

## **Sessione: Ottimizzazione percorsi PS**

# **Misurazione del sovraffollamento ospedaliero nei Dipartimenti di Emergenza e Urgenza**

**Fabrizio Schettini**  
**Sara Pozzi**



IN.GE.SAN

## Contesto

- In un Paese come l'Italia, sempre più anziano e bisognoso di cure, di fronte a carenza di personale sanitario, **risorse finanziarie limitate e liste d'attesa eccessivamente lunghe**, il sistema sanitario si trova a dover affrontare sfide complesse.
- I pronto soccorso (PS) si trovano a gestire una **domanda crescente di assistenza**, con un afflusso sempre maggiore di pazienti, molti dei quali non urgenti. Le carenze di personale e le risorse limitate creano un **ambiente di lavoro sotto pressione**, compromettendo la qualità delle cure e aumentando il rischio di errori.
- Questi fenomeni contribuiscono al **sovraffollamento** delle strutture, con conseguente difficoltà nel garantire tempi di risposta adeguati.



## Overcrowding

Il **sovraffollamento** nei PS rappresenta una **sfida critica e crescente** per i sistemi sanitari a **livello globale** (Morley et al., 2018)

Tra le principali cause del sovraffollamento troviamo:



L'aumento delle richieste di erogazione di servizi.



La crescita demografica e l'invecchiamento della popolazione (Di Laura et al., 2021).



## Overcrowding: Letteratura

- In letteratura scientifica non esiste una definizione univoca di **sovraffollamento** (Solberg et al., 2003). Questo crea difficoltà nella sua misurazione, in quanto: "***Ciò che non si può definire, non si può misurare***" (William Thomson)
- Una delle definizioni più condivise è quella dell'**American College of Emergency Physicians (ACEP)** (2006):

***"Il sovraffollamento si verifica quando il bisogno identificato di servizi di emergenza supera le risorse disponibili per l'assistenza ai pazienti nel Pronto Soccorso, nell'ospedale o in entrambi"***

- A causa dell'assenza di una definizione standard, in letteratura sono state proposte diverse metriche per calcolarlo, che variano in base a contesto, obiettivi e disponibilità di dati.



## Il nuovo Osservatorio

- La valutazione delle performance dei PS richiede flussi integrati e uniformi che includano dati sul sovraffollamento, tempi di boarding, cartelle SDO e prestazioni diagnostiche.
- Nasce quindi il **progetto "MISURA"** che ha l'obiettivo di affrontare il problema del sovraffollamento nei PS italiani, tramite un approccio multidisciplinare che integra analisi teoriche, simulazioni e collaborazioni con esperti, attraverso studio della letteratura, sviluppo e test di nuove metriche, interviste, analisi avanzate e costruzione di dataset, in collaborazione con 18 PS collocati nel Nord Italia.





**Forum Risk Management**

obiettivo sanità salute

**26-29 NOVEMBRE 2024**  
**AREZZO FIERE E CONGRESSI**

**19**



*"In che modo le metriche esistenti possono essere utilizzate per comprendere e gestire il sovraffollamento nei pronto soccorso, e quali nuove metodologie possono essere sviluppate per sopperire ai limiti di quelle attuali?"*



IN.GE.SAN

#ForumRisk19



[www.forumriskmanagement.it](http://www.forumriskmanagement.it)

