{,}704 \cdot \frac{1{,}62}{\sqrt{40}} \le \mu \le 3{,}372 - 2{,}704 \cdot \frac{1{,}62}{\sqrt{40}}\right)$$

$$P(2{,}67 \le \mu \le 4{,}071)$$

Proviamo ora a fare un intervallo di confidenza per α e β. Nel nostro caso α e β sono i parametri incogniti (corrispondono a μ nel caso visto prima) e a e b sono la loro stima ($\bar{x}$ nel caso di prima).

$$P\left(t_{n-2,1-\alpha/2} \le \frac{\overset{\text{stima}}{\boxed{a}} - \overset{\text{parametro}}{\boxed{\alpha}}}{\underset{\text{Variabilità delle stime}}{\boxed{See_a}}} \le t_{n-2,1-\alpha/2}\right)$$

valori da ricavare con una distribuzione t-Student con n-2 gradi di libertà

Riconsiderando i due esempi precedenti (ESEMPIO 1 e ESEMPIO 2):

- per esempio 1:

$$P\left(-2{,}262 \le \frac{a-\alpha}{See_a} \le 2{,}262\right) = 95\% \longleftarrow \text{supposto ora}$$

$$P(99{,}65 - 2{,}262 \cdot 0{,}688 \le \alpha \le 99{,}65 + 2{,}262 \cdot 0{,}688) = 95\%$$

$$P(98{,}09 \le \alpha \le 101{,}2) = 95\%$$

$$P(5{,}07 - 2{,}262 \cdot 0{,}116 \le \beta \le 5{,}07 + 2{,}262 \cdot 0{,}116) = 95\%$$

$$P(4{,}81 \le \beta \le 5{,}33) = 95\%$$

⇒ da questa analisi si è quindi sicuro che (per esempio nel caso della vendita di gelati) la temperatura ha in qualche modo un effetto sulla vendita. Se così infatti non fosse $\beta = 0$ (non vi sarebbe cioè pendenza). Non si ha comunque la certezza (infatti siamo al 95%)

- per esempio 2:

$$P(55{,}6 \le \alpha \le 143{,}52) = 95\%$$

$$P(-2{,}41 \le \beta \le 12{,}54) = 95\%$$

⇒ In questo caso invece vi è la probabilità che i due fenomeni siano sconnessi

ISURE DI PERFORMANCE DELLA REGRESSIONE LINEARE

inora abbiamo studiato le caratteristiche degli stimatori di α e β, a e b. Ma dobbiamo anche alutare se la regressione ha una buona capacità esplicativa, cioè se la variabile X riesca a piegare in maniera efficace la y. Vado a studiare:

$$R^2 = R_{y_i\hat{y}_i} = \frac{\left[\sum_1^n (y_i-\bar{y})(\hat{y}_i-\bar{\hat{y}})\right]^2}{\cancel{(n-1)^2}\cdot\frac{\sum(y_i-\hat{y})}{\cancel{n-1}}\cdot\frac{\sum(y_i-\bar{\hat{y}})}{\cancel{n-1}}}$$

$$\bar{\hat{y}} = \frac{\sum\hat{y}_i}{n} = \frac{\sum(a+bx_i)}{n} = a+b\bar{x} = \bar{y}$$

$$\sum(y_i-\bar{y})(\hat{y}_i-\bar{y}) = \sum(y_i-\hat{y}_i+\hat{y}_i-\bar{y})(\hat{y}_i-\bar{y}) =$$

$$= \sum(y_i-\hat{y}_i)(\hat{y}_i-\bar{y}) + \sum(\hat{y}_i-\bar{y})$$

$= 0$. DIMOSTRAZIONE:

$$\Rightarrow \sum(y_i-\hat{y}_i)(\hat{y}_i-\bar{y}) = \sum\left[y_i-(a+bx_i)\right]\left[\cancel{a}+bx_i-(\cancel{a}+bx_i)\right]$$

$$= \sum \qquad = \sum(y_i-(\bar{y}-b\bar{x})-bx_i]\cdot b(x_i-\bar{x})$$

$$= b\left[\underbrace{\sum(y_i-\bar{y})(x_i-\bar{x})}_{n-1} - \sum\underbrace{b}_{(n-1)}\underbrace{(x_i-\bar{x})(x_i-\bar{x})}_{n-1}\right]$$

$$= b\left[(n-1)S_{xy} - bS_x^2(n-1)\right]$$

$$= b(n-1)\left[S_{xy} - \frac{S_{xy}}{S_x^2}\cdot S_x^2\right] = 0$$

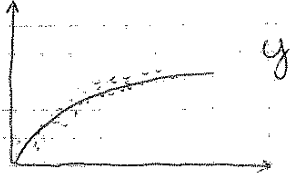
VARIANZA SPIEGATA

$$\boxed{\Rightarrow R^2 = \frac{\left[\sum(\hat{y}_i-\bar{y})^2\right]^{\cancel{2}}}{\sum(y_i-\bar{y})^2\cancel{\sum(\hat{y}-\bar{y})^2}}}$$

(vedi pag 353 libro per significato)

VARIANZA NON SPIEGATA + VARIANZA SPIEGATA = VARIANZA TOTALE

NB: la regressione lineare può anche essere utilizzata per fenomeni non lineari. Per esempio:



$y = \gamma x^{\delta}$ ⇒ devo cercare di linearizzare questa relazione non lineare; applico il log a dx e sx dell'espressione:

$$\ln y = \ln\gamma + \delta\ln x$$

GESTIONE DELLE SCORTE IN CONDIZIONI DI CERTEZZA

Paragrafo 4.1; 4.2; 4.3; 4.4; 4.5.1 vedere libro

CASO MULTIPRODOTTO IN PRESENZA DI VINCOLI SULLA CAPACITÁ DI ORDINAZIONE (§ 4.5.2 PAG 141)

In molte situazioni bisogna tenere conto anche delle limitate risorse che l'azienda ha a disposizione (limitata capacitá di emissione ordini, limitata capacitá di ricevere consegne, limitata capacitá di trasporto. Per questo l'obbiettivo dell'azienda puó essere quello di minimizzare i costi di mantenimento delle scorte, sotto il vincolo di una massima frequenza di ordinazione, o in altri termini minimizzare il livello delle scorte cercando di allocare al meglio la limitata capacitá di ordinazione tra i diversi prodotti trattati.

