

Azienda per i  
Servizi Sanitari n. 3  
“Alto Friuli”

→ **Dipartimenti di Prevenzione** ←

Azienda per i  
Servizi Sanitari n. 4  
“Medio Friuli”

Dipartimento provinciale ← **ARPA Friuli Venezia Giulia** →  
di Udine

Osservatorio  
meteorologico regionale

# **Inquinamento atmosferico da formaldeide e metalli anno 2011 intorno zona industriale CIPAF Osoppo - Buia**

## *Appendice:*

- a) Rapporto sulla qualità dell'aria nel comune di Osoppo – Dati della stazione fissa di monitoraggio Rivoli scuola materna anno 2011 (a cura di ARPA FVG - Dipartimento di Udine - Servizio Tematico Analitico).
- b) Confronto tra concentrazioni di metalli nelle PM<sub>10</sub> rilevate presso la scuola materna di Rivoli e in altri siti della provincia di Udine nel 2011

ottobre 2012

*Testo a cura: Claudio Beltrame; Cristina Cussigh; Luca Della Vedova; Ettore Bidoli*

*Elaborazioni statistiche a cura di Ettore Bidoli (CRO di Aviano – struttura operativa complessa di epidemiologia e biostatistica)*

*Consulenti: ing. A. Borroni, Dipartimento Chimica Materiali e Ingegneria Chimica, Politecnico di Milano;*

*Hanno collaborato:*

*E. Baiutti; G. Cossio; I. De Simon; A. Marchiol; A. Marotta; D. Mazzilis; S. Micheletti; F. Moimas; M. Plazzotta; E. Piccoli; A. Poles; S. Tolazzi; G. Zampa*

# Indice

***ANDAMENTO PRODUTTIVO ED EVOLUZIONE IMPIANTISCA DELLE PRINCIPALI AZIENDE INSEDIATE NELLA ZONA INDUSTRIALE CIPAF (1992-2011)***

***INQUINAMENTO ATMOSFERICO DA FORMALDEIDE E METALLI NELL'INTORNO DEL POLO INDUSTRIALE (2011)***

## Allegati

Allegato 1: analisi meteo-climatica 2011 – OSMER ARPA

Allegato 2: inquinamento atmosferico 2011 da formaldeide e metalli:

❖ Presentazione dei dati

❖ Commento e confronto dei risultati con quelli degli anni precedenti

Allegato 3: criteri di rischio per formaldeide e metalli

## Appendice

a) Rapporto sulla qualità dell'aria nel comune di Osoppo – Dati della stazione fissa di monitoraggio Rivoli scuola materna anno 2011 (a cura di ARPA FVG - Dipartimento di Udine - Servizio Tematico Analitico).

b) Confronto tra concentrazioni di metalli nelle  $PM_{10}$  rilevate presso la scuola materna di Rivoli e in altri siti della provincia di Udine nel 2011.

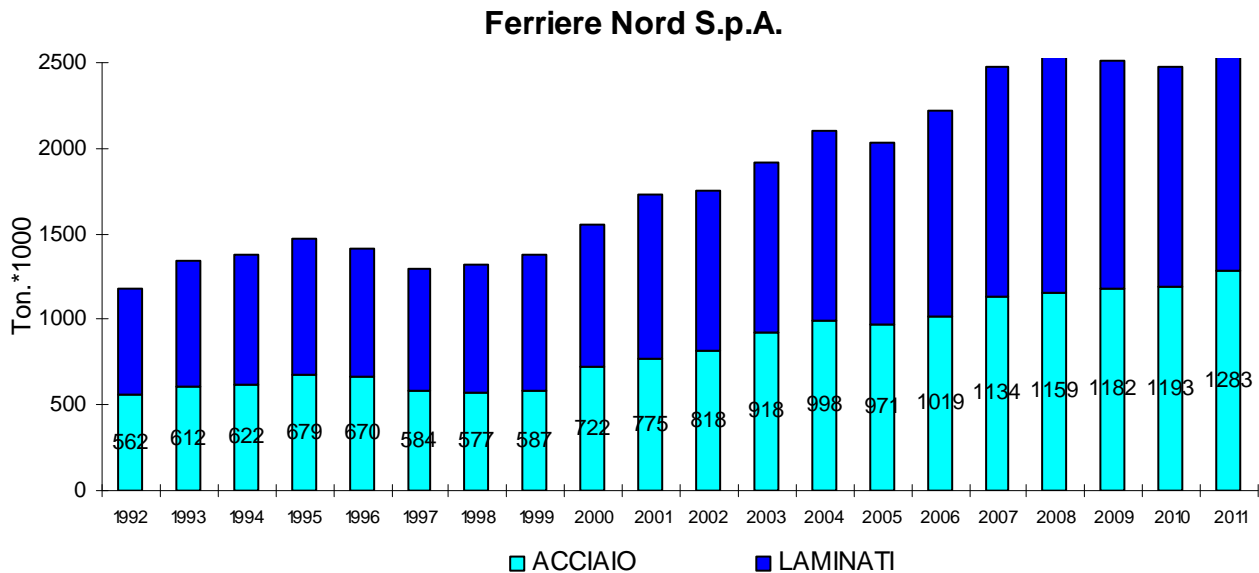
# **ANDAMENTO PRODUTTIVO ED EVOLUZIONE IMPIANTISCA DELLE PRINCIPALI AZIENDE INSEDIATE NELLA ZONA INDUSTRIALE CIPAF (1992-2011)**

## **Gruppo Ferriere Nord S.p.A.**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
acciaieria (migliaia t - billette) addetti n.	722	775	818	918	998	971	1019	1134	1159	1182	1193	<b>1283</b>
laminatoi (migliaia t - vergella e barre) addetti n.	829	955	930	1001	1106	1058	1206	1347	1427	1329	1279	<b>1344</b>
produzione rete (trend % 1992 = base 100) addetti n.	172	172	183	294	258	287	311	302	252	248	298	<b>284</b>

Dati forniti da Ferriere Nord S.p.A.

Per i dati antecedenti fare riferimento alle precedenti relazioni.



Rispetto al 2010, la produzione aumenta considerevolmente nella sezione acciaieria (+ 7,5 % circa rispetto al 2010) e nel laminatoio (+ 5,1 %), mentre cala nella sezione rete (- 4,7%)

### ***Interventi ed eventi significativi in sezione Acciaieria nel 2011***

#### ***Direzione lavorazioni a caldo – sezioni Acciaieria e Laminatoi***

##### Costruzione di un nuovo edificio per gli uffici direzionali:

nel mese di febbraio 2011 l'ASS n. 3 ha espresso, ai sensi dell'articolo 5 del DPR n. 380/2001, parere igienico sanitario favorevole alla realizzazione di un nuovo edificio da destinarsi a uffici direzionali.

##### Ampliamento planimetrico deposito rottami a cielo aperto:

nel mese di novembre 2011 l'ASS n. 3 ha espresso, ai sensi dell'articolo 5 del DPR n. 380/2001, parere igienico sanitario favorevole all'ampliamento planimetrico del deposito rottami a cielo aperto.

*Ampliamento fabbricato industriale ospitante impianto di frantumazione inerti:*

nel mese di dicembre 2011 l'ASS n. 3 ha espresso, ai sensi dell'articolo 5 del DPR n. 380/2001, parere igienico sanitario all'ampliamento del fabbricato industriale ospitante l'impianto di frantumazione inerti.

*Ammodernamento del treno di laminazione:*

Nel mese di settembre 2011 è pervenuta all'ASS n. 3 denuncia di inizio attività ai sensi dell'articolo 26 della L.R. n. 19/2009 per lavori di ammodernamento del treno di laminazione.

Su tale intervento, soggetto a denuncia di inizio attività, l'ASS n. 3 non ha espresso parere igienico sanitario.

## Gruppo Fantoni S.p.A.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Produzione formaldeide al 37% in acqua (migliaia t)	89	89	99	93	107	108	114	126	108	92	111	109
Addetti n.	21	21	21	21	20	21	21	21	21	23	23	22

		2000 +	2001 °	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
PL1, PL3 e PL7 (migliaia m <sup>3</sup> - pannelli truciolari)	N E1	- 38	170	281	273	312	281	310	312	280	243	243	238
PL4, PL5 PL 6 (migliaia m <sup>3</sup> - pannelli MDF)	N E1 MDI	- 490 -	- 472 -	484	477	514	504	511	538	462	372	483	506
Totale produzione	m <sup>3</sup> *10 <sup>3</sup>	528	642	765	750	826	785	821	850	742	615	726	744
Totale addetti	n.	351	406	407	402	420	423	446	456	450	448	447	438

Dati forniti da Fantoni S.p.A.

Per i dati antecedenti fare riferimento alle precedenti relazioni.

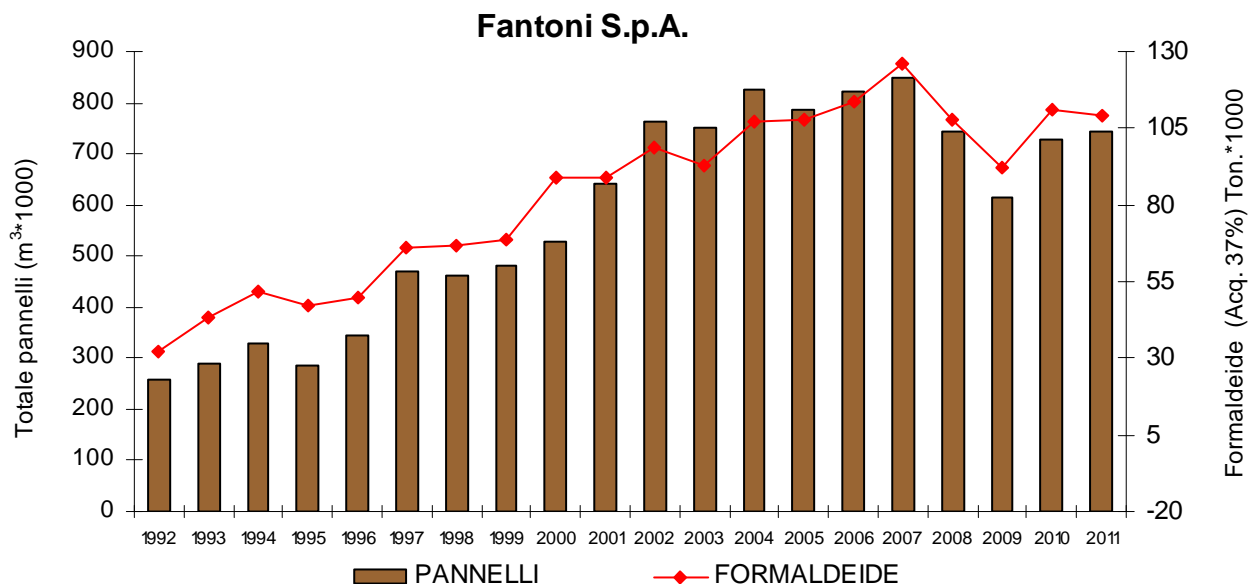
### Legenda

**N:** pannelli di tipo normale; **E1:** pannelli a basso rilascio di formaldeide, conformi alla classe E1 delle norme tedesche;

**MDI:** pannelli prodotti con uso di resina contenente Metilendiisocianato.

+ nel 1999 è stato dismesso l'impianto Plaxil 1; la produzione di pannelli truciolari del 2000 è pertanto completamente attribuibile alla linea Plaxil 3;

° nel secondo semestre 2001 è stato avviato l'impianto Plaxil 7, la cui produzione di pannelli truciolari si è aggiunta a quella della linea Plaxil 3.