## Letteratura sulle metriche di sovraffollamento

METRICA	PRO	CONTRO
<b>NEDOCS</b>	Pesato sulla <b>percezione dei lavoratori</b> del PS, il che <b>potrebbe</b> consentirgli di <b>rappresentare in modo più realistico</b> la situazione del sovraffollamento.	<b>Non considera variabili qualitative o specifiche del paziente</b> , come la gravità della condizione. Pesato su <b>ospedali di grandi dimensioni</b> .
<b>EDWIN</b>	Basato su un <b>approccio dinamico</b> che tiene conto di più fattori, utile per monitorare le tendenze nel tempo.	<b>Complesso da implementare e richiede dati continui e precisi</b> .
<b>READI</b>	Offre una <b>misurazione della capacità</b> del PS di <b>rispondere ai flussi di pazienti</b> , utile per l'allocazione delle risorse.	<b>Potrebbe non riflettere in tempo reale</b> le condizioni di sovraffollamento acuto.
<b>PEDOCS</b>	Specifico per il <b>PS pediatrico</b> , utile per analisi dedicate.	<b>Applicabile solo in contesti pediatrici</b> , non generale.
<b>MORTALITY RATE</b>	Indica il <b>rischio estremo associato al sovraffollamento</b> , utile per la sicurezza del paziente.	<b>Non è un indicatore diretto di sovraffollamento</b> , ma delle sue conseguenze estreme.
<b>OCCUPANCY RATE</b>	Facile da misurare, fornisce una <b>panoramica immediata dell'occupazione</b> del PS.	<b>Non distingue tra pazienti ad alta e bassa priorità</b> , può essere molto generico.
<b>HOSPITALIZATION RATE</b>	<b>Riflette l'intensità delle cure richieste dai pazienti</b> , utile per valutare la pressione sul PS.	<b>Può non correlarsi direttamente con il sovraffollamento</b> , poiché dipende anche dalla gestione post-PS.
<b>LOS</b>	<b>Indica quanto tempo i pazienti occupano il PS</b> , correlato al flusso di pazienti.	<b>Può essere influenzato da molti fattori</b> , non solo dal sovraffollamento.
<b>LWBS</b>	<b>Misura direttamente l'effetto del sovraffollamento sul trattamento dei pazienti</b> .	Non sempre rappresentativo di un sovraffollamento effettivo, <b>può dipendere anche da altri fattori</b> (es. qualità dell'assistenza).
<b>WORK SCORE</b>	Offre un punteggio per <b>valutare l'efficienza operativa del PS</b> , utile per ottimizzare le risorse.	<b>Può non riflettere adeguatamente le condizioni reali del paziente e del personale</b> .

## **Nedocs ed Edwin a confronto**

### **Indice NEDOCS:**

***Sensibilità:** Meno sensibile ai cambiamenti in tempo reale e ai fattori esterni rispetto a EDWIN, mostrando una tendenza poco dinamica nella rappresentazione del sovraffollamento.*

***Ma cosa significa poco dinamico?** «Poco dinamico» per NEDOCS indica che questo indice ha una minore capacità di riflettere rapidamente i cambiamenti nel PS. La sua struttura di calcolo è più focalizzata su elementi statici o che cambiano lentamente, come la capacità totale dei letti o il numero di apparecchi respiratori.*

### **Indice EDWIN:**

***Sensibilità:** Mostra alta sensibilità alle variazioni in tempo reale e ai fattori esterni come i trend stagionali e le situazioni di emergenza, rendendolo un indice dinamico del sovraffollamento.*

***Ma cosa significa dinamico?** → «Dinamico» si riferisce alla capacità dell'indice EDWIN di adattarsi e rispecchiare rapidamente i cambiamenti nella realtà del Pronto Soccorso. Questa dinamicità è data dalla sensibilità dell'indice a fattori immediati e in rapida evoluzione, come ad esempio l'aumento del numero di pazienti in un breve periodo, le variazioni stagionali, o eventi speciali come una pandemia.*

