

## **CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DEL PARTICOLATO PM<sub>10</sub> IN PROSSIMITA' DELL'AREA DI CANTIERE DELLA STAZIONE ALTA VELOCITA' DI VIA DE' CARRACCI – BOLOGNA**

### **0. PREMESSA**

Il Comune di Bologna, con lettera del 20/09/2010 (PG 224469 del 16.09.2010), ha chiesto ad ARPA sezione di Bologna di svolgere un monitoraggio del particolato PM<sub>10</sub> presso l'area del cantiere della nuova stazione A.V. di via de' Carracci. I rilievi erano finalizzati specificatamente alla verifica della correttezza dei livelli di particolato quotidianamente rilevati dalla centralina attivata da Italferr all'interno del campo base di via de' Carracci, nella zona antistante l'area del cantiere industriale.

### **1. DESCRIZIONE DELL'AREA D'INDAGINE**

La zona dove sorge il cantiere della Nuova Stazione A.V. è situato in via de' Carracci ed occupa un'area piuttosto vasta su entrambi i lati della strada.

Le principali sorgenti di particolato insistenti sull'area sono riconducibili non solo alle attività di cantiere (scavo, trasporto del terreno, transito dei mezzi pesanti, funzionamento delle macchine operatrici in cantiere), ma anche al traffico veicolare urbano (privato e pubblico).

Un'altra sorgente posta a maggiore distanza rispetto alla postazione di via de' Carracci è rappresentata dal cantiere dell'area denominata Comparto R5.2 in cui si stanno realizzando opere edilizie non afferenti ai lavori per la Stazione A.V..

In Figura 1 è riportata una mappa della zona della stazione A.V. di via de' Carracci in cui sono indicate le varie aree di cantiere ed il campo base.

Relativamente agli aspetti emissivi, sia per quanto riguarda le emissioni da cantiere che quelle da traffico si può ipotizzare una variabilità legata sia alle condizioni meteo, che all'alternanza settimanale delle giornate feriali e festive.

Il particolato PM<sub>10</sub> è prodotto sia da fenomeni naturali (quali l'erosione, la dispersione dei pollini, le eruzioni vulcaniche, ecc...) ma soprattutto, in contesti urbani, da fonti e processi antropici. In particolare, sono i fenomeni di combustione a generare la maggior parte delle polveri, dei fumi e degli aerosol che costituiscono il PM<sub>10</sub>. Altri processi che generano questo particolato sono i fenomeni di usura dei freni e degli pneumatici degli automezzi.

