



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE
Dipartimento di Ingegneria e Architettura



Contenimento dell'impatto ambientale dell'altoforno della Ferriera di Servola

Ottobre 2015

Prof. Ing. Marco Boscolo

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. ANALISI DATI ESPLORATIVE DELLE CONCENTRAZIONI E DELLE DEPOSIZIONI DI POLVERI NELL'AREA DI SERVOLA.....	4
2.1 Deposizioni di polveri.....	4
2.2 Analisi dati di concentrazione.....	6
2.3 Relazione tra concentrazioni in aria di PM10 e deposizioni di polveri.....	8
2.4 Analisi del contributo meteorologico e delle sorgenti alle medie mensili	10
3. ANALISI DEI PARAMETRI DI MARCIA DELL'ALTOFORNO E DEGLI IMPIANTI ASSERVITI.....	11
3.1 Produzione di ghisa.....	11
3.2 Quantitativo medio di ghisa per operazione di colata	11
3.3 Numero medio di colate su base mensile	12
3.4 Numero medio di colate in campo di emergenza.....	12
3.5 Apertura delle Bleeders	13
3.6 Granulazione della loppa in condizioni di emergenza	14
4. RICERCA DELLE EVENTUALI CORRELAZIONI TRA I DATI DI DEPOSIZIONE E I PARAMETRI DI ESERCIZIO DELL'ALTOFORNO.....	15
4.1 Analisi spettrale	16
4.2 Relazione tra concentrazione di PM10, deposizioni e produzione di ghisa	19
5. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.....	21
5.1 Premessa	21
5.2 Aumento delle polveri totali sospese in via del Ponticello	21
5.3 Aumento delle polveri sottili in S. Lorenzo in Selva	22
5.4 Conclusioni	22
6. DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI AMBIENTALI	23
6.1 Premessa	23
6.2 Confinamento ed aspirazione del piano di colata	23
6.2.1 Finalità e descrizione dell'intervento	23
6.3 Aspirazione polveri emesse in prossimità della bocca di carica	24
6.3.1 Finalità dell'intervento.....	24
6.3.2 Confinamento e ed aspirazione della bocca di carica	25
6.3.3 Aspirazione localizzata sulla botola.....	26
6.3.4 Aspirazione alla base della tramoggia di caricamento	26
6.4 Aspirazione polveri su tutti i sistemi di movimentazione dei materiali di alimentazione dell'altoforno	27
6.4.1 Finalità	27
6.4.2 Nastro caricamento minerale	27
6.4.3 Sili minerale.....	27
6.4.4 Confinamento ed aspirazione del nastro caricamento coke	28
6.4.5 Aspirazione localizzata sili coke.....	29
6.5 Condizionamento del sinter	29
6.6 Limitazione delle colate in campo di emergenza	30
6.7 Limitazione del numero di colate durante la marcia controllata	30
6.8 Limitazione della marcia dell'altoforno.....	30
6.9 Clausola di salvaguardia	30



1. Premessa

La presente relazione viene redatta al fine di sottoporre alla conferenza di servizi AIA per la Ferriera di Servola una serie di interventi sia di carattere gestionale che impiantistico finalizzati al contenimento dell'impatto ambientale dello stabilimento, con particolare riguardo alle emissioni di polveri riconducibili all'esercizio dell'Altoforno.

A tal fine, dapprima si compendia quanto elaborato da ARPA FVG nella “*Analisi dati esplorative delle concentrazioni e delle deposizioni di polveri nell'area di Servola*” per prendere successivamente in considerazione i dati di esercizio dell'altoforno, correlandoli ai dati di polverosità esaminati.

Ad una fase di sintesi condotta nel penultimo paragrafo segue quindi l'individuazione di possibili misure di contenimento condotte in conclusione.

2. Analisi dati esplorative delle concentrazioni e delle deposizioni di polveri nell'area di Servola¹

2.1 Deposizioni di polveri

L'analisi dei dati di deposizione relativi alle misure mensili in autocontrollo nelle undici postazioni che circondano lo stabilimento (Figura 1), evidenziano con riferimento agli anni dal 2012 al 2013 una buona correlazione con la distanza dalla sorgente, indipendentemente dalla direzione implicata (Figura 2).

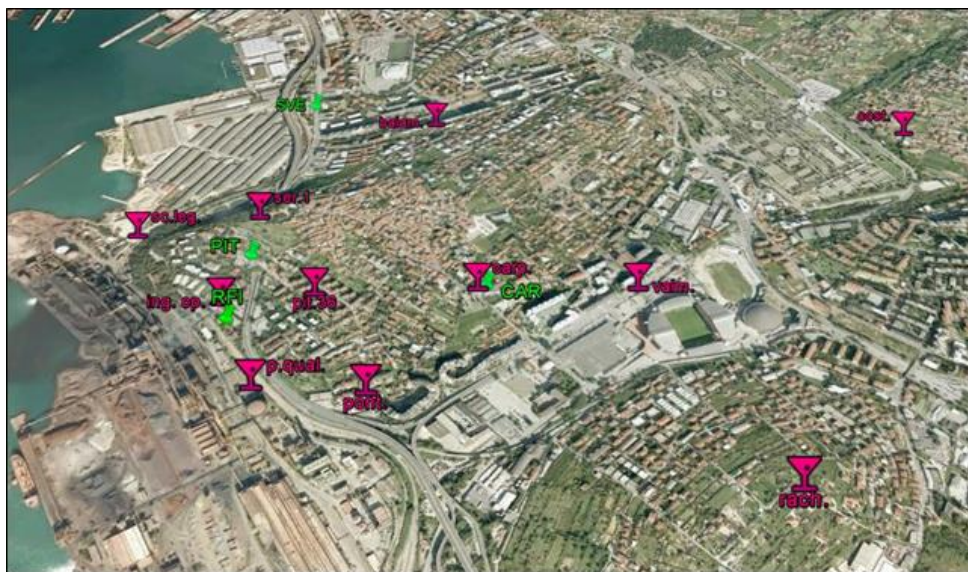


Figura 1 Planimetria dell'area prospiciente la ferriera di Servola con indicazione dei posizionamenti dei deposimetri (rosso) delle stazioni di misura in continuo (verde).

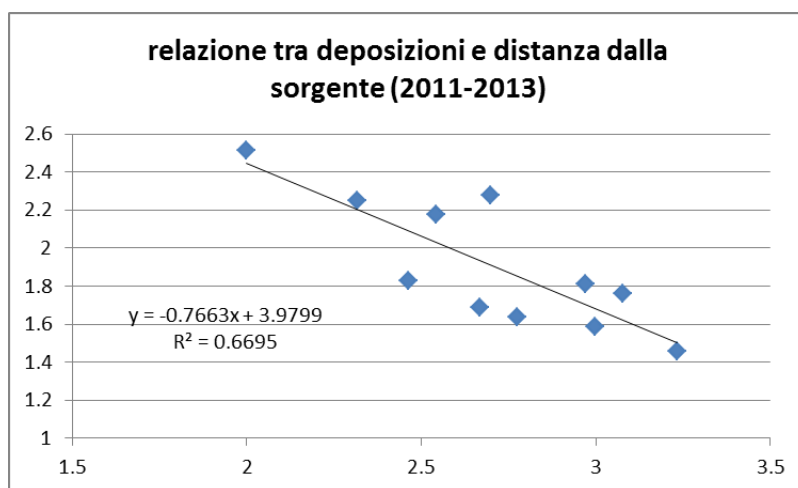


Figura 2 Dipendenza delle deposizioni dalla distanza dall'altoforno indipendentemente dalla direzione. Il grafico è del tipo log-log con in ascissa le distanze ed in ordinata le deposizioni mediate sugli anni.

¹ Il presente paragrafo costituisce una sintesi dell'omonimo capitolo della relazione "Analisi dati esplorative delle concentrazioni e delle deposizioni di polveri nell'area di Servola", di Arpa FVG.

In nel grafico di Figura 3 si riportano le medie annuali dei valori mensili di deposizione per le analisi in autocontrollo dal 2012 ad oggi. La considerazione del fatto che nel 2014 l'altoforno è stato caratterizzato da un lungo periodo di inattività, permette di evidenziare in “Palazzina Qualità” e in “Via del Ponticello” i deposimetri che risultano più sensibili all'influenza della sorgente. “Portineria Operai” e “Scalo legnami” risultano anche influenzati ma in misura decisamente minore.

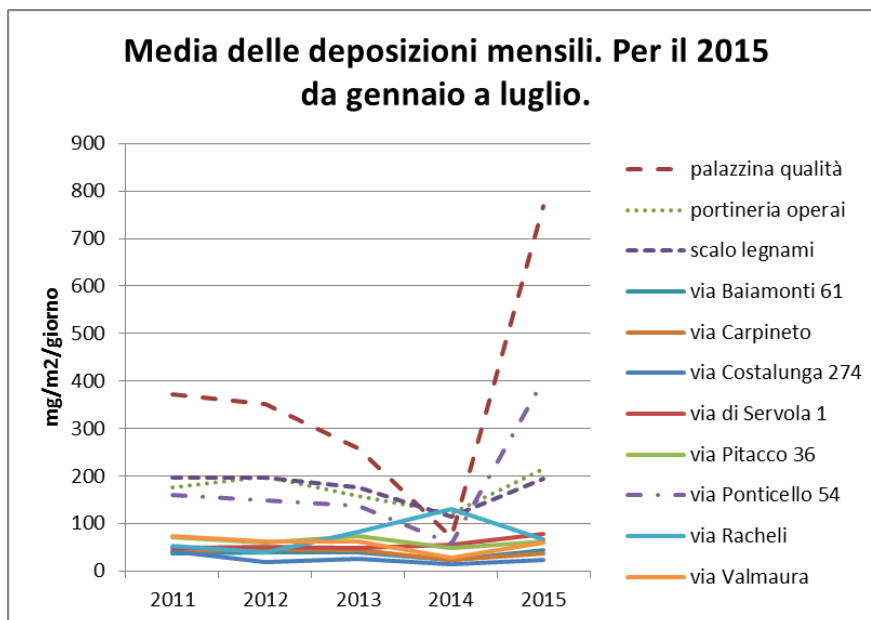


Figura 3. Medie annuali dei valori mensili di deposizione per le analisi in autocontrollo

I quattro deposimetri in precedenza richiamati sono quelli per i quali si misurano i valori maggiori di deposizione (Figura 4)

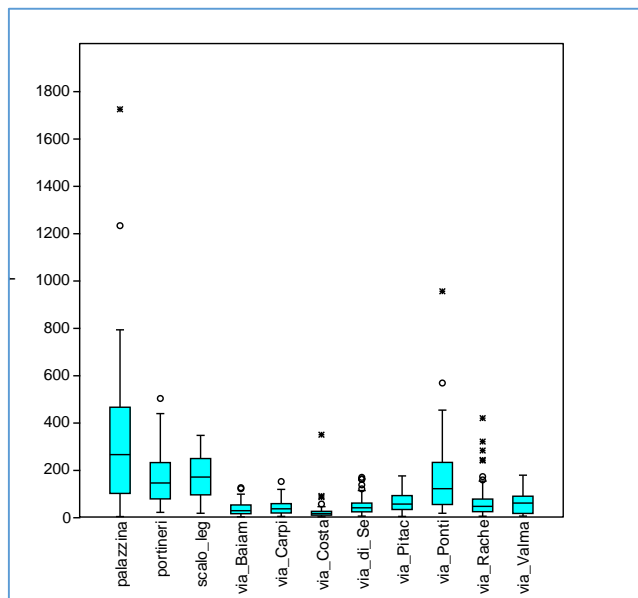


Figura 4. Box plot delle medie mensili dei deposimetri da gennaio 2011 a luglio 2015

Utilizzando i dati di deposizione medie mensili si è effettuata l'analisi per componenti principali (PCA), i cui risultati sono riportati in Figura 5. Emerge l'impatto di due effetti diversi in grado di discriminare “Palazzina qualità” e “Ponticello 54” da “Portineria operai” e “scalo legnami”

e verosimilmente riconducibili a due diverse sorgenti o ad una sorgente con diversa dipendenza meteorologica.