## Quadro sistemico

**Modello di rete per comprendere le relazioni dinamiche tra metriche e indicatori complessi**

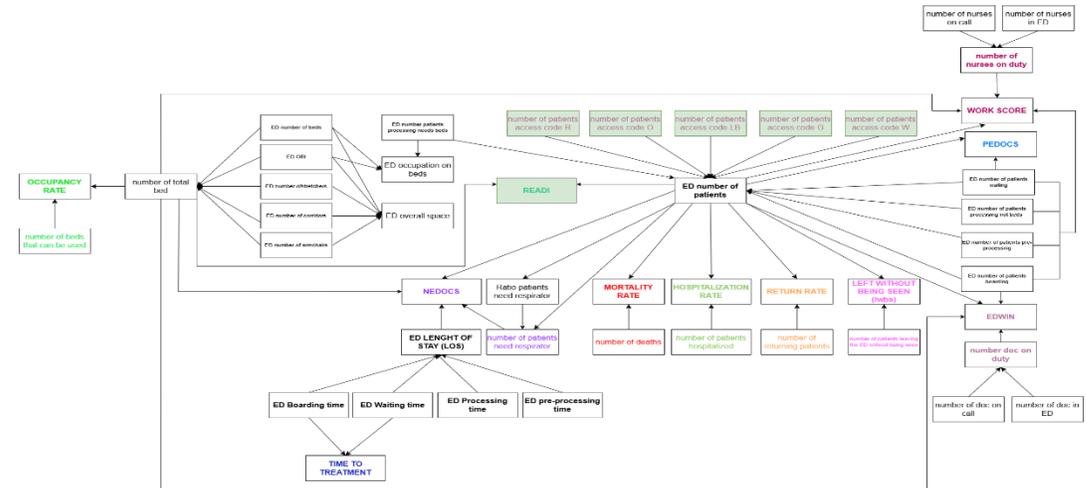
- Evidenza come ogni metrica sia collegata ad altre, offrendo una **rappresentazione strutturata** del sistema e delle **sue interazioni**

**Sovrapposizione tra metriche e indicatori**

- Alcuni indicatori complessi si sovrappongono parzialmente, contribuendo a più di un aspetto del sistema.

**Utilizzo delle metriche per comprendere e migliorare**

- Il modello di rete offre una mappa delle metriche attuali, **aiutando a identificare i limiti nell'interpretazione delle dinamiche** del sovraffollamento.



**Punto di partenza per l'inserimento di nuove metriche**

## Problematiche riscontrate

1. **Flussi mancanti:** le metriche standard (Edwin, NEDOCS) non sono sempre applicabili per confrontare le strutture, a causa della mancanza di flussi rilevanti (es. supporto respiratorio). Per colmare questo gap, stiamo lavorando sulla clusterizzazione per diagnosi, così da creare metriche più personalizzate e utili.
2. **Staticità dei coefficienti delle metriche standard:** abbiamo creato cluster delle strutture per rappresentare meglio queste relazioni e superare i limiti della staticità dei coefficienti. Analizzando la relazione tra la media degli accessi e i posti letto, abbiamo osservato che segue una curva ad S.
3. Il nostro obiettivo è quello di **modellizzare** in modo accurato i PS, prevedendo il loro comportamento in scenari futuri. Le simulazioni **ABM** e **DES** sono cruciali per studiare l'overcrowding nei PS, permettono di analizzare i comportamenti di pazienti e personale, nonché i flussi complessivi. Possono essere utili anche per validare e ottimizzare le metriche esistenti, fornendo previsioni accurate e scenari utili per migliorare la gestione delle risorse e l'efficienza del sistema.

## 1. Flussi mancanti - 1

### NEDOCS

National Emergency Department  
Overcrowding Study  
(Weiss, 2004)

$$[(P_{bed}/B_t) \times 85,8] + [(P_{admit}/B_h) \times 600] + [W_{time} \times 5,64] + [A_{time} \times 0,93] + [R_n \times 13,4] - 20$$

- $P_{bed}$  pazienti presenti in PS
- $B_t$  numero posti letto in PS
- $P_{admit}$  pazienti in attesa di ricovero (*boarding*)
- $B_h$  posti letto complessivi dell'ospedale
- $W_{time}$  tempo massimo dall'arrivo in PS alla visita
- $A_{time}$  tempo in attesa di ricovero (*boarding time*)
- $R_n$  pazienti che necessitano di un supporto respiratorio



$R_n$  pazienti che necessitano di un supporto respiratorio  
 $A_{time}$  tempo in attesa di ricovero (*boarding time*)

