NUMERO: 2237A

ANNO: 2017

A P P U N T I

STUDENTE: Tosti Michela

MATERIA: Logistica - Esercizi+Temi d'Esame + Schemi di Teoria - Prof. Zotteri

Struttura della filiera OK ✓

LINEARE: un MG ha al più un cliente e un fornitore ∇→∇→∇

CONVERGENTE: un MG può avere più fornitori ed al più un cliente (ASSEMBLAGGIO)

DIVERGENTE: un MG ha al più un fornitore ma può avere più clienti (DISTRIBUZIONE)

CASI PARTICOLARI sono i:

a) TRANSIT POINT → MG all'interno dei quali non ho accumulo di merce

b) SPOSTAMENTI ORIZZONTALI → passaggi di merce nello stesso livello della filiera

c) REVERS LOGISTIC → SKU che risalgono la filiera

Rete logistica ↦ MIX dei 3 casi

Fattori di competitività OK ✓

PERFORMANCE: gli indicatori sono

- QUALITÀ
  - DI RANGO: i pezzi rispettano le caratteristiche ideali
  - DI CONFORMITÀ: queste caratteristiche vengono mantenute nel tempo

  ↳ in contrasto con i costi d'acquisto

- SERVIZIO: implica la presenza di agevolazioni come assistenza clienti, sostituzione pezzi, garanzie, puntualità...
  ↳ importante la disponibilità prodotti

- DELIVERY LEAD TIME → tempo di consegna deve essere il più basso possibile ed in alcuni settori addirittura nullo, questo è un costo per l'azienda
  ↳ contro ai costi

- ASSORTIMENTO → può guidare la scelta dei consumatori, deve essere vasto e ben organizzato, dipende anche dal tipo di negozio
  ↳ FENOMENO LONG TAIL
  ↳ vendo online, così non devo tenere in negozio ma in MG e quindi posso avere cose di prodotti così diversi

- FLESSIBILITÀ → capacità di adattamento con tempi e costi limitati

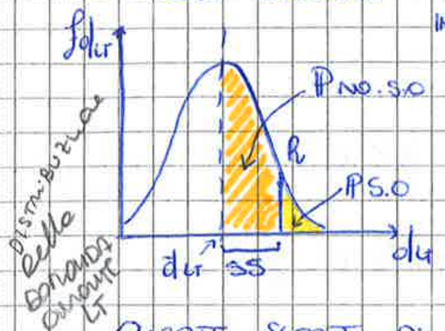
- COSTO → si divide in
  - MARGINALE: quanto costa in più produrre una unità in più
  - VARIABILE: dipende da quanto produco
  - FISSO: si presenta già solo perché produco (affondato)

  ↳ scelti in base all'orizzonte temporale ed alla strategia dell'azienda

  lineari - non lineari - lineari a tratti

- PRODOTTO ↦ adattare eccezioni a richieste
- INNOVAZIONE PRODOTTO ↦ flex per cui se butto nel sistema un prodotto per cui il sistema non è progettato il sistema reagisce rapidamente
- CONSEGNE: tempi e modalità di consegna ≠ in base al cliente
- VOLUMI: flex per rispondere rapidamente al cambiamento di volumi
  - SLACK RESOURCES ↦ sono S.S.
  - RISORSE FLEX
  - PIANIFICAZIONE FLEX

• SCORTE DI SICUREZZA: necessarie per far fronte ai picchi di domanda imprevisti



$Q\text{-}R \mapsto R - E(d)LT$

$S \mapsto S - E(d)(LT+\tau)$

dipendono da: - LS
- livello incertezza

Queste scorte di sicurezza dipendono dal livello di servizio e dal livello d'incertezza.

Si possono ridurre cercando di ridurre l'incertezza

- riduco LT
- previsione
- diminuzione variabilità domanda

NOTA: l'incertezza non sempre è un fenomeno casuale, può essere introdotta anche per esempio da politiche di sconti che portano a picchi di domanda non facilmente gestibili, per evitare questo alcune aziende preferiscono adottare una politica di every day low pricing

• Altri tipi di scorte (non desiderate)

~ scorte a monte ↦ dovute ad errori del passato
~ scorte non logistiche → fatte per generare domanda

Flussi fisici vs Flussi informativi OK ✓

• Flussi informativi: sono i flussi di informazioni che si muovono all'interno della filiera, spesso lo risolvono perché (soprattutto nelle filiere allargate) a monte si ha una visione più globale e si riesce a gestire meglio le merci, dove ciò non accade è frequente la presenza del bull whip effect ovvero dell'incertezza che risale la catena aumentando la sua intensità
⟹ spesso a valle della catena non sono così "felici" di condividere l'informazione
↳ necessari incentivi

• Flussi fisici: come si spostano le SKU

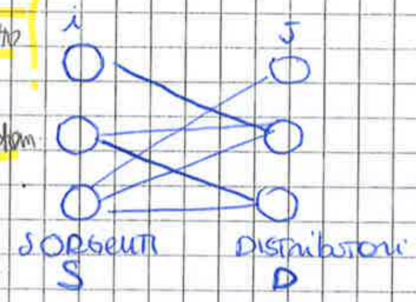
Rotte ↦ MG sul percorso ↦ pb vehicle routing
PT-PT ↳ MG nel baricentro ↳ pb EOQ

(Full truck load - less than FTL)

PROGETTO DI RETI

PROBLEMA DEL TRASPORTO (+ MULTIPRODOTTO) OK

ASSUNZIONI
- MONO PRODOTTO
- STATICO
- DOMANDA
- SOD. COMPLETAMENTE



Parametri: (3)

C_{ij_e} = costo trasporto

d_{j_e} = domanda

R_{i_e} = capacità produttiva

Variabili: (1)

$x_{ij,e}$

FO $\min \sum_{i \in S} \sum_{j \in D} \sum_{e} C_{ij_e} x_{ij_e}$

VINCOLI: (3)

$\sum_{j \in D} x_{ij_e} \le R_{i(e)} \quad \forall i \in S \quad \forall e$

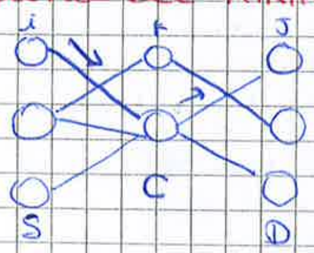
se non condivise la capacità, non ho qui il pedice e e ho $\sum_e$ e non ho $\forall e$

$\sum_{i \in S} x_{ij_e} = d_{j_e} \quad \forall j \in D \quad \forall e$

$x_{ij_e} \ge 0 \quad \forall i, j, e$

Problema: Se non esistono archi? Gli assegno costo ∞, così essendo un problema di minimizzazione non verranno mai scelti

PROBLEMA DEL MINIMO COSTO OK



Parametri (10)

costi:
- C_{ik} = costo trasporto $i-k$
- G_{kj} = costo trasporto $j-k$
- $P_{i,e}$ = costo produzione del prodotto e nella sorgente i

V_e = volume movimentato

V_{ik} = capacità di trasporto in volume da i a k

W_{jk} = cap. " " " " da k a j

d_{j_e} = domanda del prodotto e

H_k = max capacità k-esimo centro

R_i = max capacità sorgente i

r_{ie} = capacità occupata

Variabili (2)

x_{ik_e}

y_{kj_e}

FO

$\min \sum_{e} \sum_{i} \sum_{k} (P_{ie} x_{ike} + C_{ik} x_{ike} V_e) + \sum_{e} \sum_{k} \sum_{j} G_{kj} y_{kje} V_e$

S.T. (7)

$\sum_{k} y_{jke} = d_{je} \quad \forall j, e$

$\sum_{k} \sum_{e} x_{ike} r_{ie} \le R_i \quad \forall i$

$\sum_{e} V_e x_{i,k,e} \le V_{i,k} \quad \forall i, k$

$\sum_{e} V_e y_{jke} \le W_{jk} \quad \forall j, k$

$\sum_{i} \sum_{e} x_{ike} \cdot V_e \le H_k \quad \forall k$

$\sum_{i} x_{ik,e} = \sum_{j} y_{jk,e} \quad \forall k, e$

$x_{ij,e} \, , \, y_{jke} \ge 0$

Modelli con costi non lineari OK

Costo lineare → indipendente dal volume trasportato

costo non lineare → ECONOMIE DI SCALA → dipendenza del costo di trasporto rispetto al volume di trasporto

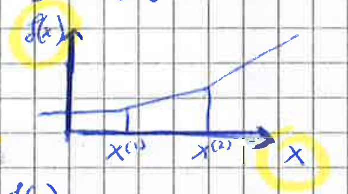
⇓

$C = \alpha V^{\beta}$ (C: costo; V: volume)

~> in questo caso (di economie di scala, la funzione obiettivo non è lineare)

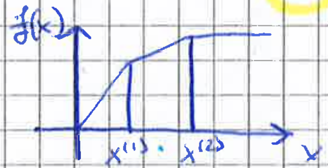
ad esempio:

$$f(x) = \begin{cases} c_1 x & 0 \le x \le x^{(1)} \\ c_2(x - x^{(1)}) + c_1 x^{(1)} & x^{(1)} \le x \le x^{(2)} \\ c_3(x - x^{(2)}) + c_2(x - x^{(1)}) + c_1 x^{(1)} & x^{(2)} \le x \le x^{(3)} \end{cases}$$



(A) se $c_1 < c_2 < c_3$ ↦ $f(x)$ convessa

costi marginali crescenti — diseconomie di scala



(B) se $c_1 > c_2 > c_3$ ↦ $f(x)$ concava

costi marg. decrescenti — economie di scala

nel caso (A):

minimizzo costi

$f(x) = c_1 y_1 + c_2 y_2 + c_3 y_3$ ~> devo minimizzare questo

$x = y_1 + y_2 + y_3$

$0 \le y_1 \le x^{(1)}$

$0 \le y_2 \le (x^{(2)} - x^{(1)})$

$0 \le y_3 \le (x^{(3)} - x^{(2)})$

le y più grande si attiva solo se quelle sotto sono sature

nel caso (B) MAX profitti

ciò non è vero ↦ se minimizzassi la stessa funzione l'algoritmo inizierebbe ad usare prima y_3 perché più economica!

Min $\sum_i \lambda_i x^{(i)}$

se ho 4 pt! $x = \sum_{i=0}^{3} \lambda_i x_i$ $\quad \sum_i^{3} \lambda_i = 1$, $\lambda_i \ge 0$ $\quad y = \sum_i^{3} \lambda_i y_i$

$0 \le \lambda_0 \le \delta_1$

$0 \le \lambda_1 \le \delta_1 + \delta_2$

$0 \le \lambda_2 \le \delta_2 + \delta_3$

$0 \le \lambda_3 \le \delta_3$

$\sum_{i=1}^{3} \delta_i = 1 \qquad \delta_i \in \{0,1\}$

NOTA se valuto ME considerare valutare anche MAD: ME ≈ 0 MAD ≈ 0 previsione buona

- MAD (mean absolute deviation)

$$MAD = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}|e_t|$$

- misura accuratezza
- non dà info sulla deviazione

→ gli errori non si elidono più perché se MAD = 0 ho stimato correttamente i parametri

ME ≈ MAD > 0 compensazioni errori

ME ≠ 0 MAD > 0 errore sistematico

↓ relativo alla domanda

MAPE ↦ $$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{|e_t|}{Y_t}$$

(se tutti gli errori mi costano uguale valuto MAD, se ho costi diversi per errori grandi valuto RMSE)

↓ relativo alla previsione

MAPEM → $$MAPEM = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{|e_t|}{F_t}$$

↓ percentuale

MAD% ↦ $$MAD\% = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{|e_t|}{Y}$$

- RMSE (Radice Errore quadratico medio)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}e_t^2}$$

con l'RMSE dimensiono le SS

ovvero è la radice del MSE mean square error

- misura accuratezza, nello accurato di MAD, ma distingue dando più importanza ai grandi picchi, è più grave un grande picco che tanti piccoli scostamenti
- non dà info sulla deviazione