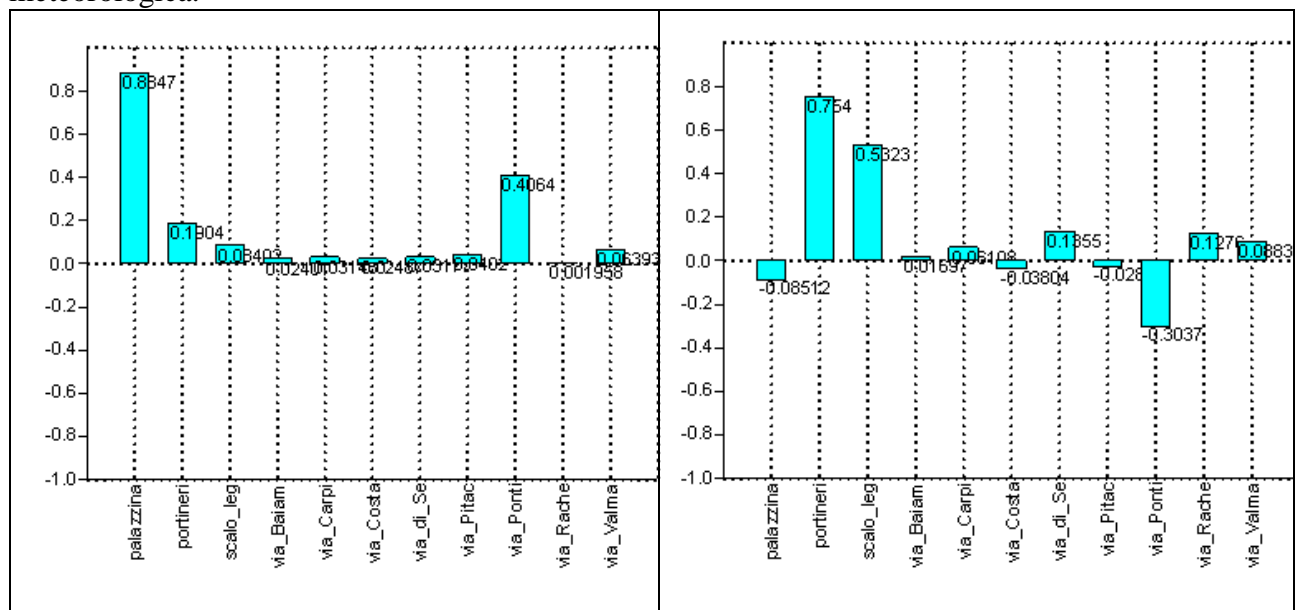


Figura 5. Pesì di ciascuna variabile sulle due componenti principali

2.2 Analisi dati di concentrazione

Analogamente a quanto effettuato per le deposizioni di polveri, si è indagata la relazione tra le concentrazioni di PM10 medie negli anni 2011-2013 e la distanza dall'altoforno. Pur in presenza di un numero di punti di misura limitato ed di una dipendenza marcata dall'orografia e dalle condizioni meteo, emerge un'ottima correlazione con la distanza dall'altoforno.

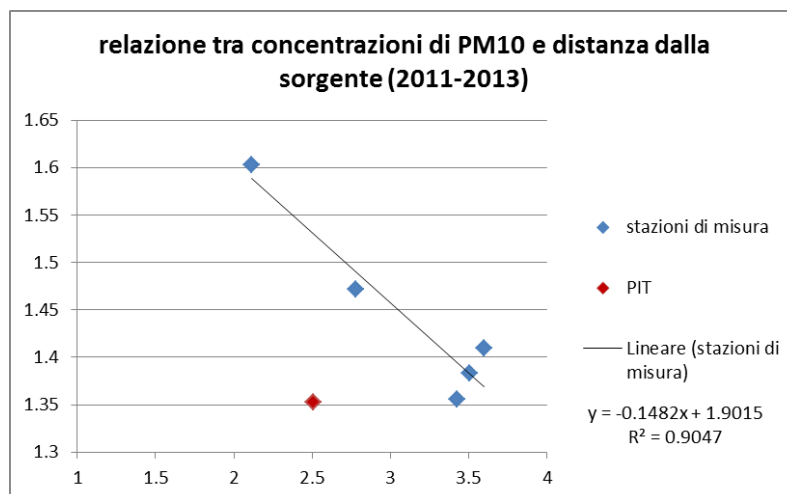


Figura 6. Relazione lineare tra distanza dall'altoforno (ascissa) e concentrazione di PM10, media dal 2011 al 2013, (ordinata) in un grafico log-log. Per il calcolo della linea di tendenza non è stata considerata la stazione di via Pitacco che viene riportata in rosso nel grafico.

Con gli stessi criteri adottati in riferimento alle deposizioni, si sono analizzate le concentrazioni annuali al fine di verificare la sensibilità alle emissioni della sorgente (Figura 7). Si osserva che la stazione di RFI è quella che meglio risponde alle emissioni della sorgente, facendo

registrare anche valori più elevati in tutti gli anni considerati. I valori registrati nelle altre stazioni non si distanziano dal fondo urbano (BAN) in genere più del 20% nei vari anni (Figura 8).

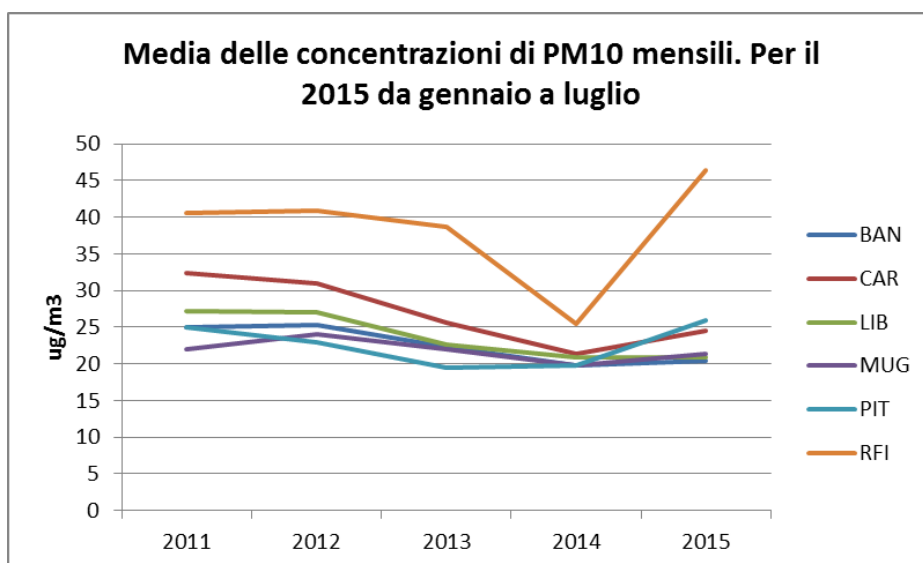


Figura 7. Andamenti delle medie annuali delle concentrazioni di PM10 calcolate per ciascuna stazione di misura in continuo.

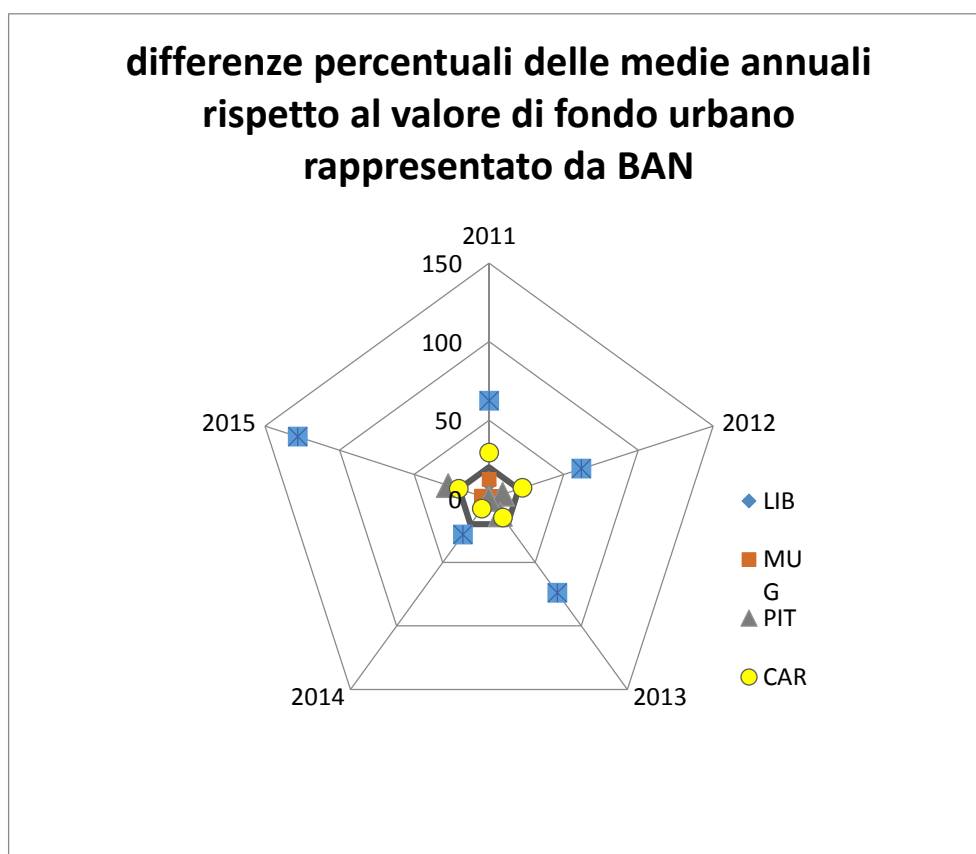


Figura 8. Rappresentazione grafica degli scostamenti percentuali in valore assoluto delle medie annuali di concentrazione di PM10 rispetto al valore di fondo urbano rappresentato dalla stazione di via Tor Bandena. Il 20% viene evidenziato per individuare l'area di rappresentatività di BAN.

L'analisi con il metodo delle componenti principali (PCA) delle medie mensili di concentrazione di PM10 dal gennaio 2011 ad agosto 2015 evidenzia una prima componente con i pesi molto simili tra tutte le variabili, che si interpreta con il contributo di fondo che in genere, per il PM10, è ubiquitario. La seconda componente delinea una sorgente che impatta principalmente su RFI e marginalmente su PIT (Figura 9).

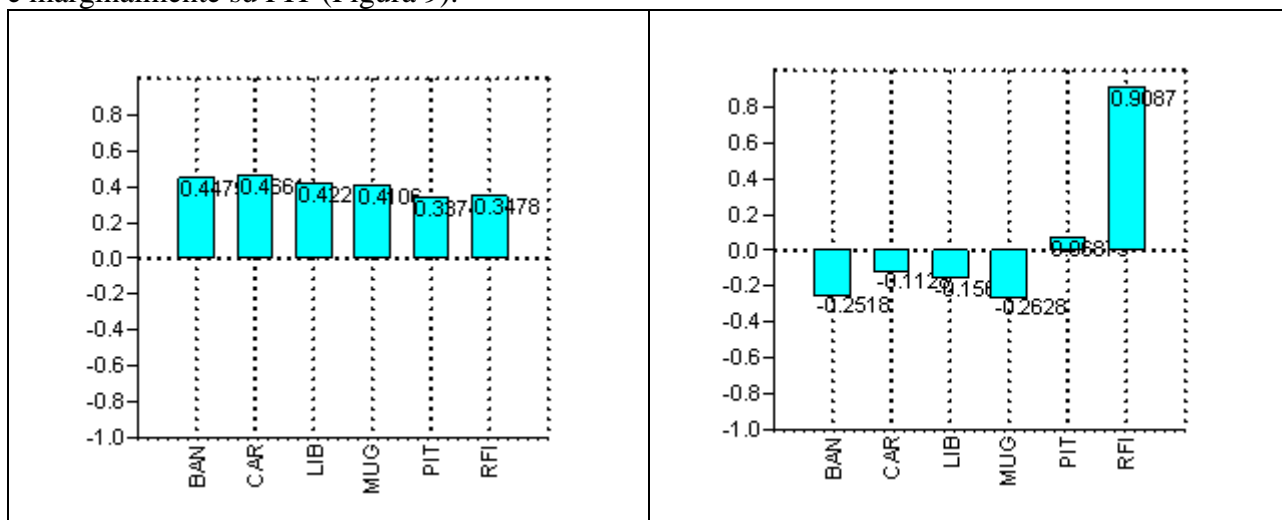


Figura 9 Pesi di ciascuna variabile sulle due componenti principali.

