

VALUTAZIONE STATISTICA DEL PROCESSO PRODUTTIVO SANITARIO

Giulia Lumia

ABSTRACT

L'obiettivo della seguente analisi consiste nel monitorare le prestazioni sanitarie dell'ospedale San Michele di Caltanissetta. La valutazione è stata effettuata con approccio statistico, tramite le **carte di controllo**: strumenti in grado di rappresentare l'evoluzione di un processo produttivo nel tempo ed eventuali sue anomalie.

In linea generale i processi considerati risultano essere sotto controllo statistico.

INTRODUZIONE

L'ospedale San Michele di Caltanissetta è un ospedale di grandi dimensioni (> 500 posti letto), caratterizzato da una notevole complessità e varietà di prestazioni e servizi erogati.

Come risultato di precedenti analisi statistiche sono state individuate anomalie in alcune aree:

- operazioni di sostituzione della valvola cardiaca (durata delle operazioni);
- laboratorio di analisi del sangue (errori ed interruzioni nella centrifuga);
- operazioni al menisco (indice di complessità);
- pronto soccorso (tempi di attesa).

La presenza di tali anomalie ha reso necessaria un'attività di monitoraggio delle performance nel tempo, volta a verificare sia l'eventuale loro persistenza sia l'efficacia delle misure adottate.

L'analisi si articola come segue:

1. DURATA DELLE OPERAZIONI ALLA VALVOLA CARDIACA	pag. 2
2. PERFORMANCE DELLA CENTRIFUGA DA LABORATORIO	pag. 6
3. COMPLESSITA' DELLE OPERAZIONI AL MENISCO	pag. 9
4. TEMPI DI ATTESA AL PRONTO SOCCORSO	pag. 13
5. CONCLUSIONI	pag. 18

1. DURATA DELLE OPERAZIONI ALLA VALVOLA CARDIACA

Le operazioni di sostituzione della valvola cardiaca costituiscono una delle principali prestazioni per le quali l'ospedale San Michele è riconosciuto a livello regionale:

data l'elevata richiesta, l'ospedale lavora sempre a massimo regime operatorio.

Si tratta di un'operazione di notevole complessità, la cui durata limite è stata tuttavia fissata a 3 ore complessive, sulla base delle linee guida adottate a livello aziendale.

La durata dell'operazione risulta essere uno dei fattori chiave che determinano la qualità della prestazione agli occhi del paziente. L'obiettivo di questa fase dell'analisi è pertanto quello di valutare il numero e la proporzione di operazioni di sostituzione della valvola che eccedono la durata limite prestabilita e che presentano dunque un livello inferiore di qualità percepita.

A tal fine sono state effettuate delle rilevazioni riguardanti le operazioni effettuate nell'arco di 23 settimane. I dati raccolti riguardano:

- settimana di riferimento della rilevazione;
- numero di operazioni effettuate nel corso della settimana;
- numero di operazioni effettuate nel corso della settimana con durata superiore a 3 ore.

METODOLOGIA E RISULTATI DELLA VALUTAZIONE

Data la natura dei dati a disposizione e l'omogeneità nelle dimensioni dei campioni considerati, sono state adottate le carte di controllo P ed NP.

LA CARTA DI CONTROLLO P

La carta di controllo P è una carta per attributi che considera la proporzione di operazioni di sostituzione della valvola cardiaca di durata superiore a 3 ore sul totale realizzato dal processo produttivo ospedaliero, ossia la quota di operazioni non conformi in relazione allo specifico standard aziendale prestabilito.

E' possibile ipotizzare che il numero di operazioni di lunga durata nella settimana di rilevazione i -esima, indicate tramite la variabile Y_i , si distribuiscano secondo una distribuzione binomiale.

$Y_i \sim \text{Binomiale}(p, n)$

$p \leftarrow$ probabilità di effettuare un'operazione di durata superiore a 3 ore

$D \leftarrow$ numero di operazioni di sostituzione della valvola cardiaca di lunga durata

$n \leftarrow$ numero di operazioni di sostituzione della valvola cardiaca effettuate

Ipotizzando che le quote di operazioni non conformi provengano da una distribuzione simmetrica, i cui momenti sono riportati di seguito, è possibile individuare dei limiti di controllo in grado di rilevare sia i valori fuori controllo (limiti 3σ), sia i potenziali fuori controllo (limiti 2σ).

$$p = \frac{D}{n} \quad \leftarrow \text{QUOTA MEDIA DI OPERAZIONI NON CONFORMI}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad \leftarrow \text{VARIABILITA' NELLA QUOTA DI OPERAZIONI NON CONFORMI}$$

$$LCL = p - t * \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, \quad t = 2, 3 \dots \quad \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA INFERIORE}$$

$$UCL = p + t * \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, \quad t = 2, 3 \dots \quad \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA SUPERIORE}$$

Tali limiti permettono di distinguere le quote di difettosità sotto controllo statistico, le cui oscillazioni attorno il valore medio sono attribuibili all'oscillazione naturale del processo, dalle quote di difettosità potenzialmente o sensibilmente fuori controllo, individuate sulla base del valore di t.

GRAFICO 1.1: CARTA P 3σ PER IL CONTROLLO DELLA QUOTA DI OPERAZIONI DI LUNGA DURATA

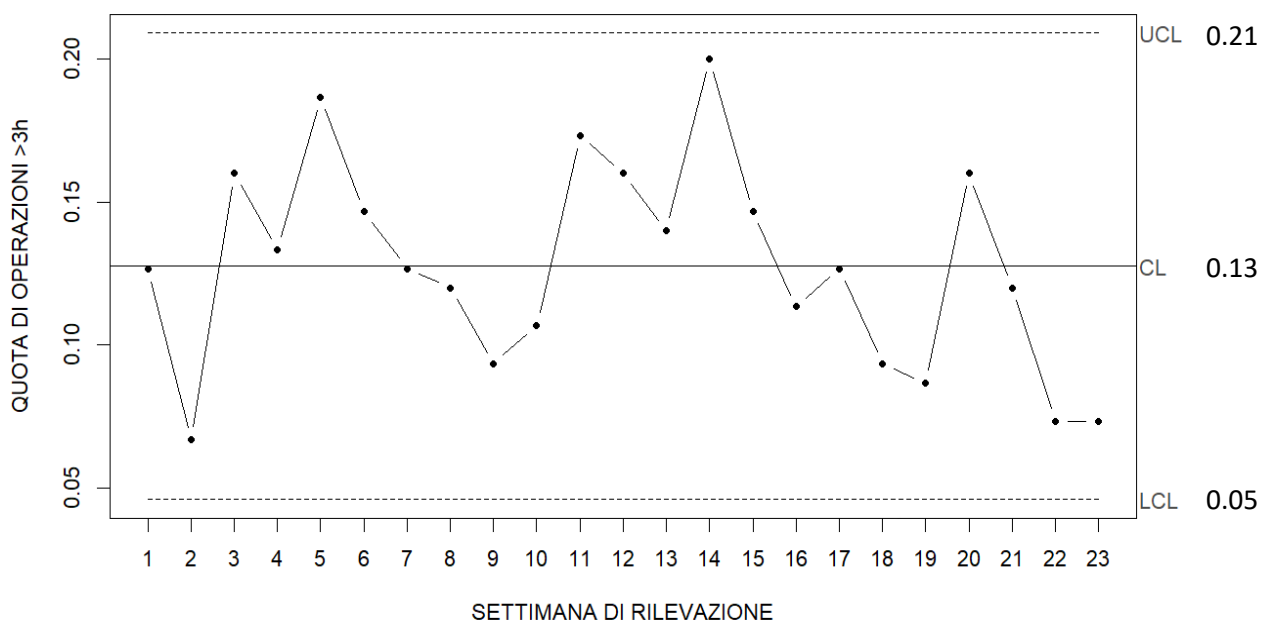
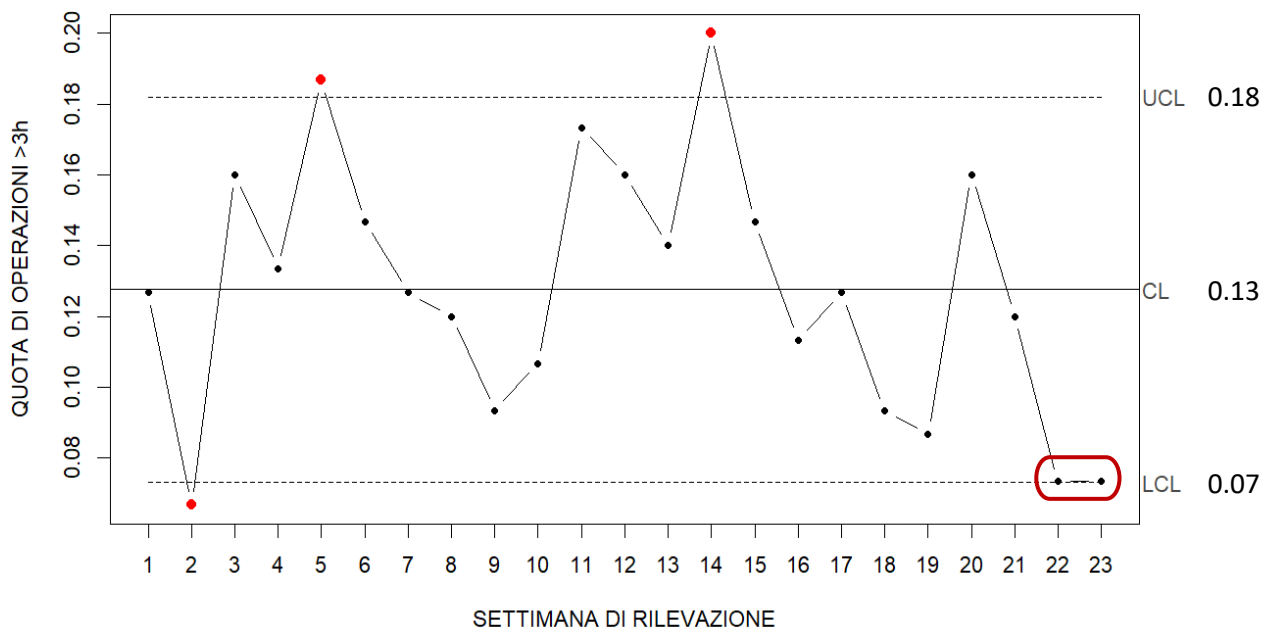


GRAFICO 1.2: CARTA P 2σ PER IL CONTROLLO DELLA QUOTA DI OPERAZIONI DI LUNGA DURATA



I grafici 1.1 e 1.2 mostrano i risultati delle carte di controllo P al variare del valore di t:

- Nel corso delle 23 settimane in media il 13% delle operazioni alla valvola cardiaca effettuate a livello settimanale ha una durata superiore a tre ore;
- Nel primo grafico, l'assenza di valori oltre i limiti 3σ indica che il processo produttivo è sotto controllo statistico;
- Nel secondo grafico, sono presenti sia dei valori oltre i limiti, in corrispondenza delle settimane 2, 5 e 14, sia dei valori molto vicini ad essi, in corrispondenza delle settimane 22 e 23. Si tratta di valori potenzialmente fuori controllo (limiti 2σ), che si discostano maggiormente dal valore medio rispetto agli altri. I valori di maggiore interesse sono quelli che eccedono il limite superiore (5^a e 14^a settimana di osservazione), ma l'esplorazione approfondita dei rimanenti fuori controllo potrebbe risultare di pari interesse, al fine di comprendere, ad esempio, il motivo per cui in quelle settimane le operazioni di sostituzione della valvola cardiaca abbiano avuto in media una durata inferiore.