↓ relativo al %

RMSE% → $$RMSE\% = \sqrt{\frac{1}{n}\sum e_t^2/Y}$$

STATISTICA U DI THEIL OK

Mette in relazione accuratezza di previsione e variabilità della domanda

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1}\left(\frac{F_{t+1}-Y_{t+1}}{Y_t}\right)^2}{\sum_{t=1}^{n-1}\left(\frac{Y_t-Y_{t+1}}{Y_t}\right)^2}}$$

numeratore → metodo sofisticato

denominatore → metodo becero

U = 1 metodo sofisticato non migliore di metodo becero

U < 1 " " migliore

U > 1 " " peggiore

α viene stimato mediante il TRACKING SIGNAL: media smorzata degli errori commessi nei periodi precedenti

$$TS_t = \alpha' \frac{e_t}{Y_t} + (1-\alpha') TS_{t-1}$$

$-1 \le TS_t \le 1$

$0 \le \alpha' \le 1$

se $TS \neq 0$ aumento $\alpha \to$ scelgo alfa alto
... $TS \simeq 0$ diminuisco α $\to$ scelgo α basso

$$\alpha = |TS_t| \cdot a$$

a: velocità con cui voglio che α reagisca al tracking signal (spesso $= 1$)

α alti domanda variab. $TS_t \neq 0$
α bassi " stabile $TS_t \simeq 0$
$\to |TS_t| > 0 \uparrow \alpha$
$|TS_t| \simeq 0 \downarrow \alpha$

Problema: assunzione di domanda stazionaria

SMORZAMENTO ESPONENZIALE CON TREND OK

diversamente da prima, ho 2 parametri:

T_t: livello di trend della domanda al tempo t

B_t: livello base della domanda al tempo t

ADDITIVO

$$F_{t,h} = B_t + T_t h$$ — n° periodi in cui guardo in là —

$$B_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(B_{t-1} + T_{t-1}) \qquad 0 \le \alpha \le 1$$

$$T_t = \beta (B_t - B_{t-1}) + (1-\beta)(T_{t-1}) \qquad 0 \le \beta \le 1$$

$\hookrightarrow$ potrei usare $(Y_t - Y_{t-1})$ ma è più nervoso, perché il metodo è nervoso e mi serve una β più bassa

MOLTIPLICATIVO

$$F_{t,h} = B_t (T_t)^h$$

$$B_t = \alpha Y_t + (1-\alpha) B_{t-1} T_{t-1} \qquad 0 \le \alpha \le 1$$

$$T_t = \beta (B_t / B_{t-1}) + (1-\beta)(T_{t-1}) \qquad 0 \le \beta \le 1$$

NOTA: se β molto alto per ogni valore di α trend cambia molto velocemente $\mapsto$ metodo isterico cambia molto da iterazione a iterazioni

Inizializzazioni

$$B_0 = \sum_{i=1}^{\ell} \frac{Y_i - i T_0}{\ell}$$

$$T_0 = \frac{Y_\ell - Y_1}{\ell - 1}$$

β grande $\mapsto$ inseguo molto del salto
β piccolo $\mapsto$ seguo il salto come un disturbo leggero

Inizializzazione:

una sola stagione — più stagioni

$$T_0 = \sum_{i=1}^{s} Y_{s+1} - Y_i / s \rightsquigarrow \frac{1}{s^2}\sum_{i=1}^{s} Y_{s+i} - Y_i$$

$$B_0 = \sum_{i=1}^{\ell} \frac{(Y_i - iT_0)}{\ell} \rightsquigarrow B_0 = \frac{[(Y_{s+1}-(s+1)T_0)+(Y_1-Y_0)]}{\frac{(2+\sum_{i=2}^{s}(Y_i - iT_0))}{s}}$$

$$S_0 = \sum_{k=0}^{\ell/s-1} Y_{j+ks} \Big/ \frac{B_0+(j+ks)T_0}{\ell/s}$$

REGRESSIONE LINEARE SEMPLICE OK

$$Y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i$$
↳ v.c. $\sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$

questa è detta retta di regressione, (curva interpolante) ovvero è la retta che stima (prevede) la domanda.

ε_i = errore = $Y_i - \hat{Y}_i$

a e b sono stimatori consistenti (no bias)

$E[a] = \alpha$

$E[b] = \beta$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$
$$b = \frac{\sum x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x_i^2 - n(\bar{x})^2} = \frac{S_{xy}}{S_x^2}$$
stime dei parametri α e β

r_{xy} = coefficiente di correlazione = $\frac{cov(\alpha\ \beta)}{\sqrt{\sigma_\alpha^2 \sigma_\beta^2}}$

↳ $= S_{xy} / S_x S_y$

(+) retta con pendenza (+)

(−) retta con pendenza (−)

quanto variano gli stimatori attorno al valore

$$See(a) = \sqrt{var(a-\alpha)} = \sigma_\varepsilon \sqrt{\frac{\bar{x}^2}{\sum(x_i-\bar{x})^2} + \frac{1}{n}}$$

$$See(b) = \sqrt{var(b-\beta)} = \sigma_\varepsilon \sqrt{\frac{1}{\sum(x_i-\bar{x})^2}}$$

$$\hat{\sigma}_\varepsilon = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-2}}$$

$$See(y_0) = \sqrt{var(y-\hat{y})} = \sigma_\varepsilon \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_0-\bar{x})^2}{\sum(x_i-\bar{x})^2}}$$

$$R^2 = \frac{S_{\hat{y}}^2}{S_y^2}$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 15 di 96

$\lambda > 0$: $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial Q} \Rightarrow Q_i^* = \sqrt{\frac{2\lambda d_i}{h_i}}$

$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} \Rightarrow \sum_1^n \frac{d_i}{Q_i} - F = \emptyset$

$\frac{\delta \mathcal{L}}{\delta F} = -\lambda$ aumento infinitesimo di F produce contrazione → potendo fare un ordine in più costo diminuisce

PROCEDIMENTO: provo con λ_0 a caso, trovo Q_i e lo metto nella II equazione, se $= 0$ stop, se > 0 $\uparrow \lambda$, se < 0 $\downarrow \lambda$ e ricalcolo il nuovo Q_i ... ecc...

MINIMIZZAZIONE COSTO MG CON COSTO FISSO ORDINAZIONE A

$$\min \sum_i^k h_i \frac{Q_i}{2} + \sum_1^n A_i \frac{d_i}{Q_i} \quad s.t. \sum \frac{d_i}{Q_i} \leq F$$

↳ come prima devo usare Lagrangiana:

$$\mathcal{L} = \sum_i^k h_i \frac{Q_i}{2} + \sum_1^n A_i \frac{d_i}{Q_i} + \lambda \left(\sum_1^n \frac{d_i}{Q_i} - F \right)$$

se vincolo attivo:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial Q} \Rightarrow Q_i^* = \sqrt{\frac{2 d_i (\lambda + A_i)}{h_i}}$$

(Procedimento: come prima)

$$\frac{\delta \mathcal{L}}{\delta F} = -\lambda \quad \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \lambda} = \sum_1^n \frac{d_i}{Q_i} - F = 0$$

INCERTEZZA

SORGENTI INCERTEZZA e TIPOLOGIE OK

SORGENTI:
- quantità
- tempi consegna
- domanda
- possibili livelli di scorte

TIPOLOGIE:
- $f(d)$ • sui valori della variabile
- $f(d/p)$ • sui parametri della variabile
- $f(?)$ • sulla forma della distribuzione della domanda

EFFETTI DELL'INCERTEZZA OK

elevato $\mathbb{P}(S.O)$ che porta a 2 costi:
- LOST SALES
- BACK ORDER

↝ i costi dello S.O possono presentarsi in 2 diverse tipologie

A • costo legato alla presenza dello S.O
B • costo legato alla quantità dello S.O

e all'interno del costo di S.O ho:

nel caso (A) ↝ perdita d'immagine che può essere capita:
- valore costumer life value
- valore store vs brand loyalty

nel caso (B) ↝ vendite perse – entità:
- prodotti indispensabili
- store loyalty
- promotions

NOTA: il costo S.O deve essere valutato al netto della sostituibilità e compresa la presenza di ricezione

Newsvendor multiprodotto OK

Vincolo (non lineare) ↦ $\sum_i r_i Q_i \le R$

r_i: capacità usata da ogni prodotto (sommata per il n° prodotti)

R: capacità max o disponibile economica (o soldi o tempo macchina ecc)

valore atteso della somma dei profitti = somma dei valori attesi dei profitti

$$g(Q_1 \dots Q_I) = \mathbb{E}\left(\sum_i (\pi(Q_i))\right) = \sum_i \mathbb{E}_i(\pi(Q_i))$$

non lineare quindi uso Lagrange:

$$h(Q_1 \dots Q_I, \lambda) = \mathbb{E}\left(\sum_i (\pi(Q_i))\right) - \lambda\left[\sum_i (r_i Q_i) - R\right]$$

$$\frac{\partial h(Q_1 \dots Q_I, \lambda)}{\partial Q_i} = m(1 - F(Q_i)) - c F_i(Q_i) - \lambda r_i = 0$$

$$\frac{\partial h(Q_1, \dots Q_I, \lambda)}{\partial \lambda} = \sum_i Q_i \cdot r_i - R = 0$$

Massimizzazione funzione profitto attesa

$$F_i(Q^*) = \frac{m_i - \lambda r_i}{m_i + c}$$

"tasso di consumo"

CASI:
↦ vincolo non attivo ovvero risorsa non scarsa: se $\lambda = 0$ torno al monoprodotto
↦ vincolo attivo $\lambda > 0$

$$\sum_i Q_i \cdot r_i = R$$

infatti λ è negativo "tolgo un costo"

$$\frac{\partial h(Q_1 \dots Q_n, \lambda)}{\partial R} = \lambda$$

incremento di budget (R) mi da aumento di λ perché più aumento + mi costa

λ ⇝ è il max prezzo che sarei disposto a pagare per aumentare la capacità produttiva che i miei prt usano

↦ PROCEDIMENTO: $\lambda = 0$ ⇝ calcolo $F(Q)$ ⇝ ricavo Q ⇝ valuto se $\sum Q_i r_i \le R$ → se $=$ ...
se $<$ $\downarrow \lambda$
se $>$ $\uparrow \lambda$ } ripeto

nota: prima di alzare e abbassare il λ lo devi fare per tutti i prodotti e sommarli per vedere se in tot sono $\le$ di R

NOTA: se i prodotti hanno tutti stesso margine, costo e consumo risorsa, la soluzione ottima è dare a tutti lo stesso LS_I (idem se i 3 parametri sono proporzionali)

OTTIMIZZAZIONE COSTO LEGATO ALLA DIMENSIONE DELLO S.O.

$$Q = \sqrt{\frac{2E(d)(A + \overbrace{P_u n(R)}^{\text{costo stockout}})}{h}}$$

approccio matematico:

$$h = \underbrace{\frac{P_u E(d)}{Q}\left(1 - F_{d_{LT}}(R)\right)}_{\text{beneficio atteso dell'investimento}} = 0$$

trovo Q_0 con EOQ ⇝ sostituisco e trovo $F(R)$ ⇝ standardizzo poi trovo

$$R = \mu + \sigma_{d_{LT}} (z)$$

$n(R) = L(z) \cdot \sigma_{d_{LT}}$ → stimo $n(R)$ sost. trovo nella formula di Q

mi fermo quando sostituisco R e trovo il Q precedente o viceversa

VINCOLO LEGATO AL LS CON COSTO LEGATO ALLA DIMENSIONE S.O.

A) Separazione scelta Q e R

ottimizzo Q e R separatamente

- conosco $LS_{II} \rightarrow \beta$

calcolo Q_0 con EOQ, lo uso in

$$(1-\beta) Q = n(R) \quad (*)$$

trovo $n(R)$

↳ ma: $n(R) = \sigma_{d_{LT}} L(z)$

trovo $L(z)$, poi z e ottengo:

$$R = \mu + \text{valore} \cdot \sigma$$

approccio non ottimale perché tiene il Q fisso e raggiunge il LS richiesto solo manipolando R

B) Costo S.O. implicitamente stimato nel LS → ottimizzo Q e R insieme

Dalla formula del I° caso (a sx) trovo

$$\hat{P}_u = \frac{hQ}{E(d)(1 - F_{d_{LT}}(R))}$$

Sostituisco in Q e trovo:

$$Q = \sqrt{\frac{2E(d)\left(A + \frac{hQ\, n(R)}{E(d)(1 - F_d(R))}\right)}{h}}$$

e riapplico la regola

Sviluppo alla TIVE ottengo:

$$Q^* = \frac{n(R^*)}{1 - F_{d_{LT}}(R^*)} + \sqrt{\left[\frac{n(R)}{1 - F(R)}\right]^2 + \frac{2A\,E(d)}{h}}$$

⇝ metodo iterativo (dopo sostituisco Q in (*) e ripeto finché non trovo lo stesso valore)

VINCOLO LEGATO AL LS e costo legato alla presenza S.O.

calcolo Q con EOQ e trasformo la parte dipendente da R in un vincolo sul LS_I

Nota: LS_I richiede livello sorte > di LS_{II}

QUINDI **NON** PREFERISCO LS_I

perché LS_{II} + accurato

SISTEMI MULTI ECHELON

OK

→ si ampliano da quello senza successivi in su.