Questo si traduce in un problema di ottimizzazione non lineare vincolata:

$$\min \sum_i^N \frac{1}{2} h_i Q_i$$

$$\text{s.t.} \sum_i^N \frac{d_i}{\boxed{Q_i}} \leq F$$

rende il problema non lineare.

dove: i = indice prodotto
N = numero tot. prodotti
d_i = domanda i-esimo prodotto
h_i = costo mantenimento i-esimo prodotto
Q_i = lotto di acquisto i-esimo prod.
F = capacitá di ordinazione (dovuto a mancanza di personale, limit. capacitá di ric. consegne, lim. di trasporto)

⇒ Per affrontare questo problema di ottimizzazione non lineare, uso la formula di Lagrange:

$$\mathcal{L}(Q_1, \dots, Q_N, \lambda) = \sum_i^N \frac{1}{2} h_i Q_i + \lambda \left(\sum_i^N \frac{d_i}{Q_i} - F \right)$$

derivando:

$$\frac{\delta \mathcal{L}}{\delta Q_i} = \frac{h_i}{2} - \lambda \frac{d_i}{Q_i^2} = 0 \Rightarrow Q_i^* = \sqrt{\frac{2 \lambda d_i}{h_i}}$$

corrisponde alla formula dell'EQ se si sostituisce A a λ, infatti λ, come A, é un costo.

$$\frac{\delta \mathcal{L}}{\delta \lambda} = \sum_i^N \frac{d_i}{Q_i} - F = 0 \Rightarrow \sum_i^N \frac{d_i}{Q_i^*} = F$$

λ ha due interpretazioni:

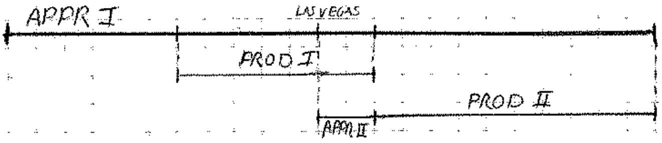
- ci indica di quanto potrebbe aumentare il costo delle scorte, all'aumentare della frequenza delle ordinazioni
- é quello di individuare un valore di λ tale da poter utilizzare tutta la capacitá disponibile. Se λ troppo grande si avrebbe un eccesso di scorte a causa di lotti molto grandi; se λ $\overset{\text{basso}}{}$ avremo lotti piccoli invece ma la cui frequenza $\overset{\text{complessiva}}{}$ eccede la capacitá di ordinazione.

difetto maggiore è che sto prevedendo con 2 anni di anticipo senza neanche aver visto le vendite ell'anno 92-93.

a perché ci metto così tanto a produrre (7 mesi)? I tempi di produzione di una giacca sono in ore, mesi sono dovuti alla relazione tra capacità produttiva e produzione aggregata (cioè l'insieme i quanti pezzi devo fare) ⇒ <u>il LT di prod</u> ≠ <u>LT di lavorazione</u>.

⇒ per ridurre il tempo dei 7 mesi non devo quindi ridurre il tempo di lavorazione sul singolo pezzo, ma devo aumentare la capacità produttiva.

tempo di produzione è suddiviso in tanti punti di microdecisioni; non devo cioè decidere tutto a inizio produzione, ma dopo Las Vegas posso aggiornare le mie previsioni, ovvero posso iniziare a produrre una quantità base in un periodo di produzione I, e poi aggiornare la mia revisione (aumentandola o diminuendola) nel periodo di produzione II:



I possibili metodi per aumentare la capacità sono:

① aumentare gli impianti (miei o di 3°)
② commonality (cioè produrre componenti standard)
③ posticipare le consegne (non è detto che debba consegnare per forza tutto a settembre)

effetti collaterali:

① aumento i costi fissi, diminuisco l'utilizzo delle mie macchine (questo se uso impianti miei)
⇒ terzializzo allora! ma questo non mi porta a costi maggiori? dipende. Vi è stagionalità di questi costi in quanto a febbraio tutti vorranno produrre giacche, a luglio nessuno. Nel primo caso il prezzo di prod presso terzi è maggiore che nel secondo caso.

② questa operazione è molto complessa e inattuabile a causa della complessità del prodotto.
③ se ritardo l'immissione sul mercato dei miei modelli la moda dell'anno non è più mia. Inoltre i negozi in cui io vendo i miei prodotti sono del tipo "full service" (commessa che presenta, p ll nostro retailer tenderà a vendere i prodotti della marca che ha più pezzi in magazzino, vuole liberarsene; se io consegno poco alla volta non sarò mai una spina nel fianco.

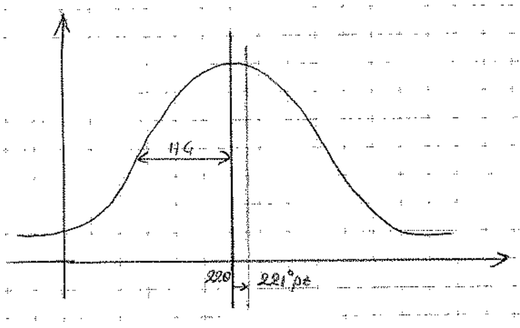
sempio:

giacca nera: media = 220   CV (coeff. variazione opinion esperti) = 26% → deviazione standard / media singole opinioni

$$\Rightarrow INC = 26\% \cdot 2 = 52\% \cdot 220 = 114$$

Ma ci conviene produrre +/−/= di 220?
onsiderando gli stessi prezzi visti per Obermeyer (\$20-50) è vero che sovraproducendo avrò più ncertezza sull'effettiva vendita di tutti i pezzi prodotti, sono più soggetto al rischio, ma ho un maggior guadagno per il costo oppo-tunità. La mancata vendita mi pesa di più che il mantenimento delle scorte. erché non mi conviene produrre esattamente 220? 220 è il valore atteso della distribuzione normale, non ha ense produrre esattamente questo valore perché la previsione è una distribuzione.

