

Interrelazione stato pressioni. Benzene, Benzo(a)pyrene in RFI; sfornamenti della cokeria.

1. Dati disponibili

I dati che sono stati utilizzati per l'analisi sono quelli di benzene e di BaP acquisiti nella stazione RFI.

I dati sono disponibili come medie orarie per il benzene e come medie giornaliere per il BaP.

Per gli sfornamenti della cokeria si dispone di dati giornalieri dal 1 gennaio 2013.

L'intervallo di tempo considerato per l'analisi va dal 1 gennaio 2013 al 31 agosto 2015.

2. Statistica descrittiva

Le medie giornaliere degli inquinanti hanno la distribuzione tipica asimmetrica con una lunga coda sui valori alti.

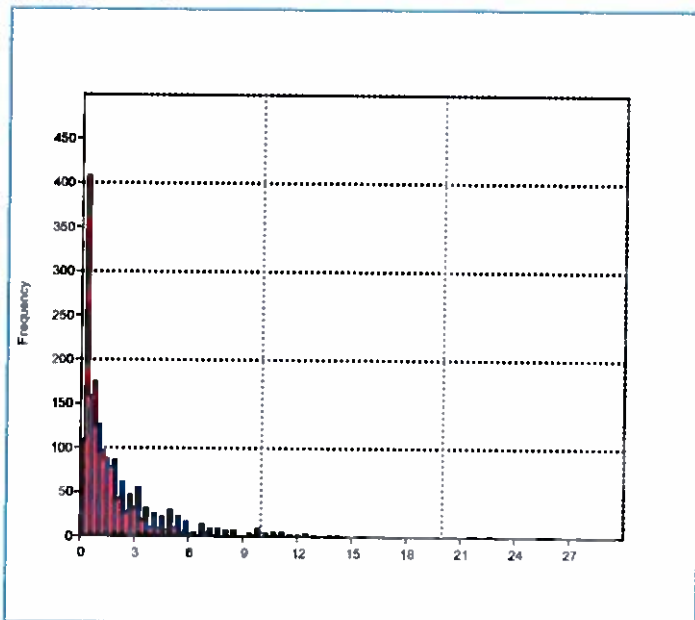


Figura 1: distribuzione delle medie giornaliere di benzene (blu) e di BaP (rosso) misurate in RFI.

Il passaggio ai logaritmi normalizza le distribuzioni. Le misure per il BaP al di sotto della soglia di sensibilità dello strumento comportano un picco al valore minimo rilevato.

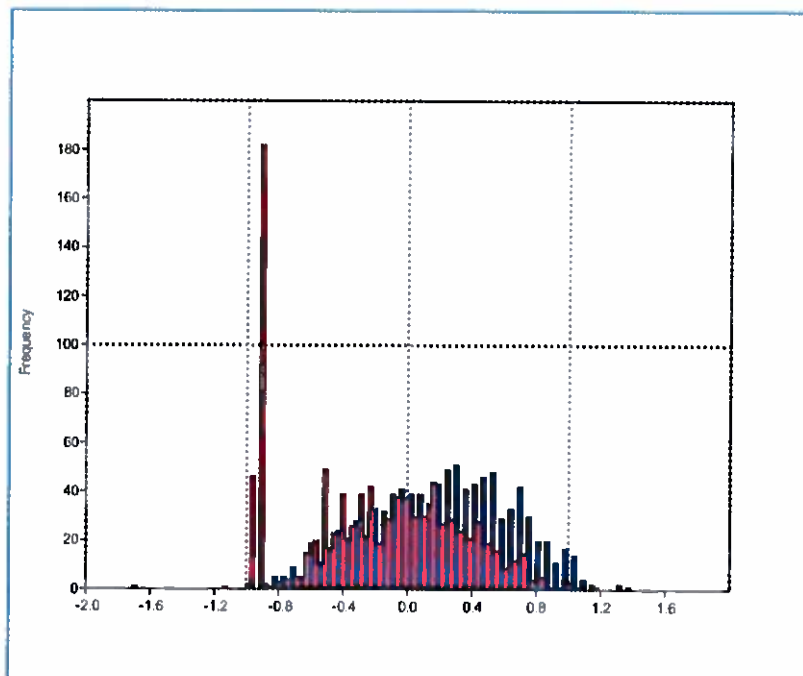


Figura 2: distribuzione logaritmica delle concentrazioni medie giornaliere di benzene (blu) e di BaP (rosso).