LA CARTA DI CONTROLLO NP

La carta di controllo NP è una carta per attributi che permette di monitorare il numero settimanale di operazioni di sostituzione della valvola cardiaca di durata superiore a 3 ore, non conformi allo standard adottato dall'ospedale in questione.

L'assunzione distributiva riguarda, come nel caso precedente, una distribuzione binomiale.

$Y_i \sim \text{Binomiale}(p, n)$

$p \leftarrow$ probabilità di effettuare un'operazione di durata superiore a 3 ore

$D \leftarrow$ numero di operazioni di sostituzione della valvola cardiaca di lunga durata

$n \leftarrow$ numero di operazioni di sostituzione della valvola cardiaca effettuate

$np = D \quad \leftarrow$ NUMERO MEDIO DI OPERAZIONI NON CONFORMI

$\sigma = \sqrt{np(1-p)} \quad \leftarrow$ VARIABILITA' NEL NUMERO DI OPERAZIONI NON CONFORMI

$LCL = np - t * \sqrt{np(1-p)}, \quad t = 2, 3... \quad \leftarrow$ LIMITE DI SORVEGLIANZA INFERIORE

$UCL = np + t * \sqrt{np(1-p)} \quad t = 2, 3... \quad \leftarrow$ LIMITE DI SORVEGLIANZA SUPERIORE

Nello specifico caso sotto esame i dati disponibili si riferiscono a campioni di ampiezza costante, in quanto il numero di operazioni alla valvola cardiaca compiute giornalmente non varia (l'ospedale opera sempre in condizioni di massimo regime operatorio).

L'applicazione della carta NP conduce a dei risultati analoghi a quelli ottenuti a seguito dell'applicazione della carta P, ma riscattati tenendo conto del numero di operazioni effettuate a livello settimanale.

Osservando i grafici 1.3 e 1.4 è possibile fare alcune considerazioni:

- In media, delle 150 operazioni settimanali di sostituzione della valvola cardiaca, 19 presentano una durata superiore alle 3 ore;
- Come precedentemente osservato, i limiti 3σ evidenziano l'assenza di valori fuori controllo statistico, mentre i limiti 2σ evidenziano la presenza di alcuni potenziali valori fuori controllo da indagare ulteriormente.

GRAFICO 1.3: CARTA NP 3σ PER IL CONTROLLO DEL NUMERO DI OPERAZIONI DI LUNGA DURATA

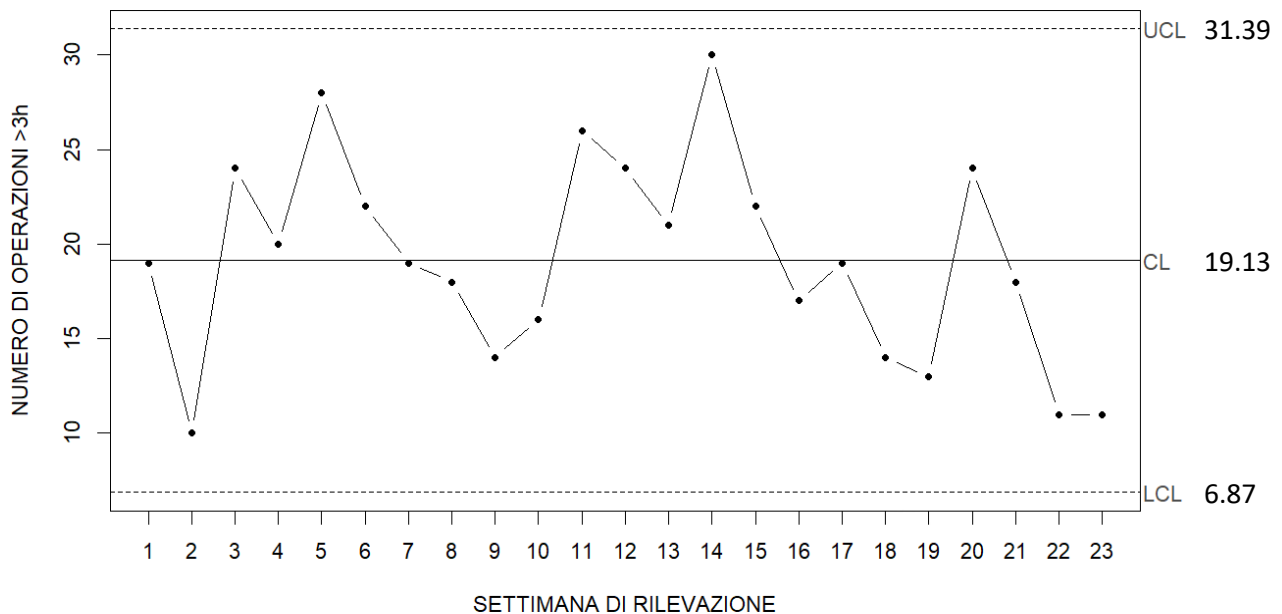
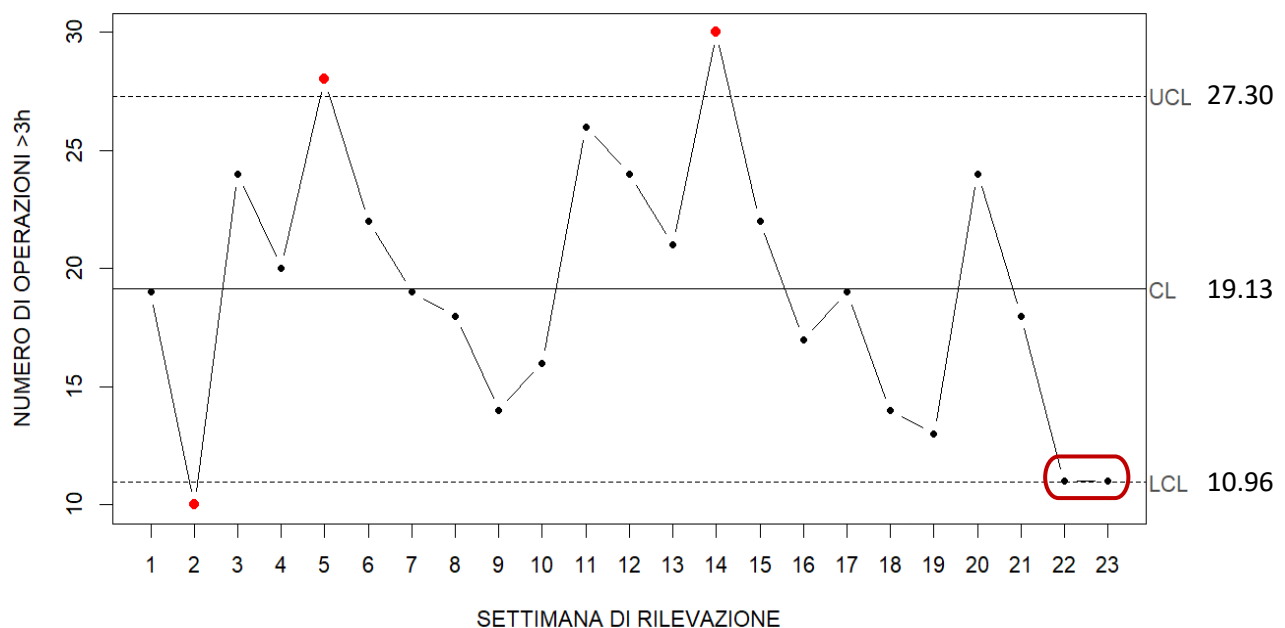


GRAFICO 1.4: CARTA NP 2σ PER IL CONTROLLO DEL NUMERO DI OPERAZIONI DI LUNGA DURATA



2. PERFORMANCE DELLA CENTRIFUGA DA LABORATORIO

Il laboratorio di analisi dell'ospedale San Michele di Caltanissetta effettua giornalmente in media 616 analisi. Le centrifughe da laboratorio utilizzate, tuttavia, possono presentare errori ed interruzioni tali da rendere l'analisi poco affidabile ed agevole.

Scopo dell'analisi è, in questo caso, monitorare il numero e la proporzione delle difettosità presentate dalla centrifuga.

A tal fine sono stati rilevati dati sulle difettosità di 25 campioni giornalieri di ampiezza costante e pari a 400 esami del sangue ciascuno. I dati raccolti riguardano:

- giorno di riferimento della rilevazione;
- numero esami considerati nel campione;
- numero di errori ed interruzioni della centrifuga relativi agli esami considerati.

METODOLOGIA E RISULTATI DELLA VALUTAZIONE

Data la natura dei dati a disposizione e l'omogeneità nelle dimensioni dei campioni considerati, sono state adottate le carte di controllo P ed C.