Nel 2011 si registra un ulteriore incremento della produzione di pannelli rispetto al 2010 (+ 2,5 % circa), mentre la produzione di formaldeide è calata (- 1,8 %).

## **Interventi ed eventi significativi in sezione pannelli:**

### **Sezione pannelli**

#### Linea di produzione MDF Plaxil 6 e truciolare Plaxil 7

Nel mese di giugno, con determina della Provincia di Udine, si è concluso il procedimento relativo all'autorizzazione all'attività di recupero di materia ed energia da rifiuti presso le linee di produzioni del Plaxil 6 e Plaxil 7. Con lo stesso procedimento si sono autorizzate le emissioni in atmosfera delle stesse linee produttive e sono stati fissati i relativi limiti emissivi. L'autorizzazione rilasciata prescrive inoltre alla ditta di dar seguito ad un piano di monitoraggio delle emissioni volto alla determinazione del flusso di massa complessivo dello stabilimento per i parametri ossidi di azoto, polveri e formaldeide.

#### Linea di produzione MDF – Plaxil 4 e Plaxil 5

In seguito al rilascio dell'autorizzazione alle emissioni in atmosfera da parte dalla Provincia, la ditta ha provvedo alla messa a regime degli impianti avvenuta nel mese di aprile 2011. Le emissioni autorizzate sono considerate nel piano di monitoraggio per la determinazione dei flussi di massa complessivo dello stabilimento prescritto a seguito del procedimento autorizzativo per le emissioni delle linee Plaxil 6 e Plaxil 7 citato in precedenza.

#### Rinnovo della domanda di autorizzazione alle emissioni in atmosfera

Nel mese di dicembre 2011, la ditta Fantoni ha presentato domanda di rinnovo dell'autorizzazione alle emissioni in atmosfera per le linee di produzione MDF Plaxil 4, Plaxil 5, Plaxil 6 e per la linea di produzione truciolare Plaxil 7. L'autorizzazione non riguarda la linea Plaxil 3 che risulta attualmente in fase di sospensione dell'attività.

# ***INQUINAMENTO ATMOSFERICO DA FORMALDEIDE E METALLI NELL'INTORNO DEL POLO INDUSTRIALE (2011)***

## **Protocollo di misura 2011 relativo alla posizione di misura Rivoli scuola materna**

Per i metalli l'ARPA ha adottato il protocollo di misura già introdotto nel 2008, monitorando i metalli nelle PM10, oltre che nelle polveri totali sospese (PTS);

posizione di misura: *Rivoli scuola materna*;

parametri di misura: *ferro, manganese, piombo, zinco, cadmio, arsenico e nichel, nelle polveri totali (frazione inalabile) e nelle PM10*;

durata campagna di misura: *dal 1 gennaio al 31 dicembre (257 campioni utili) per i metalli nelle polveri totali e nelle PM10*.

Per la formaldeide l'ARPA ha adottato il protocollo di misura del 2009, effettuando esclusivamente campionamenti di tipo passivo su "radielli" della durata ciascuno di 2-3 settimane. Sono stati effettuati dai 17 ai 20 campioni in ciascuno dei punti di campionamento (4 siti nei comuni di Osoppo e Buia).

## **Metodi di analisi statistica dei dati**

Confronto della concentrazione dei metalli tra aree geografiche:

Trattandosi del confronto nella concentrazione di 7 metalli (Arsenico, Cadmio, Ferro, Manganese, Nichel, Piombo e Zinco) nelle PM10 in 4 aree geografiche indipendenti (ZIRO, Udine: via Manzoni, ZIU località Casali Tosolini e Casali Caiselli), in cui la distribuzione di frequenza delle concentrazioni di metalli non segue un andamento "a campana", si è optato per l'utilizzo del Test di Mann-Whitney. Questo test è infatti un metodo non parametrico ottimale per il confronto quantitativo tra due gruppi alla volta; il test utilizza il concetto di rango, cioè non calcola statistiche sulle concentrazioni osservate dei metalli ma sui loro ranghi.

Il livello di significatività statistica, cioè l'accettazione della proporzione di errore per concludere sull'esistenza di differenze tra i due gruppi esaminati, è stato scelto a priori pari a 0,05 ( $p = 0,05$ ; test a due code).

I vari confronti sono stati ripetuti nei seguenti tre periodi: 1 gennaio – 30 aprile; 1 maggio – 30 settembre; 1 ottobre – 31 dicembre e sull'intero periodo annuale, per verificare la sensibilità delle analisi eseguite. Inoltre, a titolo precauzionale, sono stati anche calcolati dei test statistici non parametrici per dati appaiati per data di calendario, nell'ipotesi di un possibile parallelismo delle concentrazioni di metalli dovuto a fenomeni climatici giornalieri. I test hanno dato gli stessi risultati dei test per dati indipendenti. Al fine di agevolare la lettura delle tabelle, sia l'analisi della sensibilità che i test appaiati non sono stati riportati in questa pubblicazione, ove è stato riportato solamente un breve commento.

Calcolo della proporzione di metalli nelle PM10 rispetto ai PTS:

La concentrazione dei 7 metalli (Arsenico, Cadmio, Ferro, Manganese, Nichel, Piombo e Zinco) sia nelle PM10 che nelle PTS è stata rappresentata su uno stesso grafico avente per ascissa la data di rilevamento e per ordinata la concentrazione del metallo. Sulla stessa figura è stato riportato il rapporto PM10/PTS mediano percentuale assieme al corrispondente range. E' stata anche calcolata la correlazione di Spearman (test non parametrico) tra le concentrazioni del singolo metallo nei PM10 e nei PTS.



### **Criteri di valutazione di qualità dell'aria: Formaldeide e Metalli**

In allegato 3 sono riportati i criteri di valutazione della qualità dell'aria, aggiornati a seguito della pubblicazione dell'edizione 2000 delle linee guida di qualità dell'aria per l'Europa (WHO Regional Publications, European Series n. 91), che ha modificato i limiti per il manganese.

In data 30/09/2010 è entrato in vigore il D.Lgs. 155/2010 "Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" che ha sostituito la precedente normativa italiana in materia (D.Lgs. n. 152/2007 e D.M. 60/2002) confermandone i limiti.

In particolare, per il piombo permane un limite medio annuo in ambiente esterno pari a  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e prevede i seguenti valori obiettivo da conseguire entro il 31/12/2012:

- per il cadmio  $5 \text{ ng}/\text{m}^3$ ,
- per l'arsenico  $6 \text{ ng}/\text{m}^3$ ,
- per il nichel  $20 \text{ ng}/\text{m}^3$ .

Questi ultimi valori *sono riferiti al tenore totale dell'inquinante presente nella frazione PM10* (PM10: materiale particolato con un diametro aerodinamico medio inferiore a 10 micron, campionato con un preselettore dotato di efficienza di campionamento del 50 % per particelle con diametro aerodinamico di 10 micron).

Per quanto riguarda la **formaldeide** viene riportato esclusivamente il valore guida di qualità dell'aria per l'Europa indicato dal WHO. Tale limite ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) è riferito a campionamenti di "30 minuti" e quindi non è confrontabile né con i risultati dei campionamenti su fiala di 24 ore, né ovviamente con i risultati dei campionamenti di 2/3 settimane su radiello.

### **Descrizione della situazione produttiva durante le singole campagne di misura 2011**

#### **Campagne programmate per il monitoraggio delle polveri PTS:**

In acciaieria Ferriere Nord si svolgevano a pieno regime lavorazioni a ciclo continuo, ad eccezione delle tradizionali fermate estiva e invernale, con un riciclo di materiali di sacca polveri pari a circa 6,5 kg per tonnellata di acciaio. Durante il suddetto periodo sono state effettuate le normali fermate settimanali per la manutenzione programmata.

#### **Campagne programmate per il monitoraggio della formaldeide:**

Nel 2011 si registra un ulteriore incremento della produzione di pannelli rispetto al 2010 (+ 2,5 % circa), mentre la produzione di formaldeide è calata (- 1,8 %). Si segnala che l'impianto Plaxil 3 non è più attivo dal 1 marzo 2011.

## Analisi climatica dei periodi di misura 2011

In *allegato 1* si riporta il bollettino meteo annuale redatto da OSMER FVG, contenente un commento sull'andamento climatico e delle rappresentazioni grafiche sintetiche delle principali grandezze meteorologiche mensili relative al territorio regionale per il 2011.

### Presentazione risultati 2011

- inquinamento atmosferico da formaldeide (Osoppo: scuola materna Rivoli, scuole e centro anziani; Buia: Saletti);
- metalli nelle polveri totali e PM<sub>10</sub> (scuola materna di Rivoli).

In *allegato 2*, per permettere un confronto immediato con i risultati dei rilievi effettuati negli anni precedenti, per ogni parametro si riportano:

- in tabella e in grafico: i risultati delle *analisi statistiche* relativi agli anni 1992/93-2011 nella posizione scuola materna di Rivoli;
- in grafico: i risultati *medi su 24 ore*, relativi al 2011, delle concentrazioni di metalli nelle PM10 e nelle polveri totali, con riportato il rapporto mediano delle concentrazioni stesse;
- in grafico: per la formaldeide, per il periodo 2005-2011, si riportano le concentrazioni medie (6/8 giorni fino al 2009; 2/3 settimane dal 2010) rilevate con campionatori passivi tipo radiello in posizioni situate negli abitati circostanti la zona industriale. Per evidenziare gli andamenti delle due posizioni più significative nel grafico successivo si estrapolano i dati relativi alle posizioni scuola materna Rivoli e Saletti;
- i commenti relativi ai risultati 2011, confrontati con i commenti 2009-2010. Per i commenti relativi al periodo 1992-2008 si rimanda alla pubblicazione "Inquinamento atmosferico ed acustico nell'intorno del polo industriale di Rivoli di Osoppo – Buia 1992-'96" e ai successivi rapporti annuali.

In *allegato 3*, si riportano i criteri di valutazione della qualità dell'aria adottati, integrati con i riferimenti a quanto previsto dal nuovo D.Lgs. n. 155/2010 e dai valori limite per la qualità dell'aria definiti dall'OMS.

In appendice b), infine, sono riportati degli elaborati grafici di confronto della concentrazione di metalli rilevati nelle PM10 in alcune posizioni di misura in aree urbane e industriali (Udine: via Manzoni, Pozzuolo del Friuli: ZIU - località Casali Tosolini e Pavia di Udine: ZIU - Casali Caiselli).

### Commenti sintetici sui risultati del monitoraggio 2011

*Formaldeide - scuola materna Rivoli e siti vari nei comuni di Buja, Osoppo e Majano:*

Nel 2011 sono disponibili dati di concentrazione di formaldeide determinata su radiello della durata di diversi giorni ciascuno (2-3 settimane).

Il numero di campioni varia da 17 a 20 in funzione dei punti di campionamento (4 siti nei comuni di Osoppo e Buia); per tutte le posizioni di misura, la campagna si è protratta per l'intero anno.

Nel 2011, presso la posizione Rivoli Scuola materna, la media annuale delle concentrazioni di formaldeide rilevate con radiello (calcolata con riferimento all'anno, inteso come somma dei periodi delle campagne di misura sui risultati delle misure effettuate su 20 radielli), risulta essere in lieve aumento rispetto al 2010 (1,7 contro 1,4 µg/m<sup>3</sup>), collocandosi comunque tra i valori bassi più tra quelli disponibili con tale tecnica di campionamento avviata a partire dal 2004. Anche il valore massimo rilevato in tale posizione è aumentato rispetto all'anno precedente (4,4 contro 3,9 µg/m<sup>3</sup>).

Saletti si conferma, anche nel 2011, la posizione più critica per concentrazioni di formaldeide tra tutti i siti ove, dal 2005, vengono effettuate dall'ARPA campagne di misura su radiello; con valori medi e soprattutto massimi in aumento rispetto all'anno precedente.

