



*Università degli studi di Padova*

*Facoltà di Ingegneria*

Dipartimento di tecnica e gestione dei sistemi industriali

Tesi di laurea Triennale

*Gestione ottima delle sale operatorie*

*Optimal management of operating rooms*

Relatore: Chiar.mo Prof. Romanin Jacur Giorgio

Laureando: Rossetto Gianluca

Anno Accademico: 2010 - 2011

# INDICE

<b>Introduzione .....</b>	<b>3</b>
<b>1 La necessità di gestione .....</b>	<b>5</b>
1.1 La necessità di gestione .....	5
1.2 I principi base .....	5
1.3 L' unità di programmazione .....	6
1.3.1 I vantaggi dell'unità di programmazione .....	6
<b>2 Pianificazione dell'attività operatoria .....</b>	<b>8</b>
2.1 I problemi di gestione .....	8
2.2 I sistemi informatici.....	8
2.2.1 La scheda del paziente .....	9
2.2.2 Predisposizione degli interventi.....	9
<b>3 I casi imprevisti .....</b>	<b>12</b>
3.1 Gestione delle urgenze .....	12
3.2 Gestione delle riserve.....	13
<b>4 Efficienza di una sala operatoria .....</b>	<b>15</b>
4.1 Come valutare l'efficienza di una sala operatoria .....	15
4.2 Categorie di indicatori fisico – tecnici .....	15
4.2.1 I principali indicatori fisico – tecnici.....	16
<b>5 Applicazione della programmazione lineare intera.....</b>	<b>20</b>
5.1 Esempio applicativo della programmazione lineare intera .....	20
5.1.1. Chirurgia Generale .....	21
5.1.2. Oculistica .....	24
5.1.3. Ortopedia .....	27
5.1.4. Neurochirurgia .....	30
5.1.5. Ginecologia.....	33
5.1.6. Urologia.....	36
5.1.7. Infermieri ed anestesisti .....	39
<b>Conclusione .....</b>	<b>42</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>43</b>

## INTRODUZIONE

La gestione ottima di una sala operatoria è la disciplina che ha come scopo la massimizzazione dell'efficienza dell'impianto ospedaliero, ovvero l'aumento dei casi clinici che possono essere affrontati giornalmente con la contemporanea minimizzazione delle risorse richieste e dei relativi costi.

I sistemi sanitari danno sempre più rilevanza a questi aspetti, in quanto rientrano nel processo di aziendalizzazione iniziato alla fine degli anni '90.

Questo processo è in atto in seguito alle raccomandazioni che provengono dalla Carta di Lubiana, un documento firmato il 19 Giugno 1996 dai Ministri della Sanità dei paesi membri dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

I principi fondamentali di questa carta sono :

- a) la responsabilizzazione degli attori;
- b) la qualificazione delle strutture;
- c) l'attivazione di miglioramenti continui della qualità del servizio;
- d) la verifica delle prestazioni;
- e) l'equiparazione tra strutture sanitarie e private.

Nella carta vengono poi illustrati i principi base per la gestione del cambiamento, e tra questi troviamo:

- 1) prestare attenzione ai pareri dei cittadini;
- 2) rimodellare i processi sanitari;
- 3) riorganizzare le risorse umane;
- 4) rafforzare le competenze manageriali.

Questo ha portato l'avvio di logiche di competizione sia tra aziende sanitarie pubbliche sia tra queste ultime e quelle private, ed ha necessariamente imposto lo sviluppo di attività di programmazione e gestione delle attività che per quanto riguarda la sanità pubblica ha aspetti innovativi.

Nel nostro sistema sanitario quindi stanno avendo sempre più rilevanza le decisioni prese in ambito organizzativo ed operativo: l'attività operatoria viene razionalizzata utilizzando al massimo le risorse umane e strutturali al fine di aumentare l'efficienza e mantenere bassi i costi.

L'utilizzazione della sala operatoria è condizionata principalmente da quattro fattori: la disponibilità delle sale, gli interventi pianificati, i chirurghi e gli infermieri.

Le maggiori difficoltà sorgono proprio qui, ovvero nella necessità di organizzare le fasi pre/post-operatorie, l'imprevedibilità dei tempi operatori stessi, il coordinamento di professionalità diverse, la pianificazione degli interventi a fronte di molteplici esigenze. Inoltre si deve tenere conto della progressiva crescita della severità clinica dei pazienti, i quali sono sempre più attenti al livello della prestazione sanitaria che gli è offerta a fronte di una maggiore consapevolezza maturata dai mezzi di comunicazione di massa che con sempre maggiore frequenza e intensità affrontano queste tematiche.

Per questo motivo nell'ambito di gestione dei processi sanitari si deve sempre tenere presente che l'obiettivo primario è la cura del paziente, a cui deve essere garantito un livello di servizio adeguato, e da qui partire con le successive analisi per migliorare l'efficienza della struttura sanitaria.

# **CAPITOLO 1**

## **La necessità di gestione**

### **1.1 Il contesto**

Le principali risorse umane che intervengono all'interno di una sala operatoria sono i chirurghi, gli infermieri e gli anestesisti.

La gestione di una sala operatoria deve necessariamente tenere conto di dover organizzare contemporaneamente l'attività di queste tre professioni, con l'obiettivo di massimizzarne l'efficienza. Si deve quindi avere una visione d'insieme del problema: infatti non basta organizzare in modo efficiente ma singolarmente ognuna delle tre categorie per raggiungere la configurazione ottimale della sala operatoria, ma si deve programmare l'attività tenendo conto delle interazioni e delle relazioni tra gli operatori, e valutare le possibili configurazioni.

Questo problema unito alla crescente attenzione che viene posta ai costi in eccesso della sala operatoria richiede la presenza di figure professionali che si occupino di questo aspetto.

Lo scopo è quindi quello di programmare le attività non solo di breve periodo facendo fronte agli imprevisti e ai casi particolari, ma anche di medio – lungo termine, al fine di standardizzare le operazioni e aumentare la qualità del servizio offerto.

### **1.2 I principi base**

Nell'attività di gestione di una sala operatoria esistono dei principi fondamentali, i quali costituiscono le fondamenta per ogni analisi che deve essere fatta a riguardo.

Si possono riassumere così:

- a) deve essere sempre garantita al paziente la sicurezza, nonché il miglior livello di servizio possibile;
- b) devono essere garantite le migliori condizioni di lavoro agli operatori ed il più pratico accesso alle sale possibile;
- c) si deve massimizzare l'utilizzazione della sala operatoria e dei materiali, al fine di ridurre i costi in eccesso;

- d) si devono ridurre al minimo i ritardi nei confronti del paziente;
- e) si deve cercare di ottenere la soddisfazione di pazienti ed operatori.

### **1.3 L'unità di programmazione**

Per unità di programmazione si intende il gruppo di lavoro che all'interno di una struttura sanitaria ha il compito di programmare e gestire la sequenza degli interventi e dei processi ospedalieri con il supporto di strutture informatiche.

Essa è coordinata dal Dirigente Medico Responsabile, il quale ha il compito di valutare la complessità strutturale dell'unità di programmazione e il livello di presenze desiderate in base al volume di attività richiesto.

Al fine di rendere il più possibile efficace questa attività, l'unità di programmazione ha la necessità di interagire con il maggior numero di professionalità all'interno della struttura ospedaliera, in modo da svolgere oltre alla consueta attività di programmazione, anche la verifica e il controllo di tutti i processi ospedalieri.

Per questo motivo collabora con i medici primari ed i responsabili di sala durante la pianificazione delle attività operatorie, è costantemente in contatto con lo svolgimento delle operazioni al fine di perfezionare in tempo reale i programmi prestabiliti, ottiene informazioni dai reparti di degenza al fine di monitorare la situazione dei paziente ricoverati da più tempo.

Inoltre, chi opera all'interno dell'unità di programmazione ha il compito di verificare eventuali aggiornamenti dei dati per i sistemi informatici a supporto delle attività, controllare la corretta compilazione dei referti e delle schedulazioni, controllare il livello delle scorte di farmaci e di materiali, segnalando opportunamente e tempestivamente le eventuali quantità di riordino.

#### 1.3.1 I vantaggi dell'unità di programmazione

La presenza di un'unità di programmazione che pianifichi e gestisca le attività delle sale operatorie trova giustificazione nella necessità di dover coordinare in maniera rigorosa e precisa le molteplici professionalità che operano in una struttura sanitaria, al fine di rendere il più efficiente possibile il servizio offerto al cliente.

Di fatto, i vantaggi sono numerosi, in quanto tale struttura :

- offre la possibilità di far riferimento ad un sistema centralizzato per il coordinamento di tutte le attività;
- migliora la gestione non solo dei tempi, ma anche delle persone e degli spazi;
- funge da erogatore dati, unico e in continuo aggiornamento;
- permette una miglior valutazione dell'efficienza delle sale operatorie.