LA CARTA DI CONTROLLO P

La carta di controllo P, già precedentemente utilizzata nel monitoraggio della proporzione di operazioni di sostituzione della valvola cardiaca di durata superiore a 3 ore, è una carta per attributi che permette di valutare l'evoluzione della quota di difettosità negli esami del sangue effettuati dal laboratorio considerato.

E' possibile ipotizzare che il numero di difetti (errori ed interruzioni) relativi alle analisi del sangue effettuate nella giornata di rilevazione i -esima, indicate tramite la variabile Y_i , si distribuiscano secondo una distribuzione binomiale.

$Y_i \sim \text{Binomiale}(p, n)$

$p \leftarrow$ probabilità che si verifichi un errore o un'interruzione

$D \leftarrow$ numero di errori e interruzioni

$n \leftarrow$ numero di esami del sangue effettuati

Ipotizzando che le quote di difettosità provengano da una distribuzione simmetrica, come nel caso precedente, si ha:

$$p = \frac{D}{n} \quad \leftarrow \text{QUOTA MEDIA DI DIFETTOSITA'}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad \leftarrow \text{VARIABILITA' NELLE QUOTE DI DIFETTOSITA'}$$

$$LCL = p - t * \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, \quad t = 2, 3 \dots \quad \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA INFERIORE}$$

$$UCL = p + t * \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, \quad t = 2, 3 \dots \quad \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA SUPERIORE}$$

GRAFICO 2.1: CARTA P 3σ PER IL CONTROLLO DELLA QUOTA DI DIFETTOSITA' NEGLI ESAMI DEL SANGUE

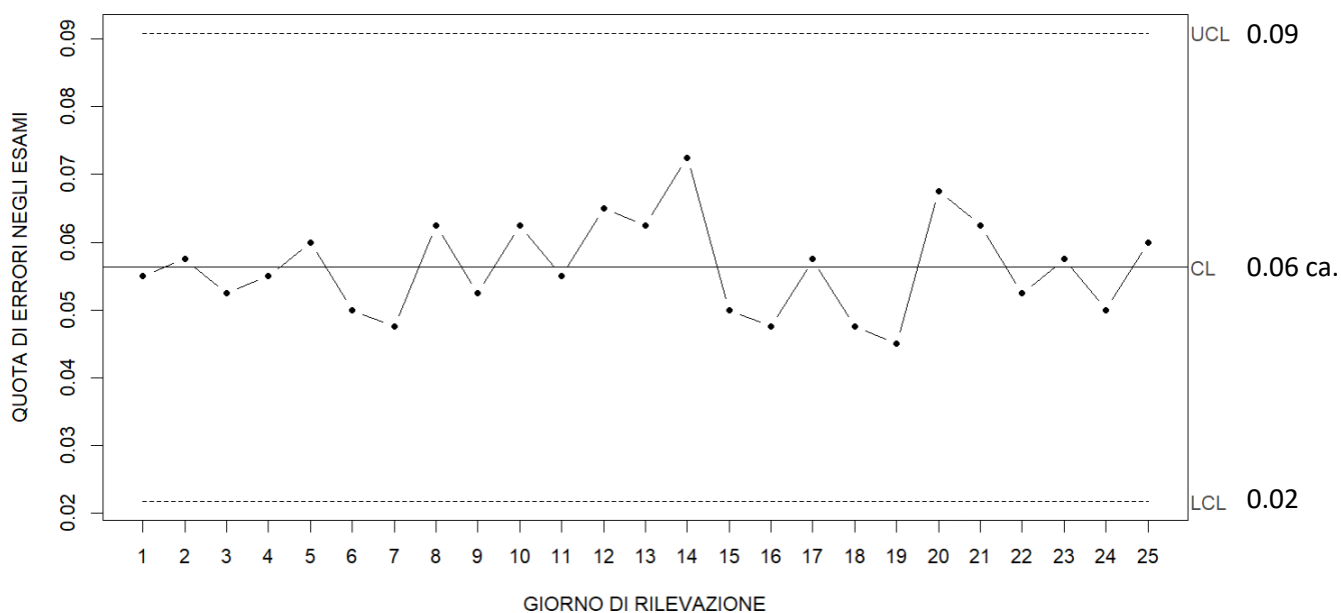
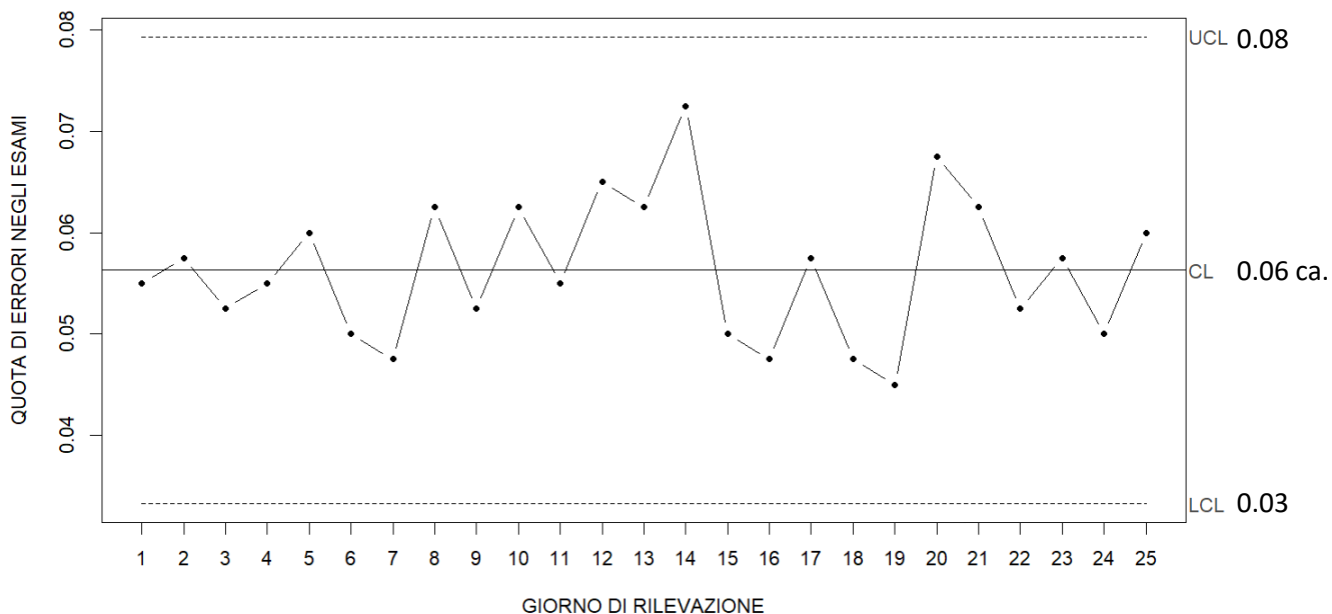


GRAFICO 2.2: CARTA P 2σ PER IL CONTROLLO DELLA QUOTA DI DIFETTOSITA' NEGLI ESAMI DEL SANGUE



Dall'osservazione dei grafici 2.1 e 2.2 è possibile notare che, nell'arco dei 25 giorni considerati:

- Ogni 100 analisi del sangue la centrifuga da laboratorio presenta in media 6 difetti (errori o interruzioni);
- Il processo di trova sotto pieno controllo statistico: non sono presenti né fuori controllo potenziali né fuori controllo effettivi;
- Le oscillazioni attorno al valore medio sono contenute e possono essere attribuite alla naturale variabilità del processo.

LA CARTA DI CONTROLLO C

La carta C è una carta per attributi in cui l'attenzione del monitoraggio si sposta dal prodotto difettoso ai difetti dei prodotti che costituiscono il campione.

Considerando i difetti come un evento raro, è possibile ipotizzare la provenienza dei dati da una distribuzione di Poisson in cui C è il parametro, interpretabile come numero medio di difetti del processo produttivo considerato.

$$Y_i \sim \text{Poisson}(\lambda)$$

$$\lambda = C \leftarrow \text{NUMERO GIORNALIERO MEDIO DI DIFETTI}$$

$$\sigma = \sqrt{\lambda} = \sqrt{C} \leftarrow \text{VARIABILITA' NEL NUMERO GIORNALIERO DI DIFETTI}$$

$$LCL = C - t * \sqrt{C}, \quad t = 2, 3... \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA INFERIORE}$$

$$UCL = C + t * \sqrt{C}, \quad t = 2, 3... \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA SUPERIORE}$$

Sulla base dei limiti di controllo superiore e inferiore, individuati considerando t volte lo scostamento attorno al valore medio del numero giornaliero di difetti, è possibile ottenere i grafici 2.3 e 2.4:

- In media, nell'effettuare le analisi del sangue tramite centrifuga, vengono compiuti 22,5 errori a livello giornaliero;
- E' possibile confermare quanto già anticipato dalla carta di controllo P in merito alla quota di difettosità: l'andamento del numero di difettosità nei giorni considerati non presenta oscillazioni "preoccupanti"; il processo può pertanto ritenersi sotto controllo statistico.