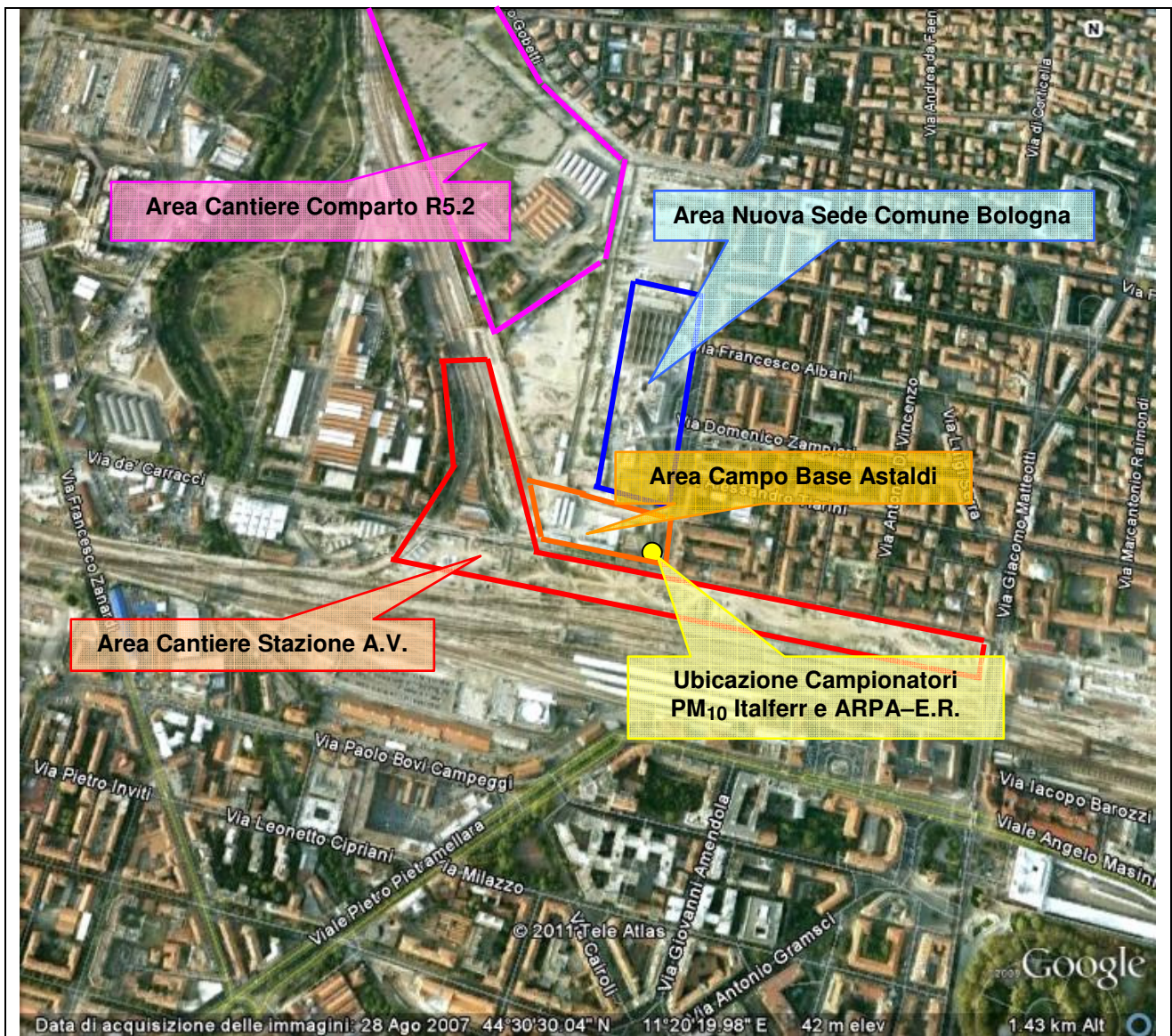


Figura 1–Mappa dell’area di via de’ Carracci in cui è stato svolto il monitoraggio del particolato.

Da tutto ciò deriva che il traffico veicolare è una delle principali sorgenti di  $PM_{10}$  in area urbana.

Si possono poi distinguere, nella produzione del particolato, un processo diretto (quando l’emissione dello stesso avviene direttamente dalla sorgente) ed uno indiretto (quando esso si produce in atmosfera per combinazione di processi chimico-fisici).

Il  $PM_{10}$  generalmente ha una distanza di propagazione in funzione delle condizioni meteo, del contesto orografico ed edilizio del territorio. Non va comunque dimenticato che una considerevole quantità dello stesso è composto da frazioni più piccole (ad esempio  $PM_{2.5}$  e  $PM_{1}$ ) che hanno tempi di deposizione più lunghi e possono perciò raggiungere distanze maggiori.

Un’altra causa del perdurare del  $PM_{10}$  in aria è legata anche, soprattutto nelle aree urbane, al risollevarlo dello stesso a causa del traffico veicolare.

È indubbio che l’area oggetto del monitoraggio presenti in modo più o meno accentuato tutti questi fattori riguardo la produzione di particolato ed il suo persistere nell’atmosfera.

## 2. DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA' IN CAMPO

L'attività in campo svolta da ARPA ha riguardato il monitoraggio del particolato  $PM_{10}$  ed è stato utilizzato un campionatore gravimetrico rilocabile. Tale scelta è stata fatta sulla base di diverse considerazioni legate sia al contenuto della richiesta pervenuta, sia ai parametri già monitorati da Italferr ( $PM_{10}$  e PTS) che, infine, della situazione logistica dell'area riscontrata in sede di sopralluogo.



Figura 2–Le postazioni installate nell'area del campo base di Astaldi in via de' Carracci.

In funzione della finalità del monitoraggio si è deciso, con la collaborazione di Astaldi che detiene l'appalto delle attività del cantiere della stazione A.V., di posizionare il sistema di rilevamento di ARPA immediatamente accanto alla centralina di Italferr, con le teste di aspirazione poste alla stessa altezza dal suolo (Figura 2 e 3).

La strumentazione messa in campo consisteva di un campionatore gravimetrico dotato di:

- testa di prelievo di tipo europeo per particolato  $PM_{10}$  rispondente a quanto contenuto nel D.Lgs. 155 13/8/2010 Allegato VI.A.4 “Metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del  $PM_{10}$ ”. Questo dispositivo consente, dato un volume costante di aria aspirata, di effettuare un taglio aerodinamico al 50% della frazione di particolato aerodisperso con diametro inferiore a  $10 \mu m$ ;
- modulo compatto di aspirazione/campionamento TCR Tecora, modello Skypost che lavora a  $2,3 m^3/h$ . In questo modulo trova alloggio anche tutta la componentistica meccanica ed elettronica necessaria al campionatore;

- il supporto utilizzato era costituito da filtri in fibra di vetro sottoposti a condizionamento a temperatura ambiente e pesati, sia prima che dopo il campionamento di 24 ore, per la determinazione della massa di particolato depositato.



Figura 3–I campionatori di polveri installati: a sinistra quello di ARPA a destra quello di Italferr.

I campionatori sono stati installati ad una distanza reciproca di circa 5 metri e con le seguenti distanze dalle principali sorgenti di particolato (Figura 1):

- 10 metri circa dal bordo strada di via de' Carracci;
- 15 metri circa dalla barriera che delimita l'area del cantiere industriale della stazione A.V.;
- 250 metri circa dall'area del comparto R5.2;

La durata complessiva della campagna, intesa come giornate intere di campionamento, è stata di 56 giorni, dal 20 ottobre al 14 dicembre 2010.