2.3 Relazione tra concentrazioni in aria di PM10 e deposizioni di polveri.

Al fine di evidenziare una possibile relazione tra concentrazioni in aria di PM10 e deposizioni, si sono analizzate le medie mensili calcolando i coefficienti di correlazione di Spearman. È emerso che i valori delle deposizioni che meglio correlano con RFI, considerata come stazione di misura rappresentativa dell'attività dell'impianto, sono quelli ottenuti da "Palazzina qualità" e "via Ponticello 54".

Si è già evidenziata, ai paragrafi precedenti, la dipendenza dei valori misurati nei due punti da un'unica sorgente che pertanto influisce anche in RFI.

È interessante notare che nonostante la prossimità di RFI al sito del deposimetro "portineria operai", non si ottiene una buona correlazione sulle medie mensili di polveri.

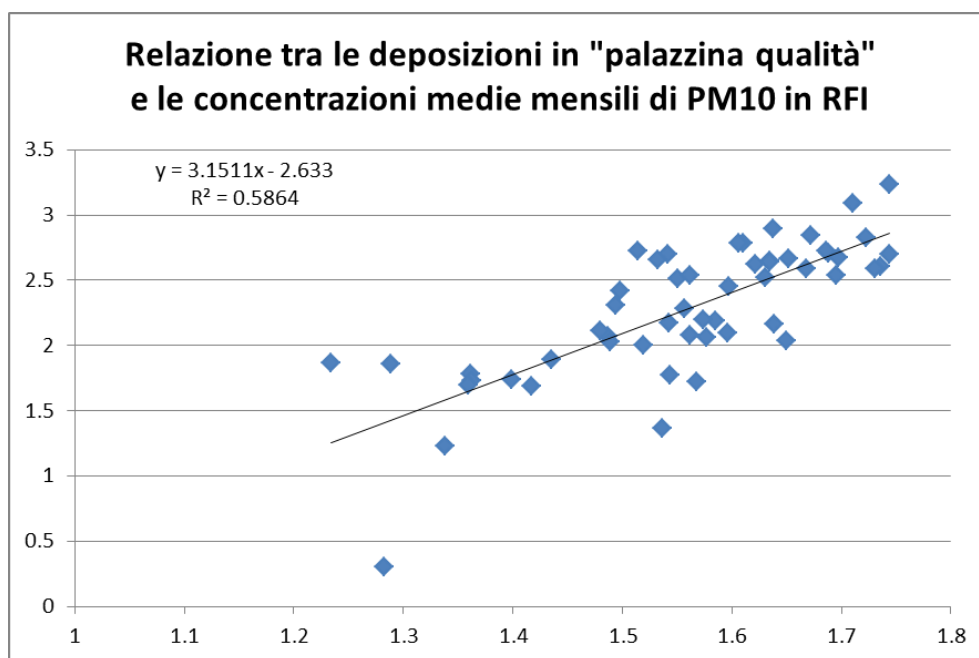


Figura 10 Relazione in grafico log-log tra le concentrazioni di PM10 in aria misurate in RFI (in ascissa) come media mensile da gennaio 2011 a luglio 2015 e le deposizioni mensili misurate nel sito "palazzina qualità" (in ordinata)

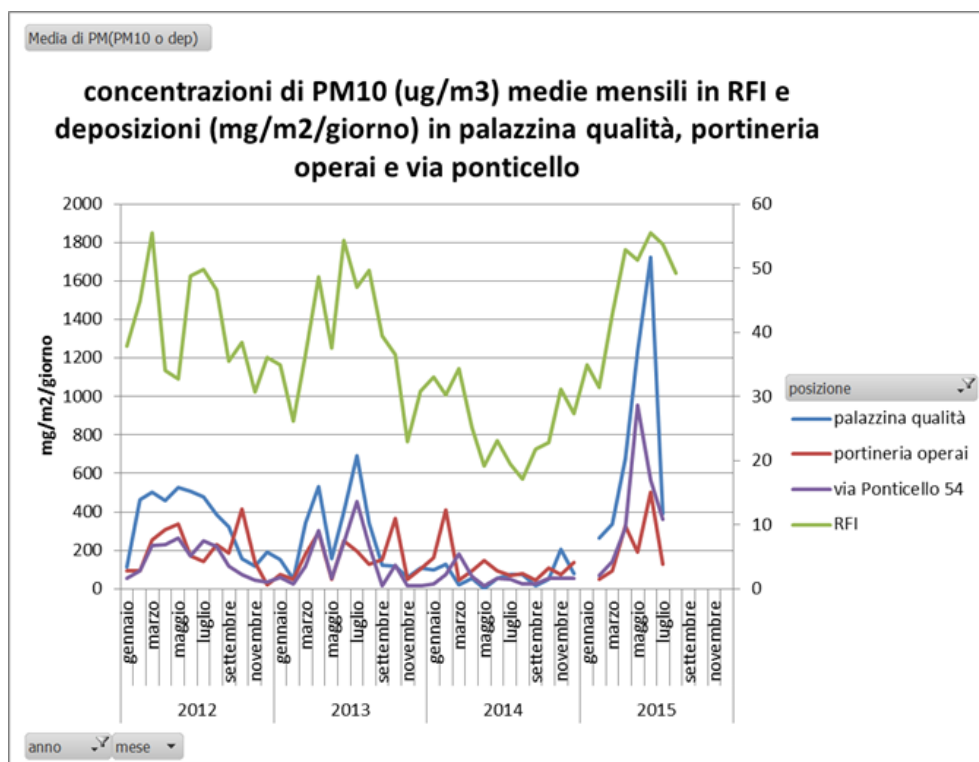


Figura 11 Concentrazioni di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mensili in RFI dal 2012 al 2015 (asse di destra) e deposizioni di polveri ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{giorno}$) in asse di sinistra per i punti "palazzina qualità", "portineria operai" e "via Ponticello 54".

2.4 **Analisi del contributo meteorologico e delle sorgenti alle medie mensili**

Per valutare contributo meteorologico alle concentrazioni ed alle deposizioni misurate, si sono considerati i dati di direzione del vento, in frequenza percentuale per ottante, ottenuti dalla stazione Molo Fratelli Bandiera dal 1995 al 2014.

I valori di PM10 nelle stazioni di rilevamento di Trieste sono maggiori nei mesi invernali e minori nei mesi estivi. Non così per RFI che è caratterizzata da un impatto specifico della sorgente in esame. Anche in questo caso si può osservare l'effetto 2014: in quest'anno RFI risulta allineata alle altre stazioni.

I coefficienti di correlazione di Spearman sono stati utilizzati per evidenziare eventuali dipendenze delle concentrazioni e deposizioni di polveri dalla direzione del vento. I punti di misura di interesse (via Ponticello, Palazzina qualità) si situano a est rispetto alla sorgente e pertanto nei mesi estivi si osserva un aumento delle concentrazioni misurate.

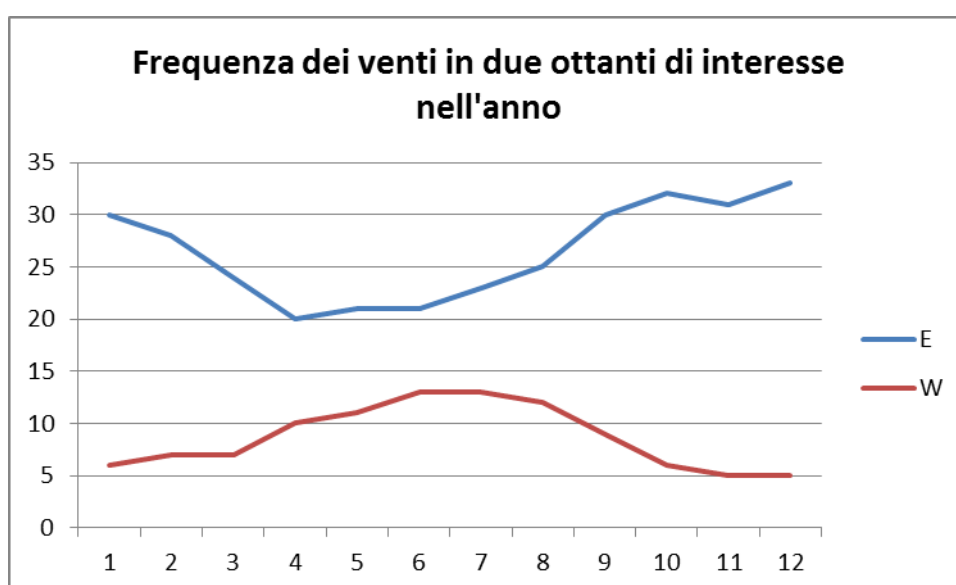


Figura 12. Andamento nell'anno della frequenza di venti da est e da ovest.

3. Analisi dei parametri di marcia dell'altoforno e degli impianti asserviti

3.1 Produzione di ghisa

L'altoforno della Ferriera di Servola ha subito nel 2014 un esteso intervento di manutenzione straordinaria che ha riguardato i principali componenti del sistema tra i quali la bocca di carica, la torre di granulazione della loppa, il sistema di raffreddamento del mantello e il refrattario, a conclusione dei quali la produzione della ghisa è ripresa il 26 settembre 2014. Dopo una fase di avviamento tutto sommato lenta, l'attività è entrata a pieno regime nel novembre 2014, attestandosi dapprima a circa 28.000 tonnellate al mese, per aumentare progressivamente fino alle attuali 38.000, in prossimità della massima potenzialità dell'impianto (Figura 13).

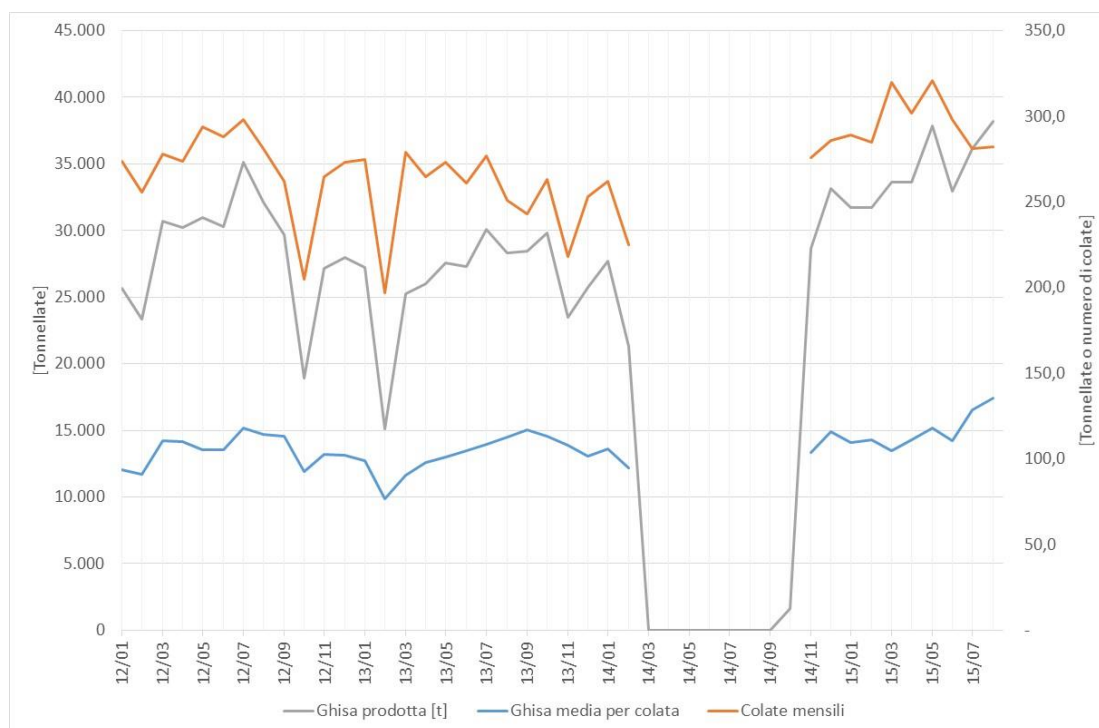


Figura 13 Produzione di ghisa su base mensile

Il conseguimento dei livelli di produzione in precedenza esposti ha richiesto una fase di messa a punto dell'impianto, ben descritta dall'evoluzione temporale dei principali parametri di conduzione di seguito considerati.