Per quanto riguarda gli sfornamenti giornalieri si rappresenta la distribuzione distinguendo i tre anni di dati disponibili. Si osserva la maggiore attività della cokeria nel 2013 e, come per l'altoforno, la ridotta attività nel 2014.

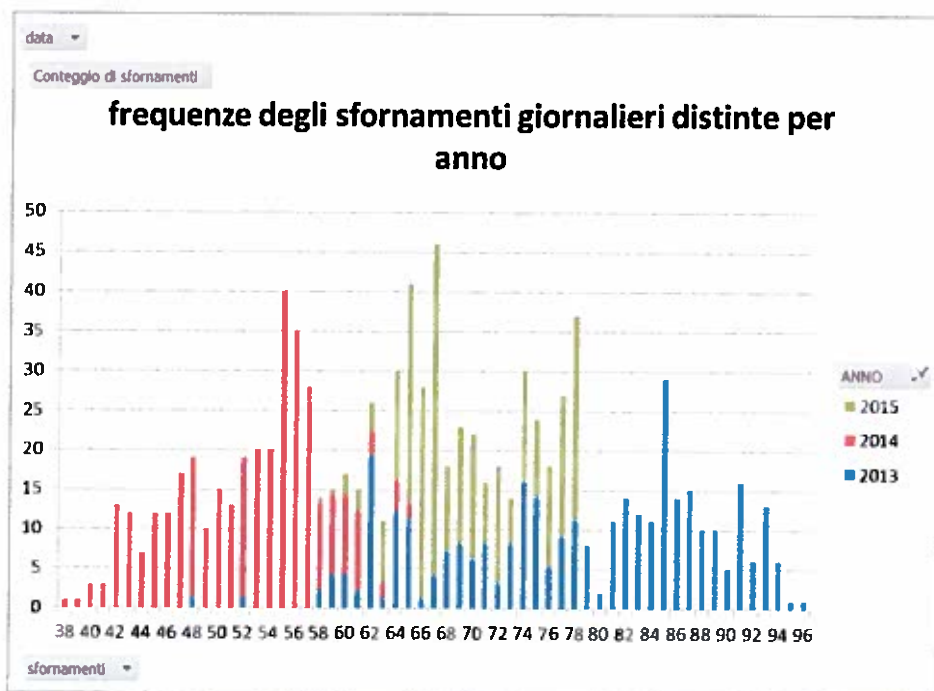


Figura 3: distribuzione del numero di sfornamenti giornalieri. Si osserva che nel 2014 anche l'attività della cokeria, come quella dell'altoforno, era ridotta

3. Analisi degli andamenti temporali e delle correlazioni

Per l'analisi delle correlazioni tra gli indicatori considerati si riportano gli andamenti temporali in un unico grafico calcolando anche le medie mobili a 30 giorni.

I coefficienti di Spearman sulle medie giornaliere denotano una buona correlazione tra i due inquinanti benzene e BaP. Non è altrettanto buona la correlazione con il numero degli sfornamenti giornalieri.

Si osserva che la media giornaliera degli inquinanti è un parametro molto rumoroso, soggetto a notevole variazione. Il fenomeno è visibile sia nel grafico degli andamenti temporali che nel grafico della correlazione tra le medie giornaliere dei due inquinanti considerati.