### 3. SINTESI ED ELABORAZIONE DEI DATI

In Allegato 1–Tabella A sono riportati i valori medi giornalieri di  $PM_{10}$  riscontrati nella postazione di via de' Carracci dal campionatore di ARPA e quelli forniti da Italferr relativamente al loro campionatore.

### 3.1 Confronto tra i dati acquisiti

In Tabella 1 viene fornita una sintesi dei risultati della campagna di monitoraggio sia per la postazione di ARPA che per quella di Italferr. Il confronto tra i dati riportati evidenzia che le medie sul periodo di misura risultano confrontabili, con un valore inferiore per Italferr ( $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) rispetto a quello di ARPA ( $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) di circa il 5%.

Il numero di superamenti rispetto al limite giornaliero previsto dalla normativa (D.Lgs. 155/13/08/2010) appare invece piuttosto differente, con una netta maggioranza (18 contro 10) per quelli registrati da ARPA.

Tabella 1 – Riepilogo dei risultati della campagna di monitoraggio condotta in via de' Carracci

Postazione	N° Dati Val. [day]	Media [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Dev. Stnd. [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	MIN [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	MAX [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Superamenti [day]
ARPA	56	43	16	17	91	18
Italferr	56	41	16	14	96	10

Allargando il confronto ai singoli dati giornalieri (Allegato 1–Tabella A) si può osservare che nella maggior parte dei casi (35 su 56) i valori riscontrati da ARPA risultano superiori a quelli di Italferr, mentre solo in 6 giorni non si osservano differenze nei livelli misurati dalle due centraline. Nei restanti 15 casi sono i valori di Italferr a essere maggiori (Figura 4).

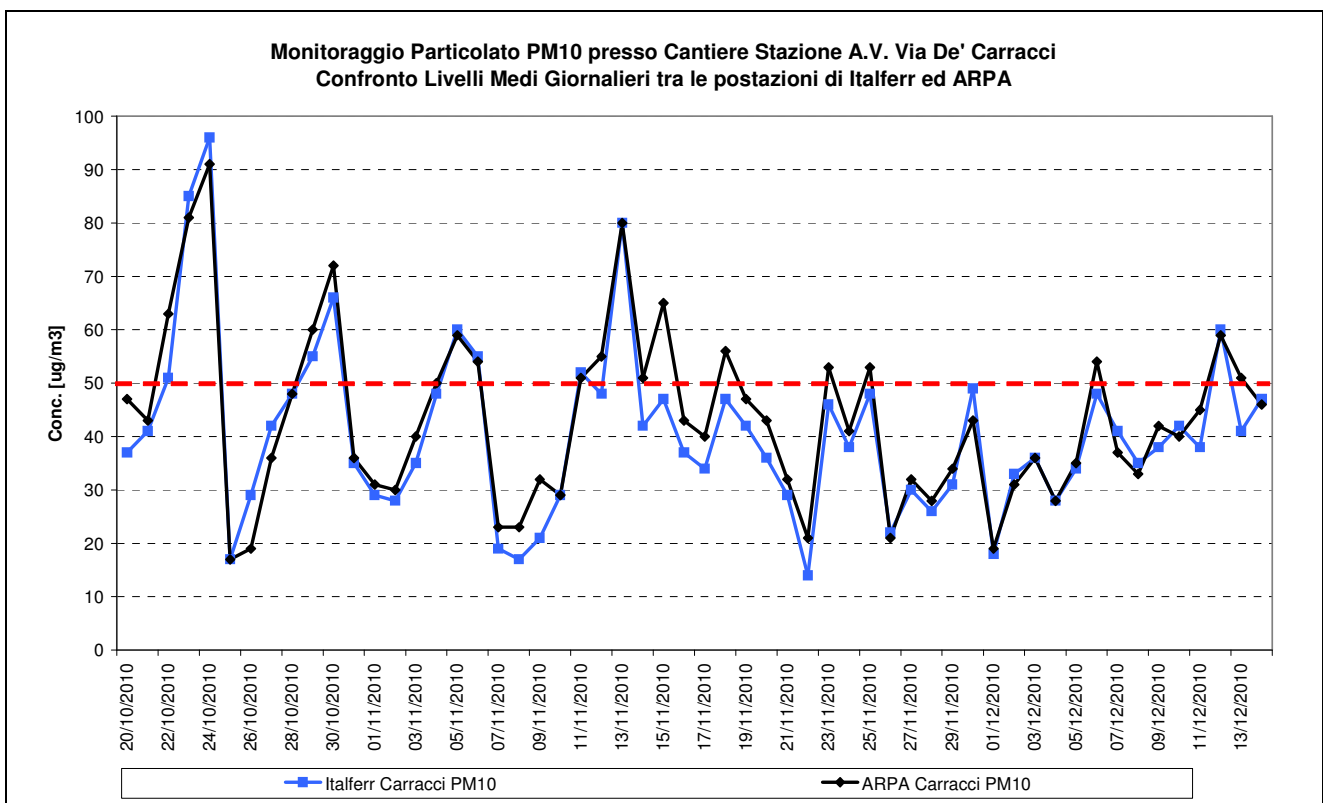


Figura 4–Grafico degli andamenti dei livelli giornalieri rilevati dalle centraline ARPA e Italferr durante la campagna di monitoraggio. In rosso tratteggiato il limite normativo di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le differenze tra i valori giornalieri registrati dalle due centraline presentano una certa variabilità (Allegato 1–Tabella A). In particolare, prendendo come riferimenti i dati di ARPA