L'incremento dei valori medi e massimi di formaldeide nelle due posizioni di misura rispetto all'anno precedente si ritiene sia da attribuirsi all'aumento della produzione di pannelli del gruppo Fantoni.

#### *Metalli nelle polveri totali e PM10 - scuola materna di Rivoli di Osoppo*

Nel 2011 per cadmio/piombo, ferro/manganese e piombo/zinco si osservano correlazioni statisticamente significative sia nelle PTS che nelle PM10.

Sia nelle PTS che nelle PM10 si è osservata:

- una diminuzione statisticamente significativa del cadmio, ferro, piombo e zinco;
- delle diminuzioni non statisticamente significative per tutti gli altri metalli.

Il maggior numero di diminuzioni si è osservato nel periodo gennaio-aprile (7 metalli su 8).

Nel 2011 il nuovo impianto di aspirazione secondaria era a regime. Si ritiene che la diminuzione statisticamente significativa di piombo, cadmio, zinco e ferro sia da attribuire al nuovo impianto di aspirazione più efficiente a captare sia i fumi secondari, cioè quelli emessi a forno aperto (principalmente nelle fasi di carica più ricchi di metalli basso bollenti: Zn, Pb e Cd), sia le emissioni che sfuggono al sistema di captazione primario, che opera a forno chiuso (principalmente fasi di inizio fusione).

In allegato 1 si riporta il bollettino meteo OSMER ARPA FVG relativo al 2011.

Durante il periodo di misura 2011 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2011 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2010, con un incremento del 7,5%, e hanno raggiunto valori massimi).

In appendice a) si riporta il "Rapporto sulla qualità dell'aria nel comune di Osoppo" redatto dal Dipartimento provinciale di Udine dell'ARPA relativo al 2011.

Al fine di valutare le concentrazioni dei singoli metalli rilevati nelle PM10 nella zona industriale di Rivoli di Osoppo (ZIRO) sono state prese in considerazione le concentrazioni dei metalli rilevate dalle stazioni di misura di una zona urbana di Udine (via Manzoni) e di una zona industriale nell'intorno di Udine (ZIU) ove è presente un altro importante impianto siderurgico. Nel caso della ZIU sono disponibili i dati di due centraline dislocate a Casali Tosolini e a Casali Caiselli. Nella tabella seguente si descrivono le quattro posizioni di misura considerate:

	ZIRO	UDINE	TOSOLINI	CAISELLI
tipologia	industriale	urbana	industriale	industriale
attività	metallurgia chimica	/	metallurgia	metallurgia
distanza minima da emissioni canalizzate e diffuse	850 m	/	500 m (a ovest)	500 m (a sud)
posizione ricaduta	sottovento	/	sottovento	parzialmente sottovento

L'analisi è stata fatta sull'intero anno. Dal confronto delle concentrazioni dei singoli metalli (della ZIRO rispetto alla zona industriale udinese e Udine, via Manzoni) riportato nei grafici in appendice b), si osserva che nella posizione di misura Rivoli scuola materna vi è nelle PM10:

- una minore concentrazione statisticamente significativa di Ferro e Nichel per tutti e tre i punti di confronto;
- rispetto a Casali Caiselli e Casali Tosolini una concentrazione minore in modo statisticamente significativo di Arsenico e Manganese;
- rispetto a Casali Tosolini una concentrazione minore in modo statisticamente significativo per lo Zinco, e minore ma non in modo statisticamente significativo di Cadmio e Piombo;

- rispetto a via Manzoni la concentrazione di: Cadmio, Manganese, Piombo e Zinco è maggiore in modo statisticamente significativo; è minore in modo statisticamente significativo per Ferro e Nichel; non c'è differenza statisticamente significativa per l'Arsenico.

Si ribadisce che le concentrazioni di Cadmio, Arsenico, Nichel e Piombo (per i quali la normativa italiana fissa dei limiti di concentrazione in aria ambiente) sono inferiori ai valori limite previsti di qualità dell'aria per la protezione della salute umana.

Allegato 1:

## Analisi meteo-climatica 2011

a cura di: OSMER - ARPA F.V.G.



### Un anno con le stagioni un po' "sfasate".

#### Poca pioggia ed elevato irraggiamento in novembre

I primi giorni dell'anno sono stati piuttosto freddi. Dall'Epifania la presenza di correnti in quota da sud-ovest, più miti e umide, ha segnato l'inizio di un periodo uggioso con piogge moderate e foschie diffuse. Tra il 10 e l'11 si sono avute piogge più abbondanti, temporali (fenomeno raro in inverno) e consistenti nevicate oltre i 1.500 m (sul Canin 1 m di neve). Dopo il 12 la regione si è trovata all'interno di un "settore caldo": sui monti il tempo era primaverile, mentre su pianura e costa sono proseguite le giornate uggiose con nebbie e nubi basse. Un brusco cambiamento si è avuto il 19 per il passaggio di un fronte freddo. La depressione ha richiamato venti di Bora al suolo (il 21-22 raffiche fino a 120 km/h), che hanno reso l'aria secca. Negli ultimi giorni del mese è aumentata la variabilità, prima per il passaggio di 2 fronti da nord, poi per la formazione di una depressione mediterranea, che ha richiamato la Bora (il 28, >100 km/h). Nell'ultima parte del mese le temperature sono rimaste nella norma del periodo.

La prima decade di febbraio è stata caratterizzata da tempo bello, secco e con una escursione termica molto marcata. Le temperature sono state alte per il periodo, soprattutto nei fondovalle, con punte massime di 18 °C a Forni di Sopra e Tarvisio (record per la prima decade da almeno 50 anni). Nebbie si sono avute solo l'8 e l'11 su bassa pianura e costa. La seconda decade è proseguita con nubi basse fino al 16, quando un marcato fronte atlantico ha portato piogge abbondanti in pianura e nevicate sui monti praticamente fino a fondovalle. Il 20 un secondo fronte atlantico ha causato solo deboli precipitazioni sulle Prealpi. Nei giorni successivi si è avuto il passaggio di 2 fronti freddi con altre brevi nevicate su Alpi e Prealpi Carniche. L'ultima decade è stata dominata da venti settentrionali, con giornate decisamente belle, ma con temperature minime basse.

L'inizio di marzo è stato segnato dalla presenza di una saccatura atlantica con centro sul Tirreno e di un anticiclone sull'Europa nord-orientale, che hanno determinato un forte gradiente barico sull'Adriatico; ciò ha causato una Bora fortissima a Trieste (raffiche >150 km/h il giorno 1 e il 2 marzo) e danni ingenti. Dopo le deboli piogge e le deboli nevicate del 3, marzo è proseguito con giornate serene e miti, ma con forti gelate notturne. Da segnalare un temporaneo ritorno di Bora forte il giorno 6 e 7 e il minimo invernale della temperatura del mare (7.1 °C il giorno 3).

Le correnti si sono fatte più umide nella seconda decade. Si sono avute piogge intense il 13-14, il 15-16 (oltre 200 mm sulle Prealpi, quasi 100 mm da Lignano in su) e ancora forti nevicate nella zona montana. Il sereno è ritornato il 20 quando in quota è arrivata aria fredda e secca proveniente da nord-est. Il bel tempo è continuato fino a fine mese; le temperature massime si sono portate sui 20 °C in pianura; alcune deboli piogge si sono avute il 28 sulle zone orientali.

Nella prima decade di aprile la regione è stata interessata da un anticiclone nord-africano; le temperature sono salite segnando nuovi record, sia per la decade (T media in pianura a 16 °C, il 9 più di 30 °C di massima) che, in molte zone, per l'intero mese di aprile.

L'anticipo d'estate ha avuto termine il 12 sera per l'azione di un fronte freddo da nord-ovest: si sono avute piogge moderate e un brusco calo della temperatura. La regione è rimasta all'interno di una depressione in quota fino al giorno 16. Dal 17 al 23 sull'Europa centrale è ritornata l'alta pressione, determinando una nuova fase di stabilità con cielo sereno. Il 25 una depressione atlantica giunta sul Mediterraneo ha fatto aumentare l'instabilità e, dopo 2 settimane di secco, si sono avuti rovesci e temporali sulle Prealpi e sull'alta pianura.

Complessivamente rispetto alla norma l'annata è stata caratterizzata da:

- inizio febbraio caldo
- Bora record a inizio marzo
- ad aprile e maggio temperature alte; siccità in anticipo
- giugno con pioggia e grandine
- da metà luglio a metà agosto temporali e grandine
- l'estate riparte il 15 agosto
- autunno caldo con poca pioggia
- inizia in ritardo anche l'inverno

### Eventi particolari

#### Gennaio

10-11, Temporali invernali [cfr 1/2011, n. 3]

#### Febbraio

Prima decade molto calda, fredda l'ultima

#### Marzo

1-2, Bora, raffiche record [cfr. 3/2011, n. 1]

#### Aprile

Prima decade estremamente calda, "siccità" primaverile

#### Maggio

Caldo, continua la "siccità" primaverile  
Temporali in montagna [cfr. 5/2011, n. 6]

#### Giugno

Frequenti piogge  
7, allagamenti a Lignano [cfr. 6/2011, n. 2]

#### Luglio

Dal 15 forte instabilità atmosferica  
22, devastante grandinata su Isontino e Colli Orientali [cfr. 7/2011, n. 5]

#### Agosto

8, nebbia in estate  
Terza decade con temperature molto alte

#### Settembre

Una prolungata estate; molto caldo

#### Ottobre

L'autunno inizia solo a fine mese

#### Novembre

Pioggia solo nella prima decade; molto sole

#### Dicembre

Ancora caldo; poca neve

Il mese è terminato con tempo variabile e qualche rovescio, che non ha attenuato la siccità - proiettata fino al 14/5 - su gran parte della pianura.

La prima decade di maggio è stata caratterizzata da temperature in continua crescita e dalla presenza, a più riprese, della Bora: il 3-4 (raffiche sulla costa a 90 km/h), l'8-9 (raffiche fino a 120 km/h a Trieste). A metà mese l'ingresso di un fronte freddo Atlantico ha determinato un marcato peggioramento e la fine della siccità (piogge abbondanti e neve sui monti); la temperatura è scesa bruscamente (-15 °C in 24 ore) ed è ritornata a farsi sentire la Bora. Dopo il 16 il tempo è migliorato ed è iniziata una nuova fase di riscaldamento (T massime fino a 32 °C in pianura), sebbene la presenza a tratti di aria più umida abbia determinato instabilità pomeridiana sui monti e locali rovesci. Tra il 27 e 28 un fronte freddo proveniente dal Nord Atlantico ha determinato temporali diffusi, ancora neve sui monti e anche qualche danno da vento nel pordenonese. Negli ultimi 3 giorni il tempo è stato bello con temperature in graduale ripresa.

Nelle prime due decadi del mese di giugno si sono avuti molti temporali e piogge intense. Degni di nota sono i temporali del 3 pomeriggio (pordenonese e altre zone di pianura), del 4 sera (grandine sulla Bassa udinese), del 7 (oltre 80 mm e allagamenti a Lignano), dell'8-9 (piogge intense a Udine e sulle Prealpi Giulie, allagamenti a Fontanafredda). Una breve pausa nei temporali si è avuta il 15, ma questi sono ripresi già due giorni dopo per l'arrivo di un fronte atlantico preceduto da correnti sciroccali; il 18 i temporali e le piogge sono state più frequenti e intense sui monti (200 mm a Tolmezzo), anche per la presenza sulla costa di Scirocco forte (raffiche a 60 km/h). Il 19 ha iniziato a soffiare la Bora, che ha portato ad una graduale maggior stabilità, durata però solo fino al 22, quando le correnti atlantiche hanno riguadagnato terreno causando nuovi forti temporali in provincia di Pordenone (grandine a Sacile). Sono seguiti alcuni giorni di tempo bello e caldo (32 °C, afa in pianura). Il 30 un fronte freddo atlantico ha portato ancora qualche pioggia, specie sulle Prealpi Carniche.