Oltre a questi aspetti che riguardano solamente l'attività ospedaliera, la presenza di un'unità di programmazione porta con sé inevitabili vantaggi anche per i pazienti; in quanto consente di:

- aumentare le possibilità di riduzione dei tempi d'attesa per un intervento;
- controllare in maniera più sicura le procedure che riguardano i pazienti stessi;
- snellire le pratiche di identificazione.

Infine, da non sottovalutare sono i vantaggi che si creano per tutti gli operatori, in quanto la soddisfazione del personale operativo rende innanzitutto più confortevole l'ambiente di lavoro e in secondo luogo può fungere da indice per misurare la qualità dell'operato della struttura.

Infatti, grazie all'operato dell'unità di programmazione vi è un migliore utilizzo dei tempi operatori da parte di medici, infermieri e anestesisti, una migliore gestione delle sale con conseguente riduzione dei tempi morti, un minor spreco di attrezzature e materiali in quanto questi vengono maggiormente condivisi tra le varie attività operatorie.

## **CAPITOLO 2**

### **La pianificazione dell'attività operatoria**

#### **2.1 I problemi di gestione**

La necessità di dover coordinare tra loro diverse professionalità nei processi di gestione di una sala operatoria porta con sé inevitabili difficoltà di gestione.

A questo si devono aggiungere i problemi che spesso sono causa delle scorrette compilazioni dei programmi operatori giornalieri e settimanali.

Tra questi troviamo infatti distorsioni nelle comunicazioni tra personale delle sale operatorie e unità che gestiscono tale programmazione, errori nelle compilazioni delle procedure che portano alla pianificazione degli interventi, rallentamenti dovuti a pratiche burocratiche, difficoltà nel controllo delle attività.

Il risultato finale di questi fenomeni è inevitabilmente la scorretta formulazione della pianificazione dell'attività operatoria.

Per questo motivo si è resa necessaria l'implementazione di strutture informatiche, in particolare di sistemi informativi, a supporto di questa serie di attività, al fine di standardizzare tutta la serie di procedure richieste nonché ridurre al minimo gli errori di compilazione o comunicazione tra gli utenti del processo sanitario e di rendere il più possibile esente da errori il lavoro svolto dall'unità di programmazione.

#### **2.2 I sistemi informatici**

L'insieme delle strutture informatiche che attraverso la raccolta dati e l'elaborazione di informazioni permette di definire la sequenza di attività, le modalità di esecuzione, la strumentazione necessaria e il relativo controllo prende il nome di sistema informatico. Per l'insieme di ragioni viste nel paragrafo precedente, si è resa necessaria l'implementazione di queste tecnologie all'interno delle strutture ospedaliere.

Nello specifico, all'interno di una struttura sanitaria, un sistema informatico è di supporto all'attività di programmazione dell'attività operatoria in quanto permette di:

- svolgere in maniera rapida le procedure di identificazione dei pazienti;
- predisporre gli interventi giornalieri e settimanali;

- monitorare le attività in corso.

La presenza di strutture informatiche a supporto dell'attività ospedaliera permette quindi la standardizzazione di numerose procedure e al tempo stesso la riduzione dell'incidenza dei casi urgenti sulla programmazione degli interventi.

### 2.2.1 La scheda del paziente

Nella predisposizione degli interventi è di vitale importanza che vengano svolte in maniera puntuale tutte le pratiche che portano alla corretta formulazione della richiesta di intervento.

La scheda del paziente si compone così:

- dati identificativi: cognome, nome, data e luogo di nascita, codice fiscale;
- codice paziente: di tipo alfanumerico, in base al tipo di intervento;
- data di ingresso;
- dati relativi al paziente: gruppo sanguigno, patologie, allergie, eventuali interventi precedenti;
- tipologia di intervento;
- livello di priorità;
- durata stimata dell'intervento (espresso come un intervallo di tempo, comprensivo del tempo di preparazione/cambio sala);
- elenco degli operatori richiesti per svolgere l'intervento (numero di medici, numero di infermieri, numero di anestesisti).
- note aggiuntive: da compilare nel caso fossero previste le richieste di particolari tipologie di farmaco o materiale.

### 2.2.2 Predisposizione degli interventi

Il compito principale dell'unità di programmazione resta quello di organizzare il numero di interventi giornalieri e settimanali e quindi di fornirlo con adeguato preavviso a tutti gli utenti.

I sistemi informativi permettono quindi di riordinare l'insieme di dati e informazioni e forniscono un valido supporto per l'attività di programmazione.

Il numero di attività viene quindi calcolato in base ai volumi massimi consentiti, alle ore di disponibilità del personale e al numero di sale utilizzabili.

Esistono inoltre delle regole che governano i tempi con cui tali procedure devono essere compilate.

È prassi infatti che il programma dettagliato delle operazioni venga fornito entro il venerdì della settimana precedente, mentre quello giornaliero entro la sera del giorno precedente. Inoltre, l'intero programma viene compilato e stampato solo previo consenso dei capi sala, i quali possono intervenire direttamente sulla programmazione degli interventi.

	<i>chirurgia</i>	<i>oculistica</i>	<i>ortopedia</i>	<i>ostetrica</i>	<i>neuro chirurgia</i>	<i>urologia</i>
07:00-07:30	blue	blue	blue		blue	
07:30-08:00	yellow	yellow	yellow		yellow	
08:00-08:30	yellow	red	yellow		yellow	blue
08:30-09:00	yellow	blue	red	blue	yellow	yellow
09:00-09:30	red	yellow		yellow	red	red
09:30-10:00		red	blue	yellow		blue
10:00-10:30	blue		yellow	red	blue	yellow
10:30-11:00	yellow	blue	yellow	blue	yellow	yellow
11:00-11:30	yellow	yellow	yellow	yellow	yellow	red
11:30-12:00	red	yellow	red	yellow	yellow	blue
12:00-12:30		red		red	yellow	yellow
12:30-13:00					yellow	red
13:00-13:30	blue	blue		blue	red	
13:30-14:00	yellow	yellow	blue	yellow		
14:00-14:30	yellow	red	yellow	yellow	blue	blue
14:30-15:00	yellow	blue	yellow	red	yellow	yellow
15:00-15:30	red	yellow	red		yellow	yellow
15:30-16:00		yellow		blue	yellow	red
16:00-16:30	blue	red	blue	yellow	red	blue
16:30-17:00	yellow	blue	yellow	yellow	blue	yellow
17:00-17:30	yellow	yellow	yellow	red	yellow	yellow
17:30-18:00	yellow	red	red		yellow	red
18:00-18:30	red				yellow	
18:30-19:00					red	

Tab.1 esempio di pianificazione degli interventi in un ospedale

Legenda:

blue	attrezzaggio, controllo, pulizia e preparazione paziente
yellow	operazione
red	trasporto paziente e pulizia della sala

## CAPITOLO 3

### I casi imprevisti

#### 3.1 Gestione delle urgenze

Gli aspetti visti finora di programmazione dell'attività di una sala operatoria non si discostano molto da quelle che possono essere le generiche caratteristiche di pianificazione di un processo produttivo.

Ciò che rende peculiare questo tipo di attività è il fatto che debba costantemente e frequentemente confrontarsi con l'arrivo di casi di urgenza che richiedono un intervento immediato, il quale comporta necessariamente uno slittamento di tutte le attività precedentemente programmate e quindi rende indispensabile una revisione dei piani.

Uno degli obiettivi che si pone l'ottimizzazione della gestione delle sale operatorie è proprio quello di cercare di ridurre il più possibile l'incidenza di tali casi sulla programmazione, al fine di standardizzarne le operazioni e migliorare la qualità e l'efficienza del servizio offerto.

Posto che negli ospedali è frequente una sala attiva 24 ore su 24 dedicata ai soli casi di emergenza, denominata per questo motivo "H24", accade spesso che siano più di uno i casi urgenti da trattare.

Una volta arrivato, il paziente da operare viene sottoposto alla visita di un chirurgo, che dopo attenta analisi porrà il caso in una delle quattro seguenti categorie:

- categoria 1 : codice rosso – intervento immediato, paziente in pericolo di vita;
- categoria 2 : intervento urgente – da effettuare entro 2 ore;
- categoria 3: intervento urgente – da effettuare entro 6 ore;
- categoria 4: intervento urgente – da effettuare entro 24 ore.

All'unità di programmazione spetta quindi il compito di gestire la presenza di più urgenze concomitanti, tenendo presente quali sale possano essere attrezzate per interventi che non vengono usualmente svolte in esse.

Inoltre, devono essere sempre reperibili dei medici anche fuori orario di lavoro per fronte a tali emergenze, e il loro contatto è responsabilità dell'unità di programmazione stessa.