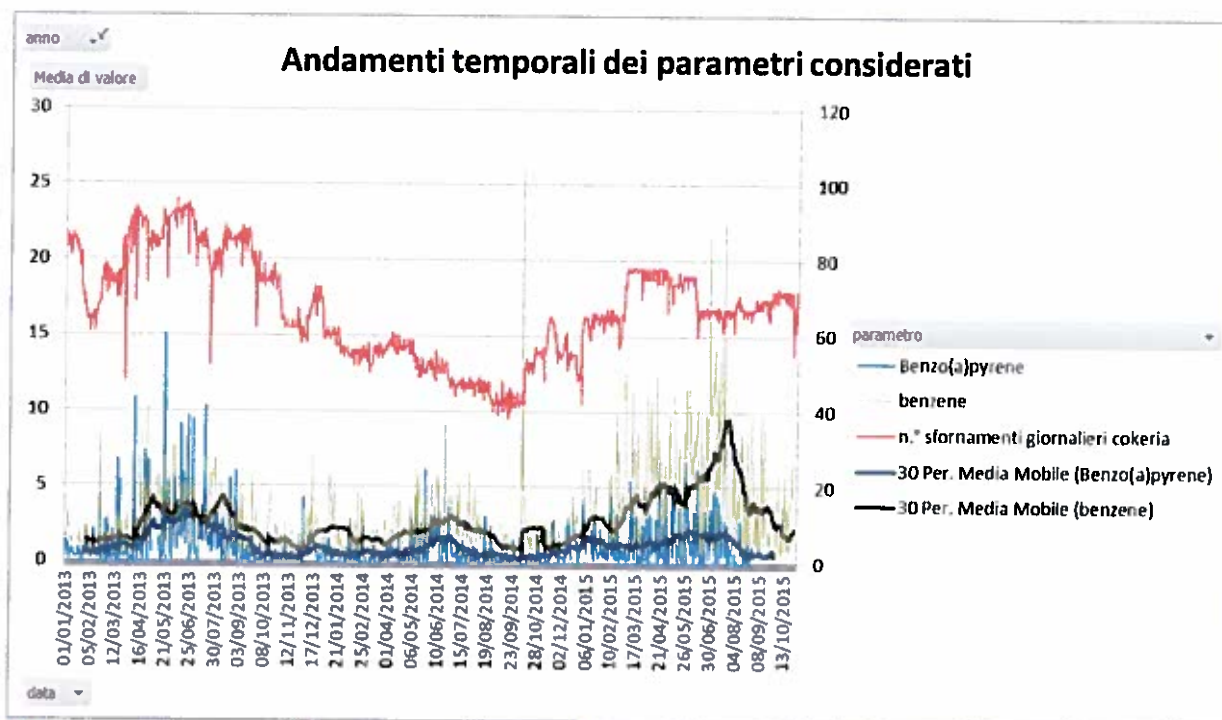


Figura 4: andamenti temporali dei parametri considerati: benzene (verde), BaP (blu), numero sfornamenti (rosso).