Nella prima settimana di luglio le temperature sono scese su valori inferiori alla norma, a causa di un flusso di correnti fresche dal Nord Europa. In seguito l'anticiclone Nord-africano ha ripreso il sopravvento fino a metà mese, contrassegnando così la prima, seppur breve, ondata di calore della stagione; le temperature sono salite fino a 35 °C. Il 15 mattina una saccatura in estensione sul Nord Italia ha fatto "crollare" la temperatura in quota, innescando forti temporali, localmente con grandine. Questo evento ha segnato la fine del caldo afoso e l'inizio di un lungo periodo di instabilità, dovuto anche alla elevata temperatura del mare (27.4 °C il 19, massimo degli ultimi 15 anni). L'apice dell'instabilità si è avuta il 22-23, quando un fronte occidentale alimentato da un flusso di Scirocco, ha causato una devastante grandinata sull'Isontino e sui Colli Orientali. Il 24 un successivo fronte freddo ha causato piogge intense, neve sulle vette e il crollo della temperatura. Nell'ultima settimana sono prevalse condizioni di variabilità e temperature in ripresa. Da segnalare i temporali con grandine del 29 sera e del 30 (allagamenti tra S. Vito e Casarsa).

Nella prima decade di agosto si sono avuti frequenti temporali (250 mm nel Canal del Ferro il giorno 8) e un'estrema variabilità. Nella mattina del giorno 8 si è presentata addirittura la nebbia in pianura, caso molto raro in agosto. Dal 9 sera ha iniziato a soffiare la Bora e il tempo si è fatto più fresco e asciutto. Dopo il temporaneo peggioramento del 15, l'anticiclone nord-africano si è riportato fin oltre le Alpi favorendo tempo stabile e temperature molto alte (seconda ondata di calore, più intensa e duratura, con oltre 37 °C su molte zone di pianura il 23); la temperatura del mare ha raggiunto i 28 °C. Il 27 un fronte Atlantico ha scalzato l'anticiclone, causando forti temporali (danni da vento e grandine), prima sulla pedemontana pordenonese e Prealpi Carniche, poi su tutta la zona montana friulana; su pianura e costa si sono avute solo sporadiche piogge. Il 28 è tornata la Bora, mentre a fine mese si

è registrato ancora qualche temporale sparso.

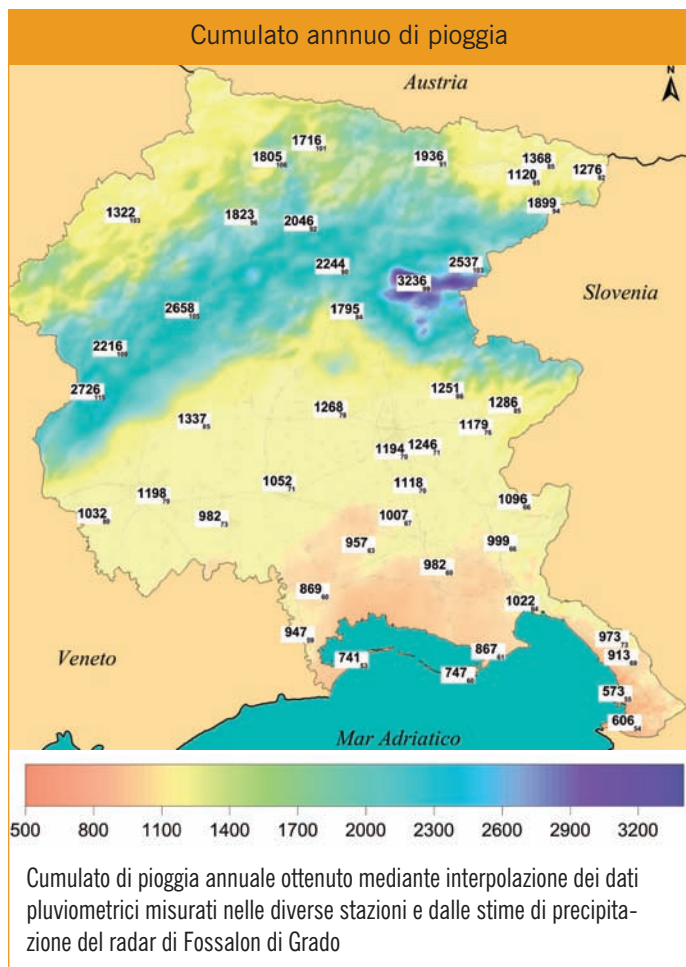
Il 2 settembre l'anticiclone nord-africano si è riportato fin oltre le Alpi portando tempo bello e molto caldo, con picchi in pianura di oltre 33 °C. L'anticiclone ha fatto sentire i suoi effetti (T massime fino a 34 °C) fino al giorno 17. Non sono mancate tuttavia piogge e temporali. In particolare una depressione da ovest ha interessato la regione il 5-6 (alcuni danni tra Udine e Palmanova e a Lignano; vento di Bora sulla costa); temporali di forte intensità si sono avuti anche il 12 (74 mm in 1 sola ora a Musi) e il 14-15 (più di 100 mm a Ucea). Il 17 sul Friuli Venezia Giulia hanno iniziato a fluire correnti da sud-ovest; il 18-19 un marcato fronte atlantico ha determinato una linea temporalesca che ha attraversato la regione da ovest a est: si sono avute piogge intense, alcune grandinate e danni dovuti al forte vento (raffiche >100 km/h). Le temperature hanno subito un brusco calo (15 °C in meno in 2 giorni). Dal giorno 20 è tornato l'anticiclone, che ha riportato fino a fine mese grande stabilità e temperature massime sempre oltre la norma; in pianura si sono spesso sfiorati i 30 °C.

Il bel tempo di fine settembre è proseguito per tutta la prima settimana di ottobre; in pianura la temperatura ha raggiunto i 30 °C (record per il periodo). Il 7 un fronte freddo da nord-ovest ha generato una linea di temporali e piogge intense con vento forte (raffiche >100 km/h a Lignano; Bora a 100 km/h a Trieste); la temperatura massima ha subito un calo di 20 °C in solo due giorni. In seguito una rimonta anticiclonica ha riportato bel tempo con nubi stratiformi ad alta quota. Dal 14 al 18 una depressione fredda è scesa sui Balcani, determinando cielo sereno con Bora sostenuta sulla costa e temperature in calo. Il 20 un fronte Atlantico ha determinato condizioni di maltempo con piogge intense (Monfalcone 109 mm), Bora forte (raffiche a 125 km/h a Trieste) e neve oltre i 1.000 m. Il 25 un nuovo fronte atlantico, preceduto da correnti sciroccali, ha preso il sopravvento; il 26 si sono avute quindi piogge molto intense (sulle Prealpi Carniche 200-400 mm in 48 ore) anche su pedemontana e pianura. Dal 27 il tempo è tornato stabile per la presenza di un'alta pressione; di notte hanno iniziato a formarsi le prime locali nebbie.

Il bel tempo è durato fino al 3 novembre, quando una vasta depressione atlantica sul Mediterraneo ha attivato un flusso di correnti sciroccali verso il nord-Italia. Dal 4 al 7 sulla regione si sono avute piogge, in particolare nelle zone occidentali e sulle Prealpi Carniche (nei 4 giorni 476 mm a Piancavallo). Nella prima decade le temperature sono state relativamente molto alte, sia nei valori massimi (punte di 20 °C su pianura e costa), che nei minimi. Dal 10 fino a fine mese sull'Europa centro-settentrionale si è rafforzato un anticiclone che ha fatto affluire sulla regione correnti da nord-est più fredde e secche. Le temperature sono rientrate sui valori tipici del periodo, mentre sulla costa si sono avuti alcuni giorni di Bora forte (12, 23 e 24). Nelle ultime due decadi di novembre non si sono verificate precipitazioni, mentre la radiazione media giornaliera è risultata essere la più elevata degli ultimi 20 anni.

Dicembre è iniziato con giornate uggiose, umide e talvolta piovose, a causa della presenza di correnti da sud-ovest negli strati medio-bassi con vento al suolo debole o nullo. A metà mese le correnti occidentali - che in precedenza rimanevano a nord delle Alpi - sono scese di latitudine, portando dei fronti più definiti sulla regione. Si sono avuti quindi 3-4 giorni di pioggia moderata (abbondante a est) e neve oltre i 1.000 m circa. Il 17 correnti fredde nord-occidentali in quota hanno riportato il bel tempo e le temperature minime e massime in pianura sono tornate sui valori tipici del periodo. Il 27 e 28 dicembre l'anticiclone delle Azzorre si è disteso fino alle Alpi e si sono avute 2 bellissime giornate con massime in pianura a 13 °C e zero termico a quasi 3.000 m di quota. Il 29 un fronte ha portato deboli piogge e deboli neviccate sui monti oltre i 600 m. L'anno si è chiuso con il passaggio di un fronte caldo e le temperature in quota hanno subito una brusca impennata.

# Pioggia e neve



## Un anno molto secco

Nel 2011 è piovuto molto poco. In particolare sulla costa, sulla pianura (specie nelle zone più orientali) e nel tarvisiano si sono misurati dai 200 ai 500 mm di pioggia (o neve fusa) in meno rispetto al quarantennio 1961-2000. Sulle zone prealpine e in Carnia i cumulati annui di pioggia sono risultati invece in linea con i dati climatici. In termini percentuali sulla costa le piogge annuali sono risultate inferiori del 30-40%, nella pianura pordenonese del 20%, nella pianura Udinese e nell'isontino dal 20 al 40%, nel Tarvisiano del 30%. Anche il numero di giorni di pioggia è risultato molto basso: su tutta la regione sono mancati dai 15 ai 30 giorni piovosi. Questi andamenti sono spiegati dal fatto che nel 2011 sono mancati i temporali di agosto-settembre e le piogge di flusso (legate allo Scirocco) di novembre e dicembre.