## 1. Flussi mancanti - 2

### EDWIN

Emergency Department Work Index  
(Bernstein, 2003)

$$\frac{\sum_i n_i t_i}{N_a (BT - BA)}$$

- $n_i$ : pazienti presenti in PS con il codice di triage  $i$
- $t_i$ : codice di triage ESI (Emergency Severity Index) da 1 (meno grave) a 5 (più grave)
- $N_a$ : numero di medici in servizio
- $BT$ : numero letti disponibili in PS
- $BA$ : pazienti in attesa di posto letto (boarding)

## 2. Staticità dei coefficienti delle metriche standard - 1

Il NEDOCS, sviluppato **negli Stati Uniti**, misura il sovraffollamento nei Pronto Soccorso attraverso parametri definiti tramite regressione lineare basata sulla percezione degli operatori sanitari. (Weiss, 2004)

### **Differenze principali tra USA e Italia:**

- **Dimensioni** maggiori degli ospedali americani.
- Organizzazione sanitaria e **flussi operativi differenti**.
- Studi italiani evidenziano che i parametri del NEDOCS **non sono direttamente trasferibili** al contesto italiano. (Strada et al. 2019)
- Per l'applicazione in Italia, il sistema **richiede una ricalibrazione che tenga conto delle peculiarità strutturali e organizzative locali**.

## 2. Staticità dei coefficienti delle metriche standard - 2

### Obiettivo e Specificità del Contesto

- L'obiettivo è analizzare le caratteristiche del sistema di pronto soccorso italiano, tenendo conto delle **peculiarità di ciascuna struttura**.
- Per farlo, si è iniziato clusterizzando i pronto soccorsi (PS) in base al numero di posti letto accreditati (PL) e alla media degli accessi nel biennio 2021-2022.

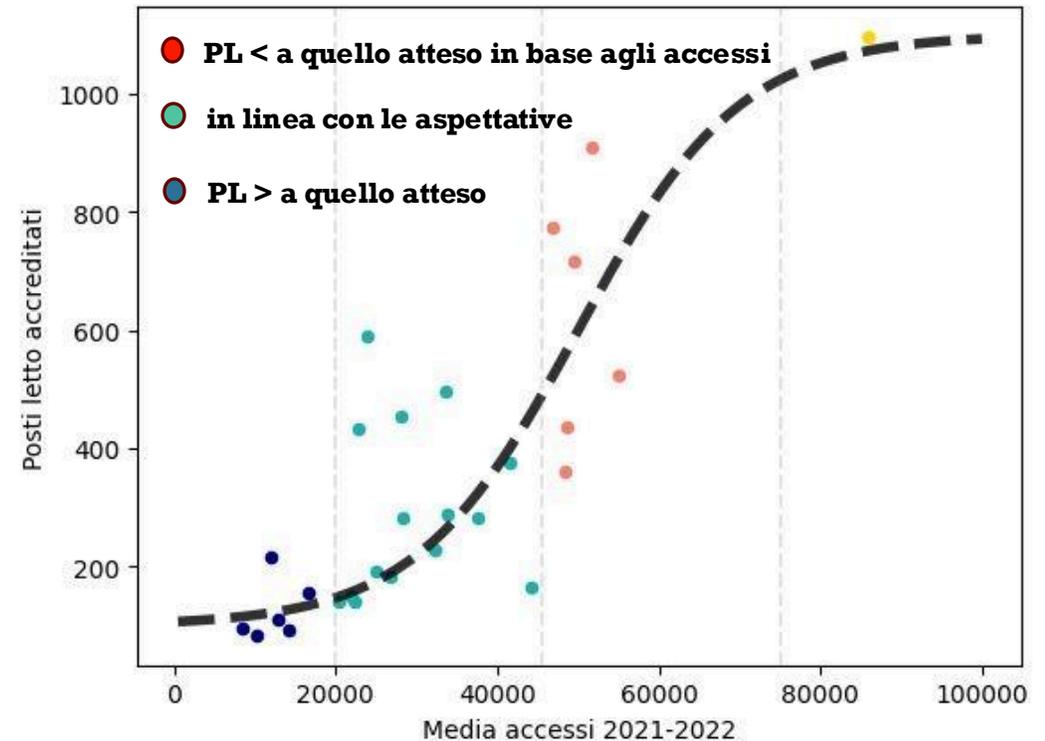
### Relazione Funzionale tra le Variabili

- Durante l'analisi, è emersa una **relazione funzionale** tra queste due variabili: *intuitivamente, all'aumentare degli accessi medi, cresce anche il numero di posti letto accreditati*.
- Questa connessione, visibile dal grafico, è stata modellizzata tramite una **curva sigmoide** che descrive matematicamente la relazione.