### **3.2 Gestione delle riserve**

Per casi imprevisti tuttavia non si intendono solamente i pazienti che richiedono un intervento di emergenza, ma anche le eventualità in cui si liberino delle sale che potrebbero essere quindi utilizzate per altri interventi.

Questa eventualità si verifica principalmente per uno dei seguenti motivi:

- il paziente per cui era stata programmata l'operazione non è disponibile per sostenere l'intervento;
- la somma degli anticipi accumulati nell'arco della giornata ha fatto sì che si creasse il tempo per eseguire un ulteriore intervento.

Nel complesso però si tratta comunque di un evento combinato delle due eventualità.

Nel caso in cui un intervento dovesse saltare infatti, si procede prima di tutto alla verifica della possibilità di anticipare gli interventi già in programma, e solo successivamente si valuta l'ipotesi di inserirvi un caso di riserva.

Al fine di ottimizzare la gestione di una sala operatoria, è quindi opportuno preventivare in fase di programmazione delle attività la presenza di una riserva per reparto, al fine di ridurre i tempi morti ed avere un miglior controllo della situazione nell'eventualità si presentasse la possibilità di procedere con un ulteriore intervento.

Tuttavia, mentre per la gestione delle urgenze la procedura è standardizzata e rigorosa, esistono invece vari metodi per governare questo tipo di situazioni.

Innanzitutto, le riserve sono da considerarsi principalmente i pazienti già ricoverati e solo in secondo momento dovranno essere in considerazione quelli da ricoverare.

Successivamente, se non vi sono riserve per un particolare reparto, deve essere valutata l'eventualità di inserire come riserva un paziente di un altro reparto, calcolando quanto inciderebbero in tal caso i tempi di attrezzaggio della sala per far fronte a tale intervento.

A questo punto, posto che non si stanno programmando interventi di urgenza e che quindi la priorità di tutti i casi che possono fungere da riserva sia equiparabile, esistono varie modalità per la determinazione di quale paziente possa usufruire di un intervento anticipato:

- 1) si pone per primo il paziente il cui intervento è saltato nei giorni precedenti, e nel caso ve ne fossero più di uno ha la priorità il caso più lontano nel tempo;

2) in analogia con il metodo First In First Out, viene posto in riserva il paziente degente che si trova in lista di attesa per l'intervento da più tempo;

3) in base ad un'analisi fatta sul tempo a disposizione per l'intervento, si valutano le eventualità di eseguire il caso (o i casi) di durata minore al fine di svolgerne il più possibile o, viceversa, se ve ne è la disponibilità in termini di tempo e personale di eseguire l'intervento di maggior durata.

## **CAPITOLO 4**

### **L'efficienza di una sala operatoria**

#### **4.1 Come valutare l'efficienza di una sala operatoria**

Nel processo di valutazione dell'efficienza di una sala operatoria si deve tenere presente che i costi ad essa relativi sono da considerare fissi per una quota preponderante (superiore anche all'80%).

Infatti personale, strutture, mezzi e materiali costano indipendentemente dalla produzione di servizi e quindi il loro impiego più o meno appropriato è fondamentale per valutare l'efficienza dell'attività svolta

Come è stato analizzato, la capacità di far fronte alle esigenze dei pazienti e risolverne in modo efficace i problemi dipende essenzialmente da due fattori:

- la definizione e la chiara programmazione delle attività da svolgere;
- la possibilità per tutti gli utenti di disporre in modo idoneo agli strumenti necessari.

Essendo in atto delle logiche competitive tra le varie aziende sanitarie, e dovendo quindi trovare dei metodi rigorosi per valutare la qualità e l'efficienza di una struttura sanitaria ed in particolare di una sala operatoria, è nata la necessità di introdurre degli indicatori che permettano il confronto tra i servizi offerti.

Gli indicatori che valutano l'efficienza di una sala operatoria prendono il nome di indicatori fisico - tecnici, e non riportano indicazioni di natura economica ma mirano a valutare l'efficienza della sala sulla base della qualità del servizio offerto e delle modalità con cui questo viene fornito.

#### **4.2 Gli indicatori fisico - tecnici**

Gli indicatori fisico - tecnici hanno il pregio di risultare facilmente comprensibili (non riportando dati di tipo economico che richiederebbero analisi più approfondite e dispendiose), permettono di valutare quali siano i passaggi critici nell'attività di programmazione, danno la possibilità di monitorare l'effetto delle decisioni prese in passato in fase di programmazione e infine, non meno importante, possono essere

utilizzati per comunicare all'esterno un'immagine positiva sulla qualità del servizio offerto.

Le principali categorie di valutazione sono:

- a) indicatori di risorse: misurano il numero di mezzi, personale e apparecchiature a disposizione della sala operatoria in relazione al numero di pazienti che richiedono l'intervento;
- b) indicatori di attività: misurano principalmente la percentuale di occupazione della sala operatoria e il numero di casi trattati giornalmente in rapporto al tempo totale a disposizione;
- c) indicatori di qualità: misurano il risultato finale del servizio offerto in termini di effetti sulla salute del paziente. Si tratta di indicatori di tipo strettamente clinico, come i tassi di mortalità o il numero di complicanze verificatesi in seguito all'intervento ma anche di misure di aspetti più generici sulla prestazione fornita, come la soddisfazione del paziente .
- d) indicatori di tempo: sono finalizzati a valutare i tempi di svolgimento delle attività di una sala operatoria in relazione ai relativi tempi morti richiesti per prestazioni di supporto, pulizia o preparazione della sala stessa.

#### 4.2.1 I principali indicatori fisico-tecnici

Nell'insieme degli indicatori fisico-tecnici quelli di maggior rilevanza e che vengono analizzati per primi ogni volta che ci si pone di fronte ad un problema di programmazione delle attività di una sala operatoria appartengono alle categorie indicatori di attività e indicatori di tempo.

I principali sono:

- orario di utilizzo, indica le ore complessive di disponibilità della sala, adeguatamente attrezzata a livello di medici, infermieri ed addetti;

- indice di utilizzazione grezzo =  $\frac{\text{ore totali dei casi eseguiti}}{\text{orario di utilizzo}}$  ;

- indice di utilizzazione =  $\frac{\text{ore totali dei casi eseguiti} + \text{tempo di credito}}{\text{orario di utilizzo}}$ .

Per tempo di credito si intende il tempo necessario al trasporto dei pazienti, alla pulizia, a sistemare le attrezzature e svolgere le corrette operazioni per rendere correttamente operativa la sala.

La tendenza di massimizzare l'utilizzazione della sala contenendo i costi si riflette in questo caso nel fatto che mentre negli anni '90 era considerato positivo presentare un indice di utilizzazione grezzo con valori attorno allo 0.5, a partire dagli anni 2000 si cerca di avere valori di tale indice che si aggirino attorno allo 0.8.

Ad influenzare tali indici concorrono vari fattori, come errori di stima sulla durata dei casi, cancellazione di operazioni, presenza di casi urgenti, disponibilità del personale, metodo di pianificazione degli interventi.

Una sala operatoria che presenta indici di utilizzazione inferiori allo 0,5 viene detta sottoutilizzata, viceversa può capitare che una sala operatoria presenti valori dell'indice di utilizzazione superiore all'unità, in tal caso la sala operatoria è sovrautilizzata in quanto si fa carico di quote di lavoro extra che non erano state correttamente programmate.

Ulteriori indici di analisi permettono di valutare immediatamente, in base a standard internazionali, se le attività che si svolgono nella sala operatoria si svolgono in maniera ottimale o meno.

- ore in eccesso : per comprendere il significato di quest'indice è utile un esempio.

Supponiamo che un intervento chirurgico fosse programmato dalle ore 08:00 alle ore 10:00. Nella realtà l'intervento dura una sola ora, lasciando quindi un'ora inutilizzata.

La percentuale di ore in eccesso si calcola quindi come il rapporto

$$\frac{1 \text{ ora di mancato utilizzo}}{2 \text{ ore di utilizzo programmato}} = 50\%.$$

L'impatto negativo di questo fenomeno non risiede solamente nel fatto che si creano dei costi (personale, materiali, strutture) in eccesso in quanto non viene erogato alcun servizio, ma anche poiché viene tolto tempo ad altre attività che richiederebbero l'utilizzo di quelle risorse stesse.

$$\text{-ritardo medio} = \frac{\sum \text{minuti di ritardo di ogni intervento}}{\text{numero totale degli interventi}}.$$

Nella procedura di calcolo di questo indice è fondamentale considerare che non devono essere conteggiati i casi in cui gli interventi comincino in anticipo, ovvero se un operazione il cui inizio era stato programmato alle ore 10:00, comincia alle ore 09:45, non si crea alcun credito (non si aggiunge - 15 min all'interno della sommatoria).

$$\text{- tempo di turnover} = \frac{\text{tempo di credito}}{\text{numero di operazioni eseguite}};$$

La riduzione dei tempi di preparazione ed allestimento della sala sono la chiave per l'ottimizzazione dell'utilizzo della sala operatoria. Rimanendo prioritaria la sicurezza del paziente, snellire ed abbreviare questi tempi può portare in molti casi all'aumento dei casi che possono essere trattati.