GRAFICO 2.3: CARTA C 3 σ PER IL CONTROLLO DEL NUMERO DI DIFETTOSITA' NEGLI ESAMI DEL SANGUE

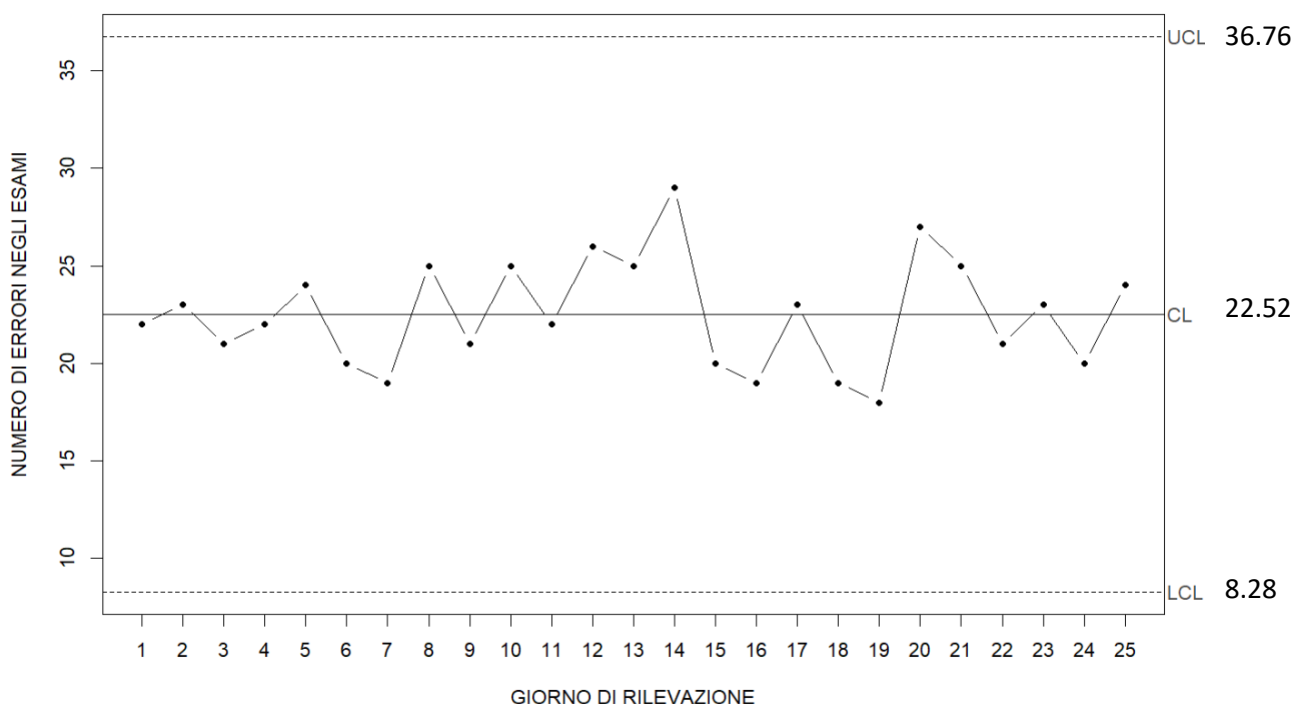
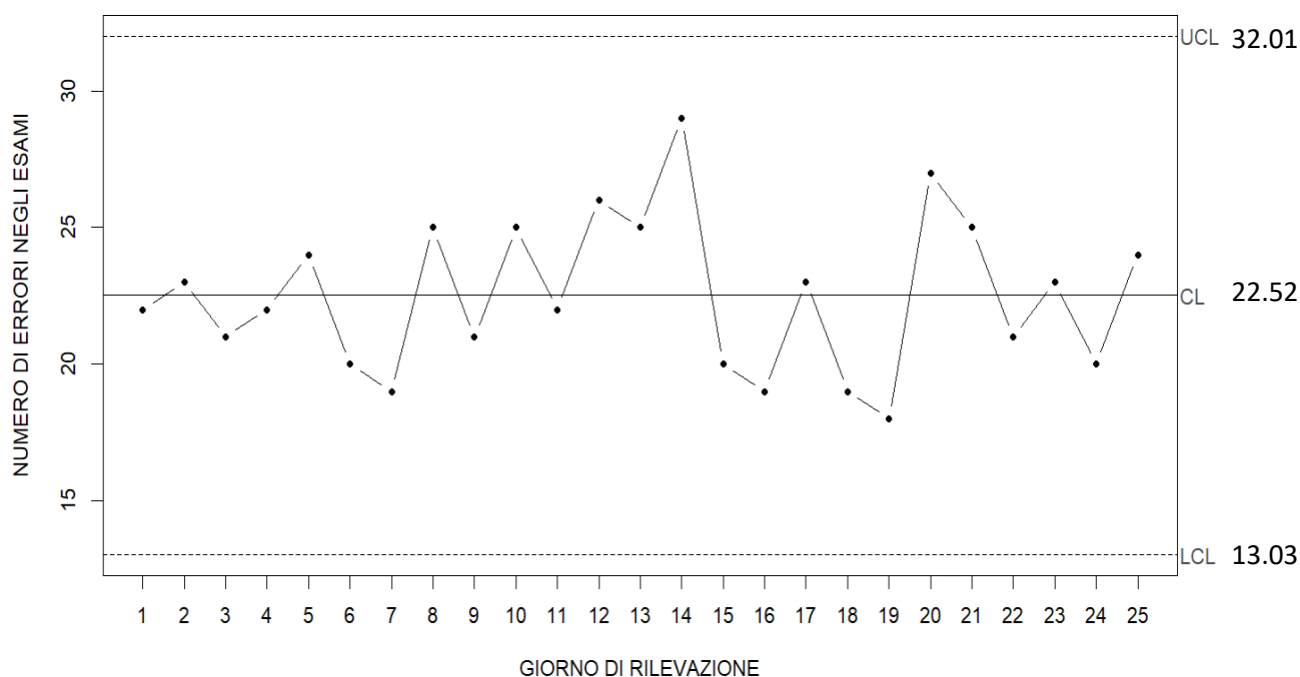


GRAFICO 2.4: CARTA C 2 σ PER IL CONTROLLO DEL NUMERO DI DIFETTOSITA' NEGLI ESAMI DEL SANGUE



3. COMPLESSITA' DELLE OPERAZIONI AL MENISCO

L'indice di complessità operatoria (ICO) è un sistema che permette di misurare la complessità delle procedure chirurgiche in base a tre dimensioni, valutate secondo apposite scale:

- La **gravità dei problemi di salute del paziente**, con riferimento al livello di rischio clinico, alla presenza di comorbidità, alla necessità di monitoraggio e di supporto vitale, alla probabilità di complicanze e di mortalità;
- La **complessità dell'assistenza erogata**, con riferimento al grado di difficoltà tecnica, alla durata, alla tipologia e alla frequenza delle procedure chirurgiche, alla quantità e alla qualità delle risorse umane e materiali impiegate;
- Il **grado di criticità organizzativa**, con riferimento al livello di coordinamento, di comunicazione, di integrazione e di adattamento richiesti tra le diverse figure coinvolte nel processo chirurgico, sia interni che esterni alla sala operatoria.

L'obiettivo dell'analisi è quello di monitorare la media giornaliera degli indici di complessità riferiti alle operazioni al menisco effettuate. A tal proposito sono stati rilevati dati relativi a 12 giorni:

- media dell'ICO delle operazioni svolte durante la mattinata;
- media dell'ICO delle operazioni svolte durante il pomeriggio;
- media dell'ICO delle operazioni svolte durante la sera.

METODOLOGIA E RISULTATI DELLA VALUTAZIONE

Data la natura dei dati a disposizione risulta opportuno tenere il processo sotto controllo sia per la media che per la variabilità, considerando una coppia di carte di controllo.

LA CARTA DI CONTROLLO X-R

La carta di controllo X-R è una carta per variabili che permette di monitorare l'indice di complessità operatoria sia dal punto di vista del comportamento medio sia dal punto di vista della variabilità.

La carta in questione può essere applicata con riferimento a caratteristiche di tipo quantitativo, per le quali è possibile assumere una distribuzione normale.

Indicando il valore dell'ICO nell'i-esimo giorno di rilevazione con X_i si ha:

$$X_i \sim \text{Normale}(\mu, \sigma^2)$$

μ ← Indice di complessità operatoria giornaliero medio

σ^2 ← Variabilità dell'indice di complessità operatoria giornaliero

La distribuzione della media campionaria di X nell'i-esimo giorno, ossia la media degli indici di complessità operatoria, è una distribuzione normale il cui valore atteso può essere stimato come media delle medie campionarie osservate.

Per campioni di ampiezza non elevata, come nel caso considerato, è possibile approssimare la deviazione standard di tale distribuzione con il range, stimato come media dei range campionari, ottenendo i seguenti limiti di sorveglianza per entrambi gli aspetti:

$$\bar{X}_i \sim \text{Normale}(\mu, \sigma_{\mu}^2)$$

$$\mu = \bar{\bar{X}} \quad \leftarrow \text{STIMATORE DEL VALORE ATTESO}$$

$$\sigma_{\mu} \approx \bar{R} \quad \leftarrow \text{APPROSSIMAZIONE PER PICCOLI CAMPIONI}$$

$$LCL = \mu - t * \sqrt{\sigma_{\mu}^2} \approx \bar{\bar{X}} - A * \bar{R}, \quad t = 2, 3 \dots \quad \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA INFERIORE}$$

$$UCL = \mu + t * \sqrt{\sigma_{\mu}^2} \approx \bar{\bar{X}} + A * \bar{R}, \quad t = 2, 3 \dots \quad \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA SUPERIORE}$$

$$LCL = D_3 * \bar{R} \quad \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA INFERIORE}$$

$$UCL = D_4 * \bar{R} \quad \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA SUPERIORE}$$

MEDIA

VARIAZIONE
STANDARD

Le costanti A , D_3 e D_4 sono tabulate in apposite tavole, il cui valore dipende dalla numerosità campionaria considerata.

I limiti di sorveglianza della carta X-bar per la media dipendono dal range; pertanto, è utile procedere valutando dapprima l'assenza di fuori controllo nell'aspetto della variabilità:

i grafici 3.1 e 3.2 evidenziano l'assenza di valori fuori controllo nella variabilità, pertanto è possibile affermare che, sotto il punto di vista della variabilità, il processo è sotto controllo statistico.