2 Prospettive

ECHELON

a) considero IP del nodo come la sua, più la somma di quelle a valle

B) non nested di natura ma lo può diventare

c) visione globale, si accorge se la merce esce dalla catena

d) non si rende conto degli sbilanciamenti allo stesso livello della catena

e) se domanda aumenta, IP diminuisce per tutti i MG

$IP^E > IP^I$

INSTALLATION

A) considero l'IP del nodo, solo come la sua.

B) sempre (nested) annidato, ovvero quando un livello emette un ordine anche i livelli a valle lo emettono uguale o multiplo. $(Q_n = J\,Q_{n-1})$

c) tutti i livelli raggiungono contemporaneamente R

d) ordini guidati da domanda interna

e) scorte primi livelli della filiera possono introdurre, assorbire l'aumento della domanda quindi a monte non si accorgono della variabilità. (Bullwhip effect.)

Assunzioni: ! - LT informativo nullo
- quantità uno multiplo dell'altra
- emetto ordine se tocco R

INSTALLATION ricavata da Echelon nested (Proprietà 2)

$$R_n^E = R_n^i + \sum_{k=1}^{n-1}\left(R_k^i + Q_k\right)$$

Echelon nested ricavato da installation (Proprietà 3)

$$R_n^i = R_n^E - R_{n-1}^E - Q_{n-1}$$

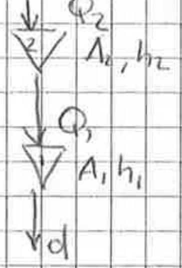
Condizioni iniziali (Proprietà 1)

$$\Rightarrow R_n^i < IP_{n,0}^i \leq R_n^i + Q_n$$

$$\Rightarrow R_n^E < IP_{n,0}^E \leq R_n^E + Q_n$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 23 di 96

LOTTO ECONOMICO A 2 STADI OK



caso 1: MG gestiti da 2 gestori con obiettivi diversi

per il livello 1: funzione di costo

$$C_{TOT_1} = A\frac{d}{Q_1} + h_1\frac{Q_1}{2}$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2A_1 d}{h_1}}$$

livello 2

$$C_{TOT_2} = A_2\frac{d}{JQ_1} + h_2\frac{(J-1)Q_1}{2}$$

$$J^* = \frac{1}{Q_1}\sqrt{\frac{2A_2 d}{h_2}} = x,y < \begin{matrix} \ldots \\ \ldots \end{matrix}$$

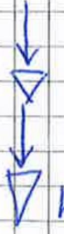
CASO 2: obiettivo ottimizzazione globale

$$C_{TOT} = C_{liv1} + C_{liv2} = \frac{A_1 d}{Q_1} + h_1\frac{Q_1}{2} + \frac{A_2 d}{JQ_1} + h_2(J-1)\frac{Q_1}{2}$$

$$= \left(A_1 + \frac{A_2}{J}\right)\frac{d}{Q_1} + \left[h_1 + h_2(J-1)\right]\frac{Q}{2}$$

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{2\left(A_1 + A_2/J\right)d}{h_1 + h_2(J-1)}} \qquad J^* = \sqrt{\frac{A_2(h_1 - h_2)}{A_1 h_2}}$$

CASO 3 ottimizzazione in ottica echelon → solo x la globale



$h_2 = e_2$ A_2

$h_1 - h_2 = e_1$ A_1

$$C_{TOT} = A_1\frac{d}{Q_1} + e_1\frac{Q_1}{2} + \frac{A_2 d}{JQ_1} + e_2 J\frac{Q_1}{2}$$

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{2\left(A_1 + A_2/J\right)d}{e_1 + Je_2}} \qquad J^* = \sqrt{\frac{A_2 e_1}{A_1 e_2}}$$

$$2. \quad k - \frac{\sum_{i=1}^{I} O_i (LT_i + T) E(o_k)}{\sum_{i=1}^{I} O_i \sqrt{LT_i + T\sigma_i}} \; m_i$$

⟶ caso specifico con domanda che segue una normale e con costo stockout e costo inventories uguale per tutti, vogliamo che ogni location raggiunga lo stesso CSI, perciò si deve usare lo stesso Z.

⇓ scelti economici!

VEHICLE ROUTING PROBLEM OK

INTRODUZIONE

⇨ funzione di costo legata a come servo i clienti

Livello intermedio TSP ⇨ travelling salesman problem; si assume di poter servire tutti con un solo veicolo con capacità ∞

CICLO HAMILTONIANO : non passo 2 volte per lo stesso nodo

CICLO EULERIANO : non passo 2 volte per lo stesso arco

ASSUNZIONI: - Distanze Euclidee
- $A \to B = B \to A$

EURISTICHE TSP

NEAREST NEIGHBOR OK

→ scelgo nodo da cui partire
→ metodo miope, non penso al generale
→ lascia alla fine i nodi più lontani che sono i più critici (perché inserisco nodi in fondo)

ALGORITMO!

Step 1: $N: \{1 \dots n\}$ nodi $\quad S: \{i_0\}$ sequenza

$N = N / i_0$

Step 2: $j \mid C_{ij}$ sia minimo $\quad j \in N$

Step 3: aggiorno $N = N / \{j\}$

$S = S \cup \{j\}$

$i_0 = j$

Step 4: se $N \neq 0$

INSERTION BASED

→ scelgo coppia di nodi da cui partire
→ inserimento di nodi su archi già esistenti
→ miope, ma non vincolato ad inserire l'ultimo nodo in coda

Come? Scelgo coppia dei più vicini ed inserisco il nodo in modo da aumentare la distanza il meno possibile

$$C_{ik} + C_{kj} - C_{ij} \quad \text{(extralunghezza, inserendo } k \text{ tra } i \text{ e } j\text{)}$$

METODI DI OTTIMIZZAZIONE

SI BASANO SU PB DI ASSEGNAMENTO GENERALIZZATO

Fisher e Jaikumar OK → sceglie i semi a priori

per scegliere quale job mettere in quale macchina minimizzando IL COSTO DI ASSEGNAMENTO.

variabili: $y_{ik} \in \{0,1\}$ ← 1 assegno i a k, 0 no

INDICI: $i = 1 \dots n$ JOB, $k = 1 \dots m$ MACCHINE

PARAMETRI:
- → C_{ik} costo assegnamento i a k
- → P_{ik} capacità necessaria su k per i
- → R_k capacità max macchina

$$\min \sum_{i}^{n} \sum_{k}^{m} C_{ik} y_{ik}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i}^{n} P_{ik} y_{ik} \le R_k \quad \forall k$$

$$\sum_{k}^{m} y_{ik} = 1 \quad \forall i$$

$$y_{ik} \in \{0,1\} \quad \forall i,k$$

vediamo di trattare i job come nodi e le macchine come camion tutti della stessa capacità (FISH - JAK)

$$\text{s.t.} \quad \sum_{k} y_{ik} = 1 \quad \forall i$$

$$\sum_{i} d_i y_{ik} \le C \quad \text{capacità}$$

$$y_{ik} \in \{0,1\} \quad \forall i, \forall k$$

$$\min \sum_{k=1}^{m} f(y_k) \rightarrow = \sum_{i}^{m} \sum_{k}^{n} g_{ik} y_{ik}$$

vettori

lunghezza tour ottimale ricavato risolvendo il TSP ristretto all'insieme di clienti assegnati al veicolo k

scelgo in modo che mi dia $\sum_{\min}$ delle extramiglia

$$C_{i\sigma_k} + C_{i0} - C_{\sigma 0}$$

SOMMA DI EXTRAMIGLIA rispetto ai semi ed al deposito 0

$$\min \sum_{i}^{n} \sum_{k}^{m} g_{ik} y_{ik}$$

Bramel Simchi Levy → CONCENTRATOR LOCATION OK

s.t. $i = 1 \dots n$ clienti, $J = 1 \dots n$ seed → integra scelta dei semi con l'assegnamento dei clienti ai veicoli

COSTI: ① $g_{iJ} = C_{0i} + C_{iJ} - C_{0J}$ ② $V_J = 2C_{0J}$

$y_{iJ} \in \{0,1\}$ assegno il cliente i al seed col tour J (1 assegno)

$z_J \in \{0,1\}$ variabile scelta seed (1 scelgo J come seed)

$$\min \sum_{i=1}^{n} \sum_{J=1}^{n} \underbrace{g_{iJ}}_{1} y_{iJ} + \sum_{J=1}^{n} \underbrace{V_J}_{} z_J$$

costo scelta nodo J come seed

① approssimazione del costo di attribuzione del cliente i al tour che ha come seed J

TEMI D'ESAME

27/01/2017

ESERCIZIO: 4 clienti da servire con coordinate geografiche ed unità di domanda in tabella

cliente	x	y	d
1	9	12	2
2	-9	12	2
3	3	4	2
4	-3	4	2

→ Distanze Euclidee

→ Deposito in (0,0)

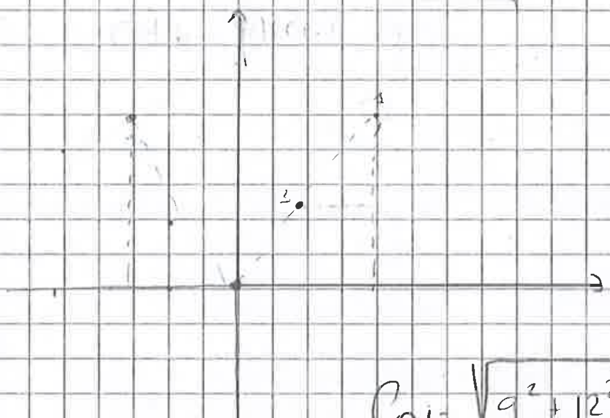
→ Costo trasporto proporzionale alla distanza

Determinare le migliori route (avendo 2 veicoli di capacità 5u)

a) Minimizzare costo totale di trasporto

TAVOLA DEI COSTI

C_{ij}	0	1	2	3	4
0	X	15	15	5	5
1	–	X	18	10	14,4
2	–	–	X	14,4	10
3	–	–	–	X	6
4	–	–	–	–	X



$C_{01} = \sqrt{9^2 + 12^2} = 15$

$C_{02} = \sqrt{9^2 + 12^2} = 15$

$C_{03} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$

$C_{04} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$

$C_{12} = 9 + 9 = 18$

$C_{13} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10$

$C_{14} = \sqrt{12^2 + 8^2} = 14,4$

$C_{23} = \sqrt{12^2 + 8^2} = 14,4$

$C_{24} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10$

$C_{34} = \sqrt{6^2 + 0} = 6$

Uso extramiglia parallelo perché ho già il N° di route e gli altri metodi mantengono sotto controllo il N° di route

1° step: + lontano dal deposito (1 o 2) → scelgo a caso

σ_1 = nodo 1

2° step: $\max \min_i \{C_{\sigma_1 i}, C_{0,i}\}$

max min: nodo 2 (15) 18 → max $\sigma_2 = 2$
nodo 3 (5) 10
nodo 4 (5) 14,4

TEORIA: Discutere e confrontare le metriche ME e MAD con lo stima dell'errore di previsione. In particolare illustrare come sono calcolate e la loro capacità di cogliere accuratezza e deviatezza di previsione

li valuto entrambi nel test sample

ME ↦ mean error o BIAS ⇝ $ME = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} e_t$

- è un indicatore di deviatezza e non dà info sulla accuratezza

- ME = 0 o sono stato molto preciso o non ho fatto errori sistematici, in quanto + e - si elidono

- posso trovare da questo il : $MEP = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} e_t / y_t$ mean percentage error

↳ che rapporta ogni errore alla sua domanda osservata

↳ poi $MPEM = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} e_t / F_t$ che rapporta ogni errore alla previsione

↳ $ME\% = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} e_t / \bar{y}$ dove $\bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} y_t$

mentre il MAD ⇝ mean absolute deviation

$$MAD = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} |e_t|$$

è un indicatore di accuratezza e non di deviatezza e ne esiste un altro che è il RMSE

$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum e_t^2}$, rispetto al calcolo del MAD ne coglie meglio e da più importanza ai grandi errori a differenza del MAD che da lo stesso peso a 1 grande errore o tanti piccoli errori.