E' importante sottolineare però che questi tempi possono essere considerati "morti" solamente nel caso in cui la loro eliminazione comporti effettivamente un aumento dei casi clinici trattati e delle opportunità di intervento all'interno della sala operatoria; altrimenti, nel caso questi tempi venissero cancellati e non comportassero alcun effetto sull'attività della sala operatoria né sulla programmazione degli interventi causerebbero fenomeni di ore in eccesso come visto in precedenza.

$$\text{- casi prolungati} = \frac{\text{numero di casi con durata superiore al previsto}}{\text{numero totale dei casi}}.$$

Tra i casi con durata superiore al previsto vengono conteggiati solo quelli che presentano più di 60 minuti di ritardo sulla chiusura dell'intervento rispetto al previsto. Questo indice risulta tuttavia meno affidabile rispetto ad altri in quanto non pone l'attenzione sull'entità del ritardo: un intervento che dura 80 minuti più del previsto ha la stessa valenza di uno che ne accumula 200 durante l'operazione.

In relazione ai valori che assumono gli indicatori presentati è possibile compilare una tabella che verifichi l'efficienza della sala operatoria e la qualità del servizio offerto:

<b>indicatore</b>	<b>alta qualità</b>	<b>media qualità</b>	<b>bassa qualità</b>
ore in eccesso	< 5%	5 - 10 %	> 10 %
ritardo medio	< 45 minuti	45 – 60 minuti	> 60 minuti
tempo di turnover	< 25 minuti	25 - 40 minuti	> 40 minuti
casi prolungati	< 10 %	10 – 25 %	> 25 %

*Tab.2 Valutazione dell'efficienza di una sala operatoria in relazione ai principali indicatori fisico-tecnici.*

In seconda analisi vengono analizzati alcuni indicatori di qualità, quali:

- indicatore di out come =  $\frac{\text{numero di casi con effetti indesiderati}}{\text{numero totale dei casi trattati}}$  ;

questo indicatore è focalizzato sul paziente. Per effetti indesiderati si intendono le complicazioni sullo stato di salute del soggetto nei giorni che seguono l'operazione (il periodo di analisi varia in base alla tipologia di intervento), direttamente imputabili all'operazione stessa.

- indicatore di struttura =  $\frac{\text{numero di errori sulle procedure di intervento}}{\text{numero totale delle procedure trattate}}$  ;

indica il numero di casi che hanno subito ritardi o peggio ancora che non sono stati eseguiti, a seguito di errori del personale nella compilazione e nella programmazione dell'intervento.

- indicatore di processo =  $\frac{\text{numero di casi non trattati}}{\text{numero di casi che era preventivato trattare}}$  ;

collegato al precedente indice, presenta al numeratore la totalità dei casi che , nonostante fossero stati programmati, non sono stati eseguiti a causa di ritardi, errori nella pianificazione, complicazioni dello stato di salute del paziente.

Questi sono i dati che hanno un maggior impatto sui clienti essendo facilmente comprensibili, e contribuiscono quindi nel formare un'immagine di qualità dell'azienda sanitaria.

## **CAPITOLO 5**

### **Applicazione della programmazione lineare intera**

#### **5.1. Esempio applicativo della PLI**

Si considerino le seguenti sale operatorie:

- chirurgia generale,
- oculistica,
- ortopedia,
- neurochirurgia,
- ginecologia,
- urologia.

Tutte le sale sono disponibili 12 ore al giorno, dalle ore 07:00 alle ore 19:00.

Il turno della mattina termina alle ore 13:30, alla stessa ora comincia quello pomeridiano che richiede un cambio del personale.

Si deve programmare l'attività giornaliera per ogni sala al fine di massimizzare l'utilizzo della sala stessa e del numero di casi eseguiti.

Calcolati il numero di infermieri e anestesisti necessari per ogni turno, minimizzare l'organizzazione del personale nell'arco di una settimana.

### 5.1.1. Chirurgia Generale

Gli interventi tra cui scegliere quelli da effettuare sono:

- A - 60 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesisti;
- B - 40 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;
- C - 100 minuti stimati, richiede la presenza di 4 infermieri e 3 anestesisti;
- D - 45 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;
- E - 210 minuti stimati, richiede la presenza di 4 infermieri e 2 anestesisti;
- F - 115 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesisti;
- G - 60 minuti stimati, richiede la presenza di 1 infermiere e 1 anestesista;
- H - 90 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 1 anestesista.
- I - 80 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;

Si consideri che ogni intervento deve essere preceduto da una fase di pulizia della sala, allestimento e preparazione del paziente che richiede mediamente 15 minuti.

Si consideri inoltre la fase di trasporto del paziente e pulizia della sala al termine dell'intervento stesso della durata media di 20 minuti.

Durante la giornata si deve inoltre considerare l'eventualità che si presenti un caso di emergenza, che richiede mediamente un intervento della durata di 90 minuti (tempo di preparazione e dismissione esclusi).

Posti:  $A = x_1$ ,  $B = x_2$ ,  $C = x_3$ ,  $D = x_4$ ,  $E = x_5$ ,  $F = x_6$ ,  $G = x_7$ ,  $H = x_8$ ,  $I = x_9$  e 580 i minuti disponibili tenendo conto di dover far fronte ai casi urgenti:

$$\begin{aligned} \max & 95x_1 + 75x_2 + 135x_3 + 80x_4 + 245x_5 + 150x_6 + 95x_7 + 125x_8 + 115x_9; \\ & 95x_1 + 75x_2 + 135x_3 + 80x_4 + 245x_5 + 150x_6 + 95x_7 + 125x_8 + 115x_9 \leq 580; \\ & x_1 \leq 1 \\ & x_2 \leq 1 \\ & x_3 \leq 1 \\ & x_4 \leq 1 \\ & x_5 \leq 1 \\ & x_6 \leq 1 \\ & x_7 \leq 1 \\ & x_8 \leq 1 \\ & x_9 \leq 1 \\ & x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9 \geq 0. \end{aligned}$$

```

sets interventi/a,b,c,d,e,f,g,h,i/;
scalar disponibilita/580/;
parameters durata(interventi)/a 95,b 75,c 135,d 80,e 245,f 150,g 95,h 125,i 115/;
variables x(interventi),m;
integer variable x;
equations obiettivo,limite,vincoloA,vincoloB,vincoloC,vincoloD,vincoloE,vincoloF,
          vincoloG,vincoloH,vincoloI;
obiettivo..m=e=sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi));
limite..sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi))=l=disponibilita;
vincoloA..x('a')=l=1;
vincoloB..x('b')=l=1;
vincoloC..x('c')=l=1;
vincoloD..x('d')=l=1;
vincoloE..x('e')=l=1;
vincoloF..x('f')=l=1;
vincoloG..x('g')=l=1;
vincoloH..x('h')=l=1;
vincoloI..x('i')=l=1;
model chirurgiaG/all/;
options mip=cplex,optcr=0.0;
solve chirurgiaG using mip maximizing m;
display x.l,m.l;

```

---- VAR x					
	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL	
a	.	.	+INF	95.000	
b	.	1.000	+INF	75.000	
c	.	1.000	+INF	135.000	
d	.	.	+INF	80.000	
e	.	1.000	+INF	245.000	
f	.	.	+INF	150.000	
g	.	.	+INF	95.000	
h	.	1.000	+INF	125.000	
i	.	.	+INF	115.000	
----- VAR m					
	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL	
		-INF	580.000	+INF	.

La soluzione ottimale è:

B, C, E, H, così programmati :

07:00 - 07:15	preparazione sala per intervento C
07:15 - 08:55	C (4 infermieri, 2 anestesisti)
08:55 - 09:15	pulizia sala
09:15 - 09:30	preparazione sala per intervento E
09:30 - 13:00	E (4 infermieri, 2 anestesisti)
13:00 - 13:20	pulizia sala
13:30 - 13:45	preparazione sala per intervento B
13:45 - 14:25	B (2 infermieri, 2 anestesisti)
14:25 - 14:45	pulizia sala
14:45 - 15:00	preparazione sala per intervento H
15:00 - 16:30	H (2 infermieri, 1 anestesista)
16:30 - 16:50	pulizia sala
16:50 - 19:00	<i>tempo utile</i> per cautelarsi da eventuali ritardi nelle operazioni o dall'arrivo di casi urgenti nell'arco della giornata

L'intervento I funge da riserva nel caso non si presentasse alcun caso urgente.

L'attività operatoria così programmata richiede la presenza di 4 infermieri e 3 anestesisti nel turno della mattina, di 2 infermieri e 2 anestesisti al pomeriggio.

