Pianificazione e Gestione dei Servizi Sanitari

Problemi 22, 24, 25

Prof. Domenico Conforti – Lez. 26 - 28/11/2023 - Autori: Chiara Zanella, Gianluca Pisani. Revisionatori: Zanella – Pisani

PROBLEMA 22

Nell'ambito dell'attività strategica di distrettualizzazione dei servizi sanitari territoriali, l'ASP di Cosenza deve attivare nel territorio di riferimento sino a 5 poliambulatori specialistici. Dovendo realizzare un modello organizzativo a rete per l'erogazione dei servizi sanitari, i poliambulatori devono servire le richieste di prestazioni specialistiche provenienti dai 500 Medici di Base della stessa ASP. Da un'approfondita analisi del contesto, sono stati stimati i valori dei seguenti dati:

• Costi di attivazione dei poliambulatori nei siti previsti (in migliaia di euro):

• Costi di gestione dei poliambulatori relativi alle richieste di prestazioni specialistiche, stimati in euro 25 per ogni Medico di Base.

• Ogni poliambulatorio attivato può soddisfare le richieste di prestazioni specialistiche provenienti al più dal seguente valore stimato di numero di Medici di Base:

Siti	1	2	3	4	5
Numero di Medici di Base	120	130	115	180	95

Al fine di rendere il sistema complessivamente più efficiente, si richiede, inoltre, che le richieste di prestazioni specialistiche per ogni Medico di Base siano trattate da uno ed un solo poliambulatorio. Si formuli un modello di ottimizzazione che consenta di definire la localizzazione del poliambulatorio e per ognuno di essi l'insieme dei Medici di Base assegnati in modo da ridurre i costi complessivi previsti.

Rientra in un tipico problema di localizzazione – allocazione.

Quando andiamo a rappresentare i vari dati, l'importante è fare una legenda con le variabili per capire cosa andiamo ad identificare con una determinata lettera.

5 POLIAMBULATORI $(= I)$ $\boxed{\text{COSTI DI LOCALIZZAZIONE}}$

500 MMG $(= J)$ $\boxed{\text{COSTI DI GESTIONE}}$

€ 25 $\forall$ MMG

• LOCALIZZAZIONE

VARIABILE BINARIA (NODO 1 LO METTIAMO SI O NO? ECC)

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{SE POLIAMBULATORIO } i,\ i = 1,2,\dots 5 \text{ LOCALIZZATO} \\ 0 & \text{ALTRIMENTI} \end{cases}$$

• ALLOCAZIONE

È UNA VARIABILE CHE DIPENDE DA 2 INDICI

↳ NODI DI DOMANDA E DI SERVIZIO

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{SE MMG } j = 1,2\dots 500 \text{ ASSEGNATO A POLIAMBULATORIO } i,\ i = 1,2..5 \\ 0 & \text{ALTRIMENTI} \end{cases}$$

DECISIONE, PERO' BINARIA.

FUNZIONE OBIETTIVO

$$Z = 550 y_1 + 430 y_2 + 600 y_3 + 500 y_4 + 625 y_5 + 0{,}025 \sum_{i=1}^{5} \sum_{J=1}^{500} x_{iJ}$$

$\Downarrow$

SI PUÒ ANCHE SCRIVERE

$$\sum_{i=1}^{5} c_i y_i$$

FUNZIONE OBIETTIVO: fa riferimento ai costi totali, legati ai costi di gestione e localizzazione. I costi di localizzazione dipendono da y. La formula con la sommatoria è una notazione compatta.

VINCOLI

- ASSEGNAMENTO SE LOCALIZZAZIONE

$$\boxed{x_{iJ} \leq y_i} \quad \forall i, \forall J$$

x_{iJ}	y_{Ji}	
0	0	
0	1	
1	0	NON CONSENTITA
1	1	

- OGNI MMG PUÒ ESSERE ASSEGNATO AD UNO ED UN SOLO POLIAMBULATORIO

$$\sum_{J=1}^{5} x_{i,J} = 1 \qquad \forall J = 1, 2 \dots 500$$

SOLO UNA DELLE 5X DEVE VALERE 1

- $\sum_{J=1}^{500} X_{1J} \leq 120$
- $\sum_{J=1}^{500} X_{2J} \leq 130$
- $\sum_{J=1}^{500} X_{3J} \leq 115$
- $\sum_{J=1}^{500} X_{4J} \leq 180$
- $\sum_{J=1}^{500} X_{5J} \leq 95$

MMG DISTRIBUZIONE MASSIMA DEI MEDICI NEI VARI POLIAMBULATORI

$x_{iJ} \leq y_i$ → AL FINE DI SEMPLIFICARE →

- $\sum_{J=1}^{500} X_{1J} \leq 120 y_1$
- $\sum_{J=1}^{500} X_{2J} \leq 130 y_2$
- $\sum_{J=1}^{500} X_{3J} \leq 115 y_3$
- $\sum_{J=1}^{500} X_{4J} \leq 180 y_4$
- $\sum_{J=1}^{500} X_{5J} \leq 95 y_5$