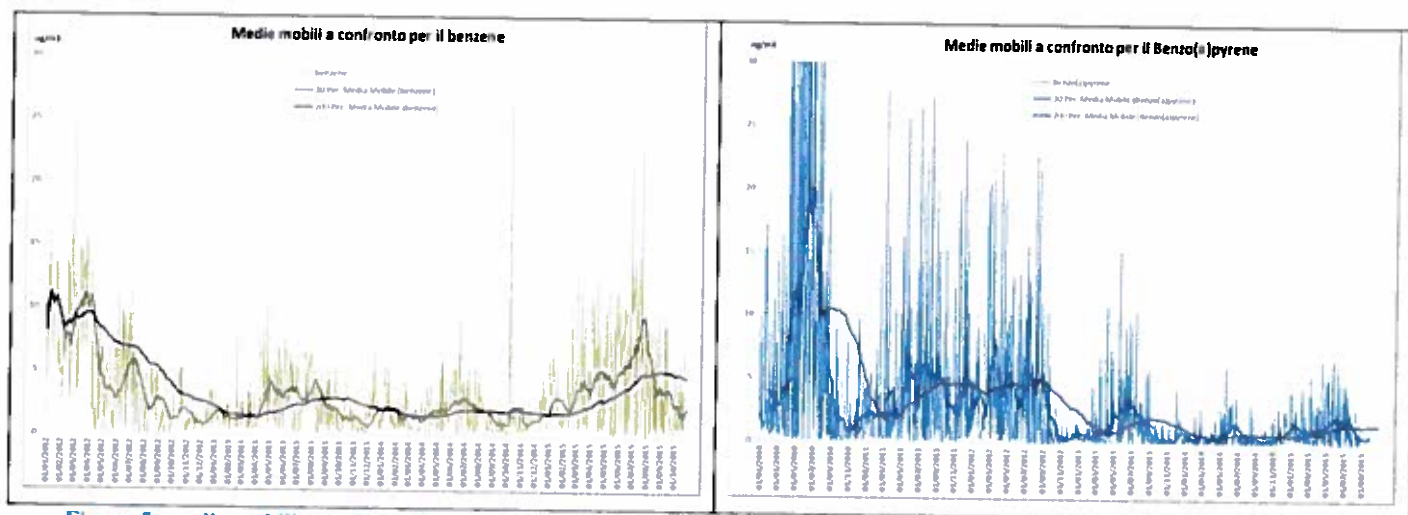


Figura 5: medie mobili veloci (30 giorni) e lente (200 giorni) per il benzene (pannello di sinistra in verde) e per il BaP (pannello di destra in blu)

Spearman_medie giornaliere	BaP	benzene	n.°_sf. Cokeria
BaP		0.753	0.216
benzene	0.753		0.207
n.°_sf. Cokeria	0.216	0.207	

Tabella 1: coefficienti di correlazione tra i parametri considerati

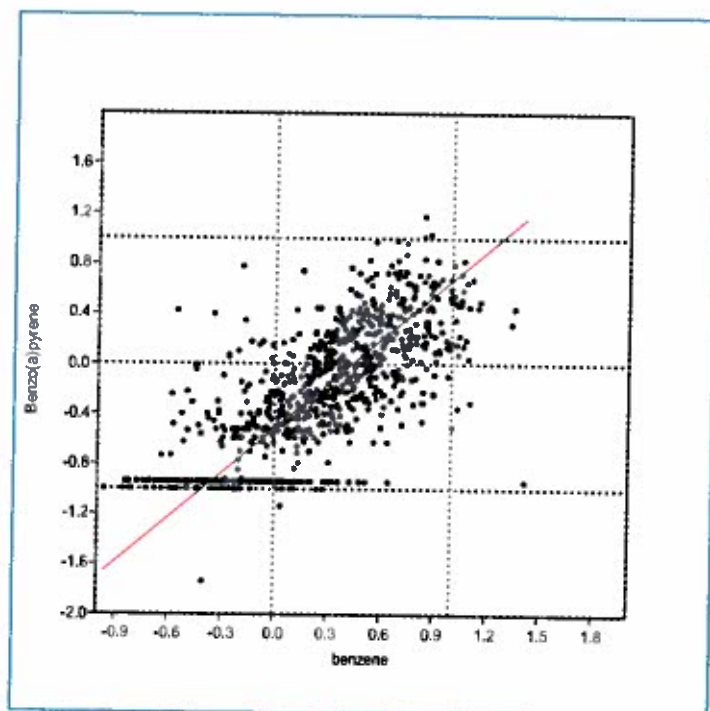


Figura 6: relazione lineare tra i logaritmi delle medie giornaliere di benzene e del BaP

Al fine di aumentare la statistica dei dati si raggruppano i giorni con lo stesso numero di sfornamenti e si calcolano le medie dei valori di benzene e di BaP (logaritmi delle concentrazioni) per ciascun gruppo.

Si riconsidera la relazione tra medie di benzene e di BaP per gruppi così elaborate e si ottiene una buona correlazione riportata in figura 7.