## Grandine

Le principali grandinate segnalate sono avvenute nei giorni:

- 4/6 (Bassa Udinese)
- 23/6 (zona Sacile)
- 15/7 (pedemontana pordenonese, Rivignano)
- 22-23/7 (Isontino e Colli Orientali, cfr. 7/2011, n. 5)
- 29/7 (fascia orientale e costa)
- 30/7 (fascia pedemontana)
- 27/8 (pedemontana Pordenonese, Prealpi Carniche)
- 19/8 (Val Degano)
- 18-19/9

## Piogge significative (mm)

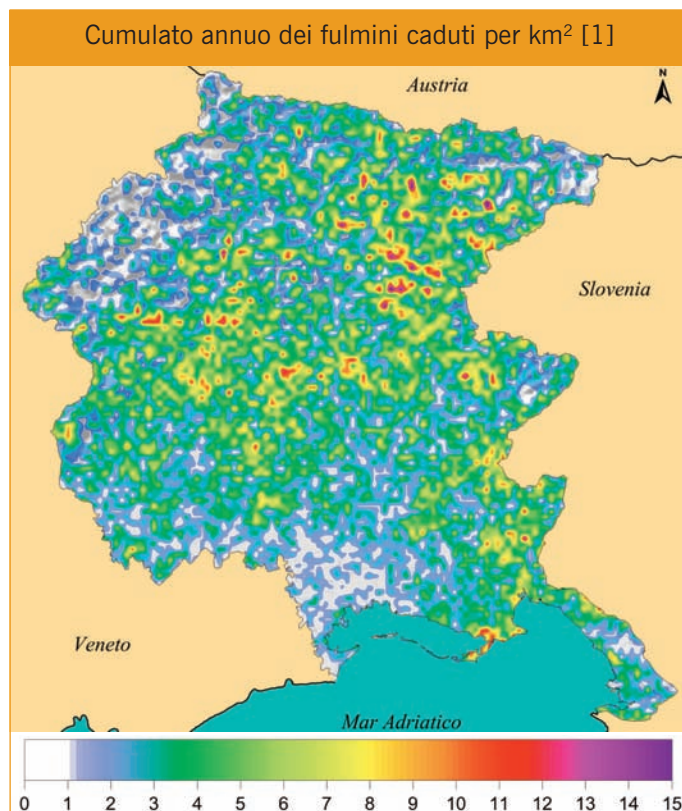
- 10-11/1 (temporali invernali, cfr. 1/2011, n. 3)
- 16/2 (80 mm Prealpi)
- 13-14/3
- 15-17/3 (in 3 gg. 130 mm ca. su tutta la regione, >200 mm Prealpi, 342 mm Piancavallo)
- 27/5 (100 mm in Carnia)
- 7/6 (80 mm, allagamenti a Lignano, cfr. 6/2011, n. 2)
- 18/6 (180 mm Tolmezzo)
- 24/7 (82 mm Monfalcone)
- 8/8 (250 mm Canal del Ferro)
- 12/9 (74 mm in 1 h a Musi)
- 14-15/9 (> 100 mm Ucea)
- 18-19/9 (nei 2 gg. 120-190 mm Prealpi e Alpi)
- 7/10 (101 mm Pontebba)
- 20/10 (178 mm Musi, 109 mm Monfalcone)
- 25-26/10 (nei 2 gg. 120 mm ca. su tutta la regione, 200-400 mm Prealpi, cfr. 10/2011, n. 7)
- 4-7/11 (nei 4 gg. >250 mm Prealpi Carniche, 476 mm Piancavallo)

## Periodi siccitosi

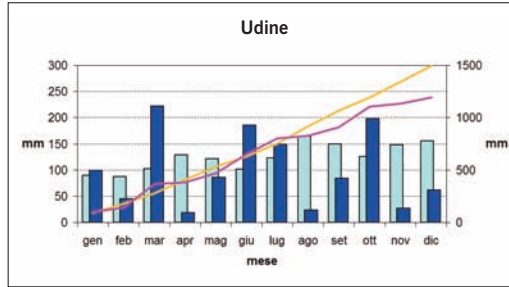
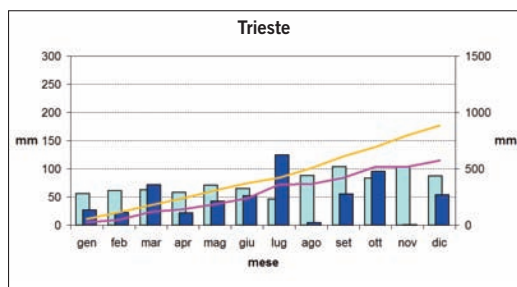
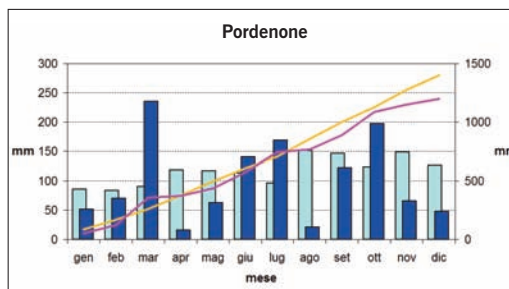
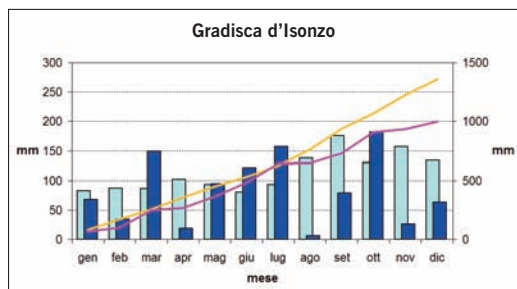
- Aprile - Maggio

## Nevicata

- 10-11/1 (1 m M.te Canin in 24 h), 19/1
- 16-17/2
- 13-17/3
- 15/5, 27-28/5
- 7/10
- 20/10 (10 cm Tarvisio)
- 15-17/12, 29/12







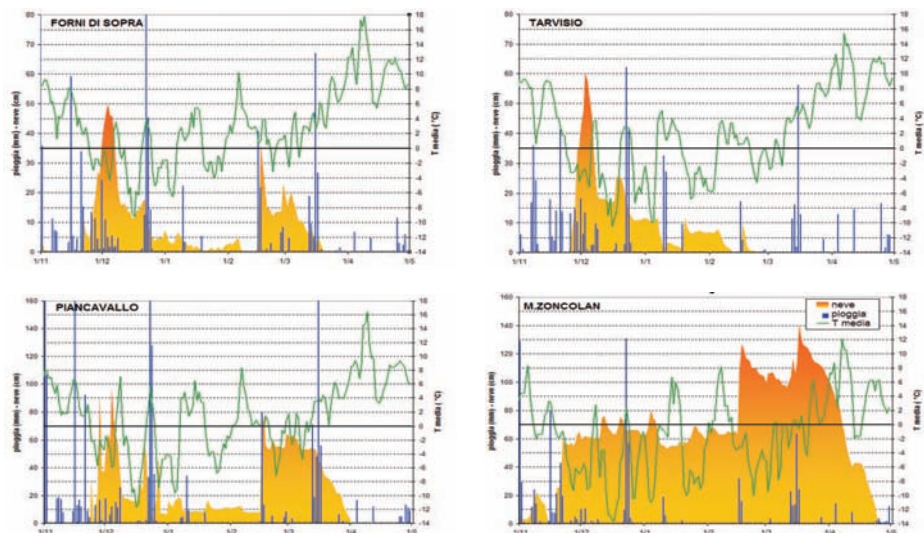
## Anomalia pluviometrica

La pioggia media mensile del 2011 (barre blu) è risultata superiore al decennio di confronto 2001-2010 (barre azzurre) nei mesi di marzo, giugno, luglio e ottobre. Mesi molto secchi sono risultati aprile, agosto, settembre e novembre. A Trieste solo a luglio la pioggia è stata superiore alla media dei dieci anni precedenti. Questi andamenti mensili hanno fatto sì che i cumulati di pioggia da inizio anno (linea fucsia) siano risultati vicini ai cumulati medi 2001-2010 (linea gialla) fino a luglio, per poi discostarsi significativamente verso il basso.

Località	Pioggia 2010		Distribuzione nei mesi (mm)												2001-2010 [3]				Rad. glob. MJ/anno
	P. totale (mm)	Giorni pioggia [2]	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	P. med. (mm)	Δ (%)	GG.P. med. [2]	Δ (%)	
BARCIS	2216	109	58	111	366	61	115	319	210	112	194	351	266	54					4396
BICINICCO	1007	67	76	41	186	14	66	150	100	5	116	166	31	55					
BOA PALOMA			23	15	64	0	34	17	0	37		18							5576
BORDANO	2244	90	45	78	354	27	109	406	254	211	159	390	114	98					
BORGO GROTTA	913	69	39	39	114	26	94	81	106	12	89	192	4	118					5878
BRUGNERA	1032	80	43	50	189	16	65	126	130	29	115	162	66	43	1324	-22	99	-19	5056
CAPRIVA D.F.	1096	66	77	31	153	24	100	128	182	6	91	180	33	92	1430	-23	100	-34	5256
CAVE DEL PREDIL	1899	94	85	35	165	53	184	328	220	187	199	316	35	90					
CERVIGNANO	982	60	57	48	189	22	70	119	102	1	63	203	42	65	1272	-23	94	-36	5290
CHIEVOLIS	2658	105	58	122	323	30	110	426	346	189	201	501	279	73					4147
CIVIDALE	1179	76	95	36	175	25	117	121	117	61	88	245	23	76	1552	-24	104	-27	4960
CODROIPO	1052	71	74	50	217	15	62	114	182	43	53	156	40	47	1301	-19	96	-26	5124
CORITIS	2537	103	131	70	319	23	172	350	276	218	248	505	79	147					
ENEMONZO	1823	96	36	79	207	34	200	262	231	150	205	265	113	42	2004	-9	108	-11	4788
FAEDIS	1251	86	99	46	203	23	130	182	123	36	87	215	30	77	1666	-25	108	-20	5047
FAGAGNA	1268	78	75	51	253	38	60	190	165	56	97	200	31	52	1505	-16	102	-24	5282
FORNI DI SOPRA	1322	103	32	81	135	35	138	211	182	75	138	165	97	35					4708
FOSSALON	867	61	40	40	128	23	44	96	187	12	54	184	14	46	1073	-19	87	-30	5517
FUSINE	1276	82	61	17	83	66	134	269	133	141	129	189	2	52					
GEMONA	1795	84	65	63	277	40	107	198	302	123	182	292	62	86	2035	-12	110	-24	4918
GORGIO	947	59	38	64	209	13	47	150	129	3	93	131	28	43					
GRADISCA D'IS.	999	66	67	34	149	19	95	122	157	6	79	182	26	63	1360	-27	97	-32	5331
GRADO	747	60	39	37	88	13	40	53	141	5	65	179	37	51	819	-9	83	-27	5158
LAUZACCO	1118	70	92	42	176	13	78	201	112	23	102	189	29	61					
LIGNANO	741	53	31	53	151	13	25	132	96	14	77	91	30	30	934	-21	83	-36	5455
MONFALCONE	1022	64	34	44	143	25	55	95	265	16	57	217	14	57					5652
MUGGIA	606	54	24	16	67	10	46	70	149	9	63	99	2	51					5647
MUSI	3236	99	137	99	422	36	200	429	317	190	335	632	211	226					4172
PALA D'ALTEI																			4836
PALAZZOLO D.S.	869	60	45	46	193	7	41	169	82	4	78	138	29	37	1195	-27	92	-35	5069
PALUZZA	1716	101	21	49	172	28	189	314	222	141	179	269	78	54					
PIANCAVALLO	2726	115	60	113	445	72	122	293	276	102	226	477	476	63					4527
PONTEBBA	1936	91	59	31	142	34	156	370	225	281	190	313	52	84					
PORDENONE	1198	79	52	70	235	16	63	140	169	21	122	197	65	48	1401	-15	98	-20	5275
PRADAMANO	1246	71	103	44	212	20	103	194	115	39	105	213	29	68					
S. PIETRO AL NAT.	1286	85	116	42	185	20	80	160	113	100	86	242	37	104					5222
SAN VITO AL TGL.	982	73	41	65	197	18	53	120	162	60	62	129	39	35	1228	-20	95	-23	5327
SGONICO	973	73	45	51	139	26	72	73	135	13	81	190	7	143	1370	-29	101	-28	5532
TALMASSONS	957	63	65	38	178	11	65	154	83	5	88	203	26	42	1202	-20	95	-33	5287
TARVISIO	1368	85	70	23	103	58	148	234	179	129	145	204	16	59	1460	-6	109	-22	4800
TOLMEZZO	2046	92	32	58	230	20	109	456	296	160	162	366	99	59					5093
TRIESTE	573	55	27	23	72	22	43	53	124	5	55	96	1	54	886	-35	88	-37	5208
UDINE S.O.	1194	70	99	45	222	18	85	185	148	23	84	198	26	61	1497	-20	101	-31	5128
VIVARO	1337	85	50	67	252	23	55	149	258	38	107	226	70	44	1667	-20	107	-20	5274
M. LUSSARI	1120	85	30	10	55	43	105	223	173	145	133	147	18	38	1208	-7	103	-18	4790
M. MATAJUR																			4667
M. SAN SIMEONE																			5043
M. ZONCOLAN	1805	106	27	49	144	45	188	363	206	157	249	238	109	30	1629	11	101	5	4675

### Cumulato annuale di neve fresca caduta (cm) [4]

Andamento dell'altezza dello strato nevoso (cm, area colorata) rilevato con nivometri sonici e della pioggia (mm, istogramma) nel periodo novembre 2010 - aprile 2011 nelle stazioni di Forni di Sopra, Tarvisio, Piancavallo e M.te Zoncolan.