↳ $MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} |e_t| / y_t$ mean absolute percentage error

$MAPEM = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} |e_t| / F_t$

$MAD\% = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} |e_t| / \bar{y}$

TEORIA: Descrivere l'algoritmo della media mobile, per la previsione e discutere la scelta del parametro K ($N°$ osservazioni usate per la previsione).

Media mobile ⟼ $F_{t,h} = B_t \quad \forall h$

$$B_t = \frac{\sum_{t=t-K+1}^{t} Y_t}{K}$$

andamento stazionario ↳ $Y_t = \alpha + \varepsilon$ ← rumore, $E(\varepsilon) = 0$

quindi in realtà non stazionario ma con variazioni molto lente nel tempo

nella scelta di

K deve tenere conto del trade off tra la necessità che il modello reagisca velocemente e che filtri al meglio il rumore

K grande ⟼ filtra bene il rumore, poco reattivo, se ho un picco di domanda il modello reagisce lentamente ma assorbire della perturbazione è lungo

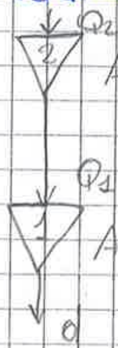
K piccolo ⟼ molto reattivo, non filtra rumore, se ho picco reagisce subito ma mantiene la perturbazione per poco.

Limite ⟼ attribuisce un peso $\frac{1}{K}$ alle ultime osservazioni dimenticandosi delle precedenti ⟼ perdita di info

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 35 di 96

06/07/2013 (Zotteri)

(1) Modello del lotto economico a 2 stadi secondo una logica Echelon



$A_2, \underbrace{h_2 = e_2}$

$A_1, \underbrace{h_1 - h_2 = e_1}$

installation

$$C_{TOT} = A_1 \frac{d}{Q_1} + h_1 \frac{Q_1}{2} + A_2 \frac{d}{Q_1 J} + h_2 \frac{Q_1(J-1)}{2}$$

ottimizzo tutto il sistema insieme

ovvio

livello 1 livello 2

$$C_{TOT} = A_1 \frac{d}{Q_1} + e_1 \frac{Q_1}{2} + A_2 \frac{d}{Q_1 J} + e_2 \frac{Q_1 J}{2}$$

$$C_{TOT} = \left(A_1 + \frac{A_2}{J}\right)\frac{d}{Q_1} + \left(e_1 + e_2(J-1)\right)\frac{Q_1}{2}$$

$$\frac{\partial C_{TOT}}{\partial Q} \rightarrow Q = \sqrt{\frac{2\left(A_1 + \frac{A_2}{J}\right) d}{e_1 + e_2 (J)}} \qquad \frac{\partial C_{TOT}}{\partial J} \rightarrow J^* = \sqrt{\frac{A_2 e_1}{A_1 e_2}}$$

(Può parlare a confronto Echelon / installation)

(2) Dario Bernau ~ 3 elementi desumibili dall'analisi del bilancio

GMROI =

(3) Esercizio: ordini uno lotto ogni 3 mesi (T = 3 mesi) con LT = 6 mesi

Trimestre	I	II	III (S_3)	IV (S_4)
2010	S_1	S_2	101	391
2011	301	206	83	404
2012	284	216	108	411
2013	314	197		

stagioni → anno ↓ 4 trimestri

a) usare i primi 8 trimestri per inizializzare base e stagionalità

Fit = 8 Test = 4

$$S_{k-s} = \sum_{j=1}^{e/s} \frac{X_{j+ks}}{e/s \cdot B_0}$$

$$B_0 = \sum_{i}^{e} \frac{X_i}{e} = 248,25$$

$$B_0 = \frac{101+391+301+206+83+404+284+216}{8}$$

$$S_{1-4} = \frac{101+83}{2 \cdot 248,25} = 0,37$$

$B_6 = \frac{404}{1{,}591} \cdot 0{,}2 + 0{,}8 \cdot 244{,}331 = 246{,}25$ $\quad F_{6,1} = 291{,}314$

$S_6 = 0{,}2 \cdot \frac{404}{246{,}25} + 0{,}8 \cdot 1{,}591 = 1{,}601$

$B_7 = \frac{284}{1{,}183} \cdot 0{,}2 + 0{,}8 \cdot 246{,}25 = 245{,}014$ $\quad F_{7,1} = 206{,}9629$

$S_7 = 0{,}2 \cdot \frac{404}{245{,}014} + 0{,}8 \cdot 1{,}183 = 1{,}2762$

$B_8 = \frac{26}{0{,}8247} \cdot 0{,}2 + 0{,}8 \cdot 245{,}014 = 247{,}1536$ $\quad F_{8,1} = 91{,}101$

$S_8 = 0{,}2 \cdot \frac{216}{241{,}1536} + 0{,}8 \cdot 0{,}8447 = 0{,}8549$

$B_9 = \frac{108}{0{,}3686} \cdot 0{,}2 + 0{,}8 \cdot 247{,}1536 = 256{,}323$ $\quad F_{9,1} = 410{,}373$

$S_9 = 0{,}2 \cdot \frac{108}{256{,}323} + 0{,}8 \cdot 0{,}3686 = 0{,}379$

$B_{10} = \frac{411}{1{,}601} \cdot 0{,}2 + 0{,}8 \cdot 256{,}323 = 256{,}4$ $\quad F_{10,1} = 327{,}219$

$S_{10} = \frac{411}{256{,}4} \cdot 0{,}2 + 0{,}8 \cdot 1{,}601 = 1{,}601$

$B_{11} = \frac{314}{1{,}2762} \cdot 0{,}2 + 0{,}8 \cdot 256{,}4 = 254{,}328$ $\quad F_{11,1} = 217{,}4255$

$S_{11} = \frac{314}{254{,}328} \cdot 0{,}2 + 0{,}8 \cdot 1{,}2762 = 1{,}2679$

$B_{12} = \frac{198}{0{,}8549} \cdot 0{,}2 + 0{,}8 \cdot 254{,}328 = 249{,}7836$ $\quad F_{12,1} = 94{,}658$

F_{13}

$S_{12} = 0{,}8367$

$\boxed{\text{NOTA}}$ quando chiede la prossima previsione, la devi fare per tutto il periodo di funzionamento (in questo caso 3 mesi)

prossima previsione

$F_{12,2} = 399{,}9$ $\quad F_{12,3} = 300$

se ho negozi con stesso costo S.O, costo riordino, gli ottengo lo stesso LS_I con z:

$$z = \frac{k - \sum O_i (LT_i + T) E(d)}{\sum O_i \sqrt{(LT_i + T)\,\sigma}}$$

Domanda 2)

OBERMYER (vedi tabella tema d'esame)

1) Prodotto nell'ordine nella prima campagna?

Quello più costoso, dunque quello con livello di disaccordo minore

↳ livello disaccordo $\frac{4}{10}$

incertezza = liv dis · 1,5

A) $97/5 = 19,4$

B) $206/19 = 10,84$

c) $128/24 = 5,33$

d) $291/24 = 12,125$

e) $277/22 = 12,59$

f) $508/26 = 19,538$ → lo metto nella seconda capacity

g) $82/37 = 2,216$

h) $280/42 = 6,67$

i) $186/50 = 3,72$

2) LS_I su tale prodotto? $LS_I = \frac{100}{100+20} = 83,33\%$

3) incertezza = 1,5 disaccordo, quanto produco!

(?) incertezza = $1,5 \cdot 2,216 = 3,324$

$Q^* = 82 + z_{83,33} \cdot 3,324$

20/07/2013 (Zotteri)

Domanda 1 Modello di previsione dello smorzamento semplice

Media pesata tra ultima previsione ed ultima osservazione di domanda

$F_{t,h} = B_t \quad \forall h$

$B_t = \alpha Y_t + (1-\alpha) B_{t-1}$

α piccolo smorza bene poco reattivo

α grande poco smorzo

$0 \le \alpha \le 1$

B_0:
- $B_0 = 0$ previsione molto deviata ma se α grande si dinamica veloce
- $B_0 = Y_1$ previsione anche molto deviata perché non è detto che Y_1 sia simile a $\bar{Y}$
- $B_0 = \sum_{i=t-k+1}^{t-k+\ell} y_i / \ell$

α ~> Tracking signal → $TS_t = \alpha' \frac{e_t}{Y_t} + (1-\alpha) TS_{t-1}$

$\alpha = |TS_t| \cdot a$

↑ reattività di α al variare di TS, di solito = 1

~> Si può scrivere $B_t = \alpha (Y_t - B_{t-1}) + B_{t-1} = \alpha(\underbrace{Y_t - F_t}_{\text{errore}}) + B_{t-1}$

Esercizio 1

Distributore	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Domanda attesa	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400
Deviazione standard	30	30	30	40	40	40	40	50	50	50	50

TB giornaliero

C = 40 c/litro   PS = 30 c/litro ~> fine giornata

P = 80 c/litro

Costo trasporto = 1000 €/gg

a) LS_I 1° distributore?

$LS_I = \frac{40}{40+10} = 80\%$

b) Quanto latte voglio nel 1° distributore?

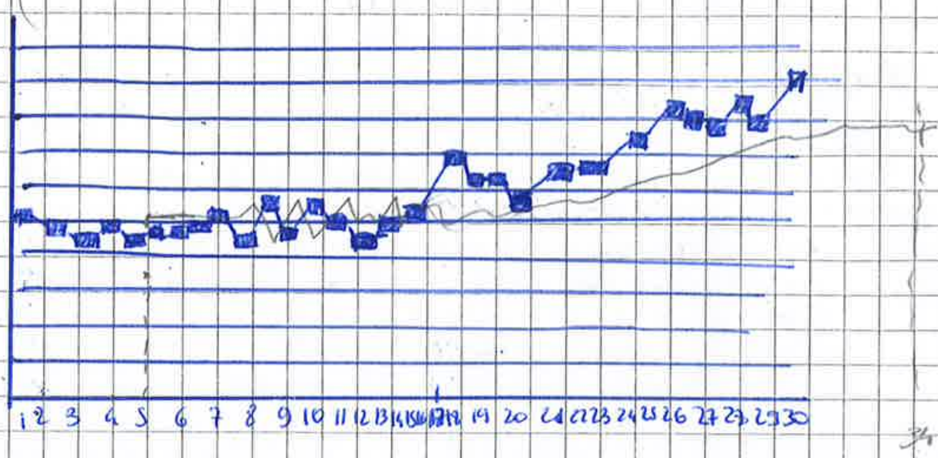
$z_{0,8} = 0,845$

$Q = 300 + 0,845 \cdot 30 = 325,35$

10/02/2013 Rotoli

Esercizio 1
(vedi figura) Disegnare qualitativamente F_t con smorz. exp semplice $\alpha = 0,3$ con $h = 4$

Spiegare



$F_{1,4} \Rightarrow F_5 \rightsquigarrow$ prima previsione al tempo 5

che smorza bene il picco nel tempo 18 quindi dalla graduale
da rispetto a lungo di esso

Ultima previsione $F_{30,4} = F_{34} \rightsquigarrow$ tempo 34

Esercizio 2 Latte

durata 7 GG
domanda lun-ven $\sim N(50, 10)$
weekend $\sim N(80, 15)$

$\rho = 0$ $C = 40$ cent
$P = 10$ cent
$PS = 0$ butto via il latte quando scade (dopo 7 gg)

a) In quale giorno vuoi ricevere il latte? (una volta a settimana)

Non ha importanza perché se lo giorno per esempio il lunedì scade in 5.0 di lodo più tardi ho con una incidenza maggiore, invece se lo compro tipo venerdì scade in 5.0 di lodo prima quindi per più tempo ho con una incidenza minore. Se si dovesse scegliere sceglierei il venerdì perché do il latte fresco a più clienti, che così sono più soddisfatti

b) LS_I ? LS_{II} ? c) Quanto latte compro?

$$LS_I = \frac{10}{10+40} = 20\% \mapsto z = -0,842 \mapsto Q = (50 \cdot 5 + 80 \cdot 2) - 0,842 \sqrt{10^2 \cdot 5 + 15^2 \cdot 2} = 384 \text{ lt}$$

$$LS_{II} ? \rightsquigarrow (1-\beta) Q \rightsquigarrow n(R) = \underbrace{L(z)}_{0,9680} \cdot \underset{30,82}{\sigma} = 29,834$$

$$\frac{29,834}{Q} \Rightarrow \frac{29,834}{384} = 7,76\% \mapsto \beta = 92,24\%$$

26/06/2014 Rotteni

Esercizio 1

→ Quotidiano (vedi con domanda foglio esame)

N° di copie da comprare domani?