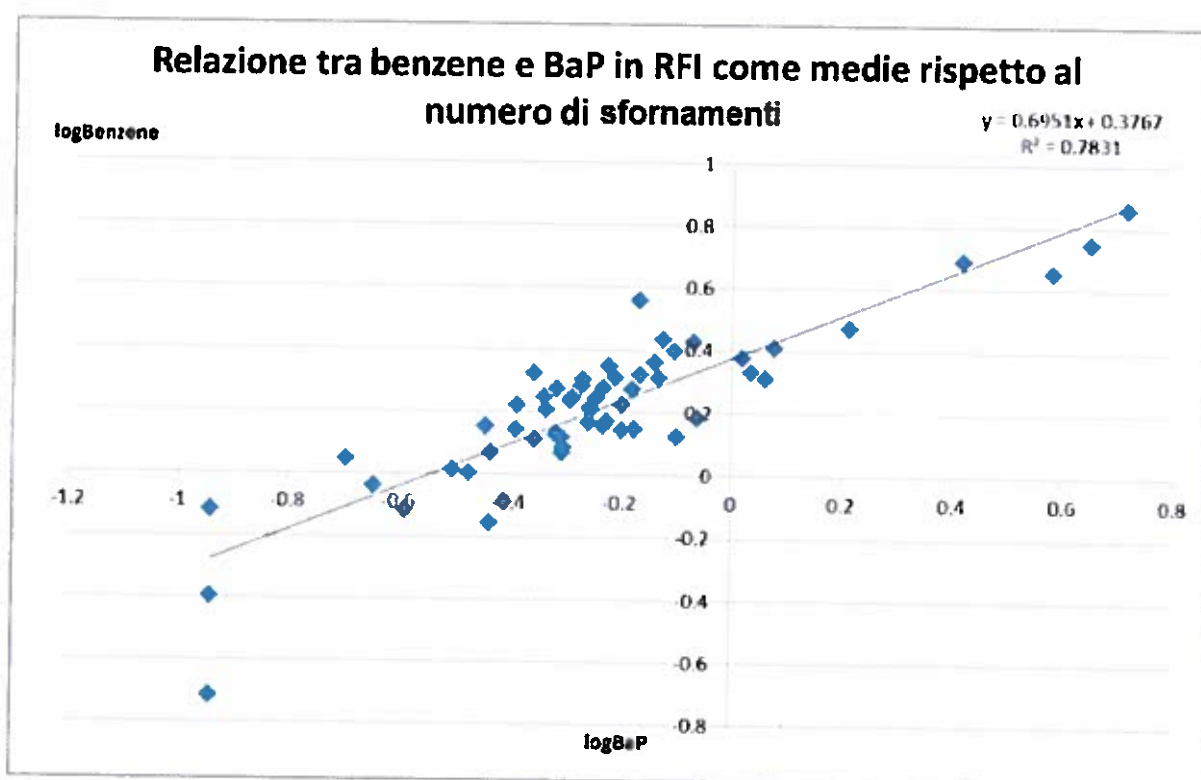


Figura 7: i dati disponibili sono stati analizzati in base al numero di sfornamenti giornalieri. Per ciascun valore del parametro "numero di sfornamenti" viene calcolata la media delle concentrazioni di benzene e di BaP e viene considerata la relazione tra queste. Si osserva che i due parametri sono correlati e la correlazione viene meglio esplicitata all'aumentare della statistica.

Per quanto riguarda la relazione con il numero di sfornamenti giornalieri, si riportano in un grafico le medie delle concentrazioni di benzene e di BaP per gruppi, in funzione del numero di sfornamenti. Si ottiene un andamento caratteristico sia per il benzene che per il BaP crescente per un numero di sfornamenti inferiori a 50, sostanzialmente costante per sfornamenti indicativamente tra 50 a 80 e di nuovo crescente per numero di sfornamenti giornalieri superiore a 80.

Gli andamenti possono essere efficacemente descritti utilizzando funzioni empiriche polinomiali di terzo grado.