⇒ Quindi conviene produrre certamente più di 220!
Se questo è vero, spostandoci a dx sulla nostra distribuzione devo avere sicuramente un guadagno



$$\pi(221°) = 50\$ \cdot P(\text{vendere } 221°) - 20\$(\text{non vendere } 221°)$$
$$\Rightarrow 50\$ \cdot P(D \geq 221) - 20\$ \cdot P(D < 221)$$
$$\Rightarrow 50\$ \cdot 50\% - 20\$ \cdot 50\% = 15\$$$

troviamo quindi riscontro nella nostra ipotesi di produrre più del valore atteso della domanda

Ma quanto più di 220 è bene produrre?
Un modo per definire tale quantità sarebbe quello di spostarci a dx fino a che non arrivo ad annullare il profitto marginale per una quantità x di prodotto. ⇒

$$\pi(x°) = \emptyset \qquad \underset{\text{margine}}{50\$} \cdot P(D \geq x) - \underset{\text{costo delle scorte}}{20\$}(D < x) = \emptyset$$

$$m \cdot P(D \geq x) - c.s. \cdot (D < x) = \emptyset$$

$$\Rightarrow m\left[1 - P(D < x)\right] - c.s. \cdot P(D < x) = \emptyset$$

$$\Rightarrow \boxed{x \mid P(D < x) = \frac{m}{m + c.s.} = LS_I(x)}$$ livello di servizio

la probabilità che la domanda sia < X è un livello di servizio poiché misura la probabilità di non andare in stockout, cioè la probabilità che nessun cliente rimanga senza prodotto, e questa è una possibile definizione di livello di servizio.

ndiamo ora a calcolare il profitto atteso derivante dalla scelta di produrre Q unità:

$$E(\pi(Q)) = m\left[\int_0^{+Q} x f(x)\,dx + \int_Q^{\infty} Q f(x)\,dx\right] - c.s.\left[\int_0^{Q} (Q-x) f(x)\,dx\right]$$

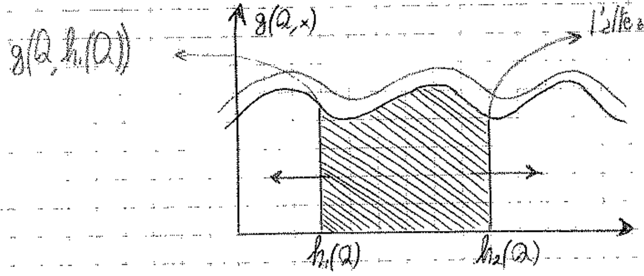
scenari in cui la domanda è bassa

probabilità di ciascuno di questi scenari si verifichi

scenari in cui la domanda è alta

per trovare Q ottima devo derivare quest'ultima formula rispetto a Q. Il problema è che Q sta ovunque anche negli estremi di integrazione. Devo quindi usare il teorema di Liebniz:

$$G(Q) = \int_{h_1(Q)}^{h_2(Q)} g(Q,x)\,dx$$; interpretazione geometrica di questo integrale:



Il teorema di Liebniz ci dice che se varia Q gli estremi di integrazione si alzano, se varia x si allargano

$$\frac{\delta G(Q)}{\delta Q} = ?$$

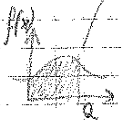
$$\Rightarrow \overset{h_2'(Q)}{\frac{\Delta h_2(Q)}{\Delta Q}} \cdot g(Q, h_2(Q)) - \overset{h_1'(Q)}{\frac{\Delta h_1(Q)}{\Delta Q}}\, g(Q, h_1(Q)) + \int_{h_1(Q)}^{h_2(Q)} \frac{\delta g(Q,x)}{\delta Q}\,dx$$

$$\Rightarrow \frac{\delta(E(\pi(Q)))}{\delta Q} = m\cdot\left[\cancel{1\cdot Qf(Q)} - 0 + \int_0^Q 0\,dx + \cancel{0} - \cancel{1\cdot Qf(Q)} + \int_Q^{+\infty} f(x)\,dx\right] - CS\left[\cancel{1\cdot 0 f(Q)} - 0 + \int_0^Q f(x)\right.$$

$h_1(Q) = 0$
$h_2(Q) = Q$
$g(Q,x) = xf(x)$

0

$h_1(Q) = Q$
$h_2(Q) = +\infty$
$g(Q,x) = Qf(x)$



$$= m\left[1 - F(Q)\right] - CS\,F(Q) = 0$$

$$\Rightarrow F(Q) = P(x < Q) = \frac{m}{m + CS}$$

⇒ è quindi una formulazione più matematica di quella già vista prima.

Tutto questo vale solo se per ciascun prodotto faccio solo un lotto (cioè o produco tutto quel determinato prodotto al periodo I o II). Cosa succederebbe se fosse possibile fare ciascuna giacca in più lotti?
Il problema non consiste più se produrre + o - [illegible] pezzi, ma definire il mix di quello che produce.

Dobbiamo ora decidere come comportarci nel secondo periodo di produzione (punto C ✱), dopo che ho in mano li ordini dei clienti a Las Vegas:

⇒ ora conosco le vendite accumulate a Las Vegas (x le giacce elettrico) = 160 (a Las Vegas raccolgo il 80% delle vendite)

$$\Rightarrow LS^* = \frac{50}{50+20} = 71{,}4\% \Rightarrow z = 0{,}565 \qquad 200 \pm 15$$

? da dove viene sto 15? Vedere Val

$$Q^* = 200 + 15 \cdot 0{,}565 = 208$$

✱ ricordiamo che dobbiamo decidere:

A- COSA in I? COSA in II?

B- (I) < FCST?
  QUANTO PRODURRE? < 1 lotto (NewsVendor Prob)
    2 lotti

C- (II) < FCST?
  QUANTO PRODURRE? < 1 lotto
    2 lotti

se ho $\boxed{1 \text{ lotto}}$, cioè produco un prodotto in un solo periodo, decidere quanto produrre di questo prodotto destinato al secondo periodo segue le stesse logiche del problema visto per i prodotti da produrre al periodo I; cambia solo la distribuzione, più stretta perché conosco più cose, ho più informazioni

se ho $\boxed{2 \text{ lotti}}$, produco nel secondo lotto quanto mi manca per le giacche blu elettrico per arrivare a 208

ULTERIORI CONSIDERAZIONI SUL CASO

Supponiamo ora che il problema sia una diversa capacità produttiva nei due periodi. Come faccio ad organizzare la mia produzione? Do la precedenza ai prodotti che hanno meno probabilità di rimanere in stockout

All'aumentare della quantità di informazioni (ordinazioni, dati di vendita) la previsione per un dato prodotto migliorano anch'esse (exhibit 5)

· Obermeyer tiene certi componenti a stock (esempio bottoni automatici). Perché? LT elevati; communanza alta, cioè finiscono in un insieme di prodotti finiti molto ampio; rischio di stockout non comporta un grave danno poiché queste componenti possono essere riutilizzate per i prodotti degli anni successivi, non vengono buttate.

