



Un modello matematico per ottimizzare la pianificazione dell'attività operatoria

Agnelis A*, Colombai R[^], Coppi A*, Corsini M*, Dellino G*, Detti P*, Di Stefano L[^], Meloni C**, Murgia G*, Porfido E[^], Pranzo M*, Veneziani A^{^^}

*Università degli Studi di Siena, [^]Azienda Usl 11 Empoli, **Politecnico di Bari, ^{^^}Azienda Usl 7 Siena

OBIETTIVI

Problema: gestire le sale operatorie e pianificare gli interventi chirurgici elettivi in modo efficiente ed efficace.

Sottoproblemi:

- Assegnazione del numero di sedute settimanali alle varie specialistiche e allocazione alle sale adeguate (Master Surgical Schedule)
- Scelta dei pazienti da operare in ogni seduta

METODI

PRINCIPALI FEATURES DEL MODELLO

La funzione obiettivo massimizza il numero di interventi eseguiti pesati con un coefficiente che esprime l'urgenza dell'intervento

Ad ogni istante di tempo è disponibile una sala (o vuota o rapidamente liberabile) per far fronte ad emergenze.

Possibilità di definire un limite massimo di sedute settimanali assegnate ad ogni specialistica.

Le varie specialistiche vengono collocate nelle sale più adeguate alle loro esigenze.

La programmazione degli interventi da eseguire in ogni seduta non eccede il tempo massimo a disposizione.

INPUT (Liste di attesa)

Specialistica	Numero Interventi
Chirurgia	361
Day Surgery	381
Urologia	112
Otorino	101
Ginecologia	244
Ortopedia/ Traumatologia	429

MODELLO DI OTTIMIZZAZIONE

$$\max \sum_{i,j} \sum_{k} \sum_{l} \sum_{m} P_i^j \cdot K_i^j \cdot x_{i,j,k,l}^m$$

$$\sum_{i,j} \sum_{k} x_{i,j,k,l}^m \leq 1$$

$$\sum_{i,j} (y_{i,j,t+1,post}^m + y_{i,j,t+1,pre}^m) \leq 5$$

$$S_{max}^m \leq \sum_{i,j} (y_{i,j,t+1,post}^m + y_{i,j,t+1,pre}^m + 2 \cdot y_{i,j,t+1,post}^m) \leq S_{max}^m$$

$$\sum_{i,j} (y_{i,j,t+1,post}^m + y_{i,j,t+1,pre}^m) = 1$$

$$\sum_{i,j} y_{i,j,t}^m \leq 1$$

$$\sum_{i,j} (y_{i,j,t+1,post}^m + y_{i,j,t+1,pre}^m + 2 \cdot y_{i,j,t+1,post}^m) \leq 2$$

$$\sum_{i,j} y_{i,j,t}^m \leq 1$$

$$\sum_{i,j} (y_{i,j,t+1,post}^m + y_{i,j,t+1,pre}^m + 2 \cdot y_{i,j,t+1,post}^m) \leq 2$$

$$\sum_{i,j} y_{i,j,t+1,post}^m + \sum_{i,j} y_{i,j,t+1,pre}^m \leq 2$$

$$\sum_{i,j} y_{i,j,t+1,post}^m + \sum_{i,j} y_{i,j,t+1,pre}^m \leq 2$$

$$20 \cdot y_{i,j,t}^m \leq \sum_{i,j} P_i^j \cdot x_{i,j,t}^m \leq 26 \cdot y_{i,j,t}^m$$

$$16 \cdot y_{i,j,t}^m \leq \sum_{i,j} P_i^j \cdot x_{i,j,t}^m \leq 20 \cdot y_{i,j,t}^m$$

$$38 \cdot y_{i,j,t}^m \leq \sum_{i,j} P_i^j \cdot x_{i,j,t}^m \leq 46 \cdot y_{i,j,t}^m$$

$$\sum_{i,j} \sum_{k} y_{i,j,t}^m = 0$$

$$\sum_{i,j} \sum_{k} y_{i,j,t}^m = 0$$

OUTPUT (MSS e Liste operatorie)

Specialistica	L.1		L.2		L.3		L.4	
	Interventi	Tempo	Interventi	Tempo	Interventi	Tempo	Interventi	Tempo
Chirurgia	10	10	10	10	10	10	10	10
Day Surgery	10	10	10	10	10	10	10	10
Urologia	10	10	10	10	10	10	10	10
Otorino	10	10	10	10	10	10	10	10
Ginecologia	10	10	10	10	10	10	10	10
Ortopedia/ Traumatologia	10	10	10	10	10	10	10	10