L'indice di utilizzazione grezzo, facendo riferimento ai soli interventi programmati (non si tiene conto del tempo dedicato ad eventuali emergenze) risulta essere:

$$\frac{40+100+210+90}{580} = 0,76 \text{ ,ad indicare una buon utilizzo della sala operatoria.}$$

### 5.1.2 Oculistica

Gli interventi tra cui scegliere quelli da eseguire sono:

- A - 30 minuti stimati, richiede la presenza di 1 infermieri e 1 anestesisti;
- B - 40 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;
- C - 90 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 3 anestesisti;
- D - 110 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;
- E - 80 minuti stimati, richiede la presenza di 4 infermieri e 2 anestesisti;
- F - 60 minuti stimati, richiede la presenza di 1 infermieri e 2 anestesisti;
- G - 60 minuti stimati, richiede la presenza di 1 infermiere e 1 anestesista;
- H - 80 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 1 anestesista.
- I - 130 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;
- L - 110 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesisti;
- M - 40 minuti stimati, richiede la presenza di 1 infermiere e 1 anestesista.

Ogni intervento deve essere preceduto da una fase di pulizia della sala, allestimento e preparazione del paziente che richiede mediamente 15 minuti.

Si consideri inoltre la fase di trasporto del paziente e pulizia della sala al termine dell'intervento stesso di durata media di 15 minuti.

Durante la giornata si deve inoltre considerare l'eventualità che si presenti un caso di emergenza, che richiede mediamente un intervento della durata di 80 minuti (tempo di preparazione e dismissal esclusi).

Posti:  $A = x_1$ ,  $B = x_2$ ,  $C = x_3$ ,  $D = x_4$ ,  $E = x_5$ ,  $F = x_6$ ,  $G = x_7$ ,  $H = x_8$ ,  $I = x_9$ ,  $L = x_{10}$ ,  $M = x_{11}$  e 605 i minuti disponibili tenendo conto di dover far fronte ai casi urgenti:

$$\max 60x_1 + 70x_2 + 120x_3 + 140x_4 + 110x_5 + 90x_6 + 90x_7 + 110x_8 + 160x_9 + 140x_{10} + 70x_{11}$$

$$60x_1 + 70x_2 + 120x_3 + 140x_4 + 110x_5 + 90x_6 + 90x_7 + 110x_8 + 160x_9 + 140x_{10} + 70x_{11} \leq 605;$$

$$x_1 \leq 1;$$

$$x_2 \leq 1;$$

$$x_3 \leq 1;$$

$$x_4 \leq 1;$$

$$x_5 \leq 1;$$

$$x_6 \leq 1;$$

$$\begin{aligned}
x_7 &\leq 1; \\
x_8 &\leq 1; \\
x_9 &\leq 1; \\
x_{10} &\leq 1; \\
x_{11} &\leq 1; \\
x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11} &\geq 0.
\end{aligned}$$

OCULISTICA.gms    OCULISTICA.lst

```

sets interventi/a,b,c,d,e,f,g,h,i,l,m/;
scalar disponibilita/605/;
parameters durata(interventi)/a 60,b 70,c 120,d 140,e 110,f 90,g 90,h 110,i 160,l 140,m 70/;
variables x(interventi),i;
integer variable x;
equations obiettivo,limite,vincoloA,vincoloB,vincoloC,vincoloD,vincoloE,vincoloF,
          vincoloG,vincoloH,vincoloI,vincoloL,vincoloM;
obiettivo..i=e=sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi));
limite..sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi))=l=disponibilita;
vincoloA..x('a')=1=1;
vincoloB..x('b')=1=1;
vincoloC..x('c')=1=1;
vincoloD..x('d')=1=1;
vincoloE..x('e')=1=1;
vincoloF..x('f')=1=1;
vincoloG..x('g')=1=1;
vincoloH..x('h')=1=1;
vincoloI..x('i')=1=1;
vincoloL..x('l')=1=1;
vincoloM..x('m')=1=1;
model oculistica/all/;
options mip=cplex,optcr=0.0;
solve oculistica using mip maximizing i;
display x.l,i.l;

```

```

---- VAR x

```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
a	.	1.000	+INF	60.000
b	.	1.000	+INF	70.000
c	.	1.000	+INF	120.000
d	.	1.000	+INF	140.000
e	.	.	+INF	110.000
f	.	.	+INF	90.000
g	.	.	+INF	90.000
h	.	.	+INF	110.000
i	.	.	+INF	160.000
l	.	1.000	+INF	140.000
m	.	1.000	+INF	70.000

  

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR i	-INF	600.000	+INF	.

La soluzione ottimale è :

A, B, C, D, L, M.

07:00 - 07:15	preparazione sala per intervento L
07:15 - 09:05	L (3 infermieri, 3 anestesisti)
09:05 - 09:20	pulizia sala
09:20 - 09:35	preparazione sala per intervento C
09:35 - 11:05	C (3 infermieri, 3 anestesisti)
11:05 - 11:20	preparazione sala per intervento A
11:20 - 11:50	A (1 infermiere, 1 anestesista)
11:50 - 12:05	pulizia sala
12:05 - 12:20	preparazione sala per intervento B
12:20 - 13:00	B (2 infermieri, 2 anestesisti)
13:00 - 13:15	pulizia sala
13:30 - 13:45	preparazione sala per intervento M
13:45 - 14:25	M (1 infermiere, 1 anestesista)
14:25 - 14:40	pulizia sala
14:40 - 14:55	preparazione sala per intervento L
14:55 - 16:45	L (3 infermieri, 2 anestesisti)
16:45 - 17:00	pulizia sala
17:00 - 19:00	<i>tempo utile</i> per cautelarsi da eventuali ritardi nelle operazioni o dall'arrivo di casi urgenti nell'arco della giornata

L'intervento H funge da riserva nel caso non si presentassero casi urgenti.

L'attività operatoria così programmata richiede la presenza di 3 infermieri e 3 anestesisti nel turno della mattina, di 3 infermieri e 2 anestesisti al pomeriggio.

L'indice di utilizzazione grezzo, facendo riferimento ai soli interventi programmati risulta essere:

$$\frac{30+40+90+110+110+40}{605} = 0,69, \text{ ad indicare un discreto utilizzo della sala operatoria.}$$

### 5.1.3 Ortopedia

Gli interventi tra cui scegliere quelli da effettuare sono:

- A - 90 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;
- B - 70 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;
- C - 110 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 3 anestesisti;
- D - 80 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesisti;
- E - 50 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;
- F - 40 minuti stimati, richiede la presenza di 1 infermieri e 2 anestesisti;
- G - 40 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 1 anestesista;
- H - 110 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesista.

Si consideri che ogni intervento deve essere preceduto da una fase di pulizia della sala, allestimento e preparazione del paziente che richiede mediamente 15 minuti.

Si consideri inoltre la fase di trasporto del paziente e pulizia della sala al termine dell'intervento stesso della durata media di 10 minuti.

Durante la giornata si deve inoltre considerare l'eventualità che si presenti un caso di emergenza, che richiede mediamente un intervento della durata di 90 minuti (tempo di preparazione e dismissione esclusi).

Posti:  $A = x_1$ ,  $B = x_2$ ,  $C = x_3$ ,  $D = x_4$ ,  $E = x_5$ ,  $F = x_6$ ,  $G = x_7$ ,  $H = x_8$ , e 585 i minuti disponibili tenendo conto di dover far fronte ai casi urgenti:

$$\max 115x_1 + 95x_2 + 135x_3 + 105x_4 + 75x_5 + 65x_6 + 65x_7 + 135x_8;$$

$$115x_1 + 95x_2 + 135x_3 + 105x_4 + 75x_5 + 65x_6 + 65x_7 + 135x_8 \leq 605;$$

$$x_1 \leq 1;$$

$$x_2 \leq 1;$$

$$x_3 \leq 1;$$

$$x_4 \leq 1;$$

$$x_5 \leq 1;$$

$$x_6 \leq 1;$$

$$x_7 \leq 1;$$

$$x_8 \leq 1;$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 \geq 0.$$

```

sets interventi/a,b,c,d,e,f,g,h/;
scalar disponibilita/605/;
parameters durata(interventi)/a 115,b 95,c 135,d 105,e 75,f 65,g 65,h 135/;
variables x(interventi),m;
integer variable x;
equations obiettivo,limite,vincoloA,vincoloB,vincoloC,vincoloD,vincoloE,vincoloF,
          vincoloG,vincoloH;
obiettivo..m=e=sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi));
limite..sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi))=l=disponibilita;
vincoloA..x('a')=l=1;
vincoloB..x('b')=l=1;
vincoloC..x('c')=l=1;
vincoloD..x('d')=l=1;
vincoloE..x('e')=l=1;
vincoloF..x('f')=l=1;
vincoloG..x('g')=l=1;
vincoloH..x('h')=l=1;
model ortopedia/all/;
options mip=cplex,optcr=0.0;
solve ortopedia using mip maximizing m;
display x.l,m.l;

```

```

---- VAR x

```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
a	.	.	+INF	115.000
b	.	1.000	+INF	95.000
c	.	1.000	+INF	135.000
d	.	1.000	+INF	105.000
e	.	.	+INF	75.000
f	.	1.000	+INF	65.000
g	.	1.000	+INF	65.000
h	.	1.000	+INF	135.000

```


```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL	
---- VAR m		-INF	600.000	+INF	.