PROBLEMA 25

Il trattamento terapeutico di alcune patologie tumorali può risultare più efficace se il paziente segue una particolare dieta la cui composizione in alimenti sia determinata sulla base di uno specifico parametro di "costo", che penalizza la qualità dell'alimento. Nello specifico, sia data la seguente tabella di valori nutrizionali che riporta il tipo di alimento, il valore del parametro di costo unitario, le unità di sostanze (proteine, carboidrati, grassi, vitamine, calcio) per unità di alimento.

	costo	**prot**	**carb**	**grassi**	**vitam**	**calcio**
1	***0.18***	***0***	***7***	***1***	***1***	***0***
2	***0.20***	***1***	***0***	***3***	***1***	***4***
3	***0.80***	***5***	***0***	***4***	***0***	***1***
4	***0.50***	***2***	***2***	***1***	***3***	***0***
5	***0.35***	***0***	***3***	***0***	***2***	***1***

Formulare un modello di ottimizzazione che permetta di trovare una dieta di costo minimo, sapendo che si devono assumere almeno 3 unità di proteine, 10 unità di carboidrati, 2 unità di grassi, 3 unità di vitamine e 2 unità di calcio e sapendo che se è presente l'alimento 1 la dieta non può contenere l'alimento 5.

TROVARE DIETA DI COSTO MINIMO
≥ 3 PROTEINE
≥ 10 CARBOIDRATI
≥ 2 GRASSI
≥ 3 VITAMINE
≥ 2 CALCIO

La dieta deve contenere almeno queste quantità dei vari nutrienti.

SE LA DIETA CONTIENE L'ALIMENTO 1 NON PUO' CONTENERE L'ALIMENTO 5

$\boxed{\text{DECISIONE}}$

• QUANTITA' DI ALIMENTI IN DIETA
$x_i, i = 1,2,\ldots,5 \quad x_i \ge 0$ (UNITA' DI ALIMENTAZIONE)

$\boxed{\text{VINCOLI}}$

$$x_2 + 5x_3 + 2x_4 \ge 3$$
$$7x_1 + 2x_4 + 3x_5 \ge 10$$
$$x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 \ge 2$$
$$x_1 + x_2 + 3x_4 + 2x_5 \ge 3$$
$$4x_2 + x_3 + x_5 \ge 2$$

Se presente Alimento 1 nella dieta, non c'è l'Alimento 5.

SE $x_1 > 0 \rightarrow x_5 = 0$

$x_1 - My \le 0 \leftarrow$ SE $x_1 > 0 \rightarrow y = 1$

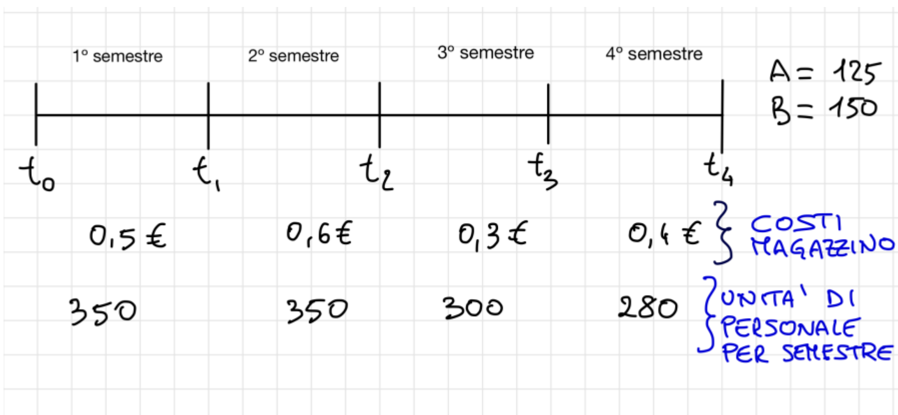
$x_5 - M(1-y) \le 0 \leftarrow$ SE $y = 1 \rightarrow x_5 = 0$

La M è un coefficiente che permette di legare una variabile intera con una variabile binaria. Inoltre si tratta di un parametro molto grande, più grande dimensionalmente di tutti i numeri presenti nel modello.

PROBLEMA 24
Nelle analisi di mercato è stato previsto che le vendite per i prossimi due anni avranno l'andamento espresso in tabella indicando il numero di confezioni al semestre.