Temp. aria 180 cm (°C)		Temperatura 2011				Giorno				Confronto climatico (2001-2010)				Indici agronomici			Località	
media	valori estremi	Temp. suolo		Temp. suolo	gelo	ghiaccio	caldo	Notte	media	minima	massima	media	minima	massima	Σ	Σ		ETO
periodo	min data Max	data	data	-10 cm	[5]	[6]	[7]	[8]	ass.	ass.	ass.	base 10	base 6	mm/anno				
9,9	-9,4	5/1	33,4	23/8		109	1	9	0						1379	2254		BARCIS
13,6	-6,8	9/3	37,6	23/8		75	0	51	5						2065	3095	940	BICINICCO
	-0,2	24/2	32,4	24/8											2484	3716		BOA PALOMA (*)
14,2	-4,7	5/1	37,2	23/8		21	0	32	14						2201	3336	959	BORDANO
13,3	-6,1	9/3	36,4	23/8		63	0	35	9						1941	2975	1101	BORGO GROTTA
13,7	-7,2	5/1	38,3	23/8	14,4	86	0	53	4	13,3	-15,7	21/12/2009	38,2	21/07/2006	2125	3131	887	BRUGNERA
14,2	-5,3	5/1	37,2	23/8	15,2	52	0	52	13	13,8	-10,2	19/12/2010	39,7	19/07/2007	2199	3286	981	CAPRIVA D.F.
7,7	-14,2	24/2	31,8	22/8		135	24	3	0						900	1664	741	CAVE DEL PREDIL
14,0	-6,1	3/1	36,4	23/8	13,8	70	0	62	4	13,5	-17,3	20/12/2009	37,8	23/07/2006	2138	3199	917	CERVIGNANO
11,6	-6,7	5/1	35,4	23/8		71	1	19	0						1691	2643		CHIEVOLIS
13,8	-4,6	5/1	37,1	23/8	13,7	31	0	39	16	13,4	-8,8	01/03/2005	38,7	21/07/2006	2149	3242	1097	CIVIDALE
13,7	-6,3	24/2	36,6	23/8	12,3	79	0	56	3	13,5	-17,9	19/12/2009	37,5	21/07/2006	2095	3121	970	CODROIPO
10,7	-8,9	5/1	34,4	23/8		70	1	14	0						1461	2376		CORITIS
10,6	-9,5	5/1	34,9	23/8	11,2	119	0	11	0	10,2	-16,6	01/03/2005	37,9	21/07/2006	1413	2291	763	ENEMONZO
14,4	-5,1	5/1	36,9	23/8	14,4	46	0	40	14	13,4	-10,6	20/12/2009	37,7	11/08/2003	2139	3243	935	FAEDIS
14,1	-6,0	5/1	36,7	23/8	14,5	38	0	36	19	13,3	-12,2	19/12/2009	38,9	21/07/2006	2213	3283	1124	FAGAGNA
9,4	-10,1	5/1	31,6	22/8	9,3	108	2	3	0						1159	1998	724	FORNI DI SOPRA
14,8	-3,7	9/3	35	20/8	15,0	39	0	38	17	14,2	-12,1	20/12/2009	37,5	03/08/2003	2234	3345	1082	FOSSALON
7,3	-16,9	5/1	32,5	23/8		166	29	14	0						959	1702	761	FUSINE
13,6	-6,8	23/1	36,1	23/8	13,3	70	0	34	10	13,0	-12,3	04/01/2002	36,3	21/07/2006	2104	3127	958	GEMONA
14,3	-3,9	5/1	36,2	21/8		51	0	49	10						2232	3307	898	GORGIO
14,5	-5,8	4/1	38	23/8	15,6	57	0	66	19	13,8	-16,4	20/12/2009	38,7	05/08/2003	2262	3333	1052	GRADISCA D'IS.
15,3	-2,0	5/1	33,4	20/8		6	0	22	65	14,9	-5,5	20/12/2009	37,2	22/06/2002	2426	3556	1034	GRADO
14,0	-5,1	23/1	37,2	23/8		51	0	50	10						2161	3229	961	LAUZACCO
15,5	-1,0	5/1	34,4	20/8		3	0	29	72	14,9	-6,3	21/12/2009	37,7	19/07/2007	2453	3602	1125	LIGNANO
14,6	-3,0	24/2	34,3	11/7		33	0	26	15						2128	3248	976	MONFALCONE
16,0	-0,9	24/2	33,1	27/8		1	0	17	71						2469	3700	1273	MUGGIA
11,5	-7,6	5/1	33,6	23/8		47	0	12	0						1551	2509		MUSI
6,9	-10,2	4/1	25,8	22/8		104	36	0	0						567	1248		PALA D'ALTEI
14,2	-6,0	9/3	36,7	23/8	15,1	65	0	58	10	13,3	-18,9	20/12/2009	38,4	23/07/2006	2204	3249	971	PALAZZOLO D.S.
10,1	-10,7	5/1	33,6	23/8		111	2	11	0						1364	2239		PALUZZA
7,4	-13,0	23/2	29,1	22/8	4,8	132	14	0	0						657	1361		PIANCAVALLO
10,1	-10,3	5/1	33,8	23/8		99	3	14	0						1398	2277		PONTEBBA
14,0	-5,9	5/1	37,3	23/8		70	0	56	17	13,5	-12,4	21/12/2009	37,8	23/07/2006	2206	3230	930	PORDENONE
13,1	-8,1	4/1	37,2	23/8		91	0	46	0						1915	2908	924	PRADAMANO
12,9	-6,7	5/1	37,2	23/8		70	0	45	1						1917	2932		S. PIETRO AL NAT.
13,5	-6,1	5/1	36,3	23/8	14,4	70	0	45	7	13,3	-16,1	21/12/2009	37,8	12/06/2003	2082	3100	924	SAN VITO AL TGL.
13,6	-6,1	9/3	36,4	23/8	13,0	58	0	32	6	13,0	-10,4	20/12/2009	38,5	19/07/2007	1935	2988	1009	SGONICO
13,9	-4,7	24/2	37	23/8		64	0	60	3	13,7	-16,4	19/12/2009	39,4	23/07/2006	2129	3178	955	TALMASSONS
8,3	-15,5	5/1	33,4	22/8	8,0	139	22	11	0	7,7	-21,5	01/03/2005	35,2	21/07/2006	1055	1837	742	TARVISIO
12,5	-7,9	5/1	35,1	23/8		67	0	22	3						1833	2811	905	TOLMEZZO
16,1	-0,6	24/2	32,6	20/8		1	0	19	93	15,8	-4,7	24/01/2006	36,0	22/06/2002	2564	3795	1295	TRIESTE
13,9	-6,9	24/2	37,5	23/8	14,1	71	0	47	6	13,6	-11,8	20/12/2009	38,9	21/07/2006	2078	3113	962	UDINE S.O.
13,8	-7,1	5/1	36,8	23/8	13,5	73	0	51	11	13,1	-14,2	20/12/2009	38,4	21/07/2006	2161	3192	931	VIVARO
4,1	-15,2	29/1	24,9	22/8		170	69	0	0	3,1	-22,4	28/02/2005	25,4	23/06/2002	295	814		M. LUSSARI
	-11,6	23/2	24	22/8		0	0	1	5,0	5,0	-17,8	01/03/2005	24,9	21/07/2006	445	1061		M. MATAJUR (*)
7,0	-12,4	29/1	26,1	23/8		111	35	0	1	5,5	-17,2	28/02/2005	28,9	09/08/2003	638	1351		M. SAN SIMEONE
5,0	-12,6	3/1	25,1	22/8		141	60	0	0	3,9	-19,3	28/02/2005	25,9	13/08/2003	400	997		M. ZONCOLAN

# Temperatura

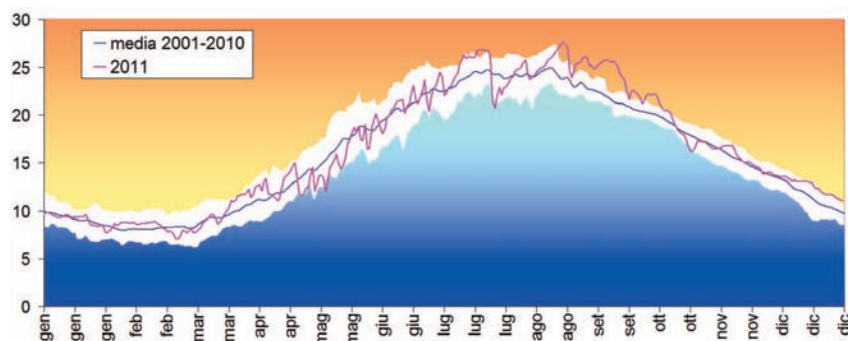
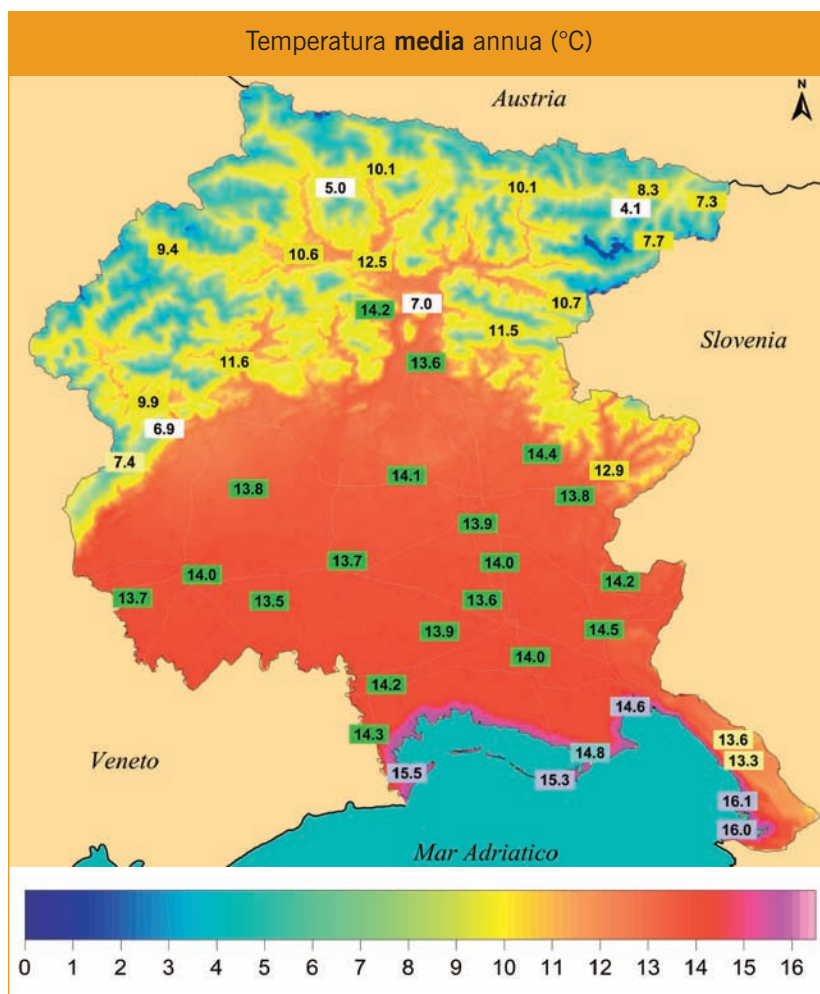
## Temperature sopra la norma

Nel 2011 le temperature medie in pianura sono risultate comprese tra 13.5 e 14.5°C, nella fascia costiera tra 14.6 e 16.1°C; nelle zone montane, in funzione della quota, le temperature sono variate dai 12.5°C di Tolmezzo ai 4.1°C del Monte Lussari. Le temperature medie annuali sono risultate più elevate rispetto alla media degli ultimi 10 anni con variazioni positive da 0.3 a 0.7°C su pianura e costa e fino a +1.5°C nelle zone montane.