- vi è un'interazione tra aspetti di design e manageriali; esempio delle cerniere: le cerniere specializzate richiedono un tempo elevato, quelle standard no. Il tempo è quantificabile in costo. Le competenze degli esperti in design vengono "sintonizzate" con le considerazioni manageriali (i manager avvisano i designer delle loro considerazioni)

· Obermeyer utilizza in parallelo il metodo da lui usato finora (sicuro che l'azienda sopravviva) con quello suggerito per tirare le somme a fine anno. Dai dati migliori si nota che il metodo degli esperti è più funzionale. Apprezzato dai retailers

Questo sistema ha funzionato fino a che "il vecchio" licenzia tutti i collaboratori del figlio. Perché non solo non capisce la statistica, ma perché il fine della sua azienda non è quello fare profitto, non sopporta la perdita di controllo sulla sua azienda (ritorna il tema del fine delle aziende come scopo delle persone).

esta voce, così difficile da definire, vengono usate alcune tattiche:

- costumer lifetime value, cioè viene attribuito un "valore" a ciascun cliente
- store loyalty, tende a far affezionare il consumatore al negozio e non alla merce. Vi sono due fenomeni che condizionano il comportamento del cliente: brand loyalty, il cliente va a comprare dove è sicuro di trovare quel determinato prodotto; store loyalty, il cliente va a comprare in quel determinato posto comprando ciò che lì si offre.
- must have, logica che convince il cliente che nel mio negozio trova senz'altro ciò che cerca (montagne di fogli all'ingresso del negozio di cose per ufficio in America)

Molte aziende tendono a sottovalutare l'aspetto del goodwill perché difficile da definire.

* PENALTIES: penalità che il cliente fa pagare al fornitore. Per esempio, un'azienda fornitrice sedili per auto paga il fermo impianto al suo cliente qualora il sedile fosse rotto. Questa logica si sta diffondendo anche nei rapporti tra azienda → consumatore, per esempio: Mondoconvenienza, l'azienda ha promesso che consegna entro 4 gg, se ritarda deve fare il 10% di sconto; Illy, se compri entro il 21 dic. ti arriva la macchina il 24, se così non è te ne regala una seconda; Albertheu catena di supermarket olandese, se il cliente non trova il prodotto in promozione, può comunque venire la settimana successiva e lo paga sempre a prezzo scontato.

Altre voci, inoltre, si devono considerare per definire P_u:

* mancate vendite
* prodotti complementari
} ved. bene libro pag 158

LIVELLO DI SERVIZIO

lo si può misurare:

- ex-ante, definisco la percentuale dei clienti soddisfatti
- ex-post, osservo la percentuale dei clienti soddisfatti

% di periodi di stockout (TYPE I

% della domanda in stockout (TYPE II

	% dei periodi	% della domanda
-ante	TYPE I $\int_0^N f(x)\,dx$ nel discreto: $\sum_0^N f(x)$	TYPE II $\left(\int_0^N x f(x)dx + \int_N^{+\infty} N f(x) dx\right) / \int_0^{+\infty} x f(x) dx$ nel discreto: $\left(\sum_0^N x f(x) + \sum_{N+1}^{+\infty} N f(x)\right) / \sum_0^{+\infty} x f(x)$
x-post		

→ = valore atteso di x $E(x)$; infatti questo può essere scritto come:

$$E(x) - \int_N^{+\infty} (x-N) f(x) dx / E(x)$$

→ Similmente a quanto visto nel News Vendor problem il primo termine indica lo scenario nel caso di domanda bassa, il secondo nel caso di domanda alta

Non vuole misurare se vado in stockout o no, ma vuole misurare di quanto vado in stockout ale dell gg non lineare, ricorro alla Lagrangiana:

definisce il costo della violazione del vincolo

$$Q_i, \dots, Q_I ; \lambda) = g(Q_1, \dots, Q_I) - \lambda \left(\sum Q_i \cdot r_i - R \right)$$

riferimento alle condizioni di Kuhn-Tucker, queste affermano semplicemente che vi casi:

redi esemp

il vincolo è attivo (stringente) e può essere trattato come un vincolo di uguaglianza

$$\frac{\delta h}{\delta \lambda} = \sum Q_i \cdot r_i - R = 0 \quad \Rightarrow \quad \sum Q_i \cdot r_i = R$$

h costruita fittiziamente massimizzata porta comunque a massimizzare g

il vincolo non è stringente, ciò significa che se violo il vincolo mi costa zero ⇒ posso quindi ignorare il vincolo

ovare l'ottimo devo anche:

è la derivata di questo

$$= \underbrace{\frac{\delta(E(\pi_i(Q_i)))}{\delta Q_i}}_{\text{News Vendor problem su più prodotti}} - \lambda r_i = m_i P(\text{vendita di } Q_i) - CS_i\, P(\text{non vendita } Q_i) - \lambda r_i$$

tra la

do la

↑ e

nento la

$$= m_i \left[1 - P(\text{non vendita } Q_i) \right] - CS_i \cdot P(\text{non vendita } Q_i) - \lambda r_i$$

$$= m_i \left[1 - P(\underbrace{D_i < Q_i}) \right] - CS_i \cdot P(\underbrace{D_i < Q_i}) - \lambda r_i = 0$$

$F_i(Q_i)$ = distribuzione probabilità dei vari prodotti

$$\Rightarrow F_i(Q_i) = m_i - \lambda r_i \Big/ m_i + CS_i = LS_{I_i}(Q_i)$$

cioè livello di servizio Type I sull'iesimo p

volti. L

↳ NB: se $\lambda = 0$ sarebbe esattamente il News Vendor Problem monoprodotto, infatti in quel caso il vincolo non sarebbe stringente. In questo caso invece devo tenere conto che per fare l'i-esimo prodotto spendo parte delle risorse comuni

cioè

uindi i

i. Son

on è noto a priori, esso dipende dal grado di saturazione della risorsa comune. Per tificare un "buon" valore di λ si può ricorrere ad un algoritmo:

Quanto ordino in A e in B?

n B il problema è più facile non solo perché ho più informazioni e quindi la distribuzione di robabilità sarà più stretta, ma in B il mio problema si è ridotto ad un problema statico.

n A la decisione è più difficile, in quanto devo decidere quanti pezzi prendere oggi sapendo che gli devo prendere anche domani, il che vuol dire che devo tener conto anche di un secondo stato decisionale. Devo capire come varia il mio problema rispetto al news vendor classico.

