Policy per l'allocazione dei pazienti in seguito alla chiusura di ospedali

April 30, 2021

Come alternativa alla policy dell'ospedale più vicino, si propone il seguente problema di ottimizzazione per la minimizzazione del disagio dei pazienti, che tiene in considerazione il carico di lavoro degli ospedali. Tale problema può essere risolto indipendentemente per ogni specialità S.

Fissata una determinata specialità S, sia P_S l'insieme di tutti i pazienti della specialità S precedentemente assegnati a un'ospedale chiuso e che sarebbero stari ammessi nel corso dei prossimi t giorni (es. $t = 7$ o $t = 14$). Per ogni $p \in P_S$, indichiamo con ℓ_p il suo Length of Stay (durata del ricovero in giorni). Il carico di lavoro da distribuire può quindi essere indicato con $L_S = \sum_{p \in P_S} \ell_p$.

Sia H_S l'insieme degli ospedali ancora aperti che contengono la specialità S. Per ogni $h \in H_S$, definiamo con c_h^S la sua capacità settimanale, vale a dire la somma dei posti letto giornalieri sull'arco della settimana. Allora indichiamo con C_S la capacità settimanale regionale della specialità e con f_h^S la frazione di posti letto dell'ospedale h per la specialità S sul totale regionale.

A parire dalla domanda L_S e dalle frazioni f_h^S creiamo delle capacity dummy γ_h^S che ci consentono di distribuire in modo equo i pazienti nei vari ospedali che hanno la specialità S rispetto alla loro capacità settimanale:

$$\gamma_h^S = \lceil (1 + \alpha) f_h^S L_S \rceil$$

dove $\alpha \geq 0$ è un parametro per garantire un margine operativo (es. $\alpha = 0.2$, n.b. quando $\alpha = 0$ impongo che tutti i carichi di lavoro siano identici e può darmi problemi anche per quanto riguarda l'ammissibilità delle soluzioni).

Indico inoltre con d_{ph} la distanza tra il comune del paziente p e quello dell'ospedale h, mentre con m_p indico la distanza tra il comune del paziente p e quello dell'ospedale chiuso a cui era precedentemente assegnato.

Introduco la variabile decisionale x_{ph}, che vale 1 se il paziente p è assegnato all'ospedale h, e δ_p che indica il discomfort del paziente p, ovvero varrà 0 se il nuovo ospedale è più vicino di quello che è stato chiuso, $d_{ph} - m_p$ altrimenti.

Allora risolvo il seguente modello di Programmazione Lineare.

$$\min \sum_{p \in P_S} \delta_p \tag{1}$$

soggetto a

$$
\begin{aligned}
\textstyle\sum_{h \in H_S} x_{ph} = 1 \qquad & \forall p \in P_S & (2)\\
\textstyle\sum_{p \in P_S} \ell_p x_{ph} \leq \gamma_h^S \qquad & \forall h \in H_S & (3)\\
\delta_p \geq (d_{ph} - m_p) x_{ph} \qquad & \forall p \in P_S, h \in H_S & (4)\\
\delta_p \in \mathbb{Z}^+ \qquad & \forall p \in P_S & (5)\\
x_{ph} \in \{0, 1\} \qquad & \forall p \in P_S, h \in H_S & (6)
\end{aligned}
$$

Il vincolo (2) impone che ogni paziente venga assegnato a uno e uno solo ospedale, mentre il vincolo (3) impone che le capacità dummy degli ospedali siano rispettate. Il vincolo (4) serve per calcolare la differenza delle distanze tra il vecchio ospedale; se $m_p > d_{ph}$, allora δ_p assume comunque valore 0 per via dei vincoli nei casi in cui $x_{ph} = 0$ (a meno che quello scelto non sia l'unico ospedale disponibile). (5)-(6) sono vincoli di dominio (ho supposto che le distanze siano interi).

La funzione obiettivo (1) minimizza la somma dei discomfort, ovvero degli aumenti delle distanze. Una funzione obiettivo alternativa è quella che minimizza il massimo discomfort. A tal proposito occorre aggiungere ai vincoli (2)-(6) il seguente

$$\Delta \geq \delta_p \quad \forall p \in P_S \tag{7}$$

dove Δ rappresenta proprio il massimo discomfort e la funzione obiettivo alternativa è

$$\min \Delta \tag{8}$$