La soluzione ottimale risulta :

B, C, D, F, G,H

07:00 - 07:15	preparazione sala per intervento C
07:15 - 09:05	C (3 infermieri, 3 anestesisti)
09:05 - 09:15	pulizia sala
09:15 - 09:30	preparazione sala per intervento G
09:30 - 10:10	G (2 infermieri, 1 anestesista)
10:10 - 10:20	pulizia sala
10:20 - 10:35	preparazione sala per intervento F
10:35 - 11:15	F (1 infermiere, 2 anestesisti)
11:15 - 11:25	pulizia sala
11:25 - 11:40	preparazione sala per intervento D
11:40 - 13:00	D (3 infermieri, 2 anestesisti)
13:00 - 13:10	pulizia sala
13:30 - 13:45	preparazione sala per intervento H
13:45 - 15:35	H (3 infermieri, 2 anestesisti)
15:35 - 15:45	pulizia sala
15:45 - 16:00	preparazione sala per intervento B
16:00 - 17:10	B (2 infermieri, 2 anestesisti)
17:10 - 17:20	pulizia sala
17:20 - 19:00	<i>tempo utile</i> per cautelarsi da eventuali ritardi nelle operazioni o dall'arrivo di casi urgenti nell'arco della giornata

L'intervento A funge da riserva nel caso in cui non si presentassero casi urgenti.

L'attività operatoria così programmata richiede la presenza di 3 infermieri e 3 anestesisti nel turno della mattina, di 3 infermieri e 2 anestesisti al pomeriggio.

L'indice di utilizzazione grezzo, facendo riferimento ai soli interventi programmati risulta essere:

$$\frac{70+110+80+40+40+110}{605} = 0,74 , \text{ ad indicare un buon utilizzo della sala operatoria.}$$

#### 5.1.4 Neurochirurgia

Gli interventi, tutti della stessa priorità, tra cui scegliere quelli da effettuare sono:

- A - 80 minuti stimati, richiede la presenza di 4 infermieri e 2 anestesisti;
- B - 70 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 3 anestesisti;
- C - 110 minuti stimati, richiede la presenza di 4 infermieri e 3 anestesisti;
- D - 150 minuti stimati, richiede la presenza di 4 infermieri e 2 anestesisti;
- E - 130 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesisti;
- F - 90 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesisti;
- G - 60 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesisti.

Si consideri che ogni intervento deve essere preceduto da una fase di pulizia della sala, allestimento e preparazione del paziente che richiede mediamente 20 minuti.

Si consideri inoltre la fase di trasporto del paziente e pulizia della sala al termine dell'intervento stesso della durata media di 15 minuti.

Si tenga inoltre conto che è necessario eseguire un intervento già pianificato P della durata di 90 minuti, prioritario rispetto a tutti gli altri, che richiede la presenza di 4 infermieri e 3 anestesisti.

Durante la giornata si deve inoltre considerare l'eventualità che si presenti un caso di emergenza, che richiede mediamente un intervento della durata di 100 minuti (tempo di preparazione e dimissione esclusi).

Posti:  $A = x_1$ ,  $B = x_2$ ,  $C = x_3$ ,  $D = x_4$ ,  $E = x_5$ ,  $F = x_6$ ,  $G = x_7$  e 460 i minuti disponibili tenendo conto di dover far fronte ai casi urgenti e a quelli prioritari:

$$\max 115x_1 + 105x_2 + 145x_3 + 185x_4 + 165x_5 + 125x_6 + 95x_7 ;$$

$$115x_1 + 105x_2 + 145x_3 + 185x_4 + 165x_5 + 135x_6 + 95x_7 \leq 460 ;$$

$$x_1 \leq 1 ;$$

$$x_2 \leq 1 ;$$

$$x_3 \leq 1 ;$$

$$x_4 \leq 1 ;$$

$$x_5 \leq 1 ;$$

$$x_6 \leq 1 ;$$

$$x_7 \leq 1 ;$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 \geq 0.$$

```

sets interventi/a,b,c,d,e,f,g/;
scalar disponibilita/460/;
parameters durata(interventi)/a 115,b 105,c 145,d 185,e 165,f 125,g 95/;
variables x(interventi),m;
integer variable x;
equations obiettivo,limite,vincoloA,vincoloB,vincoloC,vincoloD,vincoloE,vincoloF,
          vincoloG;
obiettivo..m=e=sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi));
limite..sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi))=l=disponibilita;
vincoloA..x('a')=l=1;
vincoloB..x('b')=l=1;
vincoloC..x('c')=l=1;
vincoloD..x('d')=l=1;
vincoloE..x('e')=l=1;
vincoloF..x('f')=l=1;
vincoloG..x('g')=l=1;
model neurochirurgia/all/;
options mip=cplex,optcr=0.0;
solve neurochirurgia using mip maximizing m;
display x.l,m.l;

```

---- VAR x

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
a	.	1.000	+INF	115.000
b	.	1.000	+INF	105.000
c	.	1.000	+INF	145.000
d	.	.	+INF	185.000
e	.	.	+INF	165.000
f	.	.	+INF	125.000
g	.	1.000	+INF	95.000

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
--	-------	-------	-------	----------

---- VAR m

	-INF	460.000	+INF	.
--	------	---------	------	---

La soluzione ottimale è :

A, B, C, G.

07:00 - 07:20	preparazione sala per intervento A
07:20 - 08:40	A (4 infermieri, 2 anestesisti)
08:40 - 08:55	pulizia sala
08:55 - 09:15	preparazione sala per intervento P
09:15 - 10:45	P (4 infermieri, 3 anestesisti)
10:45 - 11:00	pulizia sala
11:00 - 11:20	preparazione sala per intervento C
11:20 - 13:10	C (4 infermieri, 3 anestesisti)
13:10 - 13:25	pulizia sala
13:30 - 13:45	preparazione sala per intervento G
13:45 - 14:45	G (3 infermieri, 2 anestesisti)
14:45 - 15:00	pulizia sala
15:00 - 15:20	preparazione sala per intervento B
15:20 - 16:30	B (3 infermieri, 3 anestesisti)
16:30 - 16:45	pulizia sala
16:45 - 19:00	<i>tempo utile</i> per cautelarsi da eventuali ritardi nelle operazioni o dall'arrivo di casi urgenti nell'arco della giornata

L'intervento F funge da riserva nel caso in cui non si presentassero casi urgenti.

L'attività operatoria così programmata richiede la presenza di 4 infermieri e 3 anestesisti nel turno della mattina, di 3 infermieri e 2 anestesisti al pomeriggio.

L'indice di utilizzazione grezzo, facendo riferimento ai soli interventi programmati risulta essere:

$$\frac{80+70+110+60+90}{585} = 0,70 , \text{ ad indicare un buon utilizzo della sala operatoria}$$

### 5.1.5 Ginecologia

Gli interventi, tutti della stessa priorità, tra cui scegliere quelli da effettuare sono:

A - 60 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 1 anestesista;

B - 50 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 1 anestesista;

C - 40 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 1 anestesista;

D - 60 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;

E - 70 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;

F - 80 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;

G - 50 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 1 anestesista;

H - 90 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 2 anestesisti;

I - 95 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesisti;

Si consideri che ogni intervento deve essere preceduto da una fase di pulizia della sala, allestimento e preparazione del paziente che richiede mediamente 20 minuti.

Si consideri inoltre la fase di trasporto del paziente e pulizia della sala al termine dell'intervento stesso della durata media di 15 minuti.

Si tenga inoltre conto che è necessario eseguire un intervento P1 della durata di 70 minuti ed un intervento P2 della durata di 45 minuti, prioritari rispetto a tutti gli altri, che richiedono 2 infermieri e 2 anestesisti ciascuno.

Durante la giornata si deve inoltre considerare l'eventualità che si presenti un caso di emergenza, che richiede mediamente un intervento della durata di 70 minuti (tempo di preparazione e dimissione esclusi).