GRAFICO 3.1: CARTA R 3 σ PER IL CONTROLLO DELLA VARIABILITA' DELL'INDICE ICO GIORNALIERO

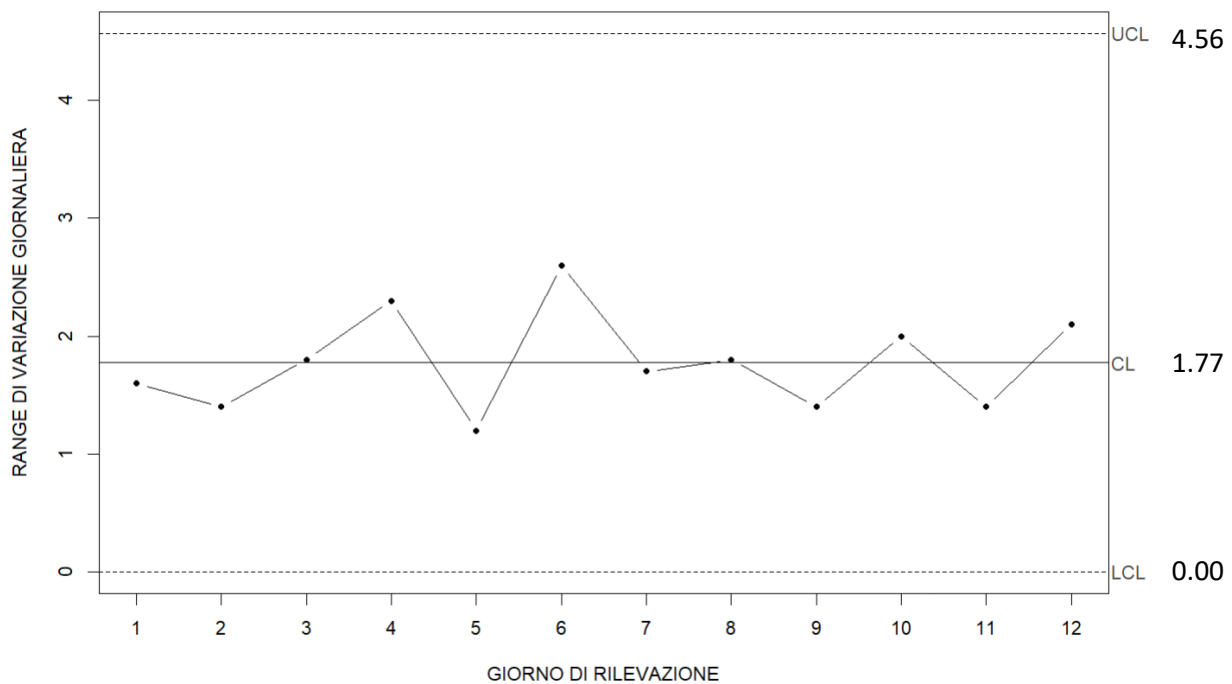
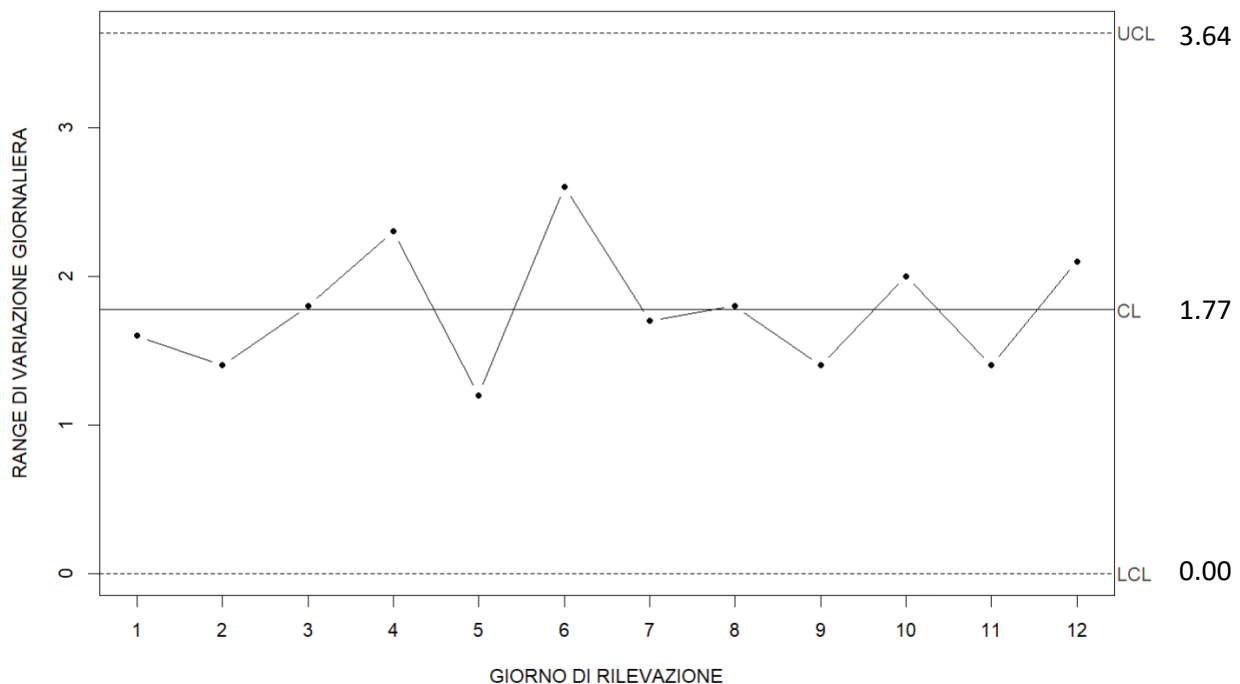


GRAFICO 3.2: CARTA R 2 σ PER IL CONTROLLO DELLA VARIABILITA' DELL'INDICE ICO GIORNALIERO



I seguenti grafici (3.3 e 3.4) costituiscono delle rappresentazioni grafiche delle carte X-BAR per il monitoraggio del valore medio giornaliero dell'indice di complessità operatoria per le operazioni al menisco. Dalla loro osservazione è possibile fare alcune osservazioni:

- In media, nel corso delle 12 giornate considerate, le operazioni al menisco effettuate dall'ospedale San Michele di Caltanissetta presentano un punteggio dell'ICO pari a circa 8;
- Anche dal punto di vista del valore centrale del processo è possibile notare l'assenza di valori fuori controllo statistico.

GRAFICO 3.3: CARTA X-BAR 3σ PER IL CONTROLLO DELL'INDICE ICO GIORNALIERO MEDIO

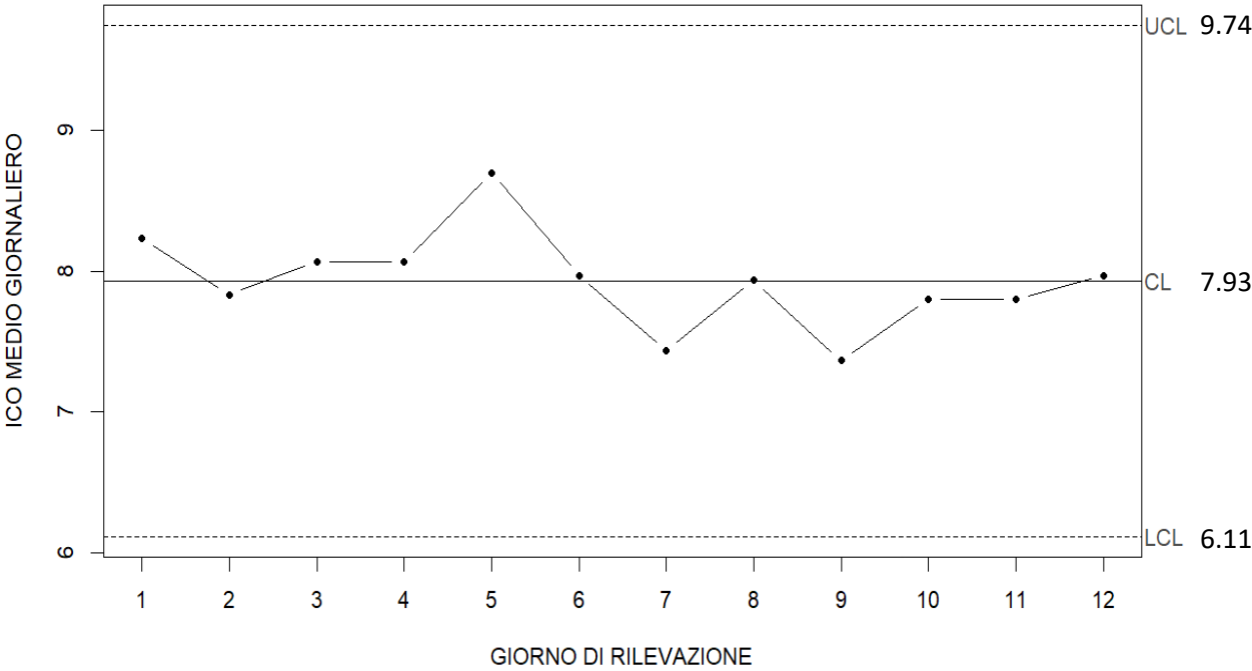
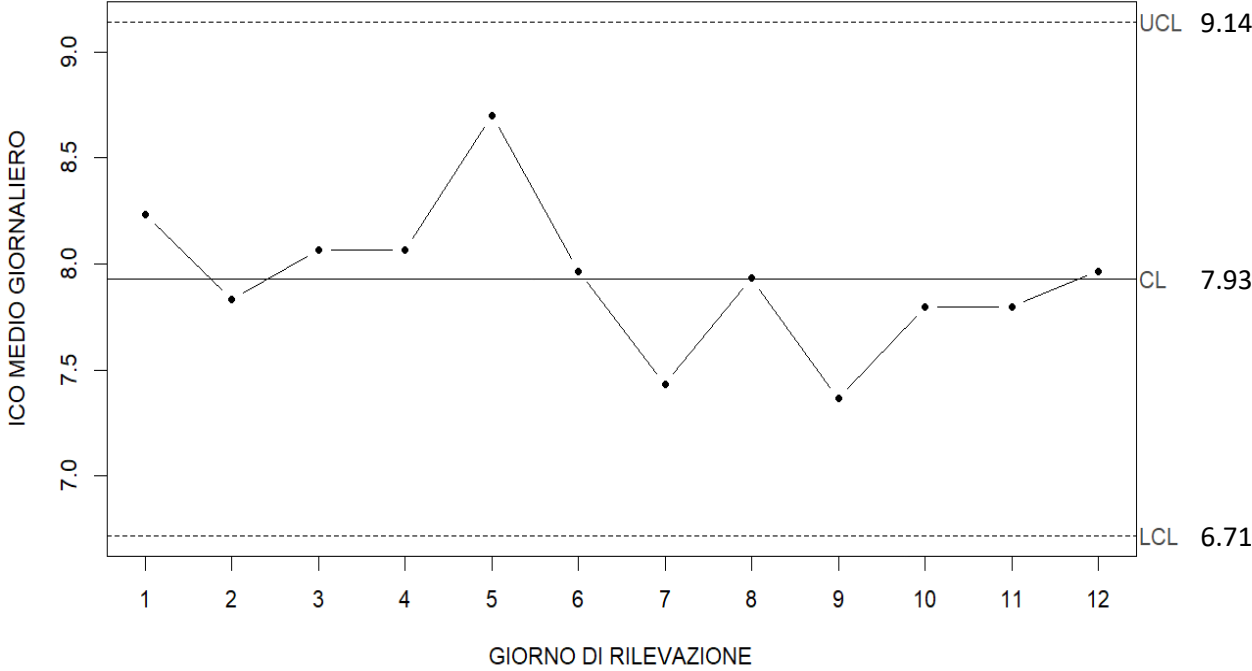


GRAFICO 3.4: CARTA X-BAR 2σ PER IL CONTROLLO DELL'INDICE ICO GIORNALIERO MEDIO



4. TEMPI DI ATTESA AL PRONTO SOCCORSO

I tempi di attesa al pronto soccorso presso l'ospedale San Michele dipendono, come in ogni altro ospedale italiano, dal codice d'urgenza (triage) assegnato al paziente al momento dell'accettazione.