3.2 Quantitativo medio di ghisa per operazione di colata

In Figura 13 si riportano il quantitativo medio di ghisa prodotto per ciascuna colata e il numero di colate, unitamente alla produzione di ghisa su base mensile.

Relativamente al quantitativo medio di mensile di ghisa per colata, si osserva che tale parametro si mantiene fino a giugno 2015 sempre al di sotto di 117 t/colata, per portarsi negli ultimi due mesi dapprima a 127 t/colata e quindi a 136 t/colata. Emerge quindi un significativo incremento del quantitativo di ghisa spillata per ciascuna operazione di colata, reso possibile dal progressivo rinnovo del parco carri siluro circolanti, con adozione di mezzi di trasporto via via più capienti, secondo l'articolazione di Tabella 1.

Tabella 1 Composizione del parco carri siluro

Primavera estate 2015	Agosto 2015	Fine 2015
1 carro da 200 t	2 carri da 200 t	3 carri da 200 t
2 carri da 160 t	2 carri da 160	2 carri da 160
3 carri da 120 t	1 carro 120	

3.3 Numero medio di colate su base mensile

Per quanto attiene al numero di operazioni di colata su base mensile, si osserva che il suo andamento segue con buona approssimazione quello della ghisa prodotta, risultando ad esso direttamente proporzionale, salvo che per gli ultimi due mesi quando all'osservato aumento della produzione di ghisa non corrisponde un analogo aumento del numero di colate che, al contrario, si contrae. Ne consegue il contenimento delle operazioni di colata a valori prossimi a quelli degli anni precedenti (280 colate contro una media di 262) pur a seguito di un significativo aumento della produzione mensile (38.000 t contro una media di 27.000 t.). Tale risultato è evidentemente riconducibile all'aumento della quantità di ghisa per singola colata, secondo la dinamica in precedenza richiamata.

3.4 Numero medio di colate in campo di emergenza

In Figura 14 si riporta il grafico del numero di colate in campo di emergenza e del numero medio giornaliero di colate per gli ultimi quattro anni. Si osserva che prima della fermata dell'altoforno tale parametro si mantiene sempre al di sotto dei 15 eventi mese, seppur con una progressiva deriva verso valori crescenti nel periodo immediatamente precedente alla fermata. Successivamente al riavvio dell'altoforno, si nota un deciso cambiamento di comportamento, con il raggiungimento di valori anche molto elevati delle colate in campo di emergenza ed in almeno due casi doppi rispetto al periodo precedente. È interessante notare che tale circostanza si verifica in concomitanza dell'aumento del numero medio di colate giornaliere ed in particolare per valori superiori a 10.

Non è escluso, anche se il numero di osservazioni è troppo esiguo per poterne ricavare delle conclusioni attendibili, che il valore medio di 10 colate/giorno corrisponda ad un valore critico della capacità operativa del sistema, conseguente sia alle caratteristiche del parco carri siluro che alla disponibilità della macchina a colare.

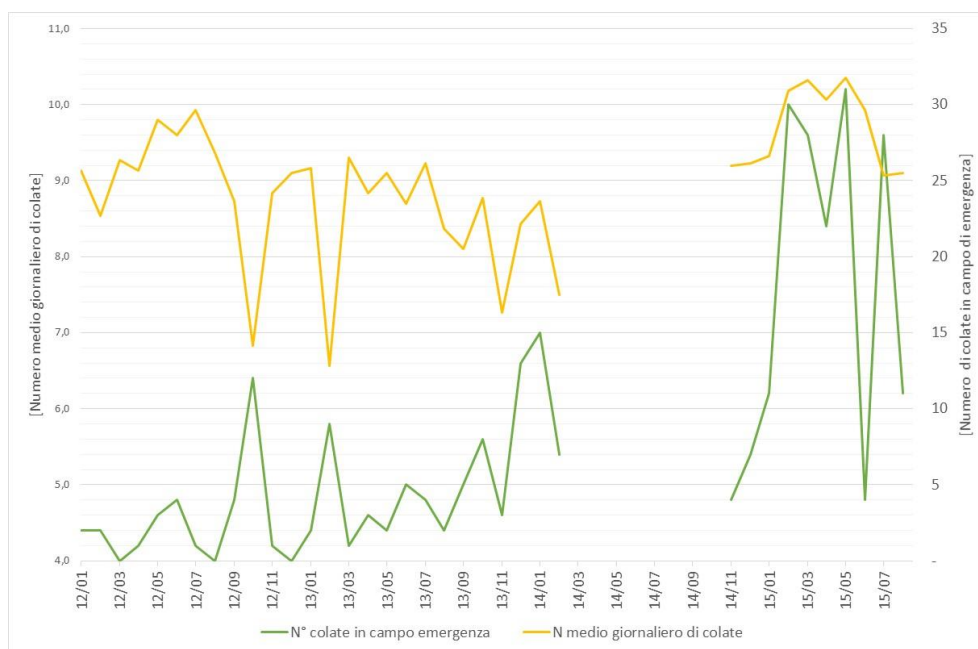


Figura 14 Colate in campo di emergenza

3.5 Apertura delle Bleeders

In Figura 15 si riporta il numero mensile di aperture delle valvole di sovrappressione dell'altoforno (*bleeders*), unitamente al quantitativo di ghisa totale colato. Pur a fronte dell'incremento di produzione in precedenza sottolineato, le aperture si mantengono su valori in generale pari o inferiori a quelli degli anni precedenti. Tale positiva circostanza è probabilmente da ricondursi all'ottimizzazione dei parametri di marcia ed in particolare al conseguimento di più elevati valori di permeabilità della carica.

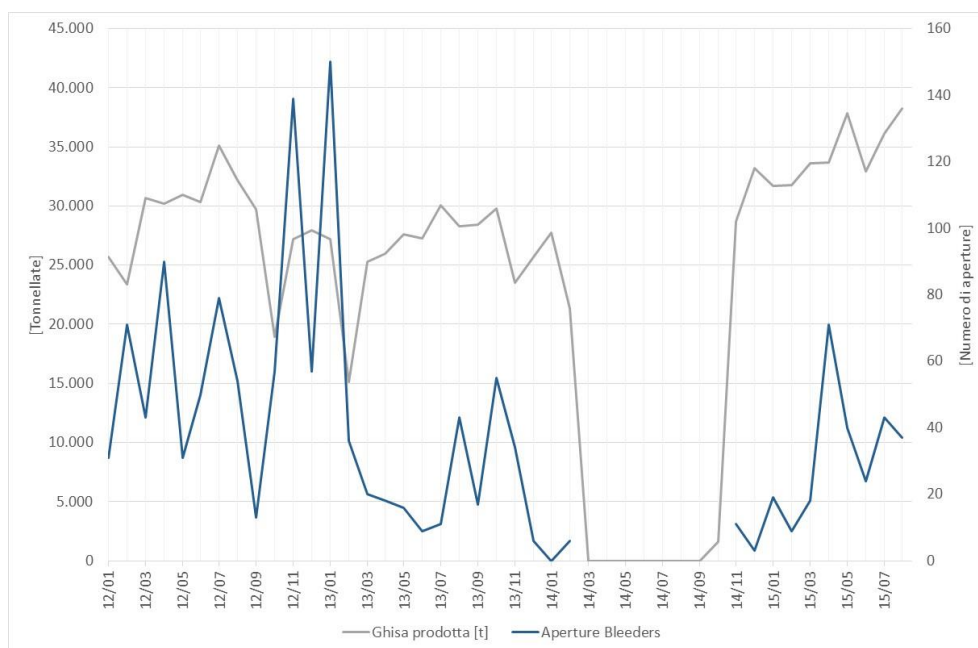


Figura 15 Numero di aperture delle Bleeders

3.6 Granulazione della loppa in condizioni di emergenza

In Figura 16 si riporta il numero di granulazioni della loppa in condizioni di emergenza. Emerge un andamento sofferto, direttamente riconducibile allo stato di manutenzione ed integrità della torre di granulazione. Il periodo di ripresa delle attività dell'altoforno è in genere caratterizzato da un numero molto limitato di eventi, salvo che nel dicembre 2014, probabilmente da ascrivere alle fasi di messa a punto iniziale.

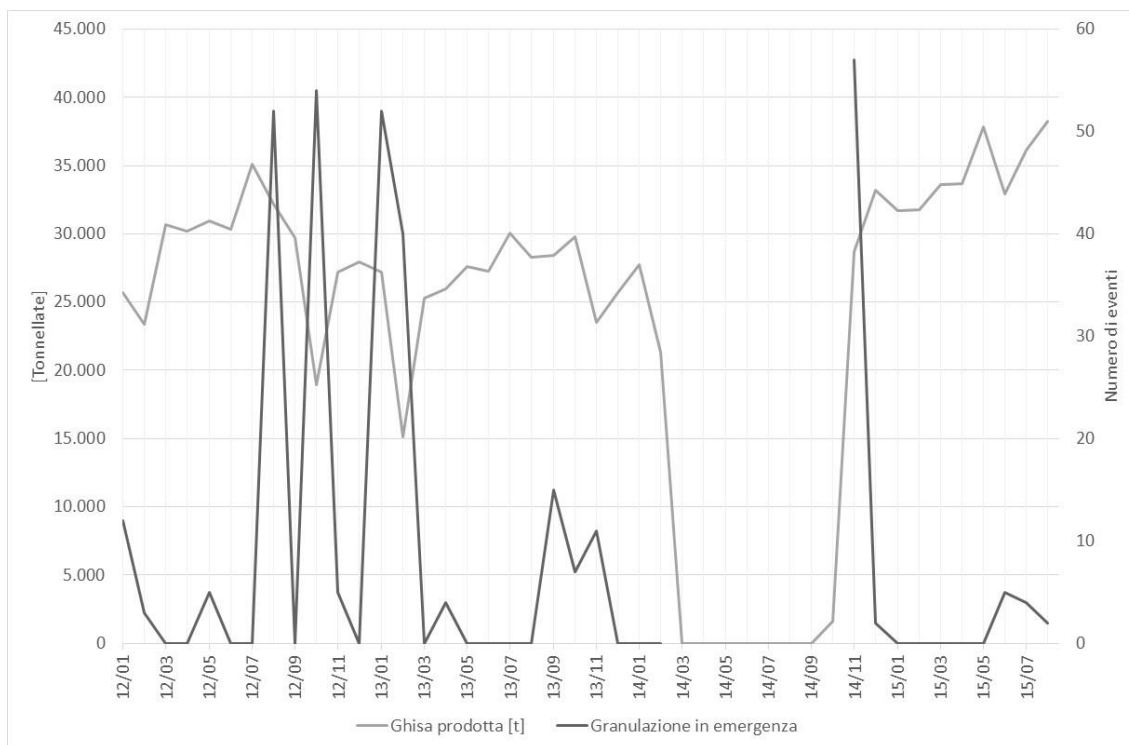


Figura 16 Granulazione della loppa in condizione di emergenza

4. Ricerca delle eventuali correlazioni tra i dati di deposizione e i parametri di esercizio dell'altoforno¹

Al fine di individuare le sorgenti principali di polveri che impattano sui punti di misura considerati, si sono analizzati i coefficienti di correlazione di Spearman calcolati tra le misure di polveri e le attività della sorgente.