$C = 0,6$ €   0,1 € consegna

$P = 1$ €   0,1 € ritiro merce

$P_S = 0,5$ €

a) Previsione per il prox periodo? se $\alpha = 0,2$ e FitSample 2 settimane

Periodo fuori controllo 1 gg quindi devo fare la previsione per gruppi della settimana s

Si nota che la domanda ha stagionalità

↳ una stagione ha 7 gg   calcolo:

S_{-6}, S_{-5}, S_{-4} ... S_0

B_0

$$S_{t-s} = \frac{\sum Y_{t-ks}}{\ell/s \, B_0}$$

$$B_0 = \frac{\sum Y_i}{\ell s_{-7}}$$

Poi calcolo tutti gli S e B fino a B_{26}

$$F_{26,1} = B_{26} \cdot S_{\underbrace{26+1-7}_{20}} = 47,94$$

b) Quanto vi fidate?

calcolo RMSE ⇝ così vedo accuratezza nel periodo del test sample (dal periodo 15 al 26)

↳ RMSE = 29,42

c) Quante copie acquisti? (distribuzione normale)

Domanda prox periodo

$E[x] = 47,94$ $\sigma = 29,42$

$$LS_I = \frac{1 - 0,6 - 0,1}{0,3 + 0,2} = 0,6 \sim 60\%$$

caso migliore no costo ritiro

$$LS_I = \frac{1 - 0,6 - 0,1 - 0,1}{0,2 + 0,3} = 40\%$$

costo ritiro

LS ottimo

↳ media dei 2 = 50%

Domanda 3

Bronel e Simchi-Levi

$i = 1 \dots n$ clienti
$j = 1 \dots m$ sedi

$y_{ij} = 1$ se assegno i a j, 0 altrimenti

$z_j = 1$ se scelgo j come sede

$$\min \underbrace{\sum_i \sum_j g_{ij} y_{ij}}_{\text{costo assegnamento } i \text{ a } j} + \underbrace{\sum_j V_j z_j}_{\text{costo scelta } j \text{ come sede}}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_i y_{ik} = 1 \quad \forall k$$

$$\sum_j z_j = m$$

$$\sum d_j y_{ij} \leq C$$

$$z_j \leq y_{ij}$$

ESERCIZI DI PREVISIONE

① MEDIA MOBILE

(a)

$d_{settimanale}$: / 14, 9, 30 / 22, 34, 12, 19, 23 /

FIT — TEST

Su 8 settimane

a) usare media mobile su 3 settimane per prevedere la domanda con orizzonte $h=1$, effettuare le previsioni per le settimane da 4 a 8 e valutare MAD

$K=3$

$T=8$

$t = 4 \sim 5 \sim 6 \sim 7$

$$B_t = \sum_{i=t-k+1}^{t} \frac{Y_i}{k}$$

$F_{t,h} = B_t \quad \forall t$ — previsione al tempo t per il tempo $t+h$

$$F_{3,1} = B_3 = \sum_{i=3-3+1}^{3} \frac{14+9+30}{3} = 17,67$$

$$F_{4,1} = B_4 = \sum_{4-3+1}^{4} \frac{9+30+22}{3} = 20,33$$

$$F_{5,1} = B_5 = \sum_{5-3+1}^{5} \frac{30+22+34}{3} = 28,67$$

$$F_{6,1} = B_6 = \sum_{6-3+1}^{3} \frac{22+34+12}{3} = 22,67$$

$$F_{7,1} = B_7 = \sum_{7-3+1}^{3} \frac{34+12+19}{3} = 21,67$$

RICORDA: se devo prevedere per il $t=4$ e ho $h=1$ devo fare la previsione per $F_{3,1}$ ovvero B_3

$$MAD = \frac{1}{n}\sum_i |e_i| = \frac{|22-17,67| + |34-20,33| + |12-28,67| + |19-22,67| + |23-21,67|}{5}$$

$= 7,934$

b) SMORZAMENTO ESPONENZIALE

$\alpha = 0,15$ inizializzando con la media dei primi 3 periodi

$$B_0 = \sum_{i=t-k+1}^{t-k+l} \frac{Y_i}{l} = \sum_{3-3+1}^{3-3+3} \frac{14+9+30}{3} = 17,67$$

$F_{t,h} = B_t$

$B_t = \alpha(Y_t) + (1-\alpha)B_{t-1}$

$B_1 = 0,15 \cdot 14 + 0,85 \cdot 17,67 = 17,12$

$B_2 = 0,15 \cdot 30 + 0,85 \cdot 17,12 = 19,05$

b) ripetere con $\alpha = 0,4$

$B_0 = 25$

$B_1 = 0,4 \cdot 23,3 + 0,6 \cdot 25 = 24,32$

$B_2 = 0,4 \cdot 72,3 + 0,6 \cdot 24,32 = 43,512$

$B_3 = 0,4 \cdot 30,3 + 0,6 \cdot 43,512 = 38,2272$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(24,32-72,3)^2 + (43,512-30,3)^2 + (38,2272-15,5)^2\right]} = 31,59$$

c) quale coeff. fornisce i risultati migliori? a cosa si può attribuire la differenza?

$\alpha = 0,15$ da risultati migliori

è un coeff di reattività: più α è piccolo meno è reattivo ma più filtra bene il rumore, ed infatti qui filtra bene il rumore della domanda di Febbraio, decisamente > delle altre

→ mentre $\alpha = 0,4$ è più sensibile all'impulso di domanda

SMORZAMENTO ESPONENZIALE CON TREND

ESERCIZIO 12.1

$t_b = 1$ mese smorz exp + trend a) $F_{0,1}$ e $F_{0,2}$?

base = 60
trend = 15
} parametri corretti

$$F_{t,h} = B_t + hT_t$$

$F_{0,1} = 60 + 15 = 75$

$F_{0,2} = 60 + 2 \cdot 15 = 90$

Nel TB da 1 a 4, ho domanda: 77, 89, 100, 110 dopo aver scelto i valori dei coeff di smorzamento calcolare MAPE e MAD% sui 4 TB.

⇨ scegliere sempre $\alpha = 0,2$ e $\beta = 0,2$ perchè sono accettabili

in questa situazione scelgo $\alpha = 0,1$ $\beta = 0,2$ e $l = 4$

$F_{t,h} = B_t + hT_t$

$B_0 = 60$ $T_0 = 15$

$B_t = Y_t\alpha + (1-\alpha)(B_{t-1} + T_{t-1})$

$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$

$B_1 = 77 \cdot 0,1 + (0,9)(60+15) = 75,2$ $T_1 = 0,2(75,2-60) + 0,8 \cdot 15 = 15,04$

$B_2 = 89 \cdot 0,1 + 0,9(75,2+15,04) = 90,12$ $T_2 = 0,2(90,12-75,2) + 0,8 \cdot 15,04 = 15,0$

b) scegliere α e β e valutare MAPE e RMSE del test sample

$B_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(B_{t-1} + T_{t-1})$ $\qquad \alpha = 0,1$

$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1-\beta) T_{t-1}$ $\qquad \beta = 0,2$

$B_1 = \cancel{F_{0,1}} = 0,1(35) + 0,9(23,33 + 12,5) = 35,747$

$T_1 = 0,2(35,75 - 23,33) + 0,8 \cdot 12,5 = 12,484$

$B_2 = \cancel{F_{1,1}} = (0,1)\, 50 + 0,9(35,747 + 12,484) = 48,41$

$T_2 = 0,2(48,41 - 35,747) + 0,8(12,484) = 12,519$

$B_3 = \cancel{F_{2,1}} = 0,1 \cdot 60 + 0,9(48,41 + 12,519) = 60,836$

$T_3 = 0,2(60,8361 - 48,41) + 0,8 \cdot 12,519 = 12,5$

$B_4 = \cancel{F_{3,1}} = 0,1 \cdot 72 + 0,9(60,836 + 12,5) = 73,2023$

$T_4 = 0,2(73,2023 - 60,836) + 0,8(12,5) = 12,47$

$B_5 = \cancel{F_{4,1}} = 0,1 \cdot 83 + 0,9(73,2023 + 12,47) = 85,408$

$T_5 = 0,2 \cdot (85,408 - 73,2023) + 0,8(12,47) = 12,419$

$B_6 = \cancel{F_{5,1}} = 0,1 \cdot 90 + 0,9(85,408 + 12,419) = 97,04$

$T_6 = 0,2(97,04 - 85,408) + 0,8(12,419) = 12,2633$

$MAPE = \frac{1}{n}\sum_i \frac{|e_i|}{Y_i}$ $\qquad e_t = Y_t - F_t$

dove $F_{t,h} = B_t + T_t h$

$e_4 = 72 - 73,336 = -1,336$ $\qquad F_{3,1} = B_3 + T_3 \cdot 1 = 60,836 + 12,5 = 73,336$

$e_5 = 83 - 85,67 = -2,67$ $\qquad F_{4,1} = B_4 + T_4 = 73,2023 + 12,47 = 85,67$

$e_6 = 90 - 97,827 = -7,827$ $\qquad F_{5,1} = B_5 + T_5 = 85,408 + 12,419 = 97,827$

$MAPE = \frac{1}{3}\left[\frac{1,336}{72} + \frac{2,67}{83} + \frac{7,827}{90}\right] = 4,59\%$

$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_i e_i^2} = \sqrt{\frac{1}{3}\left((1,336)^2 + (2,67)^2 + (7,827)^2\right)} = 4,8365$

$$MAD = \frac{1}{8} \cdot (10 + 31,1 + 57,22 + 50,14 + 15,26 + 37,28 + 44,19 + 85,02) = 41,28$$

$$MAPE = \frac{1}{8} \left(\frac{10}{200} + \frac{31,1}{230} + \frac{57,22}{175} + \frac{50,14}{186} + \frac{15,26}{225} + \frac{37,28}{285} + \frac{44,19}{305} + \frac{85,02}{50} \right) = 19,52\%$$

Ripetere usando il minimo fit sample

$$B_0 = \frac{\sum Y_i - iT_0}{\ell}$$ → prendo il minimo periodo $\ell = 2$

$$T_0 = \frac{Y_\ell - Y_1}{\ell - 1}$$

$$T_0 = \frac{250 - 200}{1} = 50$$

$$B_0 = \frac{(200 - 1 \cdot 50) + (250 - 2 \cdot 50)}{2} = 150$$

$$B_1 = 0,1 \cdot 200 + 0,9(150 + 50) = 200$$

$$T_1 = 0,1 \cdot (200 - 150) + 0,9(50) = 50$$

$$F_{1,1} = 200 + 50 \cdot 1 = 250$$

$$B_2 = 0,1 \cdot 250 + 0,9(200 + 50) = 250$$

$$T_2 = 0,1 \cdot (250 - 200) + 0,9 \cdot 50 = 50$$

$$F_{2,1} = 250 + 50 = 300$$

ecc.. $B_3 = 287,5$ $T_3 = 48,75$ $F_3 = 336,25$

$B_4 = 321,23$ $T_4 = 47,25$ $F_4 = 368,42$

$B_5 = 354,13$ $T_5 = 45,81$ $F_5 = 399,94$

$B_6 = 388,44$ $T_6 = 44,66$ $F_6 = 433,1$

$B_7 = 420,30$ $T_7 = 43,38$ $F_7 = 463,68$

$B_8 = 436,31$ $T_8 = 19,65$

ESERCIZIO 25

3 anni consecutivi Base Trimestrale

Trimestre / Anno	I	II	III	IV
2004	—	31	39	52
2005	63	65	71	76
2006	80	?	?	?