Lo scopo dell'analisi è quello di valutare l'evoluzione nei tempi di attesa al pronto soccorso dei pazienti con codice giallo (media urgenza) presso l'ospedale considerato.

A tale scopo sono stati rilevati dati sui tempi di attesa con riferimento a 5 diversi momenti della giornata in 20 giorni consecutivi.

METODOLOGIA E RISULTATI DELLA VALUTAZIONE

Data la natura dei dati è possibile applicare una carta per attributi, come fatto in precedenza.

L'ampiezza campionaria, ossia il numero di osservazioni per giorno di rilevazione è costante, ma corrisponde al valore limite a partire dal quale l'approssimazione della σ_μ tramite range diventa poco precisa. Potrebbe risultare pertanto utile applicare entrambe le coppie di carte, con e senza approssimazione, valutandone l'eventuale corrispondenza.

CARTA X-R $\rightarrow \sigma_\mu \approx \bar{R} \quad \Delta \leq 5$

CARTA X-S $\rightarrow \sigma_\mu \quad \Delta > 5$

LA CARTA DI CONTROLLO X-R

La carta di controllo X-R è una carta per variabili che permette di monitorare i tempi di attesa per l'ammissione al pronto soccorso per i pazienti con codice giallo sia dal punto di vista del valore medio sia dal punto di vista della variabilità.

Assumendo una distribuzione normale per i tempi di attesa ed considerando l'approssimazione della deviazione standard della distribuzione dei tempi di attesa media giornalieri è possibile ottenere i seguenti limiti di sorveglianza:

$$LCL = \mu - t * \sqrt{\sigma_\mu^2} \approx \bar{X} - A * \bar{R}, \quad t = 2, 3 \dots \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA INFERIORE}$$

$$UCL = \mu + t * \sqrt{\sigma_\mu^2} \approx \bar{X} + A * \bar{R}, \quad t = 2, 3 \dots \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA SUPERIORE}$$

$$LCL = D_3 * \bar{R} \quad \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA INFERIORE}$$

$$UCL = D_4 * \bar{R}, \quad \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA SUPERIORE}$$

MEDIA

VARIAZIONE
STANDARD

I seguenti grafici (4.1, 4.2, 4.3 e 4.4) permettono di valutare l'evoluzione dei tempi medi di attesa e della loro variabilità nell'arco dei 20 giorni considerati. E' possibile notare che:

- L'aspetto della variabilità risulta essere sotto controllo statistico;
- I limiti di sorveglianza 2σ rilevano dei valori molto vicini all'essere potenziali fuori controllo. Trovandosi però in corrispondenza del limite inferiore non destano particolare preoccupazione;

GRAFICO 4.1: CARTA R 3σ PER IL CONTROLLO DELLA VARIABILITA' DEL TEMPO DI ATTESA MEDIO GIORNALIERO

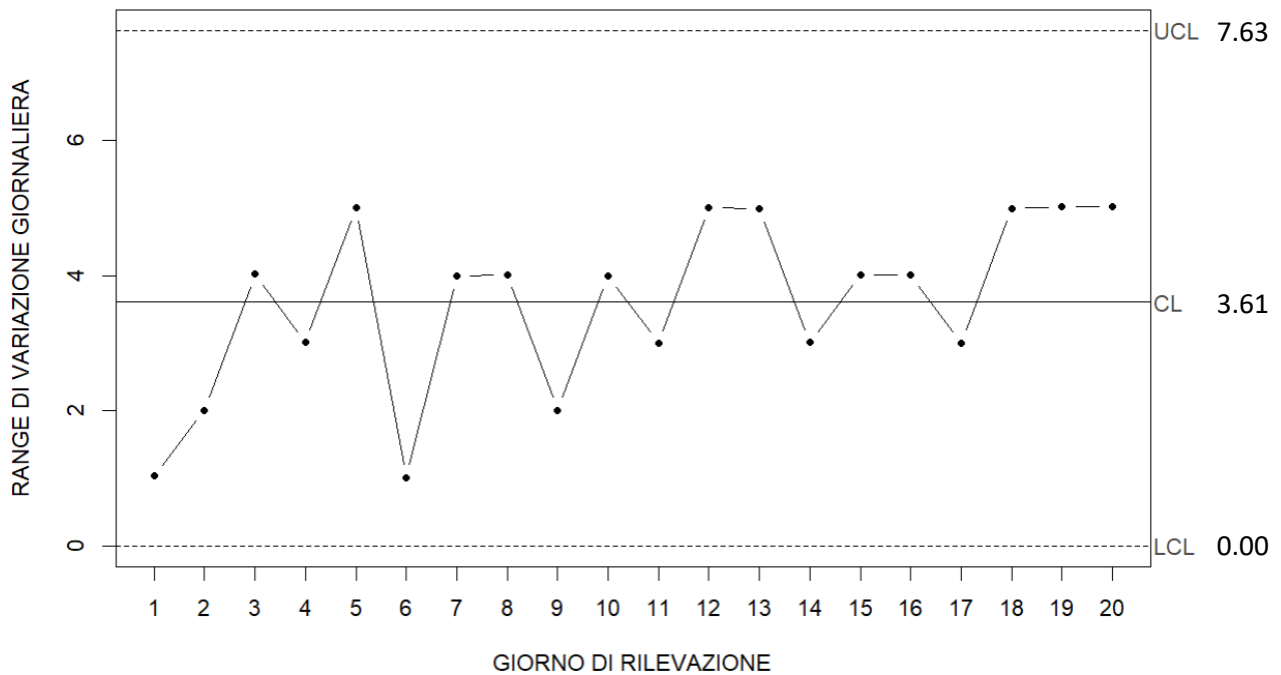
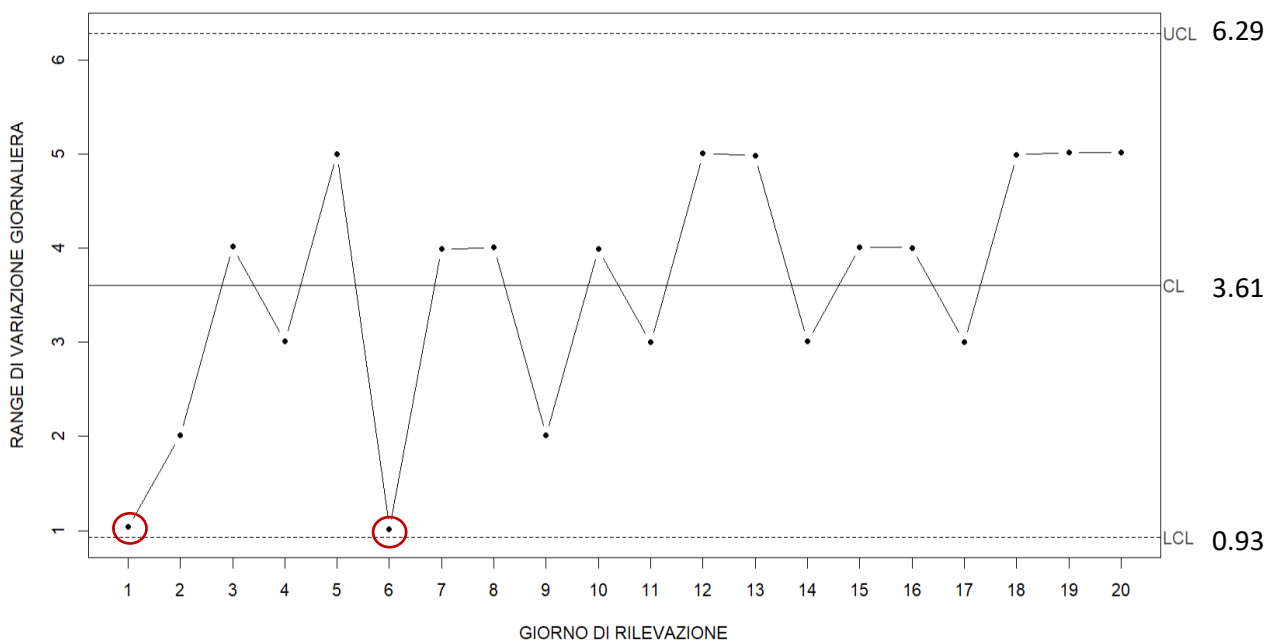


GRAFICO 4.2: CARTA R 2σ PER IL CONTROLLO DELLA VARIABILITA' DEL TEMPO DI ATTESA MEDIO GIORNALIERO



- In media i pazienti con codice giallo attendono presso l'ospedale San Michele per 20 minuti;
- Il tempo di attesa medio giornaliero sembrerebbe presentare un trend in crescita nel corso del periodo considerato;
- I limiti 3σ non evidenziano valori fuori controllo;
- I limiti 2σ evidenziano valori potenzialmente fuori controllo in corrispondenza sia del primo che del diciassettesimo giorno di osservazione. In questo caso potrebbe risultare utile approfondire le cause che hanno dato luogo a tali valori per valutarne l'eventuale sporadicità.