e sottraendo a questi i valori Italferr (Calcolo:  $(\text{Dato ARPA} - \text{Dato Italferr}) / \text{Dato ARPA}$ ), le differenze relative assumono valori compresi nell'intervallo  $-53\% \div +34\%$ , anche se si deve specificare che il 59% delle differenze giornaliere risulta essere inferiore al  $\pm 10\%$ , mentre il 91% delle stesse si colloca entro l'intervallo  $\pm 25\%$ . Si può inoltre osservare che la maggior parte delle differenze più rilevanti tra i dati di una stessa giornata risultano verificarsi quasi sempre in corrispondenza di basse concentrazioni di particolato, tra i 19 ed i  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (si veda anche Figura 5).

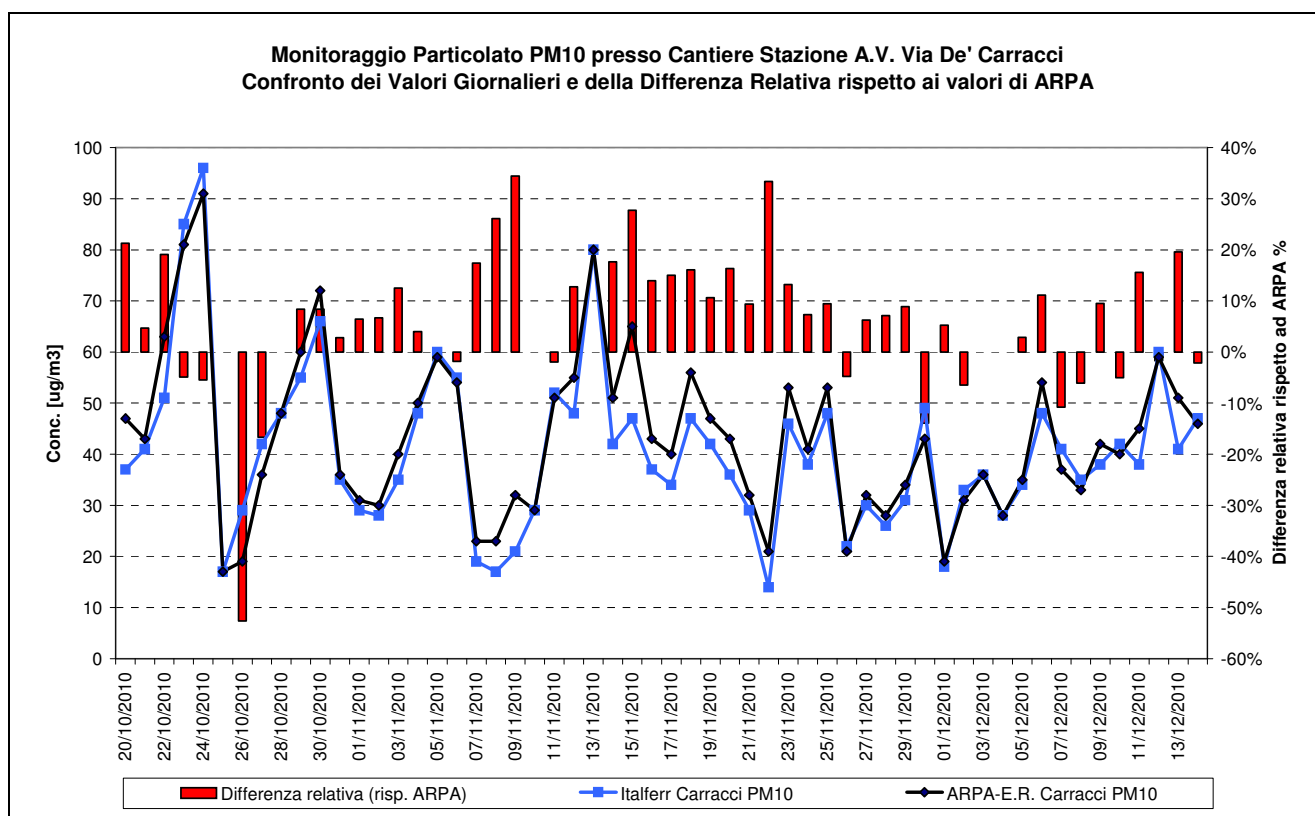


Figura 5–Confronto tra i livelli giornalieri rilevati dalle centraline ARPA e Italferr e la differenza relativa tra gli stessi rispetto ad ARPA (le differenze sono calcolate come “(Dato ARPA-Dato Italferr)/Dato ARPA”).