Smorzamento exp con trend

a) calcolare i valori iniziali dei parametri del predittore con fit sample di dimensione = test sample

Fit sample : 4 periodi   Test sample 4 periodi

$$B_0 = \frac{\sum_{1}^{\ell} Y_i - i T_0}{\ell} \quad \ell = 4 \qquad T_0 = \frac{Y_\ell - Y_1}{\ell - 1} = \frac{63-31}{3} = 10{,}67$$

$$B_0 = \frac{(31 - 10{,}67) + (39 - 2 \cdot 10{,}67) + (52 - 3 \cdot 10{,}67) + (63 - 4 \cdot 10{,}67)}{4} = 19{,}58$$

b) valutare MAD e MAPE $\alpha = 0{,}1$ $\beta = 0{,}2$

$$MAD = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{T} |e_t| \qquad MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{T} \frac{|e_t|}{Y_t}$$

$$B_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(B_{t-1} + T_{t-1}) \qquad F_{t,h} = B_t + T_t h$$
$$T_t = \beta (B_t - B_{t-1}) + (1-\beta) T_{t-1}$$

$$B_1 = 0{,}1 \cdot 31 + 0{,}9\,(10{,}67 + 19{,}58) = 30{,}325$$
$$T_1 = 0{,}2 \cdot (30{,}325 - 19{,}58) + 0{,}8\,(10{,}67) = 10{,}685$$
$$F_{0,1} = B_0 + T_0 \, 1 = 30{,}25$$

$$B_2 = 0{,}1 \cdot 39 + 0{,}9\,(30{,}325 + 10{,}67) = 40{,}81$$
$$T_1 = 0{,}2\,(40{,}81 - 30{,}325) + 0{,}8 \; 10{,}685 = 10{,}64$$
$$F_{1,1} = 30{,}325 + 1 \cdot 10{,}685 = 41{,}01 \quad \text{ecc...}$$

$B_3 = 51{,}50$ $T_3 = 10{,}65$ $F_{2,1} = 51{,}45$

$B_4 = 62{,}24$ $T_4 = 10{,}67$ $F_{3,1} = 62{,}16$

$B_5 = 72{,}12$ $T_5 = 10{,}51$ $F_{4,1} = 72{,}91$

$B_6 = 81{,}47$ $T_6 = 10{,}28$ $F_{5,1} = 82{,}63$

b) Calcolare la previsione per il 1° TB ed i parametri aggiornati dopo l'osservazione della domanda in quel TB (scelgo parametri)

$\alpha = 0,1 \qquad \gamma = 0,2 \qquad F_{t,h} = B_t \cdot S_{t+h-s}$

$0+1-4 = -3$

$F_{0,1} = 25,87 \cdot 0,773 = 19,997$

$B_t = \frac{Y_t}{S_{t-s}} \alpha + (1-\alpha) B_{t-1}$

$S_t = \frac{Y_t}{B_t} \gamma + (1-\gamma) S_{t-s}$

$B_1 = \frac{21}{0,773} \cdot 0,1 + 0,9 \cdot 25,87 = 25,999$

$S_1 = \frac{21}{25,999} \cdot 0,2 + 0,8 \cdot 0,773 = 0,7799$

Esercizio $\boxed{3.2}$

Stagionalità annuale
TB = 3 mesi (inverno, primavera, estate, autunno)

Parametri correnti inizio inverno

$B_0 = 120 \qquad S_{-3} = 0,7 \qquad S_{-2} = 0,9 \qquad S_{-1} = 1,3 \qquad S_0 = 1,1$

a) Previsione prox inverno ?

$F_{0,1}$? $\qquad \alpha = 0,1 \qquad \gamma = 0,2$

$F_{0,1} = B_0 \cdot S_{0+1-4} = B_0 \cdot S_{-3} = 120 \cdot 0,7 = 84$

b) Si realizza seguente domanda (inverno 88, prim. 110, est 150)
MAPE ?

$B_1 = 0,1 \cdot \frac{88}{0,7} + 0,9 \cdot 120 = 120,57$

$F_{1,1} = B_1 \cdot S_{-2} = 120,57 \cdot 0,9 = 108,51$

$B_2 = 0,1 \cdot \frac{110}{0,9} + 0,9 \cdot 120,57 = 120,73$

$F_{2,1} = 120,73 \cdot S_{-1} = 120,73 \cdot 1,3 = 156,96$

$|e_1| = 88 - 84 = 4$

$|e_2| = 110 - 108,51 = 1,49$

$|e_3| = 150 - 156,96 = 6,96$

$\Downarrow$

$MAPE = \left(\frac{4}{88} + \frac{1,49}{110} + \frac{6,96}{150}\right) \frac{1}{3}$

$MAPE = 3,51\ \%$

ESERCIZIO 3.4

STAGIONALITÀ ANNUALE CON ANNO DIVISO IN QUADRIMESTRI

Anno / Quadrimestre	1	2	3
2006	105	73	45
2007	117	81	39

a) valori iniziali predizione con minimo fit sample

Minimo fit sample → 1 stagione

$$B_0 = \frac{105 + 73 + 45}{3} = 74,33$$

$$S_{-2} = \frac{105}{B_0} = 1,41$$

$$S_{-1} = \frac{73}{B_0} = 0,98$$

$$S_0 = \frac{45}{B_0} = 0,6$$

b) scegli α, γ e valuta BIAS e RMSE sul test sample

$\alpha = 0,1 \quad \gamma = 0,2$

$$B_1 = 0,1 \frac{105}{1,41} + 0,9 \cdot (74,33) = 74,33$$

$$B_2 = 0,1 \frac{73}{0,98} + 0,9 \ (74,33) = 74,33$$

$$B_3 = 0,1 \frac{45}{0,6} + 0,9 \ (74,33) = 74,33$$

$$S_1 = 0,2 \cdot \frac{105}{74,33} + 0,8 \ 1,41 = 1,41$$

$$B_4 = 0,1 \cdot \frac{117}{1,41} + 0,9 \ 74,33 = 75,19$$

$$S_2 = 0,2 \cdot \frac{73}{74,33} + 0,8 \ 0,98 = 0,98$$

$$B_5 = 0,1 \ \frac{81}{0,98} + 0,9 \cdot 75,19 = 75,91$$

ESERCIZIO $\boxed{35}$

Dati ordinati su base trimestrale

Trimestre/Anno	I	II	III	IV
2004	–	–	40	28
2005	21	37	46	30
2006	29	43	?	?

Smorz. exp con stagionalità

a) stagionalità annuale valori iniziali dei parametri del predittore col minimo fit sample

$$B_0 = \sum \frac{Y_i}{e} \qquad S_{t-s} = \sum_{k_s=1} \frac{X_{j+ks}}{e_s B_0}$$

Minimo fit = 1 stagione

$$B_0 = \frac{40+28+21+37}{4} = 31,5$$

$$S_{1-4} = S_{-3} = \frac{40}{31,5} = 1,2698$$

$$S_{-2} = \frac{28}{31,5} = 0,89$$

$$S_{-1} = \frac{21}{31,5} = 0,67$$

$$S_0 = \frac{37}{31,5} = 1,17 \qquad F_{0,1} = 31,5 \cdot 1,2698 = 39,999$$

b) MAD e RMSE? $\alpha = 0,1 \quad \gamma = 0,2$

$$B_1 = \frac{40}{1,2698} \cdot 0,1 + 31,5 \cdot 0,9 = 31,5$$

$$S_1 = \frac{40}{31,5} \cdot 0,2 + 0,8 \cdot 1,2698 = 1,2698$$

$$F_{1,1} = 31,5 \cdot 0,89 = 28,035$$

$$B_2 = \frac{28}{0,89} \cdot 0,1 + 31,5 \cdot 0,9 = 31,496$$

$$S_2 = \frac{28}{31,496} \cdot 0,2 + 0,8 \cdot 0,89 = 0,89 \qquad F_{2,1} = 31,496 \cdot 0,67 = 21,1$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 65 di 96

Gestione Scorte → New sueudor

Esercizio | S.1 |

Prezzo acquisto 9 €
Vendita 13 €
$\tau = 2$ mesi
PS = 4 €
$N(130, 35)$ mese domanda
$\rho = 0{,}8$ correlazione domanda di 2 mesi
Quantità da acquistare?

$$LS_I = \frac{13-9}{13-9+9-4} = 44{,}44\,\%$$

$$z = -0{,}14 \rightsquigarrow Q = \mu + \sigma z$$

$$\mu = \frac{2}{T_\tau} \cdot 130 = 260$$

NB

$$\sigma^2_{ooo} = \sigma^2 \cdot 2 + 2\mathrm{cov}[\sigma_1, \sigma_2]$$

$$\rho = \frac{\mathrm{cov}[\sigma_1, \sigma_2]}{\sqrt{\sigma_1^2 \sigma_2^2}}$$

$$0{,}8 \cdot \sqrt{35^2 \, 35^2} = 980$$

$$\sigma^2_{ooo} = 35 \cdot 35 + 980 = 2205$$

$$Q = 260 - 0{,}14 \cdot \sqrt{2205} \simeq 251$$

Esercizio | S2 |

Due mesi di vendite
Domanda settimanale $N(200, 60)$
$\rho = 0$
$C = 15$ € $P = 21$ € $PS = 11$ € Q?

$$LS_I = \frac{6}{6+4} = 0{,}6 = 60\,\%$$

$$z \Rightarrow 0{,}255$$

$$\mu = 200 \cdot 8 = 1600$$

$$\sigma^2 = 60^2 \cdot 8 = 28800$$

$$Q = 1600 + 0{,}255 \sqrt{28800} = 1643$$

Esercizio 5.5

$t_b = 2$ mesi

Domanda mensile $\sim N(200, 60)$

$\rho = -0{,}8$

$C = 10$ € $P = 16$ € $P_S = 1$ € Q?

$$LS_I = \frac{6}{6+9} = 0{,}4 \sim 40\%$$

$z = -0{,}255$

$\mu = 200 \cdot 2 = 400$

$$\sigma^2 = 60^2 + 60^2 - 2 \cdot 0{,}8 \sqrt{60^2 \cdot 60^2} = 1440$$

$$Q = 400 - 0{,}255\sqrt{1440} \simeq 390$$

GESTIONE SCORTE POLITICA (Q-R)

Esercizio 6.1   Politica Q-R?

$LS_{II} = 95\%$

Domanda mensile $\sim N(100, 25)$

$C = 10$ €

$C_{ord} = 150$ €

$LT = 1$ mese

$h = 20\%$ anno

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 150 \cdot 100 \times 12}{0{,}2 \cdot 10}} = 424$$

$LS_{II} = 0{,}95$

$$(1-\beta)Q = n(R) = \sigma_{LT} \, L(z)$$

$0{,}05$

$$L(z) = \frac{0{,}05 \cdot 424}{25} = 0{,}848 \sim 1 - 0{,}848 = 0{,}152 \sim -0{,}66$$

$z = -0{,}7$

$$R = 100 - 25 \cdot 0{,}7 = 82{,}25$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 69 di 96

b) ci siamo sbagliati e l'obiettivo era soddisfare il 80% della domanda subito (media), il resto viene soddisfatto poi
prestazioni di questa politica!

$(Q) 1-\beta = L(z) \cdot \sigma_{xx} \Rightarrow \frac{L(1,281) \cdot 14,42}{75} = 9,5 \cdot 10^{-3}$

Nota ↗

ESERCIZIO 6.4

Q-R

$CS_{II} = 98\%$

$C = 10$ €

$h = 20\%$ annuale

$A = 100$ €

$LT = 2$ sett

Domanda sett mensile $\sim N(155, 42)$

$\rho = 0$

Politica ?

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 155 \cdot 52}{0,2 \cdot 10}} = 897,77 \approx 898$$

$$(1-\beta) Q = \sigma_{xx} \cdot L(z)$$

$$L(z) = \frac{0,02 \cdot 898}{\sqrt{42^2 + 42^2}} = 0,3024$$

$$z = 0,21 \rightsquigarrow R = 155 \cdot 2 + 0,21 \cdot 59,397 \simeq 322$$

ESERCIZIO 6.5

$CS_{II} = 99\%$

$LT = 2$ sett

$\rho = 0,85$

Domanda sett $\sim N(200, 60)$

$A = 150$ €

$C = 1$ €

$h = 20\%$ annuale

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 150 \cdot 200 \cdot 52}{0,2 \cdot 1}} = 3949,6 \simeq 3950$$

$$\sigma^2 = 60^2 + 60^2 + 2 \cdot 0,85 \cdot \sqrt{60^2 60^2} = 13320 \rightsquigarrow \sigma_{xx} = 115,41$$

$$\frac{0,01 \cdot 3950}{115,41} = L(z) = 0,34225 \qquad z = 0,115$$

$$R = 200 \cdot 2 + 0,115 \cdot 115,41 = 414$$

Gestione delle scorte: Politica S

Esercizio 7.1

$T = 1$ mese

$LT = 1$ mese

Domanda mensile $\sim N(100, 25)$

2 mesi: $\rho = 0,7$

$LS_I = 99\%$ $\quad S$?