### Modello e Formula Identificata

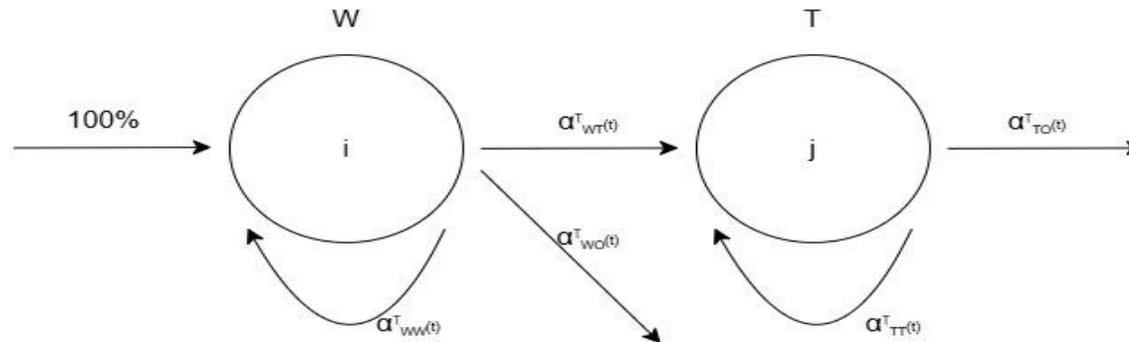
- Il modello rappresenta il **numero di posti letto accreditati ( $PL_j$ )** come **funzione del numero di accessi medi ( $a_j$ )** per ciascun ospedale  $j$ .
- La formula è stata sviluppata per cogliere questa dinamica e descrivere **meglio la distribuzione osservata**, includendo le strutture in diverse fasce operative.

$$PL_j = \frac{1000}{(1 + e^{-0.0001(a_j - 1000)})} + 100$$



### 3. Modello ABM Markoviano

Comportamento del sistema del pronto soccorso (PS) attraverso una **rappresentazione basata sugli stati delle persone che vi accedono.**



$$\frac{T(t)}{P(t)} = R(t)$$

**Rapporto di Efficienza**

- Ad ogni intervallo di tempo, ciascun individuo può trovarsi in uno stato specifico, come "in attesa" (**W**) o "in trattamento" (**T**). La transizione tra stati è definita dalle probabilità ( $\alpha$ ) e dalle regole Markoviane, che descrivono i flussi dinamici del sistema.
- Grazie alla struttura del modello, è possibile **calcolare metriche di grande rilevanza gestionale**, come:
  - Tempo di attesa medio e Tempo di percorrenza medio
  - Offre una visione dinamica dello stato del PS in tempo reale.
  - Consente simulazioni dettagliate per testare scenari e ottimizzare la gestione (ad esempio, l'impatto di aumentare il personale o i posti letto).
  - Produce metriche utili per confronti e miglioramenti strutturali.



## Una prima simulazione

- È stato selezionato un **ospedale come esempio** e, utilizzando i dati reali di arrivo in triage per un mese, è stata effettuata una simulazione.
- Gli input al modello sono stati i **dati relativi agli arrivi effettivi**, al fine di replicare le dinamiche operative del pronto soccorso nel periodo considerato.