Nel caso classico ho solo due rischi in A (posso eccedere o deficere nell'ordine).

n questa variante del news vendor ho gli stessi rischi ma con orizzonti temporali diversi: rischio di avere troppo poco in t_2 e troppo in t_3.

Consideriamo ora d_I (primo periodo) e d_T (intero ciclo di vita del prodotto). Esse hanno una distribuzione di robabilità fd_I e fd_T

$$C_{TOT}(Q) = m\int_{Q_I}^{+\infty}(x - Q_I)\cdot fd_I(x)dx + cs\int_0^{Q_I}(Q_I - x)fd_T(x)dx$$

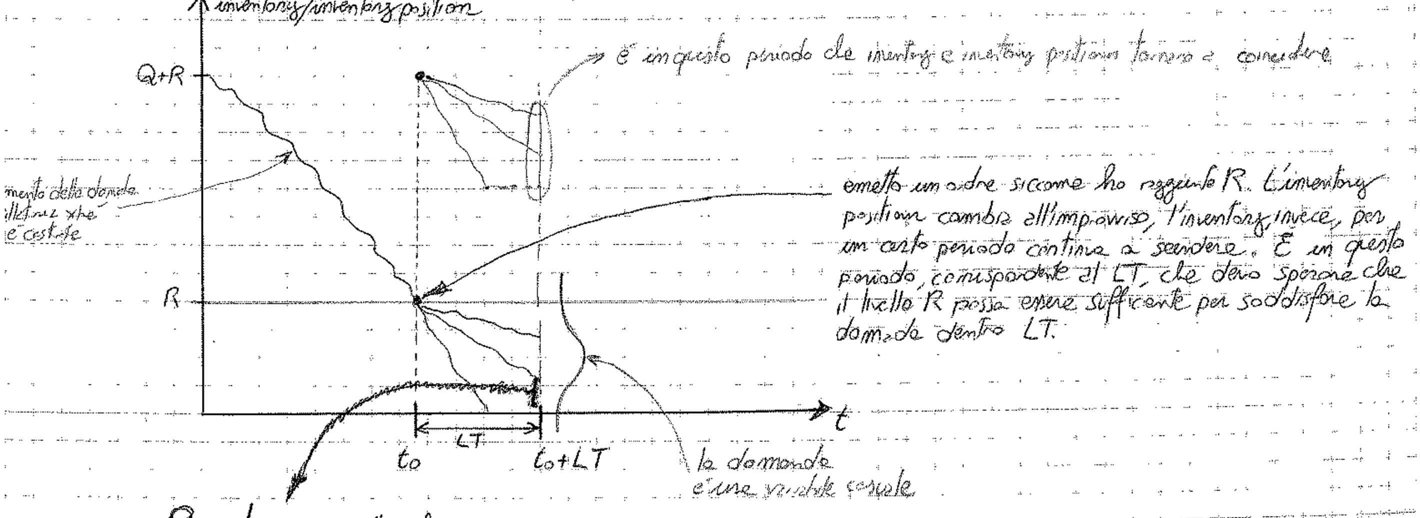
sfruttando la regola di Liebniz è possibile scrivere:

$$\frac{\delta C_{TOT}}{\delta Q_I} = m\left[0 - 1\cdot 0 + \int_{Q_I}^{+\infty} - fd_I(x)dx\right] + cs\left[1\cdot 0 - 0 + \int_0^{Q_I} fd_T(x)dx\right] =$$

$$= -m\left[1 - Fd_I(Q_I)\right] + cs\cdot Fd_T(Q_I) = 0$$

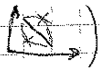
MODELLO (Q,R)

secondo questo modello si ordina Q pezzi per volta, non appena si raggiunge il livello di scorte R.



emetto un ordine siccome ho raggiunto R. L'inventory position cambia all'improvviso, l'inventory invece, per un certo periodo continua a scendere. È in questo periodo, corrispondente al LT, che devo sperare che il livello R possa essere sufficiente per soddisfare la domanda dentro LT.

$R - d_{LT}$ è quello che mi avanza nell'istante in cui sto ricevendo la iccome non abbiamo ragione di credere ad un andamento della domanda diverso da quello neare (



), posso dire che il livello medio del magazzino è:

$$E(\bar{I}) = R - E(d) \cdot LT + Q/2$$

⊛ viceversa posso dire che $E(I(t_0 + LT^+)) = R - E(d_{LT}) \cdot LT + Q$

$$\Rightarrow \boxed{C_{IN} = h\left(R - E(d) \cdot LT + Q/2\right)}$$

questo è il termine (rappresentante la scorta di sicurezza) che rende il costo d'inventario diverso da quello dell'EOQ

● C_{LS}: può essere considerato in 2 modi diversi
- Ⓘ può essere legato alla presenza di stockout (P
- Ⓘⓘ può essere legato alla dimensione di stockout (P_u

Ⓘ È bene considerare quand'è che posso andare in stockout? Solamente quando sono in attesa di un ordine dopo aver già raggiunto quindi R. Sopra R tutto è ok. Sotto R ci troviamo invece in un "periodo di fuori controllo", in cui tutto dipende dall'andamento, casuale, della domanda.

La probabilità di andare in stockout è pari alla probabilità che la domanda in LT sia maggiore di R ⇒

$$\Rightarrow P(\text{stockout}) = P(d_{LT} > R)$$

se la domanda è una variabile casuale continua, potrò scrivere questo come:

$$= \int_R^{+\infty} f_{d_{LT}}(x)\,dx = 1 - F_{d_{LT}}(R)$$

Mi manca ora sapere quante volte posso andare in stockout. Questo può accadere tutte le volte che emetto un ordine, cioè $E(d)/Q$

$$\Rightarrow \boxed{C_{LS} = \left[1 - F_{d_{LT}}(R)\right] \cdot \frac{E(d)}{Q} \cdot P}$$

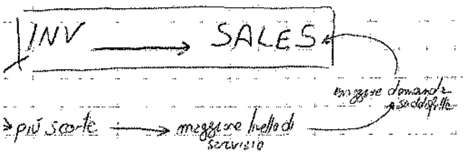
Ⓘⓘ $C_{LS} = n(R) \cdot \dfrac{E(d)}{Q} \cdot P_u$

numero di clienti che rimarranno senza merce: $n(R) = \int_R^{+\infty} (x - R) f_{d_{LT}}(x)\,dx$

la soluzione Ⅱ è più sostenibile (ha magazzini bassi perché svende i prodotti); la soluzione Ⅰ invece è quella che fa sembrare l'azienda più profittevole (infatti il suo GM% appare maggiore). La soluzione però porterà, prima o poi, a fare un INVENTORY RIGHT OFF, ovvero dico di avere un magazzino da 100 K€, ma poi dico che è da 70 K€ perché non ho venduto.
Questa analisi mette in luce come giocando con le scorte si possa far sembrare un'azienda migliore (se guardo solo GM% e VALUE). Berman capisce proprio che per smascherare le aziende che agiscono in questo modo, osservando l'inventory: chi è nel primo caso avrà un magazzino anomalo.