$\rightarrow OOC = 2$ mesi

$\rightarrow \sigma_{2mesi} = \sqrt{25^2 + 25^2 + 2 \cdot 0,7 \sqrt{25^2 \cdot 25^2}} = 46,077$

$\rightarrow \mu_{2mesi} = 100 + 100 = 200$

$LS_I = 0,99 \rightsquigarrow z = 2,33$

$S = 200 + 46,077 \cdot 2,33 = 307,4 \sim 307$

Esercizio 7.2

Domanda mensile $\sim N(50, 10)$

ordino ogni 3 mesi $\rightarrow T = 3$

$OOC = 4$ mesi

$LT = 1$ mese

$\rightarrow$ Politica da seguire per ottenere $LS_{II} = 99\%$

Costo $= 10$ €/u

$I = 15\%$ annuale

$(1-\beta) Q = n(R) = L(z) \cdot \sigma_{OOC}$

$L(z) = \dfrac{(1-\beta) \cdot T \cdot E(d)}{\sigma_{OOC}} = \dfrac{0,05 \cdot 3 \cdot 50}{20}$

$\sigma_{OOC} = \sqrt{10^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2} = 20$

$= 0,375$

$\rightarrow$ Paragone soluzione a quella che si ottiene in assenza di incertezza

$z \sim 0,05$

$S = 50 \cdot 4 + 0,05 \cdot 20 = 201$

$S = 50 \cdot 4 + \cancel{20 \cdot 0,05} = 200$ effetto incertezza trascurabile con questo LS

non c'è incertezza

Esercizio 7.3

$LS_I = 95\%$

$N_{mensile}(500, 60)$

$T = 3$ sett

a) Politica desiderata

$LT = 2$ sett

$OOC = 5$ sett $\rightsquigarrow 1$ mese $+ \frac{1}{4}$

$z_{0,95} = 1,645$

$\sigma_{OOC} = \sqrt{60^2 + \frac{1}{4} 60^2} = 67,082$

$\mu_{OOC} = 500 + \dfrac{500}{4} = 625$

$S = 625 + 1,645 \cdot 67,082 \approx 735$

Esercizio 7.6

$LS_{II} = 98\%$ $\quad \tau = 3$ sett, $LT = 2$ sett

$d_{sett} \sim N(135, 33)$ $\quad \rho = 0$ $\quad$ Punico?

$(1-\beta) E(d) \tau = L(z) \sigma_{ooc}$ $\quad OOC = 5$ sett

$\sigma_{ooc} = \sqrt{5 \cdot 33^2} = 73,79$

$E(d)_{ooc} = 5 \cdot 135 = 675$

$L(z) = \frac{0,02 \cdot 135 \cdot 3}{73,79} = 0,1098$

$z \rightsquigarrow 0,85$ $\quad S = 675 + 73,79 \cdot 0,85 = 737,7 \simeq 738$

Esercizio 7.7

$LS_{II} = 97\%$ $\quad \tau = 4$ sett, $LT = 3$ sett $\quad OOC = 7$ sett

$\sigma_{ooc} = \sqrt{7 \cdot 50^2} = 132,29$

$d_{sett} \sim N(190, 50)$ $\quad \rho = 0$ $\quad$ Punico?

$\frac{0,03 \cdot 4 \cdot 190}{132,29} = 0,172$ $\quad z \rightsquigarrow 0,59$

$S = 190 \cdot 5 + 0,59 \cdot 132,29 \simeq 1408$

Stessi dati, ma non ho Pu **Q-R** CASO II (NON SO IL COSTO S.O)

$LS_{II} = 95\%$

Q? R?

$Q^*_{EOQ} = 100 \qquad (1-\beta)Q = n(R) = \sigma_{ooc} L(z)$

$n(R) = (1-0{,}95)\,100 = 5$

$5/\sigma_{ooc} = L(z) \rightsquigarrow \frac{5}{25} = L(z) = 0{,}2$

↳ Dalle tabelle della loss function trovo $z = 0{,}49$

$R = 100 + 25 \cdot 0{,}49 = 112{,}25$

adesso voglio proseguire con la II euristica

$$Q^* = \frac{n(R^*)}{1 - F_{d_{LT}}(R^*)} + \sqrt{\left(\frac{n(R^*)}{1-F(R^*)}\right)^2 + \frac{2A\,E(d)}{h}}$$

Q-R II EURISTICA COSTO DI S.O, LIVELLO SERVIZIO α

0,68793

$$Q^* = \frac{5}{1 - F(49)} + \sqrt{\left(\frac{5}{1-F(49)}\right)^2 + \frac{2 \cdot 50 \cdot 200}{2}} = 116{,}21$$

$(?) \Rightarrow F(0{,}49) = 0{,}68793$ guardo al centro

$n(R) = 0{,}05 \cdot 116{,}21 = \sigma_{ooc} L(z)$

$L(z_1) = 0{,}232 \rightsquigarrow z_1 = 0{,}395$

$R_1 = 100 + 0{,}395 \cdot 25 = 109{,}875$

se sostituisco questo R_1 trovo $\rightsquigarrow Q_1 = 116{,}1$, $R_2 = 109{,}75$ } che è più o meno lo stesso costo quindi sono all'ottimo

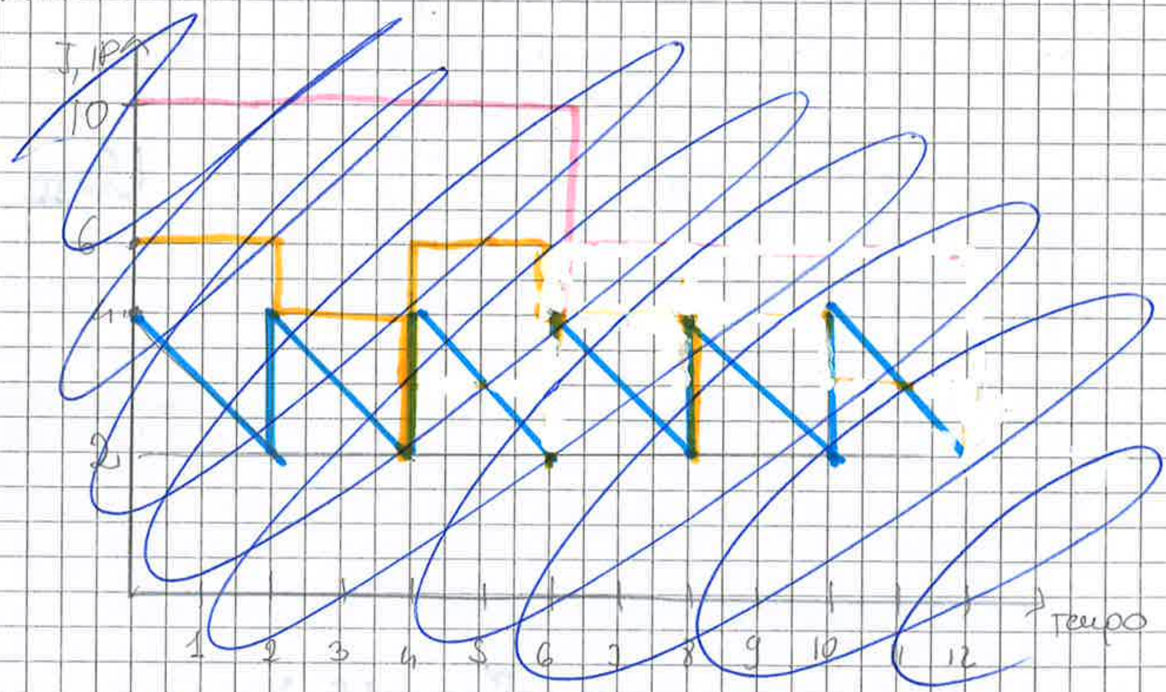
ESEMPIO QUADERNO PG 142

- (3) $LT=1$ $\quad Q_3=8$ $\quad R_3^i=2$ $\quad I_0=10$
- (2) $LT=1$ $\quad Q_2=4$ $\quad R_2^i=2$ $\quad I_0=6$
- (1) $LT=1$ $\quad Q_1=2$ $\quad R_1^i=2$ $\quad I_0=4$

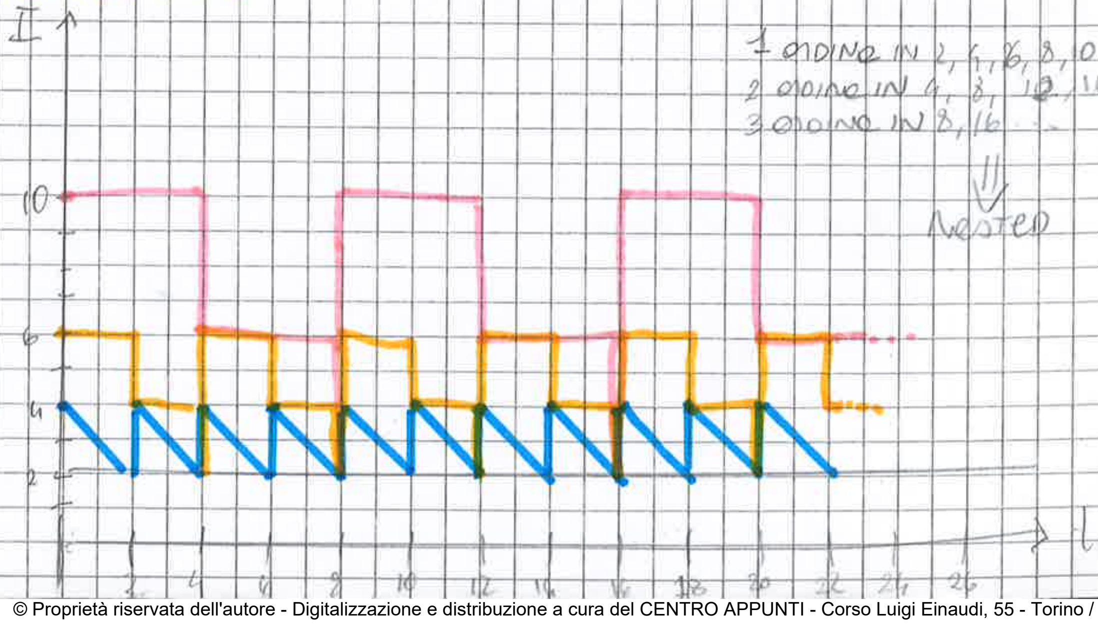
$d=1$

COME FA INSTALLATION? ED ECHELON?

~~INSTALLATION~~



INSTALLATION



1 ORDINE IN 2, 4, 6, 8, 10 ...
2 ORDINE IN 4, 8, 12, 16
3 ORDINE IN 8, 16 ...
⇓
NESTED

Per avere sempre gli ordini

1° livello 5 - 10 - 15 ...

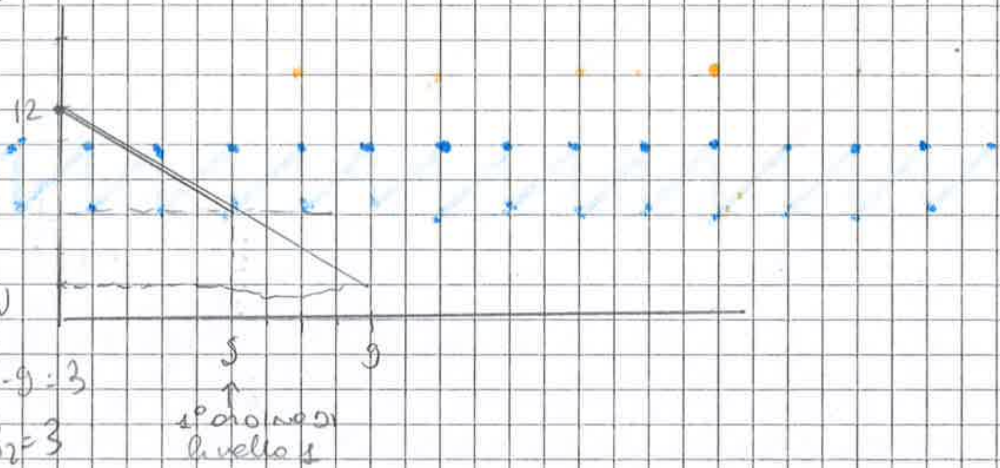
2° livello 9 - 19 ...

che R devo fissare per Echelon?