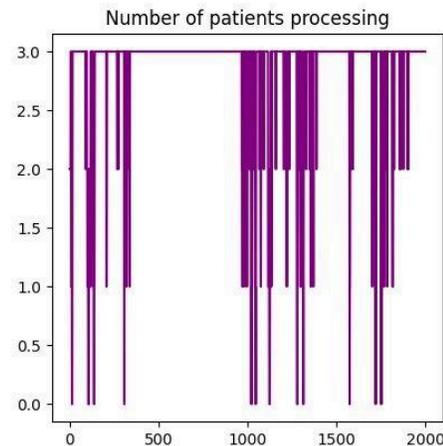
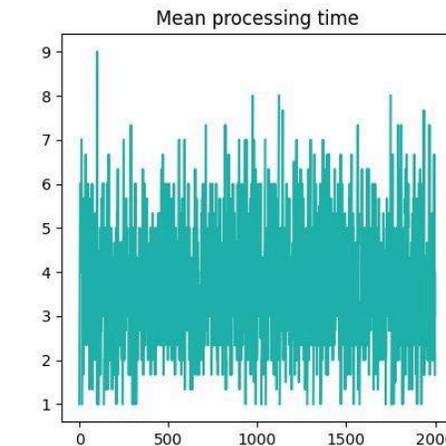
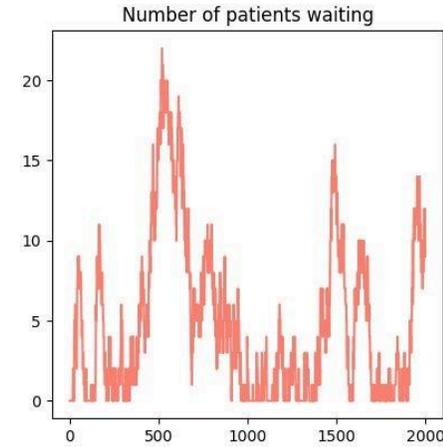
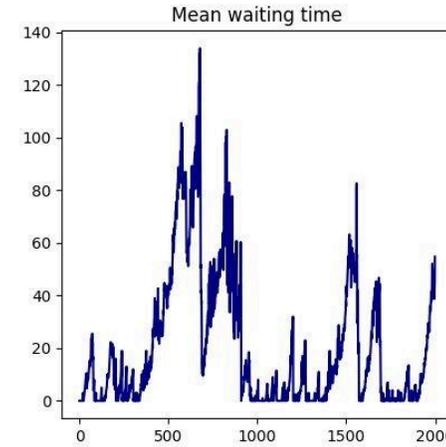
### Osservazioni Principali:

**Presenza di picchi:** Dalla simulazione emergono variazioni significative nel tempo, con picchi evidenti sia nel numero di pazienti in attesa sia nei tempi medi di attesa.

- **Tempo di attesa medio:** Si osserva un'alternanza di periodi di attesa elevata e bassa, legata alla capacità del sistema di gestire flussi variabili.
- **Numero di pazienti in attesa:** Le code aumentano durante i picchi di accesso, mostrando il limite di gestione nei momenti di alta domanda.

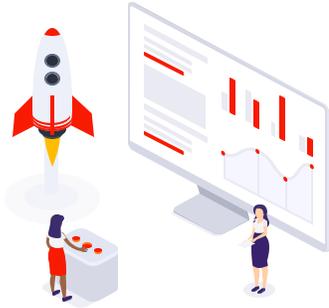
### Limiti di capacità gestionale:

- Il numero massimo di pazienti che possono essere processati in un determinato intervallo di tempo è **vincolato dalla capacità operativa** e clinica del PS. Questo include fattori come il numero di medici disponibili, le risorse fisiche e i protocolli di priorità.



## Sviluppi futuri

Ottimizzazione del modello



Individuazione di metriche personalizzate per struttura



Estensione ad altre strutture



Validazione metriche



**Forum Risk Management**

obiettivo sanità salute

**26-29 NOVEMBRE 2024**  
**AREZZO FIERE E CONGRESSI**

**19**

# Grazie per l'attenzione!

[fschettini@liuc.it](mailto:fschettini@liuc.it)

[spozzi@liuc.it](mailto:spozzi@liuc.it)



IN.GE.SAN