Concentrazioni di benzene e BaP in funzione del numero di sfornamenti

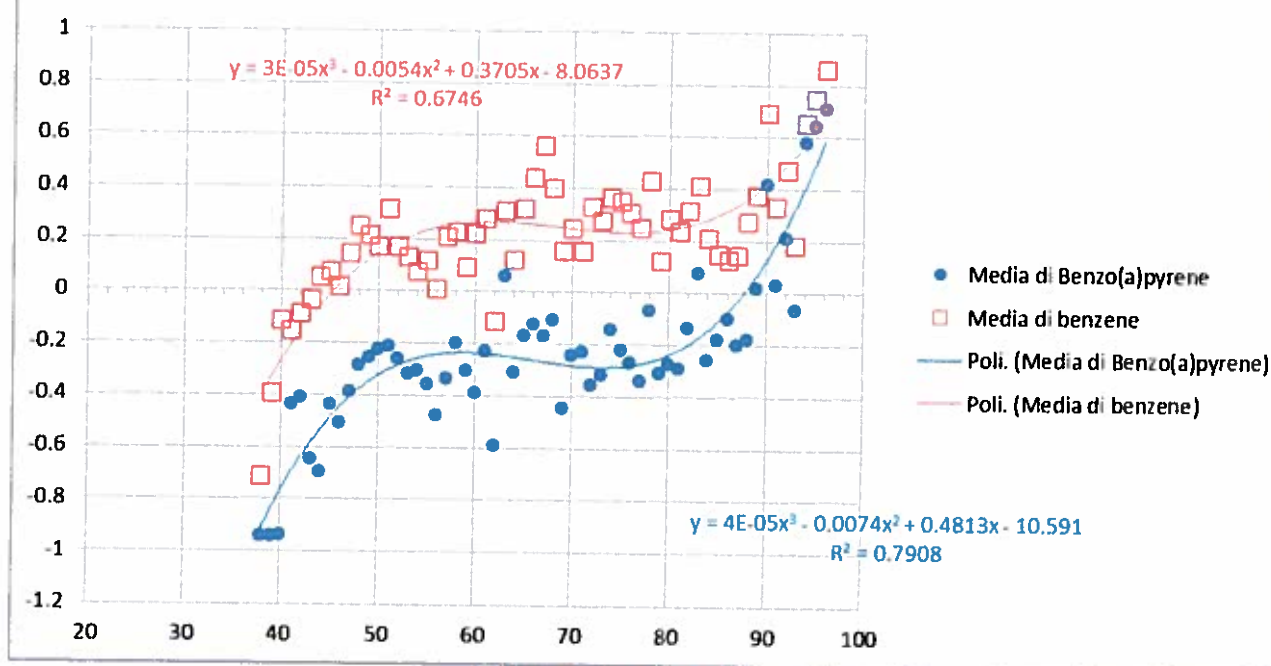


Figura 8: andamento delle concentrazioni medie, in logaritmo, di benzene (rosso) e BaP (blu) per numero di sfornamenti. Nel grafico vengono riportate anche le funzioni polinomiali utilizzate per descrivere gli andamenti.

L'analisi sui residui rispetto alle polinomiali utilizzate evidenzia una distribuzione normale ben centrata sullo zero con deviazione standard di 0.14 sia per il benzene che per il BaP, come riportato in tabella 2.

	Res. Log_benzene	Res. Log_BaP
N	59	59
Min	-0.381	-0.388
Max	0.303	0.308
Mean	-5.25E-08	4.92E-09
Std. error	0.019	0.019
Variance	0.020	0.021
Stand. dev	0.142	0.145
Median	0.015	-0.025
25 prcntil	-0.087	-0.072
75 prcntil	0.092	0.091
Skewness	-0.525	-0.095
Kurtosis	0.356	0.255

Tabella 2: analisi statistica univariata dei residui

Rispetto ai valori di riferimento per benzene (5 ug/m³) e per il BaP (1 ng/m³), corrispondenti rispettivamente a Log(benzene) = 0.699 e Log(BaP) = 0, il numero degli sfornamenti calcolati

applicando le polinomiali e considerando intervalli, rispetto alla media, di una deviazione standard, sono rispettivamente $94 \div 99$ per il benzene, $84 \div 90$ per il BaP.