I valori termici più bassi dell'anno si sono verificati in due episodi: a inizio gennaio (a Fusine -16.9°C) e intorno al 24 febbraio, quando a Cave del Predil il termometro è sceso a -14.2°C; in entrambi gli episodi la temperatura in pianura si è attestata intorno ai -7°C. Sui monti la temperatura più bassa dell'anno è stata registrata il 29/1 con i -15.2°C del Monte Lussari. Il giorno più caldo dell'anno è risultato il 23 agosto quando su tutta la pianura si sono superati i 36°C e a Brugnara si sono toccati i 38.3°C.

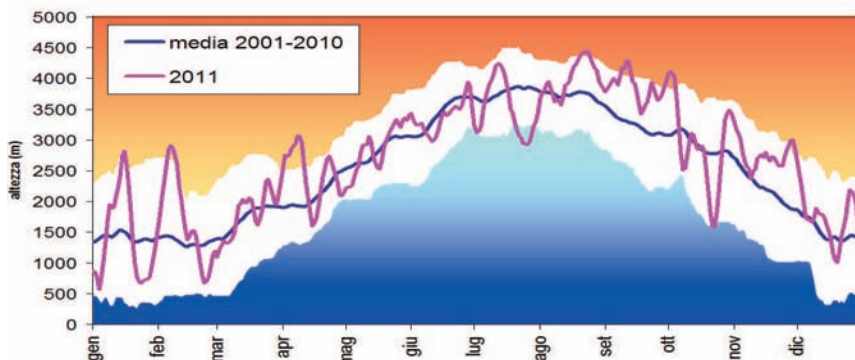
## Radiazione globale

Molto alta la radiazione globale cumulata nel 2011. L'elevato valore è da imputare soprattutto a novembre, che ha fatto registrare l'insolazione più alta degli ultimi venti anni.



## Temperatura del mare (°C) a 2 m di profondità (Trieste)

La temperatura del mare è risultata più elevata rispetto alla media del decennio 2001-2010: 16,4 contro 16,0°C. A luglio, agosto, settembre ed ottobre la temperatura ha superato per lunghi periodi il 90° percentile della serie di riferimento. Intorno al 20/9 la temperatura ha superato di 4°C la media del decennio. Occasionalmente (es. III dec./luglio) la T era significativamente sotto media.



## Altezza dello zero termico

(radiosondaggio di Udine - Campofornido)

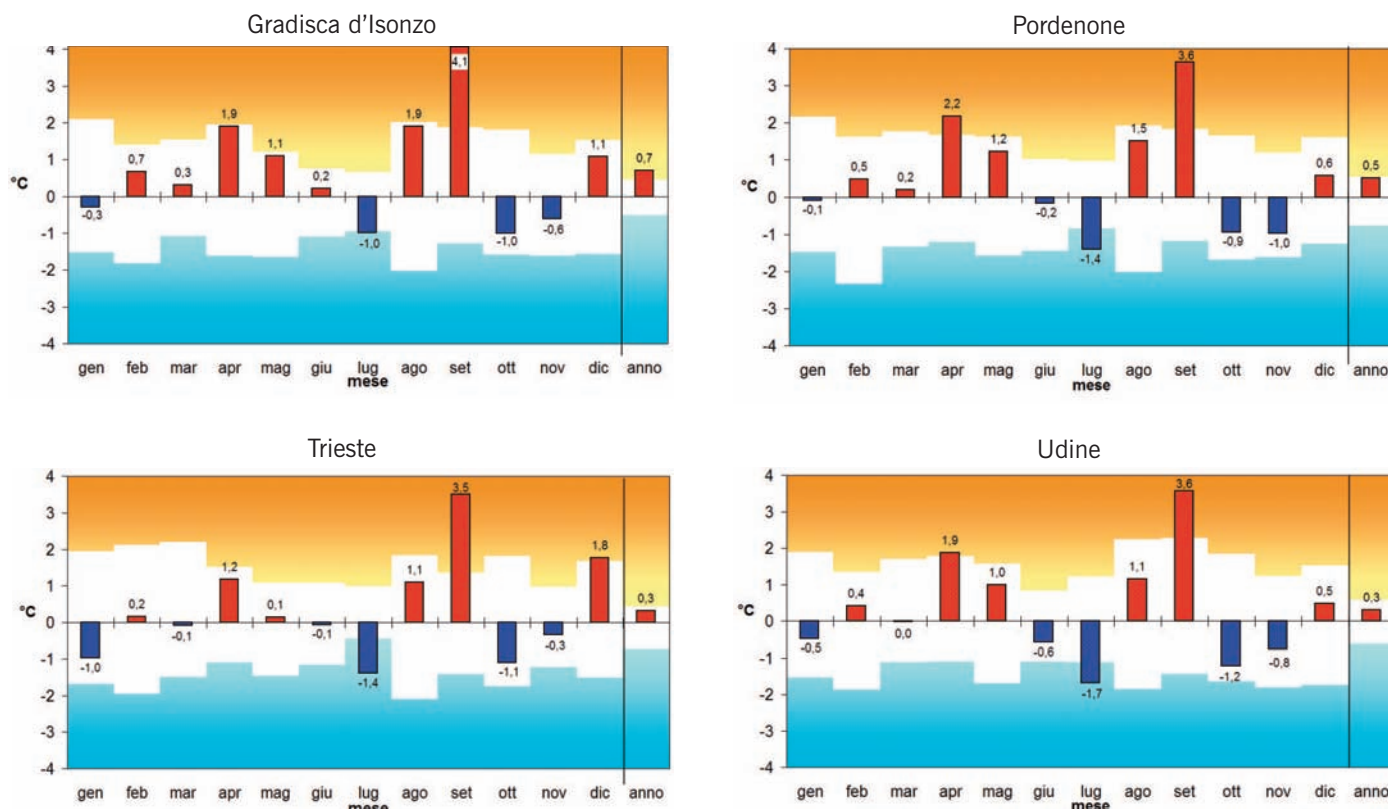
Lo zero termico ha manifestato un andamento irregolare, con frequenti anomalie positive al di fuori della media, occasionalmente nei primi mesi dell'anno, in maniera più strutturale da agosto in poi. Da notare le escursioni oltre il 90° percentile in gennaio, febbraio, più volte in aprile, e nei mesi autunnali. Il mese di luglio è stato invece in parte significativa sotto la media, mentre settembre registra una perdurante anomalia positiva, pur se non estrema. Con una media prossima ai 2700 metri, il 2011 è stato l'anno con l'altezza dello zero termico più elevata dal 1996.

### Anomalia termica

Nelle figure sottostanti è rappresentata l'anomalia termica (scostamento della temperatura media mensile del 2011 rispetto ai valori di riferimento 2001-2010) in 4 stazioni significative della regione.

I grafici mostrano come il 2011 sia risultato un anno caldo: il mese di settembre è risultato di ben 4 °C superiore alla media, ma anche aprile, maggio, agosto e dicembre hanno presentato delle variazioni positive, a volte molto marcate.

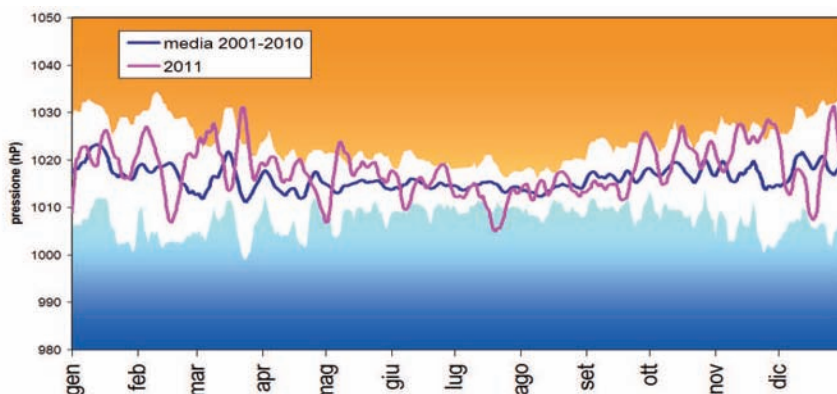
Solo luglio, invece, è risultato significativamente più freddo della media del decennio di confronto.



### Pressione al suolo

(radiosondaggio di Udine - Campofornido)

L'andamento della pressione ridotta al livello del mare ha manifestato una tendenza alla presenza di alte pressioni anche perduranti, come è stato il caso di aprile, maggio e per tutto l'autunno, quest'ultimo concomitante con le anomalie positive dello zero termico. Da notare la presenza di cinque episodi depressio-nari piuttosto profondi: a febbraio, maggio, giugno, dicembre e soprattutto in luglio.



### Legenda

Nelle tabelle in rosso il valore massimo della serie, in blu il minimo.

(\*) Dati parziali. Dove possibile le serie con dati mancanti sono state ricostruite.

[1] Dati dei fulmini forniti da CESI-SIRF.

[2] Giorno di pioggia: giorno con almeno 1 mm di pioggia.

[3] Pioggia - Confronto con le serie storiche OSMER degli anni 2001-2010 (dato mancante se serie dati <10 anni).

[4] Dati di neve forniti da Ufficio Neve e Valanghe della Regione Friuli Venezia Giulia.

[5] Giorno di gelo:  $T_{min} \leq 0$  °C.

[6] Giorno di ghiaccio:  $T_{max} \leq 0$  °C.