Perché per un'azienda è penalizzante fare l'INVENTORY RIGHT OFF?

① "spariscono soldi", cioè dicevo di avere tot di alcuni di quegli assets di valutazione, improvvisate si abbassano (in questo caso la voce inventory) ⇒ ASSET ↓, il prezzo dell'azienda scende, l'azienda non vale più quello che si pensava.
② ne va dell'aspettativa/fiducia degli investitori. Se faccio un I.V.O., l'investitore considererà anche un certo fattore di rischio.
③ le stime dei flussi di cassa si abbassano ⇒ ↓ GM ⇒ ↓ Flussi di Cassa ⇒ ↓ VALORE AZ.



altro elemento che lega queste due voci è considerare che avere più modelli, ho maggiore varietà di offerta ⇒ ↑ magazzino, ma anche ↑ vendite.

esempio Home Depot: ↓ mag, ↓ vendite. Berman nonostante questo decide di comprare perché ved una facile risoluzione al problema; si è vero che le vendite stanno scendendo, ma questo non è dovuto a un problema strutturale, vi è una facile risoluzione (aumentando le scorte, tornerò ad avere anche buone vendite).

Ma il legame inventory/sales è SOSTENIBILE?! Le scorte hanno un ritorno, ma decrescente (e se metto 4 facing di macchine è probabile che avrò qualche vendita in più, ma se riempio un corrid non vuol dire che continuerò a far salire le vendite). La relazione è quindi FINITA, cioè aumentando le scorte posso migliorare le vendite, ma non all'infinito.

Altra voce importante da considerare per questo legame è il traffic: più gente entra, più si verifich vendite).

o studio della soluzione si sviluppa nelle seguenti problematiche:

natura del problema

	PRESENZA	DIMENSIONE
ottimizzo (conosco tutti i parametri)	~~④~~	①
euristiche (alcuni parametri sono difficili da stimare)	③	②

CASO 1:

$$\frac{\delta C_{TOT}}{\delta Q} = -A \cdot \frac{E(d)}{Q^2} + h/2 - n(R) \cdot P_u \cdot \frac{E(d)}{Q^2} = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{E(d)}{Q^2}\left(A + n(R)P_u\right) + h/2 = 0$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2E(d)(A + n(R) \cdot P_u)}{h}}$$

→ corrisponde a quanto mi aspetto di pagare per i clienti insoddisfatti in un ordo

→ questa grandezza è sempre maggiore del lotto economico perché, aumentando il lotto, si riduce anche il numero di occasioni di andare in stockout poiché emetterò meno ordini (esempio: se faccio un ordine settimanalmente, avrò più possibilità di andare in stockout rispetto a fare un ordine annualmente, quando posso andare in stockout solo una volta (esempio fra dic.))

$$\frac{\delta C_{TOT}}{\delta R} = h + n'(R) \cdot P_o \cdot \frac{E(d)}{Q}$$

→ fare la derivata di $\frac{\delta n(R)}{\delta R}$, significa studiare come cambia il numero di clienti insoddisfatti, se passo ad avere una scorta di sicurezza da 1000 a 1001 pezzi. Il numero di clienti insoddisfatti scende sicuramente, ma di quanto? Sicuro di qualcosa ≤ 1 (siccome ho aggiunto di 1 pezzo la mia SS)
Questo pezzo in più aggiunto, mi serve effettivamente quando $d_{LT} > R$ (riducendo appunto di uno il numero clienti insoddisfatti), certo non mi serve a nulla quando $d_{LT} < R$. $\Rightarrow$

quindi $n'(R) = \frac{d(n(R))}{dR}$, che nel nostro esempio (+1 unità

se la domanda aumenta di dR non ho clienti insoddisfatti

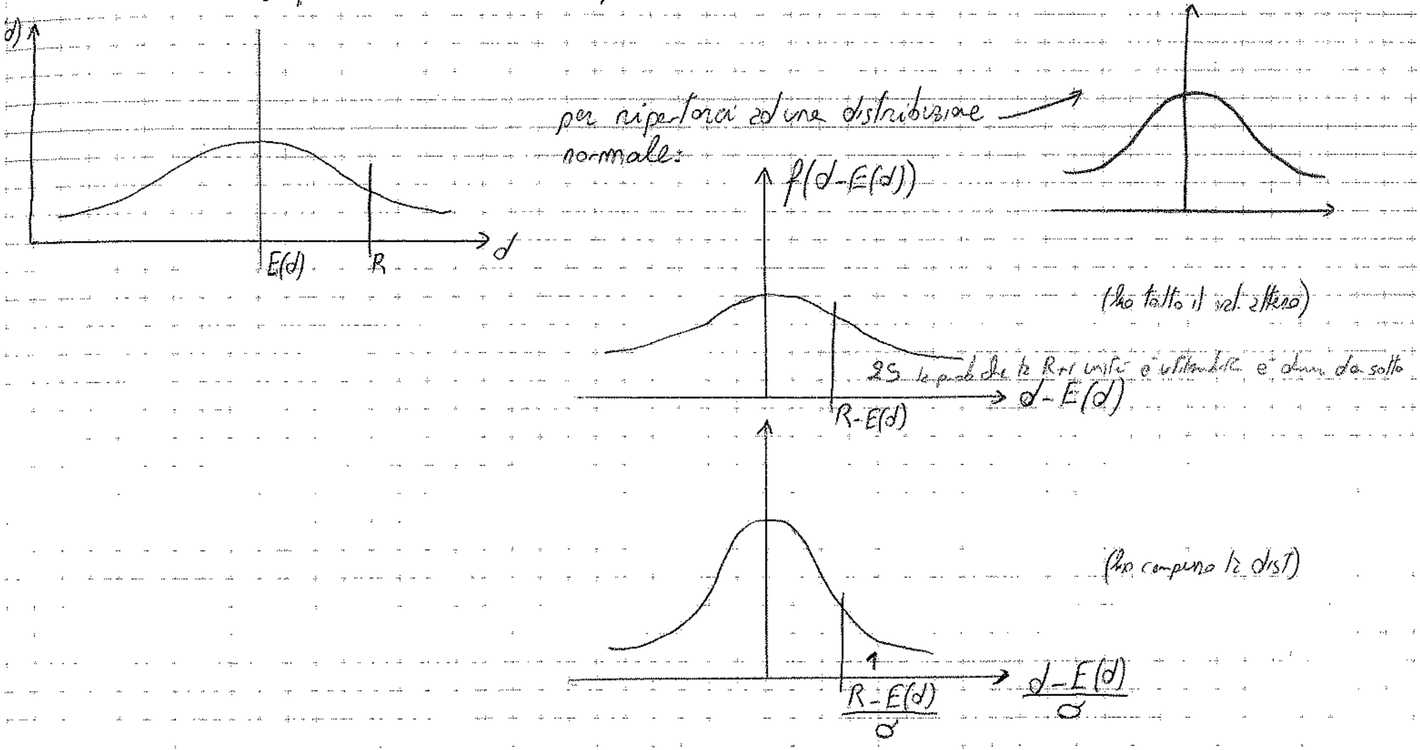
se la domanda è sopra R maggiore di 1 il numero di clienti insoddisfatti cala di 1