Si osserva inoltre, come già evidenziato in figura 4 ed in figura 5, che le distribuzioni giornaliere dei valori sono molto disperse. Si riportano nel grafico sottostante i valori delle deviazioni standard delle distribuzioni per il BaP. Si evidenzia che anche per i casi di sfornamenti più numerosi la deviazione standard si attesta attorno a valori pari a 0.5.

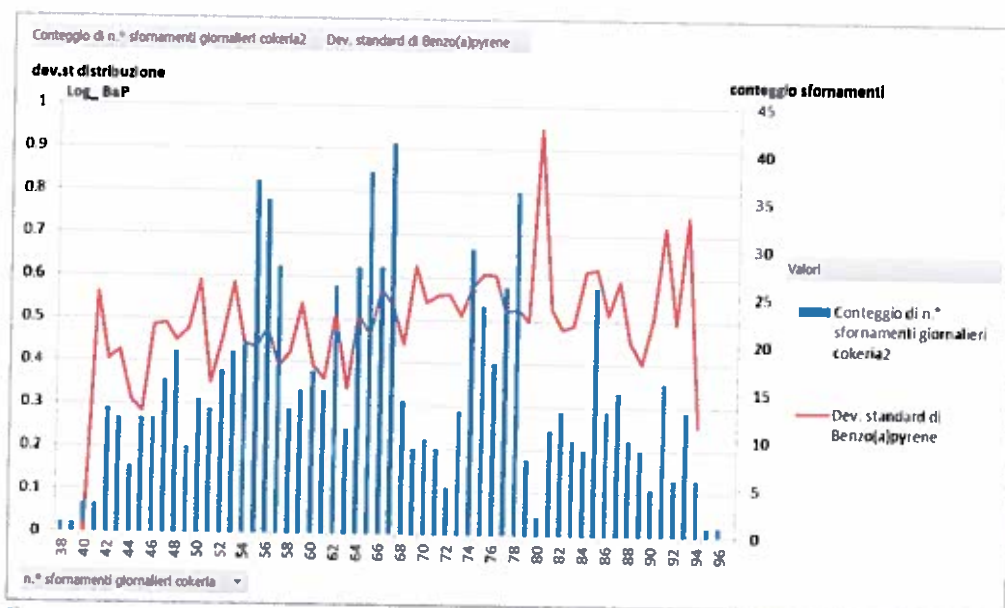


Figura 9: conteggio degli sfornamenti e valore della deviazione standard della distribuzione Log_BaP per ciascun gruppo.

4. Conclusioni

L'analisi della relazione funzionale di causalità tra numero degli sfornamenti giornalieri della cokeria e concentrazioni di benzene e benzo(a)pyrene misurate presso la stazione RF1 è stata condotta analizzando i dati disponibili dal 1 gennaio 2013 al 31 agosto 2015 ed utilizzando, per gli inquinanti, le medie giornaliere.

L'analisi effettuata evidenzia una forte correlazione tra i due inquinanti ed un andamento caratteristico di questi rispetto al numero di sfornamenti della cokeria. Le concentrazioni aumentano all'aumentare del numero degli sfornamenti per valori di questi indicativamente inferiori a 50 e superiori a 80. Per numero di sfornamenti giornalieri compresi in questo intervallo i valori di concentrazione per i due inquinanti sono sostanzialmente costanti.

Si osserva inoltre che i risultati ottenuti si basano su medie di dati giornalieri e che questi risultano molto dispersi attorno alla media.

Palmanova, 17 novembre 2015

P.O. CRMA
dott. Fulvio Stel

Il Responsabile della SOC
Pressioni sull'Ambiente
ing. Franco Sturzi