L'andamento delle due serie di valori risulta tendenzialmente in linea, anche se è possibile notare che in 6 casi si osservano andamenti tra loro controtendenti. Tali eventi non appaiono comunque di entità significativa e non inficiano la buona correlazione delle due serie di dati che emerge da una serie di analisi statistiche che sono state condotte sul set di dati. In particolare:

- una stima della correlazione tra le due serie di dati fornisce come valore del coefficiente di Pearson “r” quello di 0,95;
- sulle due serie di dati rilevati, una volta verificato (con l'applicazione di una trasformata logaritmica) che nel periodo considerato presentano una distribuzione di tipo normale, è stato condotto uno studio attraverso il test t di Student per determinare la significatività della differenza tra le medie. Il p-value risultante del test è pari a 0,3468: tale valore sta ad indicare che la differenza tra le medie delle centraline non è statisticamente significativa. Per tutte le analisi è stato scelto un livello alfa pari a 0.05;

- un'ulteriore analisi è stata effettuata calcolando il coefficiente di determinazione  $R^2$  della regressione ortogonale che fornisce a sua volta un indice di correlazione tra le serie confrontate. Utilizzando le metodiche adottate anche nello studio ISPRA "Interconfronto ISPRA IC017–Misure della frazione  $PM_{10}$  di materiale particolato nell'aria ambiente" (seppur adattandole alla nostra situazione), il valore di  $R^2$  risulta essere pari a 0,90, ovvero nel range di accettabilità dello stesso per serie correlate (Figura 6).

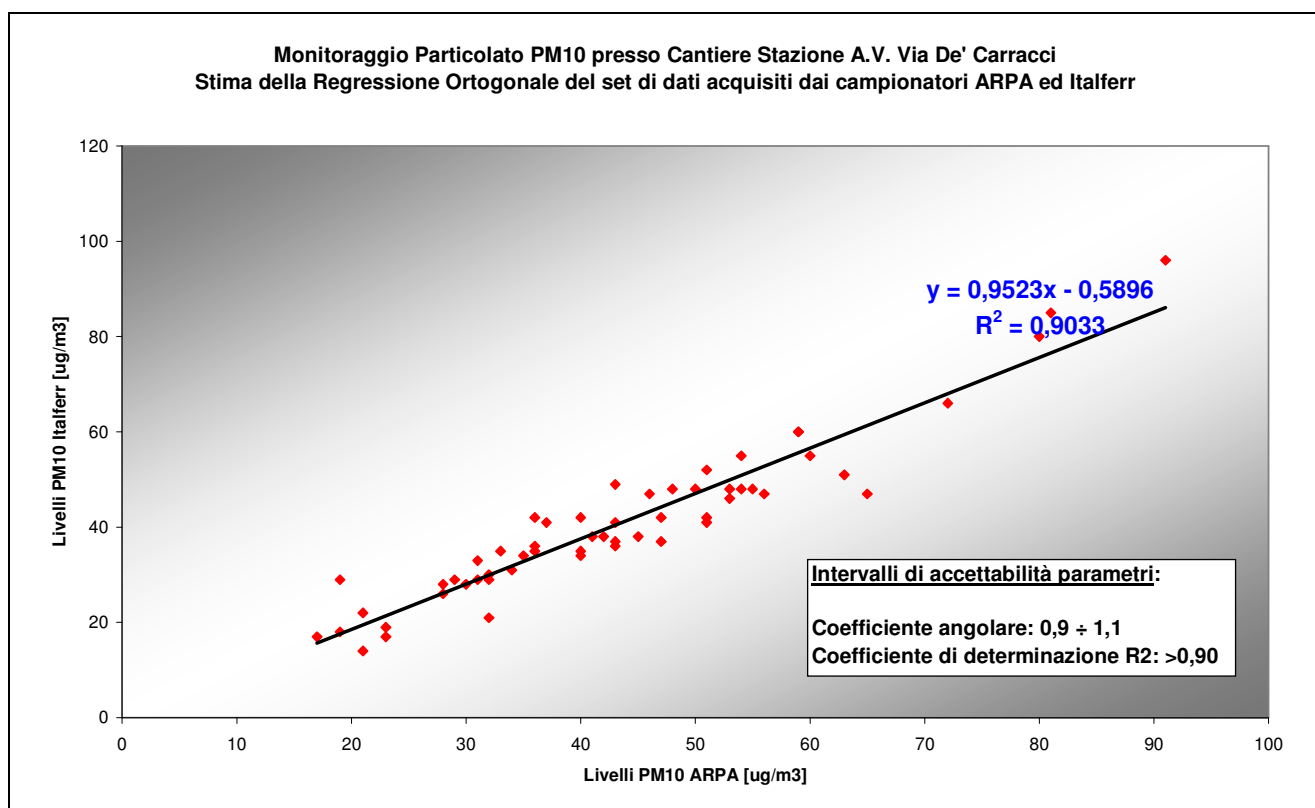


Figura 6–Stima del coefficiente di determinazione operata sui valori di  $PM_{10}$  registrati durante la campagna dalle centraline ARPA (riferimento) e Italferr.

### 3.2 Confronto con la normativa vigente

Relativamente al confronto con la normativa di riferimento (D.Lgs. 155 13/8/2010–Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa) si osserva (Figura 4 e Allegato 1–Tabella A) che presso la centralina ARPA sono stati rilevati 18 superamenti del limite medio giornaliero di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante il periodo di campagna, mentre la stazione di Italferr ne ha misurato solo 10.