Posti:  $A = x_1$ ,  $B = x_2$ ,  $C = x_3$ ,  $D = x_4$ ,  $E = x_5$ ,  $F = x_6$ ,  $G = x_7$ ,  $H = x_8$ ,  $I = x_9$  e 430 i minuti disponibili tenendo conto di dover far fronte ai casi urgenti e a quelli prioritari:

$$\max 95x_1 + 85x_2 + 75x_3 + 95x_4 + 105x_5 + 115x_6 + 85x_7 + 125x_8 + 130x_9$$

$$95x_1 + 85x_2 + 75x_3 + 95x_4 + 105x_5 + 115x_6 + 85x_7 + 125x_8 + 130x_9 \leq 430 ;$$

$$x_1 \leq 1 ;$$

$$x_2 \leq 1 ;$$

$$x_3 \leq 1 ;$$

$$x_4 \leq 1 ;$$

$$x_5 \leq 1 ;$$

$$x_6 \leq 1 ;$$

$$x_7 \leq 1 ;$$

$x_8 \leq 1$  ;  
 $x_9 \leq 1$  ;  
 $x_{10} \leq 1$  ;  
 $x_{11} \leq 1$  ;  
 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10} \geq 0$  .

GINECOLOGIA.gms | GINECOLOGIA.lst

```

sets interventi/a,b,c,d,e,f,g,h,i/;
scalar disponibilita/430/;
parameters durata(interventi)/a 95,b 85,c 75,d 95,e 105,f 115,g 85,h 95,i 130/;
variables x(interventi),i;
integer variable x;
equations obiettivo,limite,vincoloA,vincoloB,vincoloC,vincoloD,vincoloE,vincoloF,
          vincoloG,vincoloH,vincoloI;
obiettivo..i=e=sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi));
limite..sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi))=l=disponibilita;
vincoloA..x('a')=l=1;
vincoloB..x('b')=l=1;
vincoloC..x('c')=l=1;
vincoloD..x('d')=l=1;
vincoloE..x('e')=l=1;
vincoloF..x('f')=l=1;
vincoloG..x('g')=l=1;
vincoloH..x('h')=l=1;
vincoloI..x('i')=l=1;
model oculistica/all/;
options mip=cplex,optcr=0.0;
solve oculistica using mip maximizing i;
display x.l,i.l;
  
```

```

---- VAR x

```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
a	.	.	+INF	95.000
b	.	1.000	+INF	85.000
c	.	.	+INF	75.000
d	.	1.000	+INF	95.000
e	.	.	+INF	105.000
f	.	1.000	+INF	115.000
g	.	.	+INF	85.000
h	.	.	+INF	95.000
i	.	1.000	+INF	130.000

  

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL	
---- VAR i		-INF	425.000	+INF	.

La soluzione ottimale è:

B, D, F, I.

07:00 - 07:20	preparazione sala per intervento P2
07:20 - 08:05	P2 (2 infermieri, 2 anestesisti)
08:05 - 08:20	pulizia sala
08:20 - 08:40	preparazione sala per intervento B
08:40 - 09:30	B (2 infermieri, 1 anestesista)
09:30 - 09:45	pulizia sala
09:45 - 10:05	preparazione sala per intervento D
10:05 - 11:05	D (2 infermieri, 2 anestesisti)
11:05 - 11:20	pulizia sala
11:20 - 11:40	preparazione sala per intervento I
11:40 - 13:15	I (3 infermieri, 2 anestesisti)
13:15 - 13:30	pulizia sala
13:30 - 13:45	preparazione sala per intervento P2
13:45 - 14:55	P2 (2 infermieri, 2 anestesisti)
14:55 - 15:10	pulizia sala
15:10 - 15:30	preparazione sala per intervento F
15:30 - 16:05	F (2 infermieri, 2 anestesisti)
16:05 - 16:20	pulizia sala
16:20 - 19:00	<i>tempo utile</i> per cautelarsi da eventuali ritardi nelle operazioni o dall'arrivo di casi urgenti nell'arco della giornata

L'intervento E funge da riserva nel caso in cui non si presentassero casi urgenti.

L'attività operatoria così programmata richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesisti nel turno della mattina, di 2 infermieri e 2 anestesisti al pomeriggio.

L'indice di utilizzazione grezzo, facendo riferimento ai soli interventi programmati risulta essere:

$$\frac{50+60+80+95+45+70}{615} = 0,65, \text{ ad indicare un discreto utilizzo della sala operatoria}$$

### 5.1.6 Urologia

Gli interventi, tutti della stessa priorità, tra cui scegliere quelli da effettuare sono:

A - 60 minuti stimati, richiede la presenza di 1 infermiere e 1 anestesisti;

B - 70 minuti stimati, richiede la presenza di 1 infermiere e 1 anestesisti;

C - 50 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 1 anestesisti;

D - 40 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 1 anestesisti;

E - 80 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesisti;

F - 65 minuti stimati, richiede la presenza di 1 infermiere e 2 anestesisti;

G - 50 minuti stimati, richiede la presenza di 1 infermiere e 1 anestesista;

H - 90 minuti stimati, richiede la presenza di 2 infermieri e 1 anestesista.

I - 80 minuti stimati, richiede la presenza di 3 infermieri e 1 anestesisti;

Si consideri che ogni intervento deve essere preceduto da una fase di pulizia della sala, allestimento e preparazione del paziente che richiede mediamente 25 minuti.

Si consideri inoltre la fase di trasporto del paziente e pulizia della sala al termine dell'intervento stesso della durata media di 15 minuti.

Durante la giornata si deve inoltre considerare l'eventualità che si presenti un caso di emergenza, che richiede mediamente un intervento della durata di 70 minuti (tempo di preparazione e dimissione esclusi).

Posti:  $A = x_1$ ,  $B = x_2$ ,  $C = x_3$ ,  $D = x_4$ ,  $E = x_5$ ,  $F = x_6$ ,  $G = x_7$ ,  $H = x_8$ ,  $I = x_9$  e 420 i minuti disponibili tenendo conto di dover far fronte ai casi urgenti e a quelli prioritari:

$$\max 100x_1 + 110x_2 + 90x_3 + 80x_4 + 120x_5 + 105x_6 + 90x_7 + 130x_8 + 120x_9$$

$$100x_1 + 110x_2 + 90x_3 + 80x_4 + 120x_5 + 105x_6 + 90x_7 + 130x_8 + 120x_9 \leq 610;$$

$$x_1 \leq 1;$$

$$x_2 \leq 1;$$

$$x_3 \leq 1;$$

$$x_4 \leq 1;$$

$$x_5 \leq 1;$$

$$x_6 \leq 1;$$

$$x_7 \leq 1;$$

$$x_8 \leq 1;$$

$$x_9 \leq 1;$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9 \geq 0.$$

```

sets interventi/a,b,c,d,e,f,g,h,i/;
scalar disponibilita/610/;
parameters durata(interventi)/a 100,b 110,c 90,d 80,e 120,f 105,g 90,h 130,i 120/;
variables x(interventi),m;
integer variable x;
equations obiettivo,limite,vincoloA,vincoloB,vincoloC,vincoloD,vincoloE,vincoloF,
          vincoloG,vincoloH,vincoloI;
obiettivo..m=e=sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi));
limite..sum(interventi,x(interventi)*durata(interventi))=l=disponibilita;
vincoloA..x('a')=1=1;
vincoloB..x('b')=1=1;
vincoloC..x('c')=1=1;
vincoloD..x('d')=1=1;
vincoloE..x('e')=1=1;
vincoloF..x('f')=1=1;
vincoloG..x('g')=1=1;
vincoloH..x('h')=1=1;
vincoloI..x('i')=1=1;
model urologia/all/;
options mip=cplex,optcr=0.0;
solve urologia using mip maximizing m;
display x.l,m.l;

```

```

---- VAR x

```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
a	.	.	+INF	100.000
b	.	1.000	+INF	110.000
c	.	1.000	+INF	90.000
d	.	1.000	+INF	80.000
e	.	1.000	+INF	120.000
f	.	.	+INF	105.000
g	.	1.000	+INF	90.000
h	.	.	+INF	130.000
i	.	1.000	+INF	120.000

```


```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL	
---- VAR m		-INF	610.000	+INF	.

La soluzione ottimale è :

B, C, D, E, G, I.

07:00 - 07:25	preparazione sala per intervento C
07:25 - 08:15	C (2 infermieri, 1 anestesista)
08:15 - 08:30	pulizia sala
08:30 - 08:55	preparazione sala per intervento D
08:55 - 09:35	D (2 infermieri, 1 anestesista)
09:35 - 09:50	pulizia sala
09:50 - 10:15	preparazione sala per intervento E
10:15 - 11:35	E (3 infermieri, 2 anestesisti)
11:35 - 11:50	pulizia sala
11:50 - 12:15	preparazione sala per intervento G
12:15 - 13:05	G (1 infermiere, 1 anestesista)
13:05 - 13:20	pulizia sala
13:30 - 13:55	preparazione sala per intervento I
13:55 - 15:15	I (3 infermieri, 1 anestesista)
15:15 - 15:30	pulizia sala
15:30 - 15:55	preparazione sala per intervento B
15:55 - 17:05	B (1 infermiere, 1 anestesista)
17:05 - 17:20	pulizia sala
17:20 - 19:00	<i>tempo utile</i> per cautelarsi da eventuali ritardi nelle operazioni o dall'arrivo di casi urgenti nell'arco della giornata

L'intervento F funge da riserva nel caso in cui non si presentassero casi urgenti.