Per la descrizione dell'attività della sorgente si sono utilizzati i seguenti parametri: il quantitativo di ghisa prodotta su base mensile (tonnellate), il quantitativo di ghisa colata in campo di emergenza (tonnellate), il numero di colate mensili, il numero di aperture delle bleeders, il numero di granulazioni in condizioni di emergenza.

L'analisi è stata effettuata distinguendo tra periodo invernale (ottobre – marzo) e periodo estivo (aprile – settembre) dal 2012 ad agosto 2015.

Tabella 2 Coefficienti di correlazione di Spearman tra punti di misura di interesse e parametri caratteristici dell'attività della sorgente e meteo in periodo invernale (ottobre-marzo) dal 2012 ad agosto 2015.

	RFI	Via Ponticello 54	Palazzina qualità
via_Ponticello_54	0.702		
palazzina_qualità	0.712	0.537	
Granulazione_in_emergenza	-0.031	-0.177	-0.094
Aperture_Bleeders	0.426	0.099	0.436
Colate_mensili	0.374	0.264	0.621
Ghisa_colata_in_campo _di_emergenza_[t]	-0.153	-0.188	-0.047
Ghisa_prodotta_[t]	0.271	0.112	0.463
N	0.477	0.608	0.313
NE	0.302	0.504	0.302
E	-0.379	-0.603	-0.334
SE	-0.377	-0.512	-0.299
S	-0.274	-0.576	-0.354
SW	0.394	0.676	0.310
W	0.394	0.676	0.310
NW	0.434	0.623	0.339
calma	0.209	0.306	0.276

Tabella 3 coefficienti di correlazione di Spearman tra punti di misura di interesse e parametri caratteristici dell'attività della sorgente e meteo in periodo estivo (aprile-settembre) dal 2012 ad agosto 2015.

	RFI	via_Ponticello_54	Palazzina qualità
RFI			
via_Ponticello_54	0.779		
palazzina_qualità	0.727	0.896	
Granulazione_in_emergenza	0.246	0.238	0.232
Aperture_Bleeders	0.619	0.573	0.639
Colate_mensili	0.725	0.816	0.850
Ghisa_colata_in_campo _di_emergenza_[t]	0.799	0.685	0.668
Ghisa_prodotta_[t]	0.725	0.743	0.691
N	0.139	0.365	0.319
NE	-0.281	-0.254	-0.248
E	-0.143	-0.336	-0.354
SE	-0.234	-0.345	-0.287

¹ Anche nel presente paragrafo, come già fatto in precedenza, si riporta una sintesi di quanto elaborato da ARPA FVG nella relazione "Analisi dati esplorative delle concentrazioni e delle deposizioni di polveri nell'area di Servola"

	RFI	via_Ponticello_54	Palazzina qualità
S	0.139	0.365	0.319
SW	0.149	0.280	0.321
W	0.328	0.274	0.211
NW	0.290	0.294	0.294
calma	0.011	0.298	0.274

Tabella 4. Coefficienti di correlazione di Spearman tra punti di misura di interesse e parametri caratteristici dell'attività della sorgente e meteo dal 2012 ad agosto 2015

Spearman medie mensili	RFI	via_Ponticello_54	palazzina_qualità
RFI			
via_Ponticello_54	0.786		
palazzina_qualità	0.821	0.832	
Granulazione_in_emergenza	0.068	-0.055	-0.003
Aperture_Bleeders	0.558	0.403	0.550
Colate_mensili	0.647	0.641	0.768
Ghisa_colata_in_campo_di_emergenza_[t]	0.379	0.279	0.339
Ghisa_prodotta_[t]	0.685	0.638	0.724

Coerentemente alle condizioni meteorologiche emerge che le correlazioni delle misure di polveri nei punti di interesse con le attività della sorgente sono maggiori nel periodo estivo. Nello stesso periodo estivo si evidenzia anche un contributo delle colate in campo di emergenza probabilmente dovuto alla frequenza dei venti da sud.

Durante tutto il periodo dell'anno si osserva una buona correlazione delle concentrazioni di PM10 in RFI con la ghisa prodotta e delle deposizioni in palazzina qualità e in via Ponticello 54 con il numero delle colate mensili.

4.1 Analisi spettrale

Il contributo delle condizioni meteorologiche (direzione del vento) alle concentrazioni ed alle deposizioni di polveri emerge anche dall'analisi dello spettro in frequenza della finestra di concentrazioni disponibile.

In Figura 17 si riporta il grafico ottenuto dall'analisi in frequenza. Oltre all'analisi dei segnali per i valori di concentrazione e deposizioni di polveri, si analizzano anche la produzione di ghisa e la direzione del vento da ovest – sud ovest. Si evidenzia che la frequenza che caratterizza la direzione dei venti, corrispondente ad un periodo temporale di 12 mesi, non si osserva nella produzione di ghisa mentre è presente per le concentrazioni e le deposizioni.

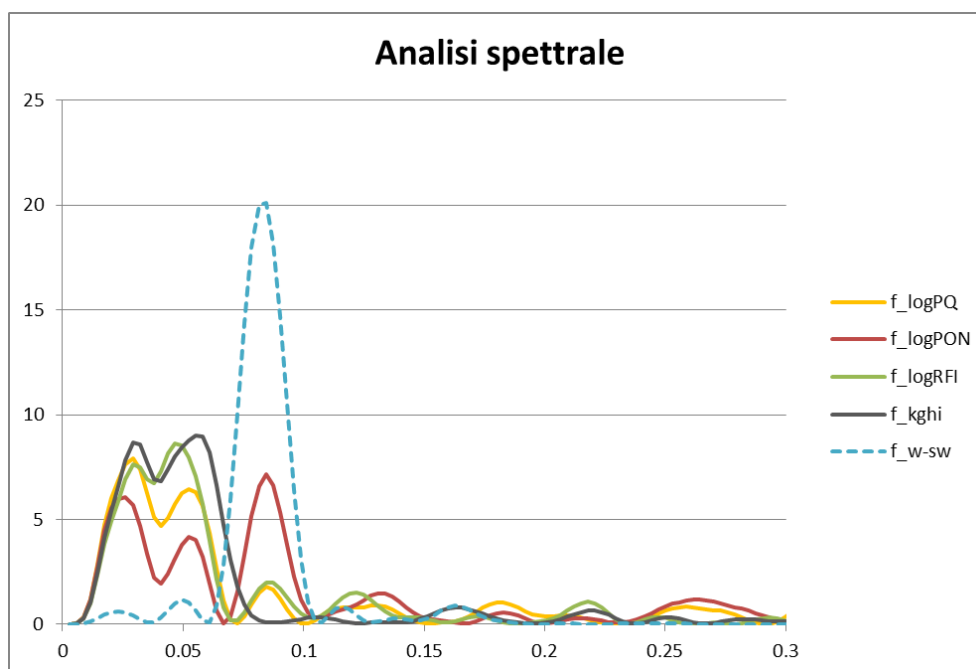


Figura 17 Analisi spettrale della concentrazioni di PM10 medie mensili in RFI e delle deposizioni nei siti “Palazzina qualità” (PQ) e “Ponticello 54” (PON), in trasformazione logaritmica. Nel grafico viene riportata anche l’analisi delle ktonnellate di ghisa prodotte mensilmente e le frequenze dei venti medie da ovest – sud ovest.

Si ipotizza che le deposizioni e le concentrazioni di polveri misurate in ciascun punto di misura siano dovute al prodotto di due fattori: uno dovuto alla sorgente (attività della ferriera) ed uno dovuto al meteo (direzione dei venti). Operando una trasformazione logaritmica i due contributi si sommano e, mediante l’analisi delle frequenze, filtrando sulla frequenza dei venti analizzata in Figura 17, è possibile incorporare le due componenti.

In Figura 18 si riporta il grafico con l’andamento delle due componenti e del totale in termini logaritmici presso il sito “palazzina qualità”. È interessante notare come il picco di deposizioni registrato in maggio e giugno 2015 in palazzina qualità sia da ascrivere sia ad un aumento della produzione che al concomitante contributo meteorologico.

In figura 20 si riporta l’andamento delle deposizioni in palazzina qualità in $\text{mg}/\text{m}^2/\text{giorno}$ ed il contributo dovuto alla produzione. Nel grafico si evidenziano anche i riferimenti relativi ai livelli di polverosità come indicati dalla Commissione di studio istituita dal Ministero della Sanità nel 1983.

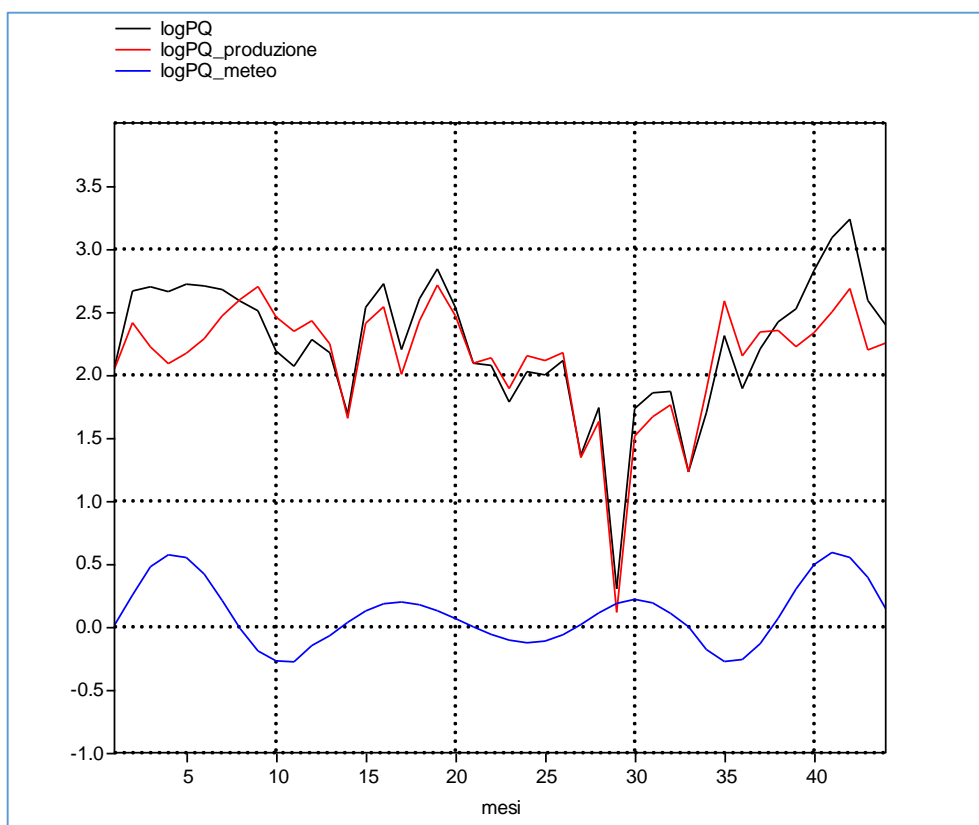


Figura 18. Contributi della componente meteo e di produzione alle deposizioni di polveri presso il sito di palazzina qualità.