In occasione dei superamenti registrati solo nella postazione di ARPA la differenza relativa dei dati di Italferr, rispetto a quelli di ARPA, assume sempre valori compresi tra +9% e +28%.

Occorre comunque sottolineare che, in base alla normativa, da questi dati non è possibile inferire stime con riferimento al numero di superamenti annuali o alla media annuale stessa per la quale la normativa prevede un limite pari a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Un ulteriore aspetto legato alla normativa riguarda l'intervallo di confidenza sull'incertezza della misura del particolato. Il D.Lgs 155 del 13/8/2010–Allegato I.1 Tabella 1, fissa tra gli

altri, l'obiettivo di qualità per il valore dell'incertezza per il PM<sub>10</sub> per le *misure indicative* pari al 50% intorno al valore limite giornaliero.

Le *misure indicative* sono definite come rilievi discontinui, distribuiti uniformemente nell'arco dell'anno con un periodo minimo di copertura di almeno il 14%.

La campagna di monitoraggio condotta, pur interessando oltre il 15% dei giorni dell'anno solare, non copre con regolarità l'intero periodo annuale, non è quindi possibile effettuare una verifica rigorosa rispetto a tale valore obiettivo, ma lo si può utilizzare come indicazione dell'accettabilità dell'entità dello scostamento dei valori misurati rispetto a quelli rilevati da ARPA.

In tal senso, basta confrontare la differenza relativa dei dati di Italferr rispetto a quelli di ARPA per le concentrazioni intorno al valore limite (50 µg/m<sup>3</sup>) e vedere se ricadono nell'intervallo ±50% (valore obiettivo di qualità). Ciò avviene in tutti i casi e quindi, considerando tutte le approssimazioni introdotte, si può ritenere il risultato del confronto accettabile rispetto al range del valore obiettivo di qualità.

### 3.3 Confronto con la Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria

Al fine di ricercare ulteriori elementi di valutazione del dato, è stato eseguito un confronto tra i livelli rilevati in via de' Carracci e quelli osservati nelle stazioni della Rete Regionale di rilevamento della Qualità dell'Aria (R.R.Q.A.).



Figura 7 – Mappa satellitare di Bologna. Sono evidenziate le posizioni dell'area della Stazione A.V. e le postazioni di via de' Carracci, Porta San Felice e Giardini Margherita.



Considerando la tipologia dell'area indagata, riconducibile ad una zona urbana densamente edificata ed abitata, con elevato traffico veicolare su cui insistono attività commerciali e cantieri edili industriali, si è fatto riferimento alla stazione urbana da traffico di Porta San Felice della Rete di monitoraggio Regionale che, proprio per le sue caratteristiche è stata già utilizzata in passato per il confronto con i dati prodotti dalla centralina di Italferr.

Presso la stazione di Porta San Felice è attivo un campionatore di polveri automatico (FAI Swam 5A) che utilizza la misura della variazione del decadimento beta per calcolare la concentrazione di particolato sul filtro campionato. L'equivalenza di tale metodo di rilevamento rispetto a quello dei campionatori gravimetrici utilizzati nella campagna di monitoraggio è comunque certificato nel rispetto della normativa vigente.

Nel periodo di misura, presso la stazione di Porta San Felice sono stati invalidati 6 dati giornalieri a causa di attività di manutenzione e di alcuni problemi alla strumentazione, due di questi eventi sono avvenuti in giornate in cui le centraline di via de' Carracci hanno registrato un superamento. La media giornaliera registrata complessivamente nel periodo è stata di  $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e si sono avuti 10 superamenti del limite giornaliero.

Il confronto tra i valori registrati sulle postazioni di monitoraggio presso la Stazione A.V. e quella di Porta San Felice (Allegato 1–Tabella B) evidenzia andamenti sostanzialmente in accordo (Figura 8).

Rispetto a Porta San Felice entrambe le postazioni di via de' Carracci hanno registrato, nel periodo considerato, livelli medi complessivamente superiori. Nelle singole giornate si sono avuti valori giornalieri maggiori, presso la postazione Italferr nel 62% dei casi, mentre per quella di ARPA, nel 74%.