Semestre Dispositivi	1	2	3	4
A	1500	1000	1000	1250
B	1000	3000	3000	3500

Per ognuno dei semestri vi è la richiesta di mercato, quindi, il livello di vendita previsto per i prossimi due anni per ciascun semestre (per ognuno dei due farmaci). Il processo di produzione dei farmaci richiede personale tecnico altamente qualificato. In ciascuno dei due semestri l'azienda ha a disposizione 350 unità di personale, mentre nel terzo semestre si hanno a disposizione 300 unità di personale e nel quarto semestre si ha a disposizione 280 unità di personale. In base alle specifiche caratteristiche del processo di produzione, la produzione di una confezione di farmaco A richiede due unità di personale mentre una confezione di farmaco B richiede tre unità di personale. Inoltre, l'azienda richiede che alla fine di ogni semestre siano presenti in magazzino almeno 1000 confezioni di ogni farmaco. All'inizio del periodo interessato sono presenti in magazzino 150 confezioni di A e 125 confezioni di B. I costi di immagazzinamento ammontano a 0,5 euro per ogni confezione che resta in magazzino alla fine del primo semestre, 0,6 € per la fine del secondo semestre, 0,3 € per la fine del terzo semestre è 0,4 € per la fine del quarto semestre.



L'azienda farmaceutica vuole garantire la copertura della domanda producendo i farmaci in anticipo e controllando i costi di magazzino. Si formuli un modello di ottimizzazione che consenta di definire il piano di produzione ottimale per i prossimi due anni.

Questo è un problema multi-periodale perché è basato su un orizzonte temporale complessivo articolato in periodi composti da semestri, in questo caso si hanno 4 semestri.

Determinare il piano di ottimizzazione complessivo su un orizzonte temporale di due anni vuol dire andare a produrre le quantità di farmaco A e di farmaco B tali per cui da una parte sia vanno a soddisfare le richieste previste per ogni semestre e dall'altra parte si cerca di trovare la configurazione che dà i costi complessivi di magazzino.

Farmaci	Unità di personale
A	2
B	3

Un problema multi periodale in cui sostanzialmente per ogni periodo si produce, si immagazzina e si vende. Per ogni semestre si produce e quindi occorre stabilire il livello di produzione di farmaci, quanti farmaci a e B vengono prodotti un semestre, questa produzione deve garantire il soddisfacimento della domanda allo stesso tempo c'è un buffer, un magazzino su cui poter andare a stoccare la produzione in eccedenza che l'azienda fa in anticipo però la si deve modulare controllando i costi di magazzino.

Dunque, per garantire la copertura della domanda è necessario:

- produrre farmaci in anticipo;
- contenere al minimo i costi di magazzino.

Al tempo t_0 c'è un contenuto iniziale di magazzino, ci sono 125 di A e 150 di B. In ciascun segmento ci sarà una produzione di A e di B, questa produzione dovrà soddisfare richieste sul primo semestre, soddisfatte queste richieste, in t_1 si andrà in magazzino. Il modello di ottimizzazione deve modulare le quantità prodotte con le quantità immagazzinate sostanzialmente perché ora più stocca in magazzino e più si paga.

Quantità di farmaco da produrre:

$\forall$ semestre (per OGNI SEMESTRE si configura ciò)

$$x_{ij} \begin{cases} \text{confezioni di farmaci} \rightarrow i = A, B. \\ \text{semestre} \rightarrow j = 1, 2, 3, 4. \end{cases}$$

$x_{ij} \geq 0 \Rightarrow$ INTERA (poiché si considera ciascuna confezione di farmaco come indivisibile).

Quantità da tenere stoccata in magazzino:

$$y_{ij} \begin{cases} \text{confezioni di farmaci} \rightarrow i = A, B. \\ \text{semestre} \rightarrow j = 1, 2, 3, 4. \end{cases}$$

$y_{ij} \geq 0 \Rightarrow$ INTERA

Funzione obiettivo: relativa ai costi totali del magazzino

Costo totale da minimizzare: Z

$\min z$

$$z = 0{,}5(y_{A1} + y_{B1}) + 0{,}6(y_{A2} + y_{B2}) + 0{,}3(y_{A3} + y_{B3}) + 0{,}4(y_{A4} + y_{B4})$$

VINCOLI :

$$\left.\begin{aligned}
&125 + x_{A1} - 1500 \geq 1000 \\
&y_{A1} + x_{A2} - 1000 \geq 1000 + y_{A2} \\
&y_{A2} + x_{A3} - 1000 \geq 1000 + y_{A3} \\
&y_{A3} + x_{A4} - 1250 \geq 1000 + y_{A4}
\end{aligned}\right\} \quad A$$

$$\left.\begin{aligned}
&150 + x_{B1} - 1000 \geq 1000 \\
&y_{B1} + x_{B2} - 3000 \geq 1000 + y_{B2} \\
&y_{B2} + x_{B3} - 3000 \geq 1000 + y_{B3} \\
&y_{B3} + x_{B4} - 3500 \geq 1000 + y_{B4}
\end{aligned}\right\} \quad B$$

$$2x_{A1} + 3x_{B1} \leq 350$$

$$2x_{A2} + 3x_{B2} \leq 350$$

$$2x_{A3} + 3x_{B3} \leq 300$$

$$2x_{A4} + 3x_{B4} \leq 280$$

$x_{ij} , y_{ij} \geq 0$; INTERE