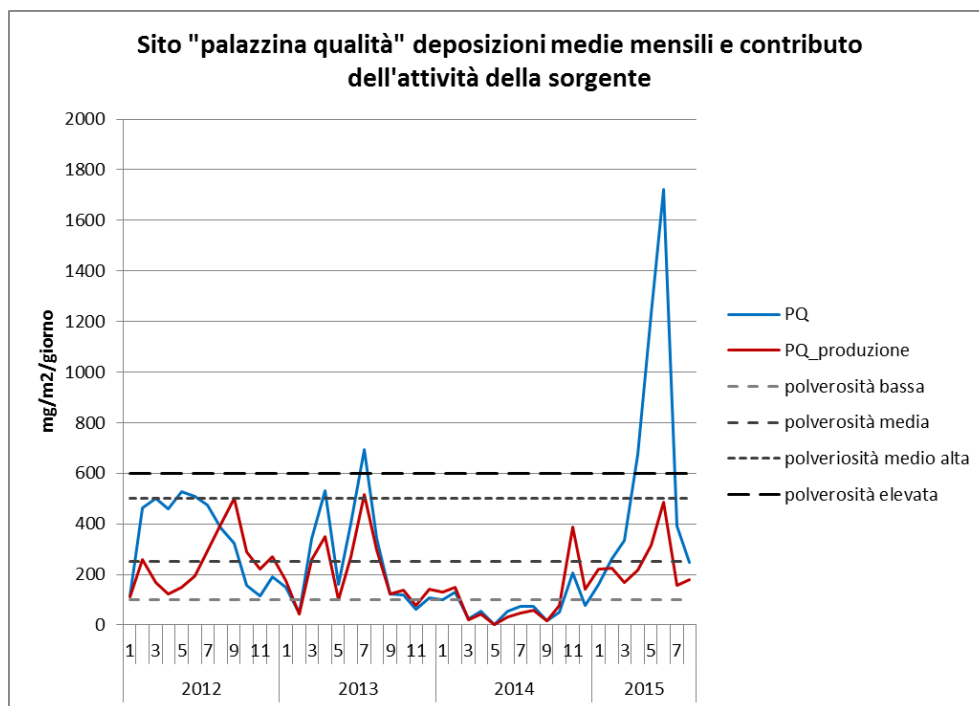


Figura 19. Sito palazzina qualità. Andamento nel tempo delle medie mensili delle deposizioni totali e del contributo dovuto alle attività della ferriera.

4.2 Relazione tra concentrazione di PM10, deposizioni e produzione di ghisa

Visto che il contributo meteorologico risulta avere un peso determinante per gli impatti nei punti di misura considerati, il quantitativo di polveri depositate e le concentrazioni mensili di PM10 vengono analizzati in funzione della produzione di ghisa scorrendo i tre mesi critici del periodo estivo (maggio, giugno e luglio) dal resto dell'anno (denominato per comodità in figura, anche se impropriamente, periodo invernale).

L'analisi viene condotta per il punto di misura RFI relativamente alla concentrazione di PM10, per il punto di misura "palazzina qualità" e per il punto di misura "via ponticello 54" per le polveri depositate.

Nelle figure vengono riportate le relazioni tra la produzione mensile di ghisa (ktonnellate) e i logaritmi delle concentrazioni e deposizioni misurate. Le relazioni ottenute vengono utilizzate per costruire gli istogrammi nei quali viene visualizzata la relazione tra la produzione di ghisa (kt) e alcuni livelli notevoli di concentrazioni di PM10 e di deposizioni.

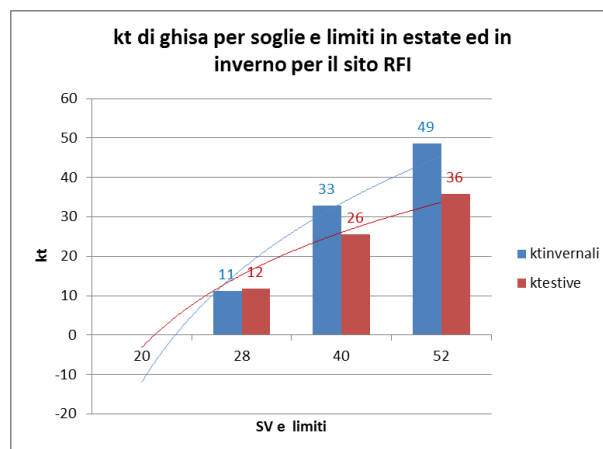
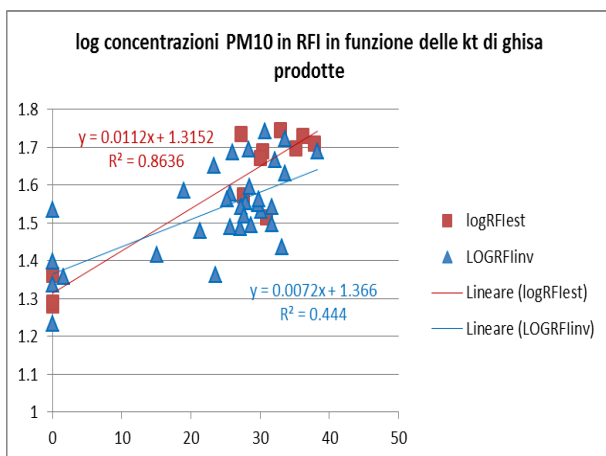
Per la scelta dei livelli notevoli delle concentrazioni di PM10 vengono utilizzati i seguenti parametri:

- la soglia di valutazione inferiore per la media annuale ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- la soglia di valutazione superiore per la media annuale ($28 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- il limite annuale ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- il limite annuale aumentato del 30% ($52 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Per le deposizioni vengono utilizzate le classi di polverosità indicate nel 1983 dalla Commissione istituita dal Ministro della Sanità:

- polverosità praticamente assente ($< 100 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{giorno}$),
- polverosità bassa ($100 \div 250 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{giorno}$),
- polverosità media ($251 \div 500 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{giorno}$),
- polverosità medio-alta ($501 \div 600 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{giorno}$),
- polverosità elevata ($> 600 \text{ mg}/\text{m}^2/\text{giorno}$).

Emerge che, in condizioni estive, per mantenersi entro un livello di *polverosità media* nel sito di Via del Ponticello, nelle attuali condizioni degli impianti la produzione di ghisa deve essere mantenuta al di sotto delle 34.000 t/mese.



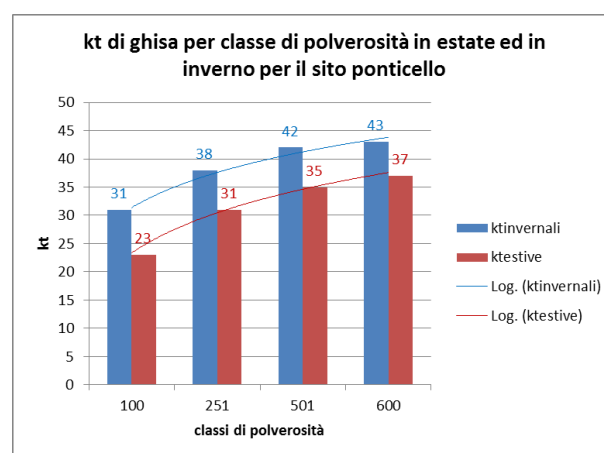
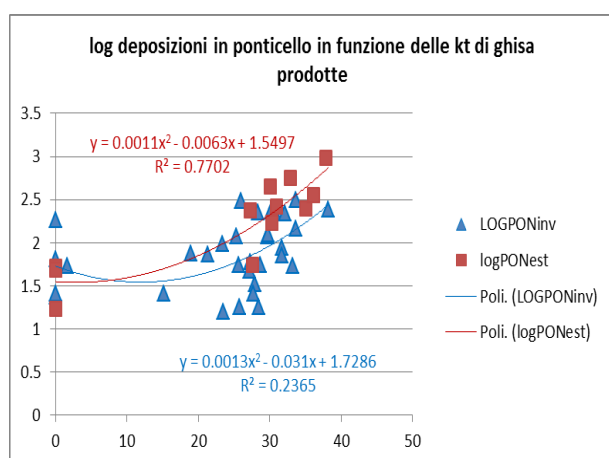
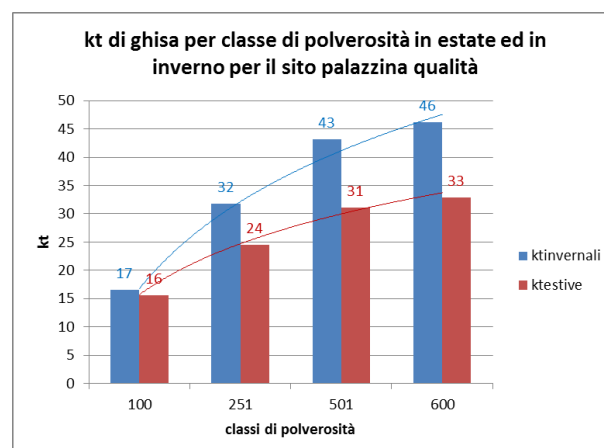
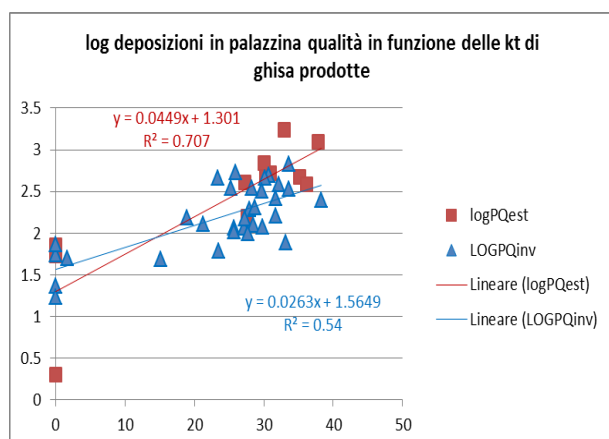


Figura 20. Relazione tra kt di ghisa prodotte mensilmente e polverosità nei tre punti di misura considerati.

5. Interpretazione dei risultati

5.1 Premessa

L'analisi in precedenza condotta ha evidenziato, per il periodo aprile-giugno 2015, l'acuirsi delle emissioni diffuse di polveri provenienti dall'altoforno registrate in termini di PM10 dalla centralina di *S. Lorenzo in Selva* e in termini di polveri sedimentabili dai deposimetri di *Palazzina Qualità* e *Via del Ponticello*, con valori massimi di deposizione più che doppi rispetto al massimo degli anni precedenti.

Sono inoltre emerse delle buone correlazioni tra le polveri sottili rilevate in *S. Lorenzo in Selva* e la produzione di ghisa mensile nonché tra le polveri totali sedimentate nei deposimetri di *palazzina qualità* e *via del Ponticello* e il numero totale di colate.

5.2 Aumento delle polveri totali sospese in via del Ponticello

Appare interessante notare che la maggior deposizione di polveri sedimentabili rilevate in *Via del Ponticello* dimostri una migliore correlazione con il numero di colate piuttosto che con il quantitativo di ghisa totale prodotta su base mensile.

Tale circostanza potrebbe essere spiegata tenendo nel dovuto conto il fatto che le fasi di inizio (apertura del foro) e fine colata (chiusura del foro) sono delle fasi transitorie delicate, che comportano dei vistosi fenomeni emissivi, solo parzialmente controllabili dai presidi installati e per i quali la strategia di contenimento più efficace consiste nel limitarne la durata. Inoltre, è verosimile che la granulometria delle polveri complessivamente emesse dal piano di colata in dette fasi preveda una prevalenza di quelle grossolane, essendo queste più difficilmente captabili dai dispositivi di aspirazione.

Accanto a ciò, va ricordato che il materiale con cui si effettua l'ostruzione del foro di colata a cura della macchina tappatrice, richiede un certo tempo (circa due ore) per giungere a completa maturazione e solo a termine di tale periodo il materiale, ormai completamente sinterizzato, può essere agevolmente e rapidamente rimosso a cura della macchina perforatrice, in fase di avviamento della colata. Se tale tempo di sinterizzazione non viene correttamente rispettato, l'apertura risulta più difficoltosa, richiede tempi più lunghi e in definitiva comporta un accentuarsi dell'intensità dei fenomeni emissivi.

Alla luce di quanto in precedenza esposto, il ricorso ad un maggior numero di colate giornaliere, a parità di altri fattori, può comportare l'accentuarsi delle emissioni polverose dal piano di colata sia perché i fenomeni transitori diventano più frequenti sia perché se ne accentua il potenziale emissivo.

Va inoltre ricordato che, nello specifico, il maggior numero di colate giornaliere ha comportato un aumento del ricorso alla colata in campo di emergenza che è apparso correlato alle deposizioni di polveri sedimentabili rilevate in *via del Ponticello*.

In estrema sintesi, l'aumento delle operazioni di colata avrebbe comportato sui fenomeni transitori a questa legati non solo l'aumento della relativa frequenza ma anche della loro intensità, nonché il potenziamento delle emissioni incontrollate provenienti dal campo di colata in emergenza, che avrebbe tenuto *via del Ponticello* praticamente tra due fuochi.