$$\Rightarrow \frac{0 \cdot P(d_{LT} \leq R) - \overset{dR}{①} P(d_{LT} > R))}{1}$$

$$\Rightarrow -P(d_{LT} > R) = -\left(1 - F_{d_{LT}}(R)\right)$$

abbiamo una domanda definita da $E(d_{LT})$ e $\sigma_{d_{LT}}$. Per studiare sta roba tolgo il valore atteso.

Cioè, per spiegare graficamente, noi abbiamo questa distribuzione:



$$\Rightarrow n(R_0) = \underbrace{L(\overset{1,76}{z})}_{\text{da tabelle di LOSS FUNCTIONS} = 0,0162} \cdot \sigma_{d_{LT}} \longrightarrow \text{ho moltiplicato x}\sigma \text{ per rispostarmi sull'asse} \Rightarrow 0,405$$

$$\Rightarrow Q_1^* = \sqrt{\frac{2\cdot 100\cdot(50+0,4\cdot 25)}{0,1\cdot 10}} = 109,66$$

...

CASO 2

vi sono due metodi per risolvere questo problema

Il parametro P_u, conosciuto in caso 1, potrebbe risultare difficile da calcolare. Riscriviamo il problema:

$$C_{TOT} = \underbrace{\frac{A\cdot E(d)}{Q} + h\cdot\frac{Q}{2}}_{} + \underbrace{h(R-E(d)\cdot LT) + \frac{E(d)}{Q}\cdot n(R)\cdot P_u}_{}$$

se ottimizzo questa parte ottengo EOQ $\Rightarrow Q = \sqrt{\frac{2AE(d)}{h}}$

questa parte invece non so quantificarla, allora introduco un VINCOLO SUL LIVELLO DI SERVIZIO, che mi impone quanti clienti voglio soddisfare.

Possiamo indicare la percentuale di domanda insoddisfatta come $\frac{n(R)}{Q} = 1-\beta$, dove β è il livello di servizio.

$$\Rightarrow n(R) = (1-\beta)\cdot Q$$

Questo approccio rende la scelta delle due variabili sostanzialmente indipendenti sempio :

(utilizzando i dati dei 2 esempi precedenti)

$EOQ = Q_0 = 100$

$n(R) = (1-0{,}95) \cdot Q_0 = 5 \qquad L(z) = 0{,}2 \quad ; \quad z = 0{,}49 \quad \Rightarrow R_0 = 112{,}25$

$$Q_1 = \frac{5}{\underbrace{1-0{,}6879}_{\text{da tabelle della normale}}} + \sqrt{\left(\frac{5}{1-0{,}6879}\right)^2 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 50}{10 \cdot 0{,}1}} = 116{,}83$$

$(R_1) = (1-0{,}95) \cdot 116{,}83 = 5{,}84$

$$n(R_1) = L(z) \cdot \sigma \Rightarrow L(z) = \frac{n(R_1)}{\sigma} = 0{,}232 \quad \Rightarrow z = 0{,}40 \quad \Rightarrow R \overset{*}{=} 110$$

$100 + 0{,}4 \cdot 25 = 110$

$$Q_2 = \frac{5{,}84}{1-0{,}6554} + \sqrt{\left(\frac{5{,}84}{1-0{,}6554}\right)^2 + 100^2} = 117{,}99$$

Perché vi sono risultati diversi utilizzando questi due metodi (paragonare questo esempio con quello precedente). Nel caso precedente la quantità Q è fissata una volta definitivamente con l'EOQ. Nel secondo esempio invece Q viene definita iterativamente. Al crescere di Q, ho meno cicli di ordinazione, quindi meno possibilità di andare in stockout. Questo mi consente, per ogni ciclo, di avere più clienti insoddisfatti (mantenendo fisso il livello di servizio) e quindi abbassare il livello del punto di riordino:

esempio modo ①		esempio modo ②
$Q = 100$	↑	$Q = 117{,}99$
$R = 112{,}25$	↓	$R = 110$

CASO 3

come nell'analogo caso 2, anche in questo caso mi limito a separare le due parti della f. costo

$$C_{TOT} = \underbrace{\frac{E(d)}{Q} A + \frac{hQ}{2}}_{\text{ottimizzo con EOQ}} + \underbrace{h\left(R - E(d) \cdot LT\right) + \ldots}_{\text{vincolata al livello di servizio}}$$

Esempio :

dati degli esercizi precedenti, ma questa volta il livello di servizio del 95% è TYPE I

$\Rightarrow EOQ = 100$

$F_{d_{LT}}(R) = 95\% \quad \Rightarrow z = 1{,}645 \quad \Rightarrow R = 100 + 1{,}645 \cdot 25 = 141{,}12$

⊛ questa non è altro che una reinterpretazione del News Vendor Problem, non a caso si tratta di un livello di servizio type I (rappresenta infatti la probabilità di non andare in stockout).