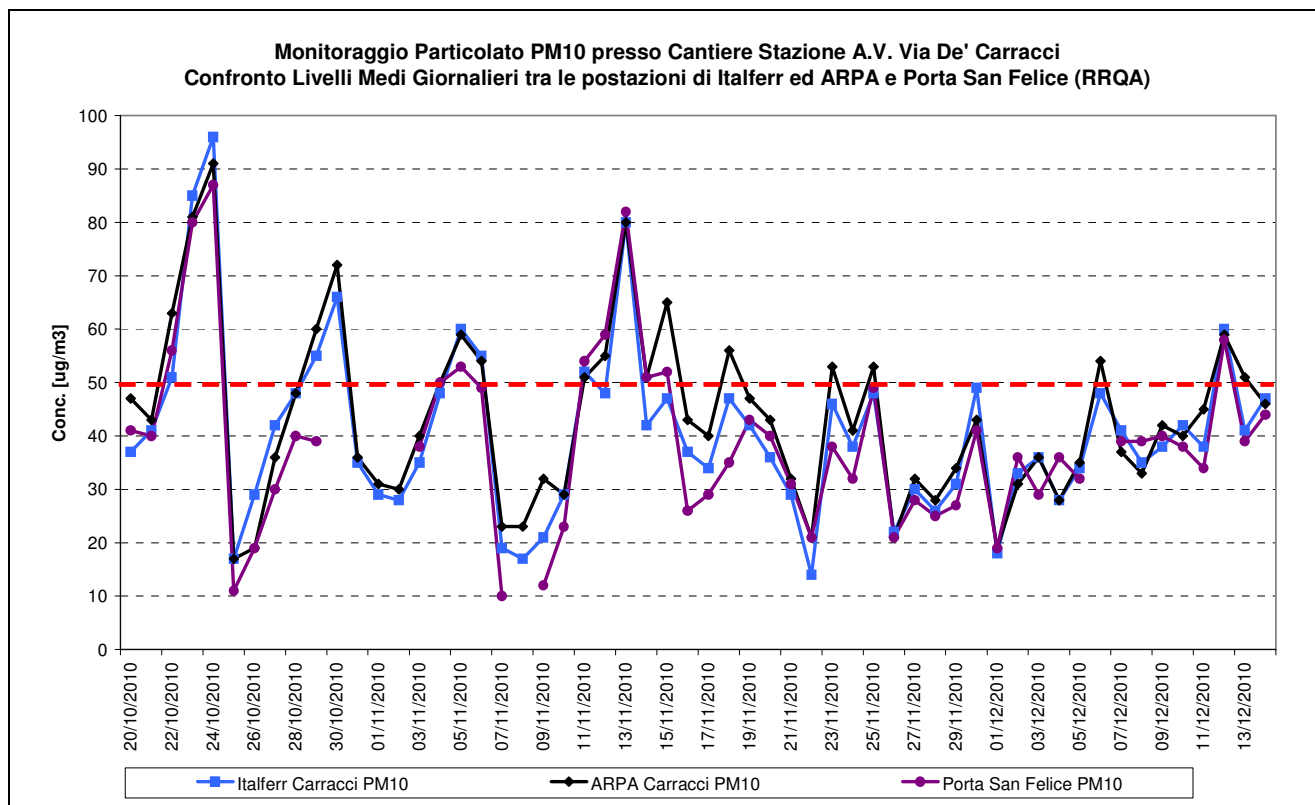


Figura 8–Andamento dei livelli giornalieri rilevati dalle centraline in via de' Carracci e quelli registrati dalla stazione di Porta San Felice. In rosso il limite normativo di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 3.4 Incidenza dei fattori meteorologici

Tra i fattori ambientali che possono influenzare le concentrazioni di particolato in atmosfera vanno considerati quelli meteorologici ed in particolare le precipitazioni, il vento (velocità e direzione) e l'altezza di rimescolamento.

Tutti questi parametri hanno chi più chi meno una certa influenza sulla propagazione e la dispersione in atmosfera delle polveri e molto spesso è un complesso di questi elementi a condizionare pesantemente i livelli di particolato.

Date le caratteristiche di questi fattori possono avere un'influenza piuttosto importante sulla variabilità temporale dei valori registrati nel campionamento gravimetrico.

Sono stati utilizzati i dati rilevati quotidianamente dalla postazione meteo installata presso la sede del SIM in viale Silvani ad un'altezza di 35 metri circa, nelle vicinanze di Porta San Felice (Allegato 1–Tabella C). L'area della Stazione A.V. risulta distante circa 1,2 Km in linea d'aria, perciò non tutti i parametri acquisiti (ed in particolare quelli legati al vento) possono essere trasferiti tout-court alla realtà della zona di via de' Carracci.

Si è quindi deciso di mettere in relazione i valori di PM<sub>10</sub> soltanto con gli andamenti delle precipitazioni nel periodo di misura (Figura 9).

Quanto emerge evidenza un certo tipo di incidenza delle precipitazioni rispetto ai livelli di particolato. Tuttavia essa non risulta sempre omogenea, segno ulteriore che le precipitazioni, per quanto importanti, non costituiscono l'unico fattore che entra in gioco nella determinazione dei livelli di PM<sub>10</sub>.