→ livello 1 → sempre $R = 2$ perché IP è solo lo suo

→ livello 2

$IP = 7 + 5 = 12$



voglio ordinare in 3, scende di 1 ogni TB → $12 - 9 : 3$

$R_2 = 3$

Esempio pg 338 (libro inglese)

MULTI Echelon 2 livelli
I° caso ottimizzazione costi

$A_2 = 8000$ €

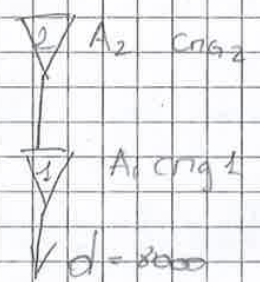
$A_1 = 2000$ €

domanda mensile . . . (800 pz)

C_2 inventory mensile $= 4$ €

C_1 " " $= 5$ €

EOQ? ottimizzazione livello x livello (installation)



$$Q_1^* = \sqrt{\frac{2Ad}{h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2000 \cdot 800}{5}} = 800 \text{ pz}$$

$$\left[C_{MG_1} = A\frac{d}{Q} + \frac{Q}{2}h \right]_1 = 2000 \cdot \frac{800}{800} + \frac{800}{2} \cdot 5 = 4000 \text{ €}$$

$$\left[C_{MG_2} = \frac{Ad}{JQ_1} + Q_1(J-1)\frac{h}{2} \right]_1 :$$

$$\left[J = \frac{1}{Q_1}\sqrt{\frac{2A_2 d}{h_2}} \right] = \frac{1}{800}\sqrt{\frac{2 \cdot 8000 \cdot 800}{4}} \simeq 2{,}24$$

devo provare 2 e 3

ESEMPIO PG 150 QUADERNO (anche LS) Sul libro pg 241 (n°4)

$r = 1$ sett
$LT_2 = 2$ sett
$LT_1 = 1$ sett

$I = 9$ negozi

$d \sim N(100, 25^2)$

$P_u = 1$ €

$h = 0{,}1$ € / u·sett

$OOC = 4$ sett

$$\sigma_{OOC} = \sqrt{LT_2 \cdot \sum \sigma^2 + (LT_1 + r)(\sum \sigma)^2}$$

$$\sigma_{OOC} = \sqrt{2 \cdot (25^2 \cdot 9) + 2(25 \cdot 9)^2} = 335{,}41$$

$$F(S') = \frac{P_u - T h}{P_u} = \frac{1 - 0{,}1 \cdot 1}{1} = 0{,}9$$

$Z_{0,9} = 1{,}28$

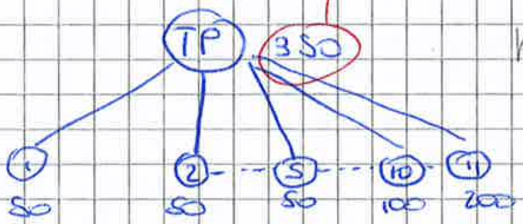
$$S' = \underset{100 \cdot 9 \cdot 4}{3600} + 335{,}41 \cdot 1{,}28 = 4030 \text{ ca}$$

⇒ OTTIMO! (poiché accorpo le domande dei singoli negozi quindi aumenti)

ESEMPIO PG 152 QUADERNO

11 negozi $\sim N(100, 20^2)$

so già il Q dell'allocazione



$K = \sum IP \cdot O_i + V_e$

$K = 50 \cdot 5 + 5 \cdot 100 + 1 \cdot 200 + 350$
$= 1300$

tutti stesso LS perciò $\frac{1300}{11} = 118{,}8$ Q x ogni negozio

l'11 negozio ha $IP > Q$ escludo il negozio $O_{11} = 0$

$K = 50 \cdot 5 + 5 \cdot 100 + 350 = 1110$

$\frac{1110}{10} = 110$ ⇝ tutti gli $Sh_i > 0$

$Sh_{1-5} = 110 - 50 = 60$ $\quad 60 \cdot 5 + 10 \cdot 5 = 350$ TP ✓

$Sh_{6-10} = 110 - 100 = 10$

ESEMPIO PG 160 QUADERNO ↦ INSERTION BASED

	1	2	3	4	5
1	–	36	21	28	15
2	/	–	43	32	29
3	/	/	–	48	14
4	/	/	/	–	36
5	/	/	/	/	–

→ Parto dai nodi più vicini

3-5 ⇝ guardo quello che mi dà il minimo costo in distanza da 3 e 5

k=2	43	29
k=4	32	36
k=1	21	15

↖ il più piccolo è questo

3 - 5 - 1 - 3

	1	3	5
k=2	36	43	29
k=4	28	32	36

⇝ vedo dove inserirlo

$C_{45} + C_{41} - C_{51} = 36 + 28 - 15 = 49$

$C_{41} + C_{43} - C_{13} = 28 + 48 - 21 = 55$

$C_{43} + C_{45} - C_{53} = 48 + 36 - 14 = 70$

Inserisco tra 5 e 1

3 - 5 - 4 - 1 - 3

ora dove metto il 2?

3-5 ⇒ $C_{32} + C_{52} - C_{35} = 43 + 29 - 14 = 58$

5-4 ⇒ $C_{52} + C_{42} - C_{54} = 29 + 32 - 36 = 25$

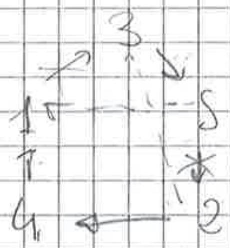
4-1 ⇒ $C_{21} + C_{24} - C_{41} = 36 + 32 - 28 = 40$

1-3 ⇒ $C_{32} + C_{12} - C_{13} = 43 + 36 - 21 = 51$

3 - 5 - 2 - 4 - 1 - 3

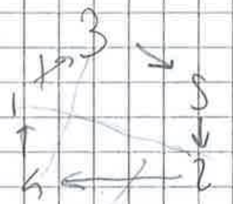
C_{TOT}:

14 + 29 + 32 + 28 + 21 = 124



1 - 5 - 3 - 2 - 4 ⇝

15 + 14 + 43 + 32 + 28 = 132 > 124



4 - 3 - 5 - 2 - 1 ⇝

48 + 14 + 29 + 36 + 28 = 155 >> 124

Restare nella stessa tabella di prima il vicino più vicino mi da.

Sempre 3 - 5 perché sono i più vicini.

↳ Poi il più vicino a 3 è → 1 con 21

5 è → 1 con 15

↓

scelgo 1 e lo metto in fondo

3 → 5 → 1

⇓

ora il più vicino?

a 3 ⟼ 2 con 43

a 5 ⟶ 2 con 29

a 1 ⟶ 4 con 28 < scelgo 4 e metto in fondo

3 → 5 → 1 → 4 → 2

potrei applicare anche qui:

- 2opt
- vicinato

ora parto dal max saving

1 - 7 → risparmio 7 ⟼ $d_1 + d_7 = 9 + 5 = 14 < 20$

$(0 - 1 - 7 - 0)^{14}$

in parallelo faccio partire un altro route

$(0\ 1\ 7\ 0)^{14}$ $(0\ 2\ 0)^{6}$ $(0\ 3\ 0)^{14}$ $(0\ 4\ 0)^{8}$ $(0\ 5\ 0)^{9}$ $(0\ 6\ 0)^{6}$

Max risparmio è 6 tra

3 - 5 ⇝ $d_5 + d_3 = 9 + 14 = 23 > 20$ No

6 - 7 ⇝ $d_7 + d_6 = 14 + 6 = 20 = 20$ ✓

6 lo unisco a (0, 1, 7, 0)

$\boxed{0\ 1\ 7\ 6\ 0}^{20}$

cancello righe e colonne di 1, 7, 6

$(0\ 2\ 0)^{6}$ $(0\ 3\ 0)^{14}$ $(0\ 4\ 0)^{8}$ $(0\ 5\ 0)^{9}$

Max risparmio 4 → tra 3 e 4 $d_3 + d_4 = 14 + 8 > 20$ NO

Max risparmio 3 → tra 4 e 5 $d_4 + d_5 = 8 + 9 = 17 < 20$

$\left| 0\ 4\ 5\ 0 \right|^{17}$ non ho niente di < 3 chiudo

metto insieme ⟼ 2 e 3 $d_2 + d_3 = 20 = 20$ ✓

$\left| 0\ 2\ 3\ 0 \right|^{20}$

$C_{TOT} = C_{route\,1} + C_{route\,2} + C_{route\,3} = 37$

$C_{route\,1} \to 17$, $C_{route\,2} \to 9$, $C_{route\,3} \to 11$

NOTA: se lo penso con 3 camion non equa con 2 è sì

3° Extramiglio sequenziale

non mi serve la matrice di saving

scelgo a caso il 1° tra il più pesante e il più lontano da 0

scelgo il più pesante nodo

$(0\ 3\ 0)^{14}$

valuto minori extramiglio tra i compatibili

$C_{370} = C_{37} + C_{70} - C_{30} = 9 + 6 - 4 = 11$

$C_{360} = C_{36} + C_{60} - C_{03} = 6 + 5 - 4 = 7$

$C_{320} = C_{32} + C_{20} - C_{03} = 5 + 2 - 4 = 3$

metto il 2

$\boxed{(0\ 3\ 2\ 0)}^{14+6=20}$ chiuso

scelgo altro più pesante → 1 o 5 scelgo 5

$(0\ 5\ 0)^{9}$

extramiglio (tutti sono compatibili)

$C_{510} = 6 + 4 - 3 = 7$

$C_{540} = 3 + 3 - 3 = 3$ $\boxed{(0\ 5\ 4\ 0)}^{17}$ chiuso

$C_{560} = 5 + 5 - 3 = 7$

$C_{570} = 8 + 6 - 3 = 11$

scelgo 1 che è il più pesante

extramiglio

$(0\ 1\ 7\ 0)^{14}$ → devo inserire anche il 6

$C_{160} = 6$

$C_{170} = 5$

Valuto le extramaglie con //

$(0\,7\,0)$ $\quad$ $(0\,6\,0)$ $\quad$ $(0\,3\,0)$

NON compatibili

NODO 1 $\quad C_{01}+C_{71}-C_{70} \to 1 \quad C_{01}+C_{61}-C_{60} \to 4 \quad \cancel{C_{01}+C_{31}-C_{03}}$

NODO 2 $\quad C_{02}+C_{72}-C_{70} \to 0 \quad C_{02}+C_{62}-C_{60} \to 0 \quad C_{02}+C_{32}-C_{03} \to 3$

NON compatib.

NODO 4 $\quad C_{04}+C_{74}-C_{70} \to 4 \quad C_{04}+C_{64}-C_{60} \to 5 \quad \cancel{C_{04}+C_{34}-C_{03}}$

NON compat

NODO 5 $\quad C_{05}+C_{75}-C_{70} \to 5 \quad C_{05}+C_{65}-C_{60} \to 3 \quad \cancel{C_{05}+C_{35}-C_{03}}$

min extramaglie per tutti e 3 il nodo 2 ma è l'unico compatibile con σ_3

ROUTE $(0\,3\,2\,0)^{20}$

escludo nodo 2 $\to$ con σ_1 min extramaglie nodo 1

5 9 8

$(0\,7\,1\,0)^{14}$

con σ_2 min extramaglie nodo 5

$(0,6,5\,0)^{15}$

6 9

1 - 5 - 4

$\sum = 13{,}4056$

$$\sigma = \sqrt{\frac{13{,}4056}{9}} = 1{,}22$$

$$See\,b = 1{,}22\sqrt{\frac{1}{25+16+9+4+1+0+1+4+9+16+25}}$$

$See\,b = 0{,}116366$

$$See\,a = 1{,}22\sqrt{\frac{1}{11}+\frac{25}{110}} = 0{,}688173$$

© Proprietà riservata dell'autore - Digitalizzazione e distribuzione a cura del CENTRO APPUNTI - Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino / Pagina 95 di 96