GRAFICO 4.3: CARTA X-BAR 3σ PER IL CONTROLLO DEL TEMPO DI ATTESA MEDIO GIORNALIERO

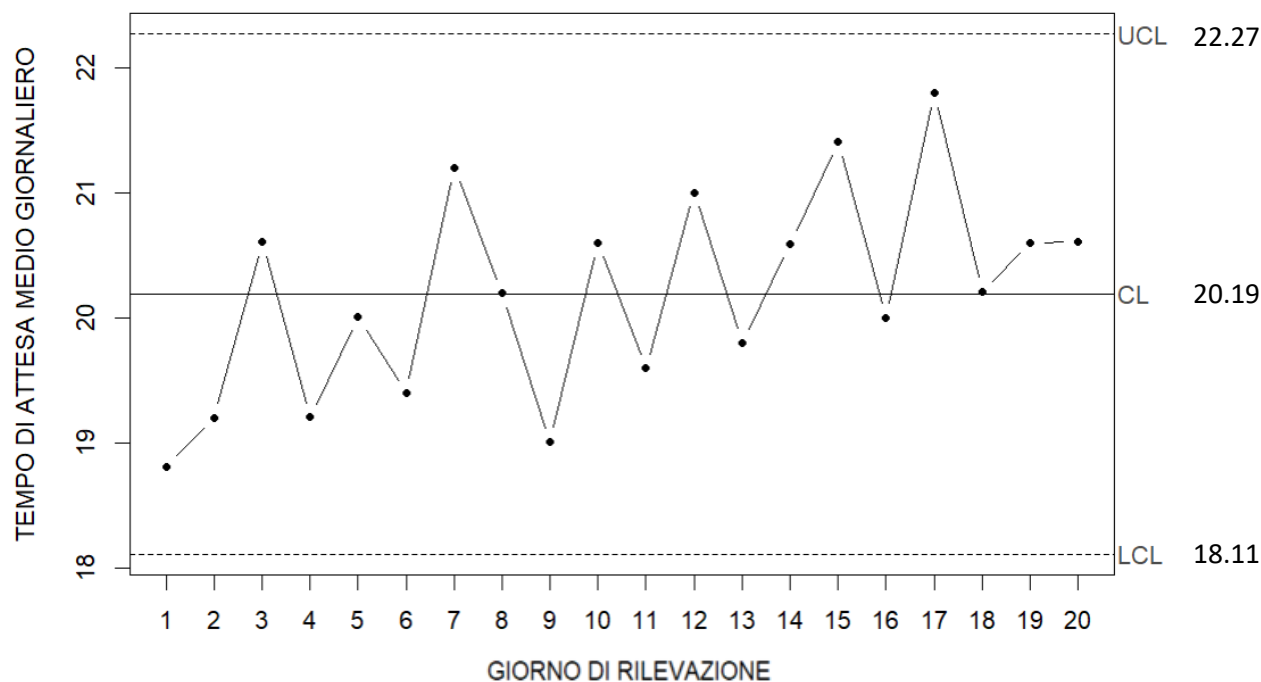
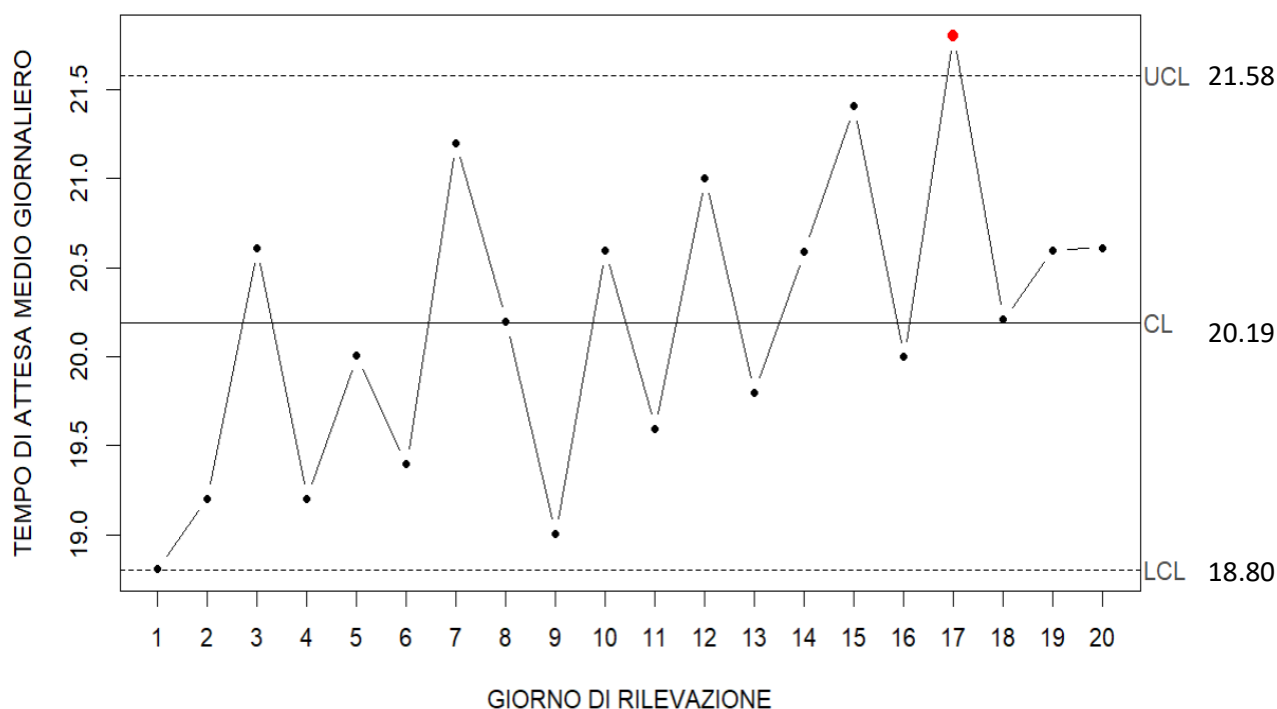


GRAFICO 4.4: CARTA X-BAR 2σ PER IL CONTROLLO DEL TEMPO DI ATTESA MEDIO GIORNALIERO



LA CARTA DI CONTROLLO X-S

La carta di controllo X-S, così come la carta X-R precedentemente utilizzata è una carta per variabili che permette di monitorare i tempi di attesa per l'ammissione al pronto soccorso per i pazienti con codice giallo sia dal punto di vista del valore medio sia dal punto di vista della variabilità.

A differenza della precedente non sfrutta l'approssimazione della deviazione standard tramite range di variazione, ma considera la deviazione standard media tra campioni \bar{S} .

$LCL = \mu - t * \sqrt{\sigma_{\mu}^2} \approx \bar{\bar{X}} - A * \bar{S}, \quad t = 2, 3 \dots \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA INFERIORE}$	MEDIA
$UCL = \mu + t * \sqrt{\sigma_{\mu}^2} \approx \bar{\bar{X}} + A * \bar{S}, \quad t = 2, 3 \dots \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA SUPERIORE}$	
$LCL = B_3 * \bar{S} \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA INFERIORE}$	VARIAZIONE STANDARD
$UCL = B_4 * \bar{S} \leftarrow \text{LIMITE DI SORVEGLIANZA SUPERIORE}$	

I seguenti grafici mostrano i risultati dell'applicazione delle carte S e X-BAR ai dati riguardanti i tempi di attesa, al variare della tipologia di limite di sorveglianza. E' possibile notare che:

- Per quanto riguarda la variabilità l'applicazione della carta S conferma quanto emerso dall'applicazione della carta R riguardo l'assenza di valori fuori controllo;
- Per quanto invece riguarda i tempi di attesa medi è possibile notare che i limiti della carta X-BAR vengono aggiornati a seguito della mancata applicazione dell'approssimazione di σ . Anche in questo caso i risultati sono analoghi ai precedenti: un potenziale fuori controllo è stato rilevato in corrispondenza della 17ª settimana, mentre nella prima settimana un valore è molto vicino ad essere considerato tale.