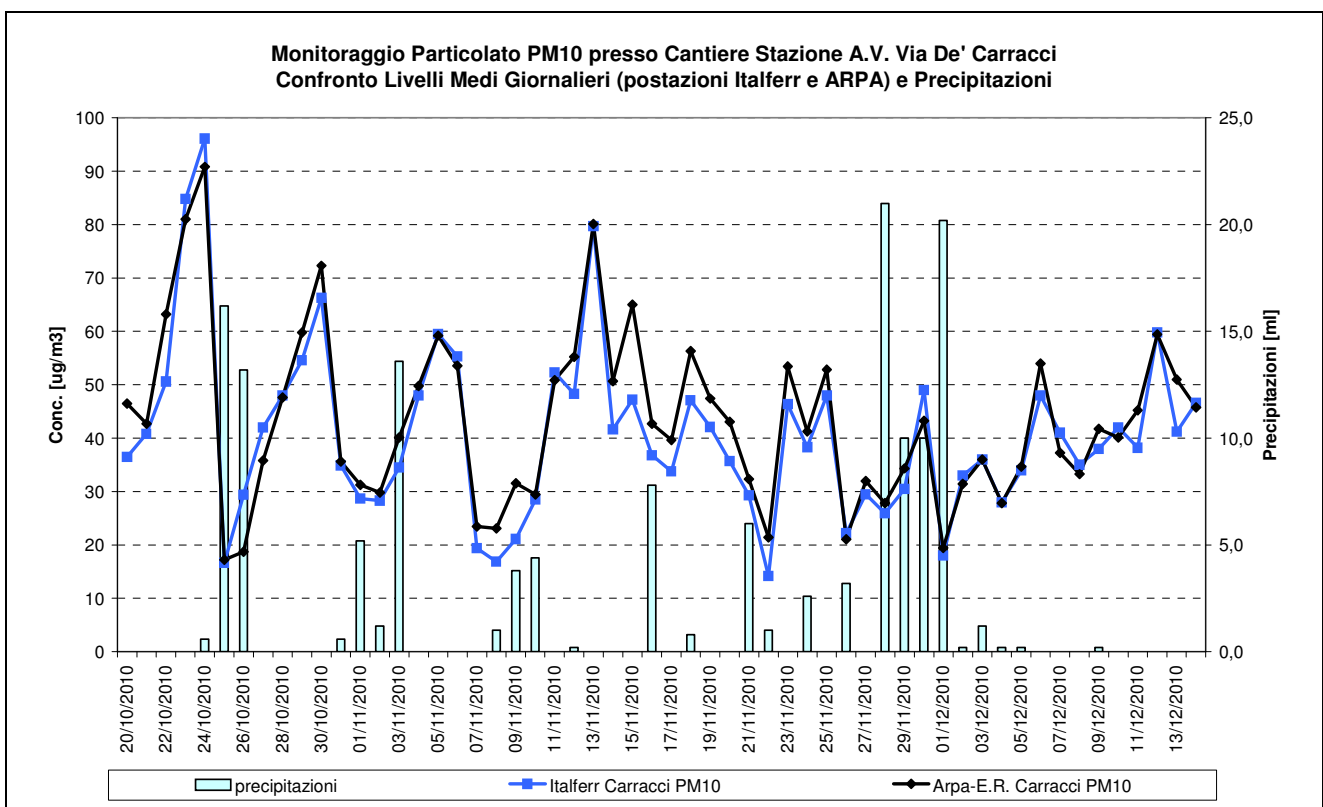


Figura 9–Confronto tra gli andamenti delle medie giornaliere e le precipitazioni registrate.

## 4. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Alla luce di quanto evidenziato nel precedente paragrafo si possono esprimere le seguenti considerazioni:

- ARPA ha rilevato livelli giornalieri di particolato PM<sub>10</sub> maggiori di quelli riscontrati da Italferr per un numero considerevolmente maggiore di volte (35 giorni su 56, contro i 15 di Italferr). Significativamente maggiori, 18 contro 10, sono stati anche i superamenti del limite normativo giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> (D.Lgs.155 13/8/2010);
- in generale le differenze relative tra i dati Italferr e quelli ARPA sono comprese nell'intervallo -53% ÷ +34%; va comunque evidenziato che il 59% dei valori ricade nell'intervallo ±10% e il 91% in quello ±25%, mentre le differenze maggiori si registrano quasi tutte in presenza di basse concentrazioni di particolato (circa 20÷30 µg/m<sup>3</sup>);
- mediando sul periodo della campagna di monitoraggio le differenze tra i dati misurati si riducono: le medie dei livelli si discostano di 2 µg/m<sup>3</sup> (43 µg/m<sup>3</sup> per ARPA e 41 µg/m<sup>3</sup> per Italferr). Le serie dei dati risultano fortemente correlate con un coefficiente di Pearson "r" pari a 0,95;
- il confronto con i dati acquisiti dalla stazione da traffico della Rete di monitoraggio della qualità dell'aria di Bologna situata a Porta San Felice evidenzia che i livelli registrati da entrambe le centraline in via de' Carracci sono generalmente superiori sia come medie giornaliere sia come medie complessive del periodo di indagine (Porta San Felice: 39 µg/m<sup>3</sup>).

In riferimento a quanto sopra evidenziato il confronto tra le misure effettuate da ARPA e quelle fornite da Italferr non ha rilevato differenze significative tra le medie del periodo di indagine.

Tuttavia si è osservato che nel confronto tra i dati delle singole giornate i valori di Italferr sono complessivamente inferiori rispetto a quelli di ARPA.

Sulla base di quanto rilevato, si ritiene opportuno effettuare un confronto tecnico sulla strumentazione e sulle metodologie di misurazione attualmente utilizzate, anche rispetto a quanto stabilito negli accordi approvati dall'Osservatorio Ambientale della TAV nel 2006, quando Italferr, per esigenze di confrontabilità dei livelli registrati con quelli della Rete di monitoraggio aveva adeguato linee di campionamento e metodologie a quelle adottate da ARPA in riferimento alle indicazioni della normativa.

Bologna, 18/02/2011