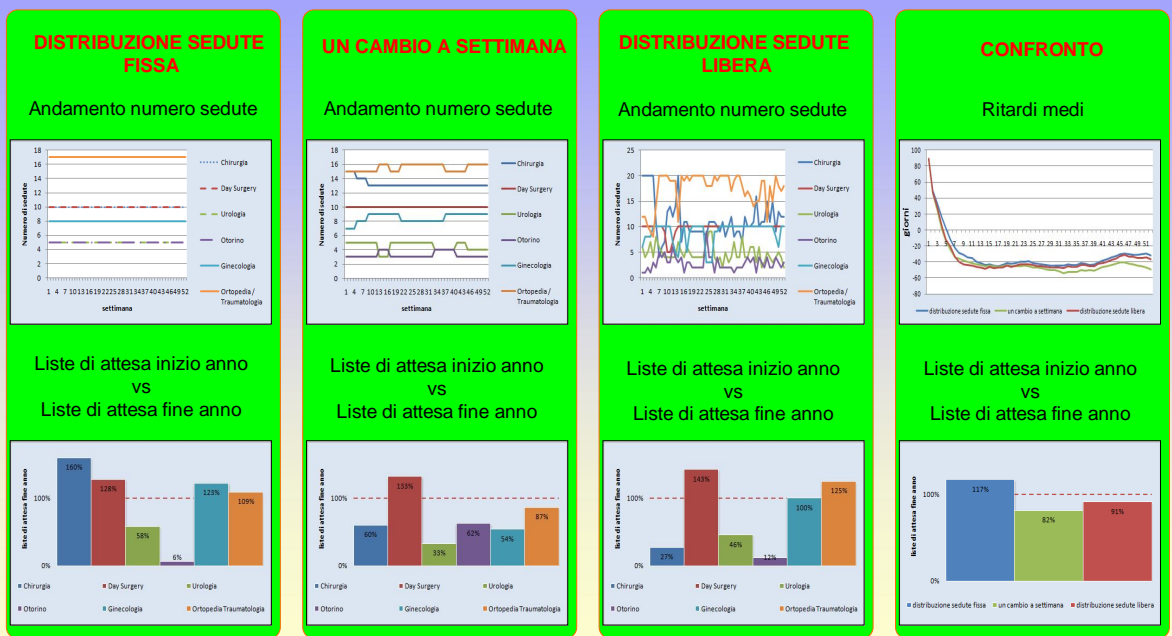
RISULTATI

Sono stati utilizzati 3 modelli:

- Distribuzione sedute fissa**, il Master Surgical Schedule (MSS) rimane lo stesso tutto l'anno
- Un cambio a settimana**, consente ogni settimana al massimo una variazione nella distribuzione delle sedute (MSS)
- Distribuzione sedute libera**, la distribuzione delle sedute può cambiare liberamente ogni settimana

I risultati ottenuti si basano su una simulazione di un anno, tenendo conto delle caratteristiche del blocco operatorio dell'ospedale di Empoli e delle seguenti ipotesi:

- Il numero di arrivi di nuovi pazienti è tra 100 e 300 a settimana
- Le durate degli interventi comprendono anche il setup e sono espresse in slot di 15 minuti.
- Per tener conto della varianza della durata degli interventi è stato utilizzato un margine di sicurezza di 30 minuti rispetto al tempo disponibile per le sedute mattutine e pomeridiane e di 60 minuti per le sedute giornaliera.



Tutti i modelli proposti riescono a sfruttare il tempo massimo disponibile di ogni seduta, privilegiando la scelta degli interventi più urgenti.

CONCLUSIONI

I risultati mostrano come un modello di supporto alle decisioni per la gestione del blocco operatorio possa portare notevoli vantaggi per gli ospedali.

- Efficienza:** ottimizzazione del tasso di utilizzo delle sale operatorie e risparmio di tempo per il personale (liste operatorie fornite dal modello)
- Qualità del servizio:** riduzione delle liste di attesa e del tempo medio di attesa per i pazienti
- Sicurezza:** scelta dei pazienti più urgenti da operare
- Sostenibilità:** modello generale applicabile ad altri ospedali con tempi di calcolo della soluzione che richiedono pochi minuti utilizzando normale pc