GRAFICO 4.5: CARTA S 3 σ PER IL CONTROLLO DELLA VARIABILITA' DEL TEMPO DI ATTESA MEDIO GIORNALIERO

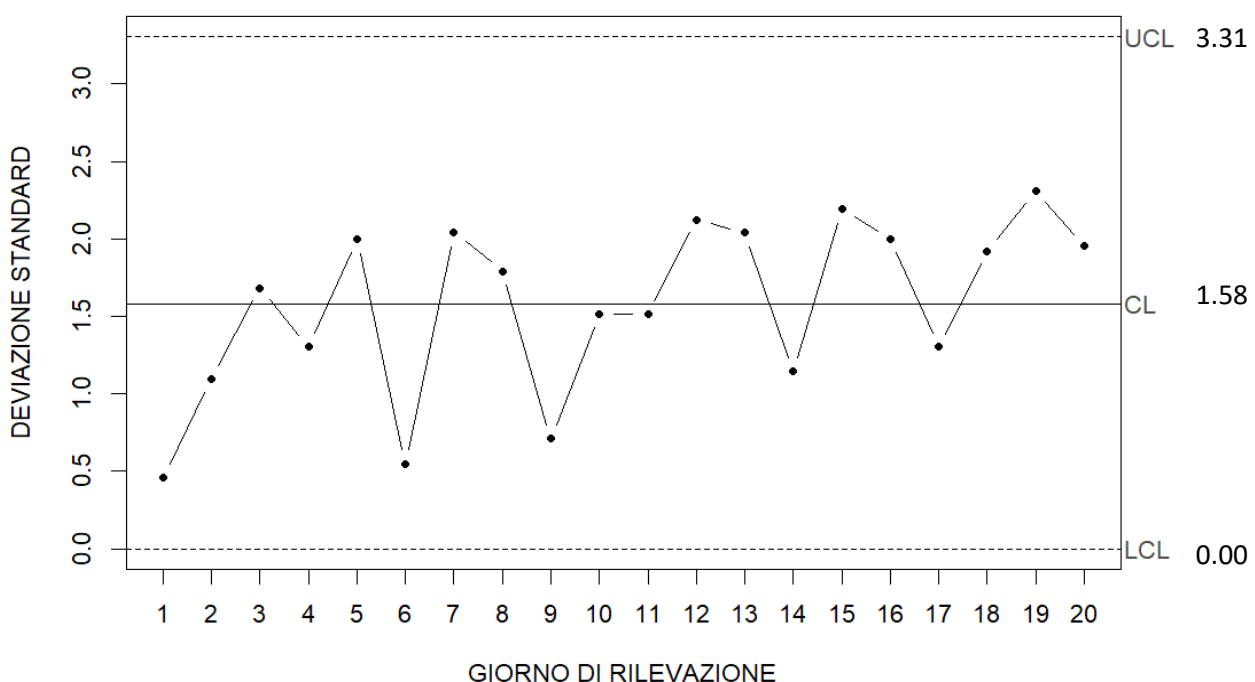


GRAFICO 4.6: CARTA S 2σ PER IL CONTROLLO DELLA VARIABILITA' DEL TEMPO DI ATTESA MEDIO GIORNALIERO

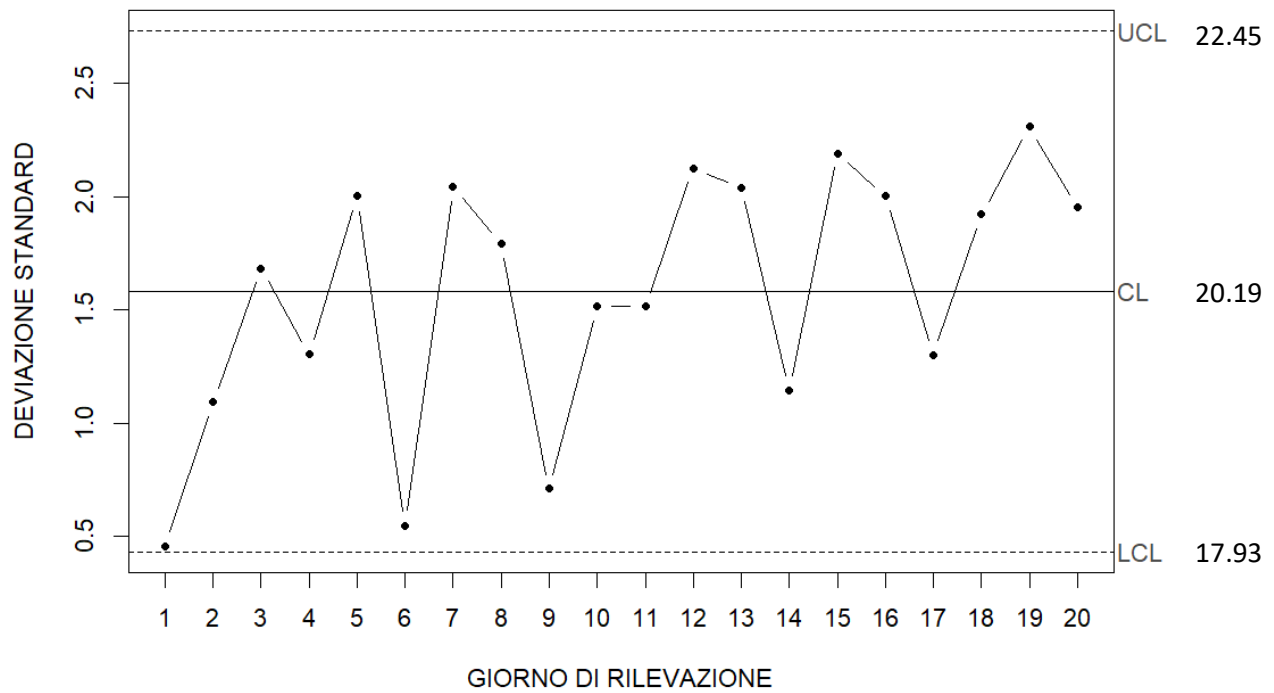


GRAFICO 4.7: CARTA X-BAR 3σ PER IL CONTROLLO DEL TEMPO DI ATTESA MEDIO GIORNALIERO

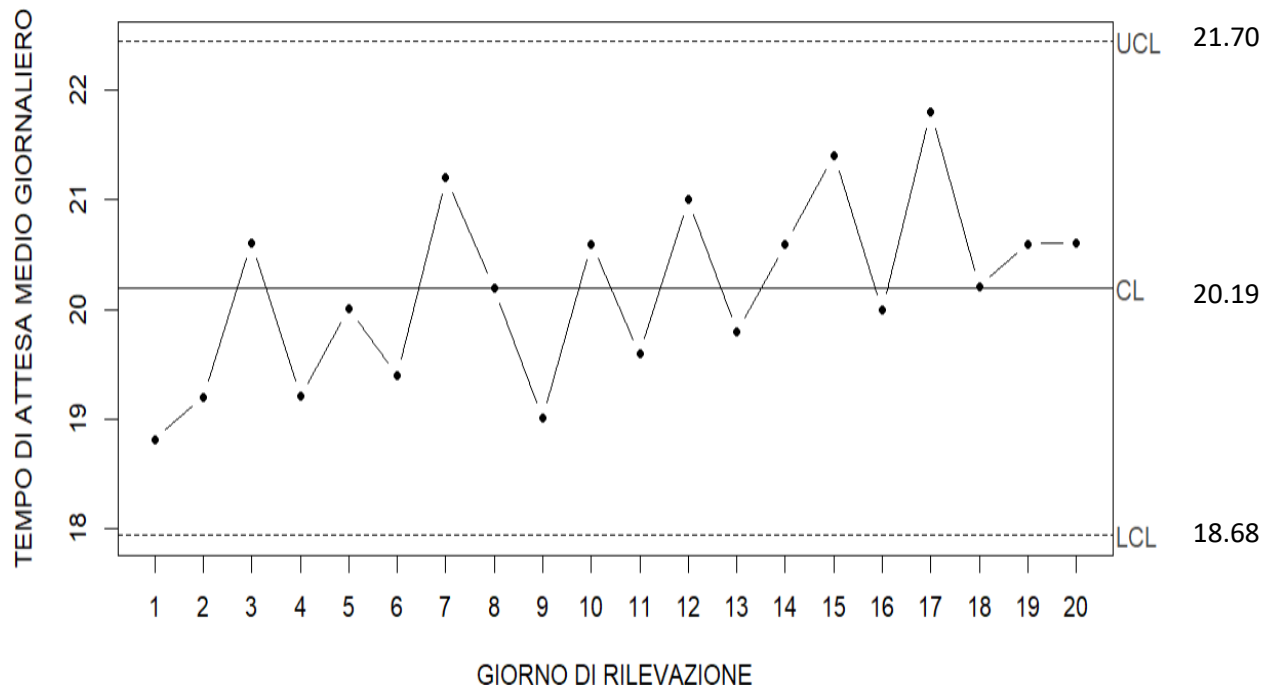
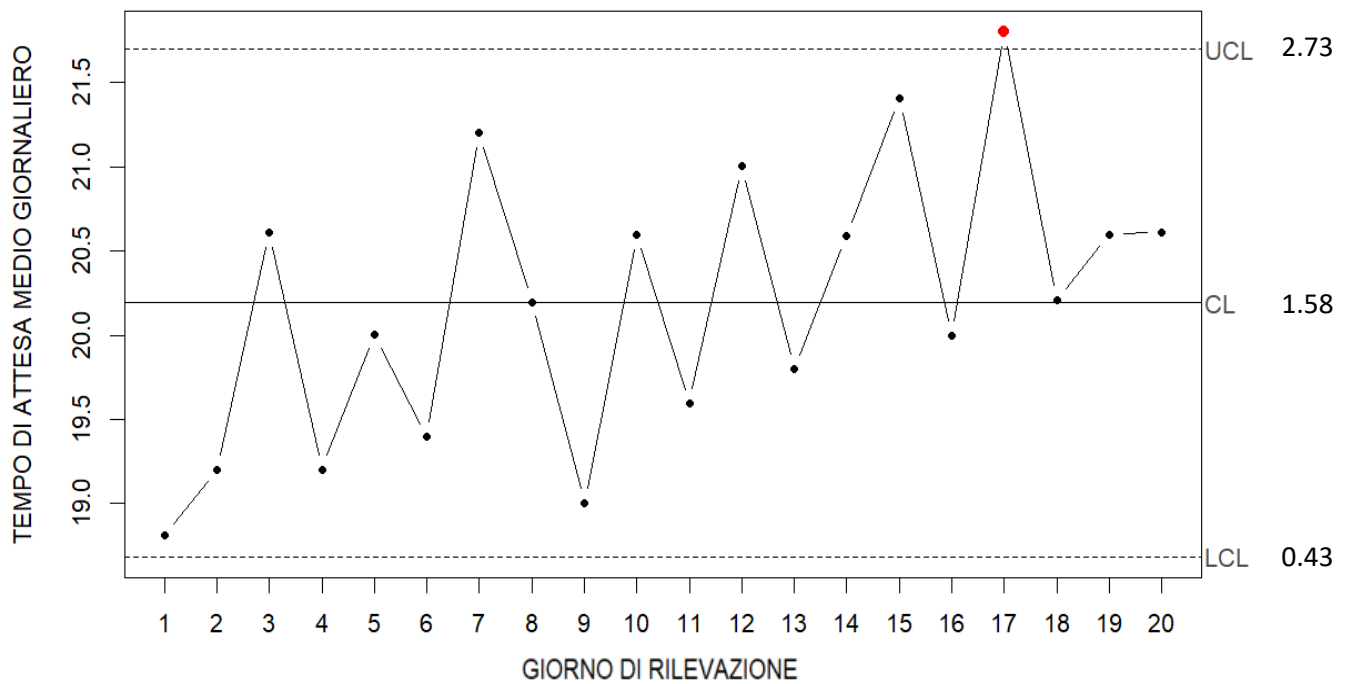


GRAFICO 4.8: CARTA X-BAR 2σ PER IL CONTROLLO DEL TEMPO DI ATTESA MEDIO GIORNALIERO



CONCLUSIONI

In linea generale i processi analizzati, riferiti all' ospedale San Michele di Caltanissetta, sono in controllo statistico. Alcuni valori ed evoluzioni particolari suggeriscono tuttavia la necessità di approfondire ulteriormente la natura dei processi stessi e ciò che li ha generati.