L'attività operatoria così programmata richiede la presenza di 3 infermieri e 2 anestesisti nel turno della mattina, di 2 infermieri e 2 anestesisti al pomeriggio.

L'indice di utilizzazione grezzo, facendo riferimento ai soli interventi programmati risulta essere:

$$\frac{70+50+40+80+50+80}{610} = 0,61 , \text{ ad indicare un discreto utilizzo della sala operatoria}$$

### 5.1.7 Infermieri e anestesisti

Alla programmazione delle attività in ciascuna sala operatoria segue la procedura di minimizzazione del numero di infermieri e anestesisti che lavorano nella struttura.

Dalla simulazione precedente, si ottiene una richiesta globale di 35 infermieri e 28 anestesisti. La simulazione, ripetuta per i giorni successivi permette di calcolare il numero di operatori necessari ogni giorno della settimana.

Si possono perciò programmare i turni, tenendo conto che ogni infermiere ed ogni anestesista lavora 5 giorni consecutivi, seguiti da 2 di riposo indipendentemente dalla collocazione nell'arco della settimana.

Si supponga che la programmazione delle attività precedenti faccia riferimento al primo giorno della settimana, Lunedì, mentre per i rimanenti giorni della settimana la pianificazione delle attività permette di stilare le seguenti tabelle

Infermieri

<i>giorno</i>	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
<i>numero</i>	38	35	37	40	41	34	33

Anestesisti

<i>giorno</i>	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
<i>numero</i>	28	25	25	28	28	24	26

Siano quindi  $x_1$  il numero di infermieri/anestesisti che iniziano il proprio turno dal lunedì al venerdì,  $x_2$  dal martedì al sabato,  $x_3$  dal mercoledì alla domenica,  $x_4$  dal giovedì al lunedì,  $x_5$  dal venerdì al martedì,  $x_6$  dal sabato al mercoledì,  $x_7$  dalla domenica al giovedì.

I modelli risultano :

- *Infermieri*

$$\min x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7$$

$$x_1 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 38 ;$$

$$x_1 + x_2 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 35 ;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_6 + x_7 \geq 37 ;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_7 \geq 40 ;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \geq 41;$$

$$x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq 34;$$

$$x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 33;$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 \geq 0.$$

```

INFERMIERI.gms  INFERMIERI.lst
sets infermieri /lun,mar,mer,gio,ven,sab,dom/;
variable x(infermieri), numtot;
integer variable x;
equations obiettivo,eq1,eq2,eq3,eq4,eq5,eq6,eq7;
obiettivo..numtot=e=sum(infermieri,x(infermieri));
eq1..x('lun')+x('gio')+x('ven')+x('sab')+x('dom')=g=38;
eq2..x('lun')+x('mar')+x('ven')+x('sab')+x('dom')=g=35;
eq3..x('lun')+x('mar')+x('mer')+x('sab')+x('dom')=g=37;
eq4..x('lun')+x('mar')+x('mer')+x('gio')+x('dom')=g=40;
eq5..x('lun')+x('mar')+x('mer')+x('gio')+x('ven')=g=41;
eq6..x('mar')+x('mer')+x('gio')+x('ven')+x('sab')=g=34;
eq7..x('mer')+x('gio')+x('ven')+x('sab')+x('dom')=g=33;
model numero_inf/all/;
options mip=cplex, optcr=0.0;
solve numero_inf using mip minimizing numtot;
display x.l,numtot.l;

```

```

---- VAR x

```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
lun	.	12.000	+INF	1.000
mar	.	6.000	+INF	1.000
mer	.	8.000	+INF	1.000
gio	.	9.000	+INF	1.000
ven	.	6.000	+INF	1.000
sab	.	6.000	+INF	1.000
dom	.	5.000	+INF	1.000

```


```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR numtot	-INF	52.000	+INF	.

La soluzione porta :

12 infermieri che iniziano il lunedì, 6 il martedì, 8 il mercoledì, 9 il giovedì, 6 il venerdì, 6 il sabato e 5 la domenica.

- Anestesisti

$$\min x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7$$

$$x_1 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 38;$$

$$x_1 + x_2 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 35;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_6 + x_7 \geq 37;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_7 \geq 40;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \geq 41;$$

$$x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq 34;$$

$$x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 33;$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 \geq 0.$$

```
ANESTESISTI.gms ANESTESISTI.lst
sets anestesisti /lun,mar,mer,gio,ven,sab,dom/;
variable x(anestesisti), numtot;
integer variable x;
equations obiettivo,eq1,eq2,eq3,eq4,eq5,eq6,eq7;
obbiettivo..numtot=e=sum(anestesisti,x(anestesisti));
eq1..x('lun')+x('gio')+x('ven')+x('sab')+x('dom')=g=28;
eq2..x('lun')+x('mar')+x('ven')+x('sab')+x('dom')=g=25;
eq3..x('lun')+x('mar')+x('mer')+x('sab')+x('dom')=g=25;
eq4..x('lun')+x('mar')+x('mer')+x('gio')+x('dom')=g=28;
eq5..x('lun')+x('mar')+x('mer')+x('gio')+x('ven')=g=28;
eq6..x('mar')+x('mer')+x('gio')+x('ven')+x('sab')=g=24;
eq7..x('mer')+x('gio')+x('ven')+x('sab')+x('dom')=g=26;
model numero_anest/all/;
options mip=cplex, optcr=0.0;
solve numero_anest using mip minimizing numtot;
display x.l,numtot.l;
```

```
---- VAR x
```

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
lun	.	7.000	+INF	1.000
mar	.	4.000	+INF	1.000
mer	.	5.000	+INF	1.000
gio	.	6.000	+INF	1.000
ven	.	6.000	+INF	1.000
sab	.	3.000	+INF	1.000
dom	.	6.000	+INF	1.000

  

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR numtot	-INF	37.000	+INF	.

Il numero di anestesisti che iniziano il proprio turno a partire da Lunedì è 7, al Martedì 4, al Mercoledì 5, al Giovedì 6, al Venerdì 6, al Sabato 3 e Domenica 6.

## CONCLUSIONI

Al termine di questa analisi si può notare come la programmazione lineare sia un valido strumento di supporto per le attività di pianificazione di una sala operatoria, in quanto sulla base dell'analisi matematica permette di identificare le soluzioni ottime al fine di migliorare i tempi di utilizzo della sala organizzare al meglio le risorse necessarie.

E' importante ai fini di una corretta gestione che tutti i processi che precedono la formulazione della programmazione delle attività vengano svolti puntualmente e in maniera precisa da tutti gli attori del processo sanitario. Per questo motivo è stata evidenziata la necessità della presenza di una struttura informatica a supporto delle attività che, combinata all'operato diretto di medici e responsabili, contribuisce all'organizzazione delle attività.

Trattandosi tuttavia di processi sui quali incide fortemente la presenza di frequenti imprevisti e l'arrivo di casi urgenti, la programmazione delle attività serve soprattutto a rendere il più marginale possibile l'incidenza di questi fenomeni, al fine di mantenere un alto livello del servizio e il rispetto delle attività che vengono costantemente monitorate ed aggiornate.

Per tutta questa serie di motivi, si può concludere che una gestione ottima di una sala operatoria non può essere svincolata da un'accurata attività di pianificazione degli interventi e di programmazione dei turni degli operatori.

## BIBLIOGRAFIA

Albertario C. , Chemasi A., 1989 ,*“L’organizzazione nelle aziende di servizi”* ,Buffetti Editore;

Albertario C. , 1990, *“Il sistema organizzativo aziendale - vol. 1 :Piani, strutture, sistema informativo “* , Buffetti Editore;

Albertario C. , 1990, *“Il sistema organizzativo aziendale - vol. 3 : Strumenti e sistemi per l’organizzazione “* , Buffetti Editore;

Bergamaschi M., 2000, *“L’organizzazione nelle aziende sanitarie”*, McGraw-Hill;

Casati G., 2000, *“Programmazione e controllo di gestione nelle aziende sanitarie”*, McGraw -Hill;

Catalini G., Monja M., 2006, *“Ottimizzazione della gestione della sala operatoria”*;

D’Alfonso M.E., Luongo A., 2009, *“La programmazione dell’attività operatoria”*, Direzione Sanitaria Policlinico Universitario Gemelli;

Fischetti M., 1999, *“Lezioni di ricerca operativa”*, Edizioni Libreria Progetto;

Lega.F, 2001, *“Logiche e strumenti di gestione per processi in sanità”*, McGraw-Hill.