5.3 Aumento delle polveri sottili in S. Lorenzo in Selva

L'andamento delle polveri sottili nella stazione di S. Lorenzo in Selva, depurato dall'influenza dei dati climatici il cui andamento fortemente stagionale si ripropone negli anni con buona ripetibilità, evidenzia una buona correlazione con la ghisa totale prodotta.

In considerazione del comportamento aerodinamico delle particelle coinvolte, la maggior polverosità registrata nei mesi in esame rispetto ad analoghi periodi degli anni precedenti, sembrerebbe verosimilmente da ascrivere non solo alla maggior attività del piano di colata ma anche a tutti i punti di emissione influenzabili dal maggior flusso di materiale implicato, quali la sommità dell'altoforno, i nastri trasportatori e i sili di stoccaggio del materiale.

5.4 Conclusioni

L'analisi dei dati condotta ha evidenziato, in alcune aree circostanti lo stabilimento, per il periodo maggio-giugno 2015 un aumento della polverosità rispetto ad analoghi periodi degli anni precedenti.

Il problema ha riguardato la stazione di S. Lorenzo in Selva in termini di polveri sottili e con incrementi tutto sommato contenuti, nonché i deposimetri di Palazzina Qualità e di Via del Ponticello 56, dove si sono registrati aumenti di assoluto rilievo delle polveri sedimentabili.

Il fenomeno è stato ricondotto all'esercizio dello stabilimento siderurgico ed in particolare al reparto altoforno, mettendolo in relazione con i seguenti parametri

- Produzione di ghisa
- Frequenza di colata.

Dal punto di vista temporale, il fenomeno è coinciso con una fase di avviamento e messa a punto degli impianti conseguente ad una fermata prolungata, durante la quale la produzione di ghisa è stata progressivamente aumentata (+35%) portandola dalle circa 28.000 t/m del novembre 2014 alle 38.000 t/mese dell'agosto 2015.

Nei mesi di luglio e agosto, pur in presenza di livelli di produzione mai attuati in precedenza (38.000 t/m), il fenomeno è rientrato, presumibilmente sia a seguito dei vari interventi intrapresi dalla proprietà, sia di tipo gestionale che impiantistico, che in conseguenza delle mutate condizioni climatiche, la cui influenza e ripetitività è stata ampiamente sottolineata.

Tra gli interventi di tipo gestionale si è avuto modo di sottolineare il cambiamento di strategia di conduzione con ricorso a colate più lunghe e meno frequenti, il cui effetto è stato ampiamente illustrato, mentre tra gli interventi di tipo strutturale si ricordano i lavori sulla caminella AFO e sulla botola di caricamento ove si è intervenuti sul sistema di automazione al fine di ridurre i tempi di apertura e le conseguenti emissioni di polveri.

Pur essendo state eseguite a cura della Proprietà delle misure di evidente utilità e presumibilmente importanti in vista di un contenimento del fenomeno emissivo in esame, risulta allo stato attuale difficile stabilirne l'eshaustività, soprattutto in considerazione delle attuali condizioni climatiche che, come detto, contribuiscono a controllare il fenomeno ma che sono destinate a cambiare nella primavera del prossimo anno.

Stante la complessità del fenomeno analizzato e la numerosità delle variabili coinvolte, sembra dunque opportuno considerare un piano di intervento graduale articolato su due fasi che all'esecuzione di massicci interventi strutturali sugli impianti faccia seguire un periodo di test in condizioni di marcia cautelativamente limitate, la cui permanenza in via definitiva sarebbe condizionata dai risultati della campagna di prova.

6. Definizione degli interventi ambientali

6.1 Premessa

Alla luce di quanto sopra esposto si è ritenuto di predisporre un piano di azione che a degli interventi strutturali, da eseguirsi subito, faccia seguire un adeguato periodo di osservazione, della durata di un anno, durante il quale l'esercizio dell'impianto sarà soggetto a delle limitazioni di marcia, il cui superamento è condizionato alla verifica dell'efficacia degli interventi intrapresi in termini di riduzione delle concentrazioni e delle deposizioni di polveri nell'area circostante lo stabilimento.

In particolare, da subito si ritiene opportuno procedere con l'esecuzione entro i mesi invernali di tutti quegli interventi di carattere impiantistico finalizzati al contenimento o alla prevenzione delle diffusioni di polveri indotte dall'esercizio del reparto altoforno, intervenendo sul piano di colata, sul sistema di alimentazione della bocca nonché sulla movimentazione di tutti i materiali costituenti la carica.

Al fine di verificare l'efficacia degli interventi, si ritiene utile dedicare l'anno 2016 all'esecuzione di una campagna di osservazione delle concentrazioni e delle deposizioni di polveri nell'area di Servola in condizioni di marcia controllata dell'altoforno.

Durante tale fase, e limitatamente ai mesi di maggio, giugno e luglio, si ritiene in via prudenziale di limitare sia il numero di colate che la produzione mensile di ghisa entro quei valori compatibili con una polverosità media nei termini in precedenza esposti, anche nella malaugurata ipotesi che gli interventi strutturali pianificati dovessero risultare del tutto inefficaci.

Pur in condizione di marcia limitate, il raffronto delle concentrazioni di polveri rilevate nella stazione di S. Lorenzo in Selva durante la campagna di misura con le precedenti serie storiche, permetterà di trarre delle conclusioni circa l'efficacia degli interventi intrapresi e, in definitiva, di stabilire il regime di marcia definitivo del forno.

6.2 Confinamento ed aspirazione del piano di colata

6.2.1 Finalità e descrizione dell'intervento

Il piano di colata della Ferriera di Servola è dotato di un impianto di aspirazione fumi composto da tre cappe poste a presidio rispettivamente del foro di colata e dei due pozzini ghisa e loppa, alimentato con una portata di aspirazione di 300.000 m³/h e collegato ad un filtro a maniche (DANECO). L'impianto, di dimensioni di assoluto rilievo, pur efficace nella captazione delle polveri in fase di colata, si rivela inadeguato nelle fasi transitorie di apertura e chiusura del doccione di colata, caratterizzate da fenomeni emissivi in genere brevi (meno di un minuto) ma intensi.

L'installazione lascia inoltre scoperti i canali di colata, dove le imprescindibili esigenze di operatività e sicurezza escludono l'adozione di coperture rendendo di fatto impraticabile il ricorso all'aspirazione localizzata. Ne consegue l'impossibilità di intercettare gli sbuffi di polvere che si generano all'atto dell'introduzione di appositi agenti fluidificanti, secondo necessità.

Tali circostanze fanno sì che le polveri, veicolate dai forti moti convettivi indotti dalle operazioni di colata, si riversino in parte verso le aperture di ventilazione ricavate in prossimità del colmo, da dove poi transitano disperdendosi all'esterno, e in parte lungo il mantello del forno a tino, guadagnando rapidamente quota prima della dispersione finale.

Il fenomeno sarebbe alla base del vistoso aumento delle polveri sedimentabili depositatesi sulle stazioni di Palazzina Qualità e Via del Ponticello 56 e contribuirebbe in modo presumibilmente significativo alle immissioni di polveri sottili presso la stazione di S. Lorenzo in Selva.

L'intervento proposto si pone l'obiettivo di intercettare entrambe le aliquote richiamate, confinandole all'interno del fabbricato industriale per successivamente rimuoverle ed indirizzarle ad un impianto di filtrazione.

A tal fine si richiede l'abbassamento delle pareti di confinamento perimetrale fino ad una quota compatibile con l'esercizio del carroponete, la chiusura delle aperture di ventilazione di copertura e la loro sostituzione con delle prese di aspirazione recapitanti in un condotto dal diametro di 1200 mm collegato al filtro a maniche DANECO (vedi Figura 21). La portata complessivamente aspirata in prossimità del colmo sarà di 120.000 m³/h.

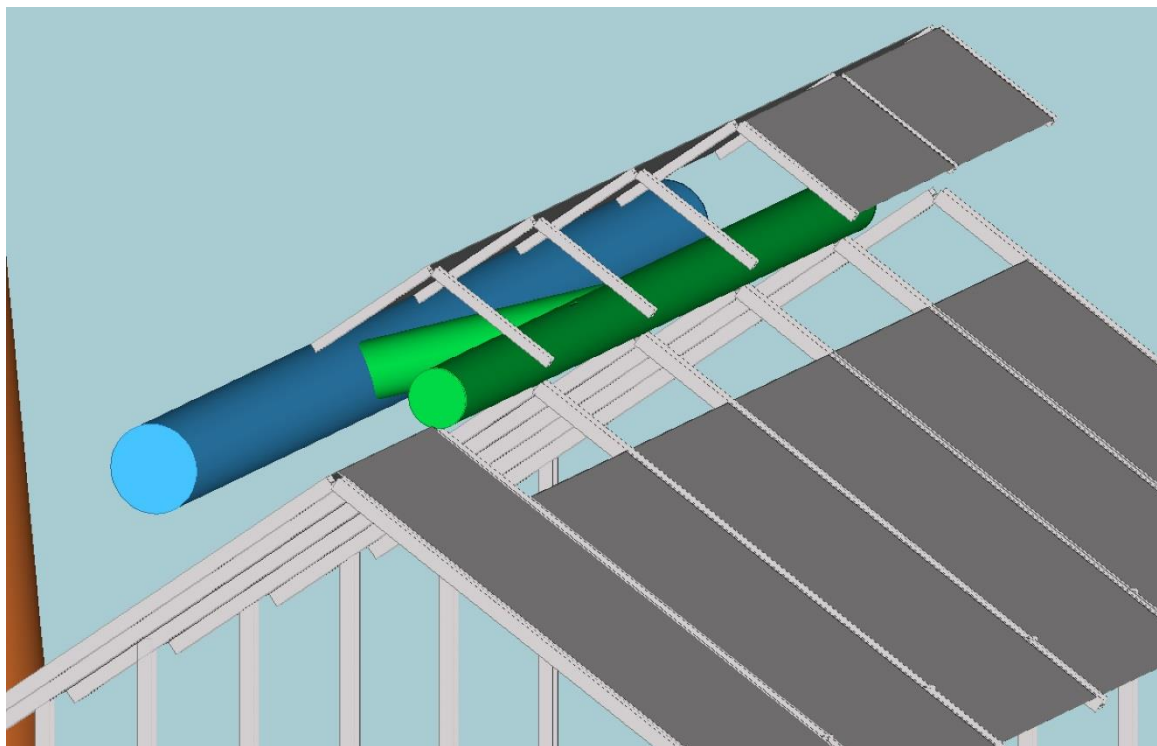


Figura 21 Condotto di aspirazione sul piano di colata

6.3 Aspirazione polveri emesse in prossimità della bocca di carica

6.3.1 Finalità dell'intervento

In corrispondenza della bocca di carica i sistemi che danno luogo ad emissioni di polveri sono la tramoggia di alimentazione del nastro di carica, la botola di introduzione della carica nella tramoggia rotante, e le tenute della bocca di carica sia a labirinto che meccaniche, rispettivamente posizionate nei punti di contatto con le parti fisse del forno e con la doppia campana (Figura 22).

Su queste ultime si è intervenuti in occasione degli interventi di manutenzione straordinaria effettuati nel 2014, riuscendo a limitare entro limiti fisiologici le emissioni per imperfetta tenuta dei labirinti che, allo stato attuale, possono ritenersi limitate ai momenti di carica.

Più problematica appare la situazione delle tenute meccaniche delle campane che, assoggettate a severe condizioni di esercizio, sono inevitabilmente caratterizzate da precoci fenomeni di usura, alla base delle fuoriuscite di gas AFO che si riversa nella tramoggia rotante per poi raggiungere l'atmosfera all'atto dell'apertura della botola. Il fenomeno viene quindi ulteriormente esaltato dalle polveri che si generano a seguito del rilascio della carica nella tramoggia.

Da ultimo si segnalano le emissioni di polveri che si generano in corrispondenza delle tramogge di trasferimento dei due nastri AFO dedicati all'alimentazione della bocca.