Infatti $P_u - h \cdot r \simeq m$ del New Vendor problem. Questa grandezza rappresenta il guadagno P_u che ottengo non andando in stockout, diminuito del costo $h \cdot r$, cioè il costo che ho dovuto sopportare per mantenere a magazzino il pezzo che può essere utile alla fine del periodo di riordino r per evitare o diminuire lo stockout. La domanda che può sorgere è: perché considero solo $h \cdot r$ e non $h \cdot (r + LT)$, siccome il mio magazzino deve coprire tutto il periodo di fuori controllo in cui posso andare in stockout? Perché in LT il mio pezzo non è ancora in magazzino.

News Vendor Problem: $LS_I^* = \dfrac{m}{m + cs}$, essendo $m \simeq P_u - h \cdot r$

$$LS_I^* = \frac{P_u - h \cdot r}{P_u - \cancel{h \cdot r} + \cancel{h \cdot r}} = \frac{P_u - h \cdot r}{P_u}$$

Come per il modello (Q,R), qualora fossi in difficoltà a trovare P_u, vado a imporre dei vincoli sul livello di servizio, usando quindi una doppia euristica, una per trovare r e l'altra per fissare S.

$$\boxed{LS_I \geq \alpha}$$

$$\Rightarrow F_{d_{LT+r}}(S) \geq \alpha \longrightarrow \boxed{S = E(d)(LT + r) + z \cdot \sigma_{d_{LT+r}}}$$

esempio:

$\Rightarrow r = 1$ mese $\quad LT = 3$ mesi $\quad E(d)_{mese} = 200 \quad \sigma_{mese} = 40 \quad LS_I = 98\%$

$$S = 200 \cdot (3+1) + 2{,}06 \cdot \underbrace{\left(\sqrt{4} \cdot 40\right)}_{\sigma_{LT+r}\text{, ottenuto da VD. PAG 188 ES. 5.16}} = 964{,}8$$

$\Rightarrow$ Supponiamo ora di avere:

costo di mantenimento annuo (sul prezzo acquisto) $= 10\%$ $\qquad$ è ragionevole volere un $LS = 98\%$?

margine sul prezzo di vendita $= 30\%$ (annuo)

$$\Rightarrow P_u = 30\% \cdot P \qquad F(S_1) = \frac{30\% \cdot P - 10\% \cdot 70\% P \cdot 1/12}{30\% P} = 98\%$$

$\Rightarrow$ e se il margine fosse di 10% (annuo)?

$$F(S_2) = \frac{10\% P - 10\% \cdot 90\% P \cdot 1/12}{10\% P} = 92{,}5\% \text{ ???!!}$$

questo non ci dice che un $LS = 98\%$ sia sbagliato, ma mi fa capire di come il mio capo (quello che ha imposto il livello di servizio) pesi lo stockout:

è il peso che il mio capo dà implicitamente allo stockout
se questo è ritenuto corretto
LS = 98% è giusto

$P_u = 37{,}5$

$F(s) = 0{,}98 = (P_u - 90\% \cdot 10\% \cdot 1/12)$

$n_{d_{LT+\tau}}(S) = (1-0{,}95) \cdot 104{,}36 \cdot 1 = 5{,}218$

$n_{d_{LT+\tau}}(S) = L(z) \cdot \sigma_{LT+\tau} \Rightarrow 5{,}218 = L(z) \cdot 20{,}61 \Rightarrow L(z) = 0{,}2532$

$\Rightarrow z = 0{,}33 \qquad \Rightarrow S = 104{,}36 \cdot 3 + 0{,}33 \cdot 20{,}61 = 320$

supponiamo di avere 140 pz in magazzino + 100 in arrivo $\Rightarrow IP = 240$ pz ; ne ordino quindi 320-240=80

Cosa genera, allora, accuratezza nel nostro sistema?
l nostro sistema informativo è molto efficace. Esso è dotato di 5 stati possibili, quindi ottima apacità descrittiva dello stato della scorta in magazzino. Inoltre tale dettaglio nell'identificare gli stadi permette di identificare l'errore puntualmente al livello in cui si presenta.
controllo continuo tra i vari livelli del sistema informativo. Inoltre si impiega strategia ZERO BALANCE CHECK, cioè l'operatore avvisa il sistema ogni volta che la scorta in una cella va a zero, è un metodo di controllo invasivo (ogni volta che vado a zero) che non costa nulla all'azienda.
double check sulla posizione
PCS ben definiti: si deve esattamente sapere ciò che si deve fare ad ogni stadio, persone non variabili
21 persone dedicate all'Asset control group (!)
la responsabilità sul livello scorte è delegata non ai livelli alti, ma agli operatori occupati nel magaz
nel magazzino vi è una sezione dedicata solo per la risoluzione dei problemi in entrata.
il management spende tempo (risorse) per diffondere l'idea dell'importanza da attribuire a tale performance

)TRADE OFF? effetti collaterali del mantenere accuracy?
flessibilità zero: prima c'è la regola. Se ci sono clienti urgenti non viene comunque adattato il processo alle nostre effettive esigenze. Rigidità ai processi e alle regole.
costi elevati, non solo per personale, ma costi dovuti anche a perdita di produttività (per fare due scanning, per esempio, spendo tempo => + personale => + costi)

)Strategie di crescita e apertura magazzini per Arrow?
Arrow ha 5 magazzini specializzati per prodotto. Sta crescendo acquistando concorrenti.
Tornando al problema di partenza: che Eagle debba cambiare, è evidente. Cosa è meglio fare? Quanto vale mantenere le promesse fatte? In alcuni casi reali (tipo Ikea che imita) vale la pena macchiare la reputazione. Ma nel caso in esame, macchiare la reputazione significherebbe perdere la possibilità di stipulare nuovi accordi con altre aziende. Ma, d'altro canto, non è nemmeno sostenibile acquistare e aumentare il numero di magazzini, tutti con livelli di accuratezza diversi.

ome mi comporto? La decisione presa da Arrow è che bisogna mantenere uniforme alle stesse regole il network. Il problema consiste nel portare allo stesso livello di accuratezza i magazzini acquisiti (si vede seguire la 3° opzione). Raggiungere per tutti i magazzini gli stessi livelli richiede tempo, e potrebbe essere in alcuni casi impossibile. Arrow tenta, ma non riuscendoci i vede costretta a chiudere questi magazzini acquisiti. Vi è quindi un compromesso: tentativo di mantenere le promesse => insostenibilità dell'obbiettivo => la "faccia" del CEO è quindi un po' tutelata.