In considerazione dell'elevata quota di rilascio e dell'ingente quantitativo di materiale in transito, su tutte le fonti emissive in precedenza esposte risulta opportuno intervenire con confinamento ed aspirazione localizzata, come di seguito descritto.

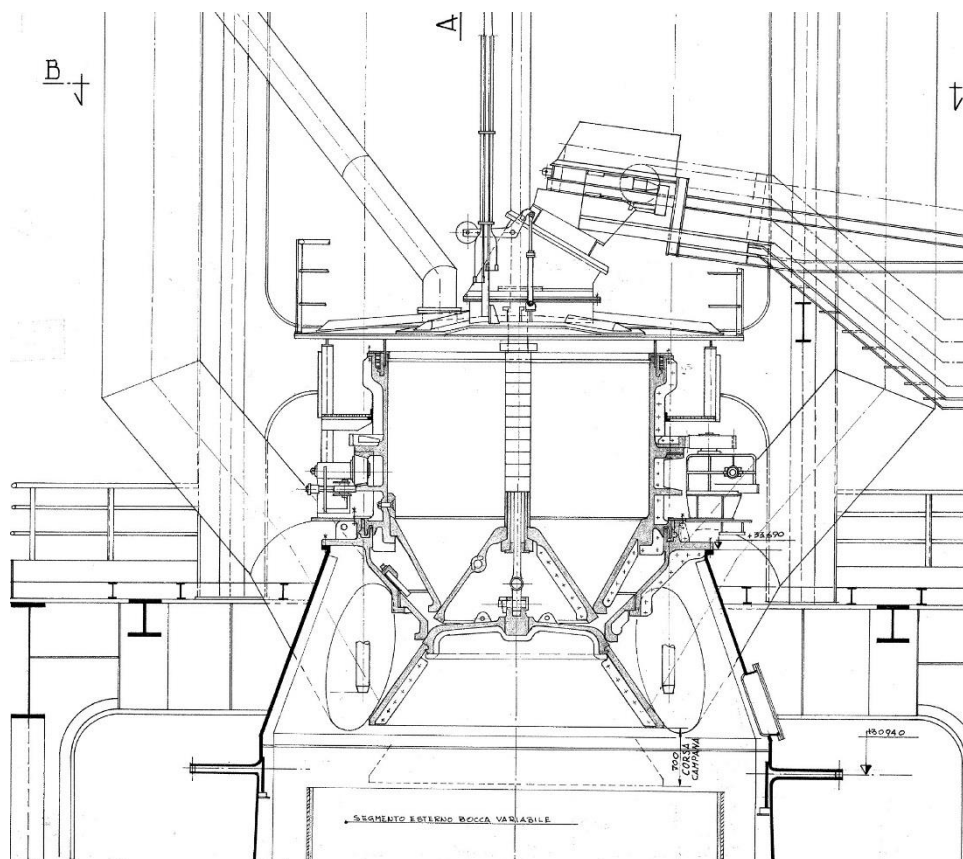


Figura 22 Bocca di carica

6.3.2 Confinamento e ed aspirazione della bocca di carica

L'intervento prevede il confinamento della bocca di carica e l'aspirazione localizzata al fine di intercettare le fuoriuscite di gas e polveri che si verificano attraverso le tenute a labirinto in occasione della carica del forno. L'aria aspirata, in ragione di circa 10000 m³/h sarà inviata al sistema di aspirazione centralizzato DANECO per mezzo di un ventilatore di rinvio.

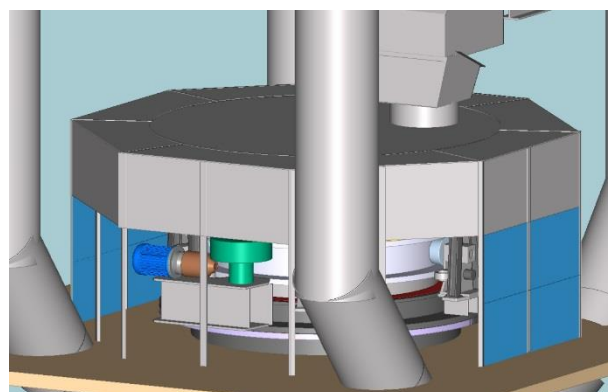


Figura 23 Bocca di carica: Stato di fatto e di progetto

6.3.3 Aspirazione localizzata sulla botola

Si prevede di posizionare sulla botola una cappa dalla quale prelevare una portata d'aria di circa 20.000 m³ da inviarsi al sistema di filtrazione centralizzata DANECO con modalità analoghe a quelle precedenti (Figura 24).

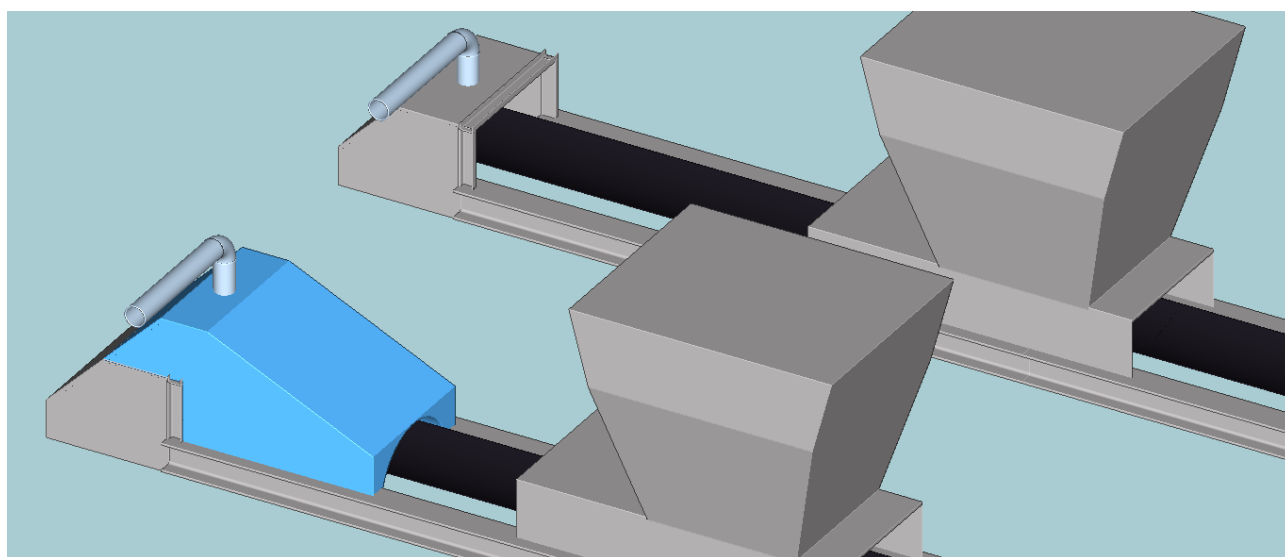


Figura 24 Botola di caricamento: stato di fatto e di progetto

6.3.4 Aspirazione alla base della tramoggia di caricamento

In corrispondenza delle tramoggia di caricamento, già opportunamente confinata, si provvederà al prelievo di una portata di circa 20.000 m³/h da inviarsi al filtro DANECO con modalità simili alle precedenti.

6.4 Aspirazione polveri su tutti i sistemi di movimentazione dei materiali di alimentazione dell'altoforno

6.4.1 Finalità

La movimentazione dei materiali destinata alla carica dell'altoforno contribuisce verosimilmente in maniera significativa all'emissione di polveri ed è palesemente proporzionale al flusso di ghisa, che è emerso essere in correlazione con le immissioni di polveri sottili alla base del presente studio. Di conseguenza appare opportuno intervenire puntualmente su tutti i punti di emissione con confinamento ed aspirazione localizzata.

6.4.2 Nastro caricamento minerale

Si prevede l'installazione di cappe aspirate alla base delle tramogge delle torri di trasferimento e della tasca pesatrice. La portata prelevata sarà inviata ad un filtro a maniche della capacità di circa 40000 m³/h.

L'intervento si completerà con la sostituzione di tutti i pannelli di tamponamento usurati, sia della torri che dei tratti di nastro ad esse collegati.

6.4.3 Sili minerale

L'intervento, recentemente realizzato dalla proprietà, è consistito nella realizzazione di cappe aspirate in corrispondenza delle cadute da silo che convogliano l'aria polverosa ad un filtro della capacità di circa 15.000 m³/h. Una logica di automazione consente di escludere dall'aspirazione le tramogge inattive, con significativi risparmi in termini di energia e di investimento (Figura 25, Figura 26 e Figura 27).



Figura 25 Sili minerale: aspirazione e confinamento in corrispondenza tramogge



Figura 26 Sili minerale: confinamento ed aspirazione



Figura 27 Sili minerale: sistema di aspirazione e filtrazione.

6.4.4 Confinamento ed aspirazione del nastro caricamento coke

L'intervento prevedrà l'esecuzione di una cappa aspirata sulla tramoggia di trasferimento in corrispondenza di AFO2, convogliandone la portata prelevata al condotto di aspirazione AFO per mezzo di una tubazione da 350 mm. L'intervento si completerà con la sostituzione di tutti i pannelli di tamponamento usurati, sia della torre che dei tratti di nastro ad essa collegati.

6.4.5 Aspirazione localizzata sili coke

Si provvederà all'aspirazione localizzata in corrispondenza delle tramogge di estrazione e sui vagli. Inoltre verrà eseguita un'estrazione di aria dall'intero fabbricato previo tamponamento di tutte le aperture. L'aria aspirata sarà inviata al nuovo sistema di filtrazione a servizio della cokeria. Si prevedono complessivamente 9 punti di estrazione.



Figura 28. Sili coke

6.5 Condizionamento del sinter

Il sinter rappresenta assieme al coke il principale materiale di carica dell'altoforno, al quale deve pervenire in condizioni granulometriche controllate, privo sia di elementi fini che di materiali troppo grossolani, al fine di assicurare la corretta permeabilità della carica necessaria ad una marcia regolare, priva di accentuati sbalzi di pressione, che sono alla base dell'intervento dei dispositivi di sicurezza e delle conseguenti emissioni di polvere.

L'attuale sistema di condizionamento consente l'eliminazione dei fini ma risulta problematico per il controllo dei pezzi più grossi. La proprietà ha quindi correttamente predisposto un intervento sul sistema che prevede la sostituzione dei coltelli con altri di diversa tipologia (Figura 29)



Figura 29. Nuovi coltelli del rompizolle

6.6 Limitazione delle colate in campo di emergenza

Alla luce di quanto evidenziato dallo studio, appare opportuno contenere il ricorso al campo di emergenza limitando a 7 il numero massimo di colate su base mensile nei mesi di maggio, giugno, luglio (*estate*) e a 15 in quelli rimanenti (*inverno*).

6.7 Limitazione del numero di colate durante la marcia controllata

Stante la correlazione tra il numero di colate mensile e le deposizioni di polveri in Via del Ponticello emersa in precedenza che è stata ricondotta alla maggior incidenza dei fenomeni transitori, risulta opportuno per l'anno 2016 e limitatamente ai mesi di maggio, giugno e luglio contenere il numero mensile massimo di colate a 290.

6.8 Limitazione della marcia dell'altoforno

Stante la correlazione tra il quantitativo di ghisa prodotta su base mensile e la concentrazione di polveri rilevata in RFI, nonché alla luce dell'influenza del regime dei venti, sembra opportuno per l'anno 2016 e limitatamente ai mesi di maggio, giugno e luglio contenere la produzione mensile di ghisa entro le 34.000 tonnellate.

6.9 Clausola di salvaguardia

Le limitazioni sulle colate in campo di emergenza, sul numero di colate e sulla quantità di ghisa prodotta nei mesi di maggio, giugno e luglio (*estate*) decadranno negli anni successivi salvo Contrario e motivato avviso espresso dall'organismo di controllo a seguito dell'analisi dei dati di emissione e deposizione nell'area di Servola relativi al 2016 da eseguirsi nell'ambito di un aggiornamento del presente lavoro entro il 31 marzo 2017.