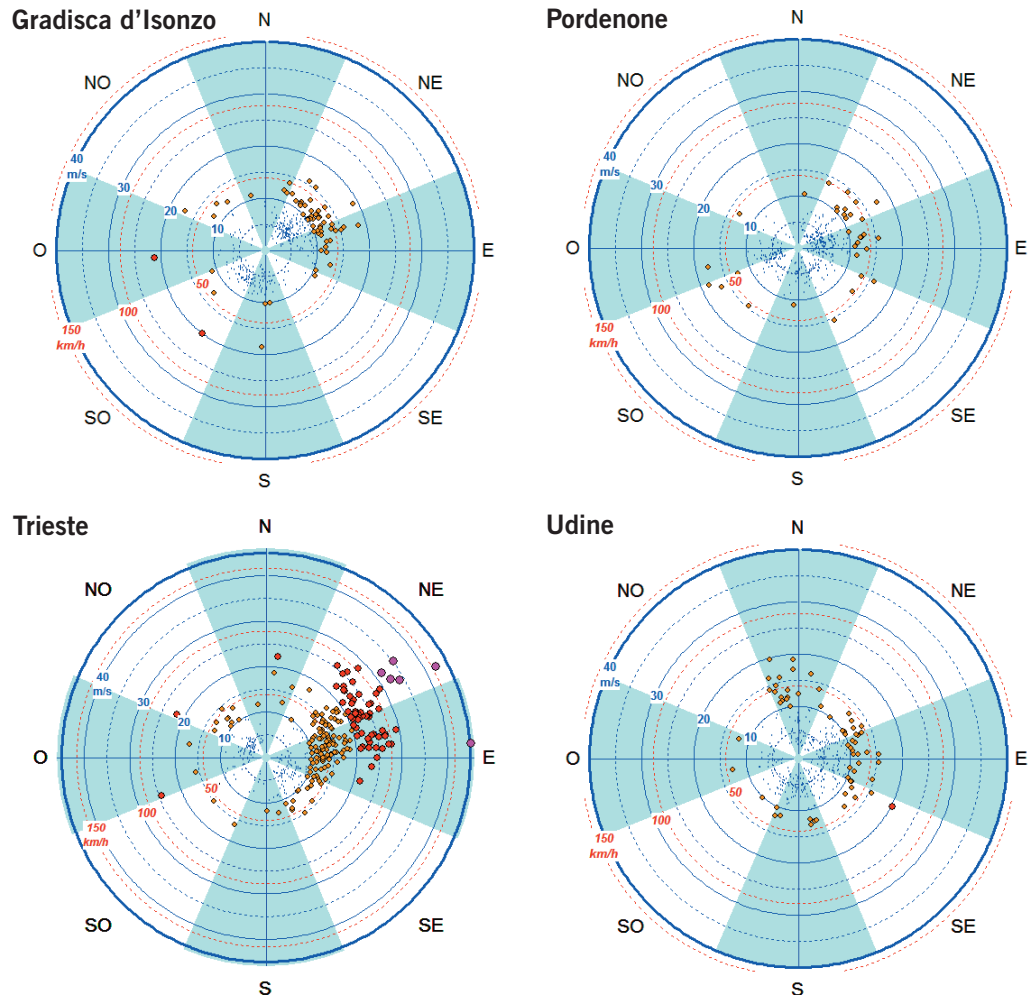
[7] Giorno caldo:  $T_{max} \geq 30$  °C.

[8] Notte calda:  $T_{min} \geq 20$  °C.

# Vento

## Raffica massima giornaliera (m/s e km/ora)

Nei grafici sono riportate le raffiche massime giornaliere (m/s, km/ora) del vento a 10 m suddivise per ottante e raggruppate in classi di intensità. Nella tabella sono aggregati i medesimi dati dei grafici, suddivisi per classe di intensità ed espressi in percentuale sul totale dei casi/giorni.



N° di giorni con raffica massima compresa nell'intervallo e % sul totale dei giorni

	Pordenone	Udine	Gradisca d'Is.	Trieste
0-10 m/s (0-36 km/h)	330 91.7%	301 83.4%	301 82.7%	168 46.0%
10-20 m/s (36-72 km/h)	34 9.3%	59 16.3%	62 17.0%	132 36.2%
20-30 m/s (72-108 km/h)	0 0%	1 0.3%	1 0.3%	59 16.2%
30-40 m/s (108-144 km/h)	0 0%	0 0%	0 0%	4 1.1%
>40 m/s (>144 km/h)	0 0%	0 0%	0 0%	2 0.5%

## Analisi del vento

Nel complesso il vento del 2011 ha rispecchiato l'andamento medio e tipico di ogni area territoriale. Nel 2011 si sono avuti due episodi (1-2 marzo) con Bora estremamente forte (>40 m/s).

### Episodi di Bora molto forte (>100 km/h)

A Trieste si sono registrate 11 giornate con Bora forte: 21-22/1, 28/1, 26/2, 28/2, 1-2/3 (>150 km/h, danni ingenti, cfr. n. 1, 3/2011), 7/3, 8/5, 7/10, 20/10.

Altri episodi di Bora forte sono stati registrati: 1/3 (Fossalon di Grado, M.te Matajur)

### Altri episodi di vento forte (>100 km/h)

16-17/3 (M.te Matajur, fronte freddo), 15/5 (Pala d'Altei, fronte freddo), 27/5 (Pala d'Altei, fronte freddo, cfr. n. 6, 5/2011), 18/6 (Monte Lussari, temporale prefrontale), 17/7 (Pala d'Altei, temporale prefrontale), 27/8 (Pala d'Altei, fronte freddo, 137 km/h), 18/9 (Lignano e M.te Matajur, temporale prefrontale), 7/10 (Lignano, Pala d'Altei, fronte freddo), 16/12 (M.te Matajur, fronte freddo)

## Allegato 2:

Inquinamento atmosferico 2011 da formaldeide e metalli:

- ❖ presentazione dei risultati
- ❖ commento e confronto dei risultati con quelli degli anni precedenti

## Formaldeide

Nel 2011, per i siti di:

Comune di Buia: *Saletti*;

Comune di Osoppo: *Scuola materna di Rivoli; Scuole; Centro anziani*;

sono disponibili i dati di concentrazione di formaldeide determinata su campioni della durata di alcuni giorni per campione con campionatori passivi tipo radiello per l'intero periodo del 2011 (totale 17-20 campioni che variano in funzione della posizione di misura).

Di seguito si rappresentano i dati disponibili nel modo seguente:

– nelle tabelle: numero campioni, media, deviazione standard, minimo e massimo annuale.

– in grafico 1 sono rappresentati i valori minimi, medi e massimi “annuali” rilevati dal 1992-1993 con fiale e/o radielli. Va tenuto presente che, essendo i campioni prelevati su radiello di circa 2/3 settimane per campione, anziché di 24 ore, le concentrazioni di formaldeide determinate su radiello risultano meno variabili; i valori massimi sono più contenuti e non vanno confrontati con quelli riferiti a campioni di 24 ore di altri anni;

- in grafico 2 si riportano tutti i dati disponibili su “radiello” (dal 2005) in tutti i siti di rilevazione;

- in grafico 3, per meglio documentare l'inquinamento da formaldeide rilevato nel 2005-2009, si riportano dati di concentrazione su radiello relativi alle posizioni più significative: scuola materna di Rivoli (posizione storica di rilievo per cui sono disponibili rilievi di formaldeide dal 1992-1993) e Saletti, posizione che a partire dal 2006 è risultata essere costantemente la più critica per inquinamento da formaldeide.

### Rivoli scuola materna

anno	n° camp. (24 ore)		Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		DS		Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
1992-'93	7	/	4,7	/	3,2	/	1,3	/	11,2	/
1993-'94	28	/	2,7	/	2,2	/	1,0	/	11,1	/
1995	23	/	2,1	/	1,3	/	0,1	/	4,7	/
1996	28	/	2,0	/	2,3	/	0,3	/	12,7	/
1997	65	/	4,1	/	2,6	/	0,7	/	13,7	/
1998	59	/	3,1	/	1,4	/	0,9	/	6,9	/
1999	61	/	3,3	/	1,3	/	1,3	/	8,5	/
2000	61	/	2,4	/	1,2	/	0,4	/	6,1	/
2001	65	/	2,5	/	1,7	/	0,4	/	10,5	/
2002	60	/	2,7	/	1,2	/	0,3	/	6,1	/
2003	91	/	3,0	/	1,0	/	0,3	/	4,9	/
2004	/	14 (*)	/	2,4 (*)	/	0,6 (*)	/	1,7 (*)	/	3,8 (*)
2005	/	9 (*)	/	3,8 (*)	/	1,0 (*)	/	2,7 (*)	/	5,5 (*)
2006	46	7 (*)	3,3	3,3 (*)	1,5	0,7 (*)	0,5	2,5 (*)	8,4	4,3 (*)
2007	/	16 (*)	/	3,3 (*)	/	1,3 (*)	/	1,5 (*)	/	6 (*)
2008	102	22 (*)	2,0	2,8 (*)	1,1	0,9 (*)	0,0	1,5 (*)	5,2	4,8 (*)
2009	/	43 (*)	/	2,3 (*)	/	0,8 (*)	/	0,7 (*)	/	3,8 (*)
2010	/	20 (*)	/	1,4 (*)	/	0,9 (*)	/	0,4 (*)	/	3,9 (*)
<b>2011</b>	<b>/</b>	<b>20 (*)</b>	<b>/</b>	<b>1,7 (*)</b>	<b>/</b>	<b>1,1 (*)</b>	<b>/</b>	<b>0,2 (*)</b>	<b>/</b>	<b>4,4 (*)</b>

### Saletti di Buia

anno	n° camp. (24 ore)	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DS	Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
2006	7 (*)	4,9 (*)	1,5 (*)	2,9 (*)	6,9 (*)
2007	16 (*)	6,2 (*)	1,7 (*)	2,9 (*)	8,5 (*)
2008	22 (*)	3,8 (*)	1,1 (*)	2,0 (*)	6,0 (*)
2009	42 (*)	3,4 (*)	1,3 (*)	0,7 (*)	5,8 (*)
2010	20 (*)	2,2 (*)	0,9 (*)	0,8 (*)	4,5 (*)
<b>2011</b>	<b>17 (*)</b>	<b>2,8 (*)</b>	<b>1,4 (*)</b>	<b>1,1 (*)</b>	<b>7,2 (*)</b>

(\*) numero campioni e statistiche relative ai campioni prelevati con campionatori passivi tipo radiello per una durata di alcuni giorni per singolo campione, in alternativa o contemporaneamente ai campionamenti attivi di 24 ore su fiala

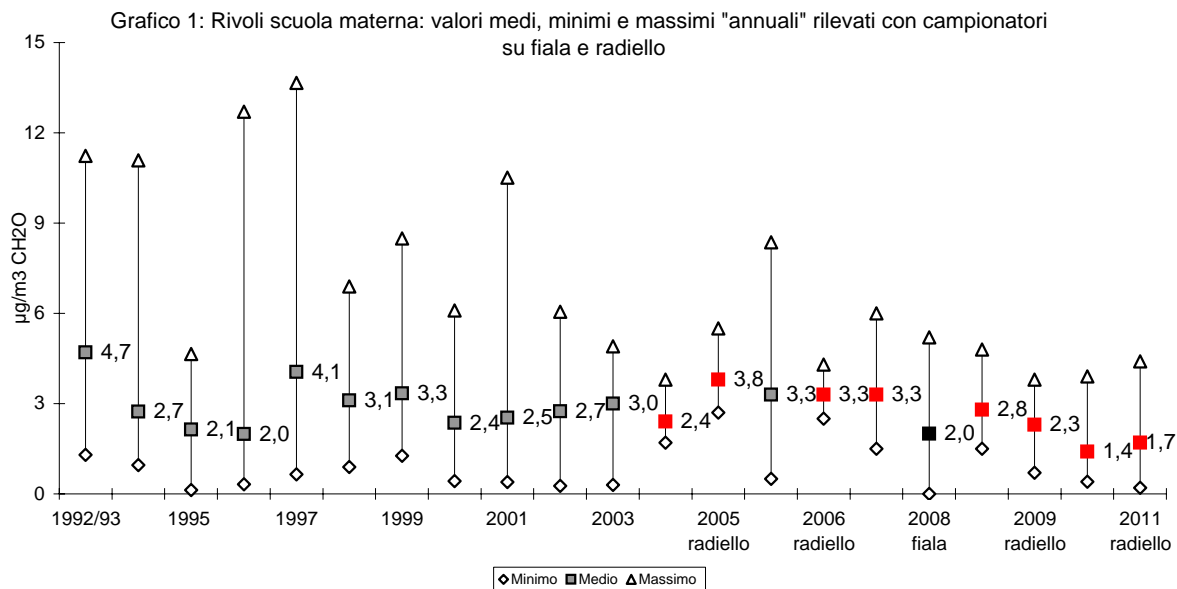


Grafico 2: rilievi 2005-2011: concentrazioni di formaldeide rilevate con campionatori passivi (radiello). Comuni di Osoppo-Buia-Maiano

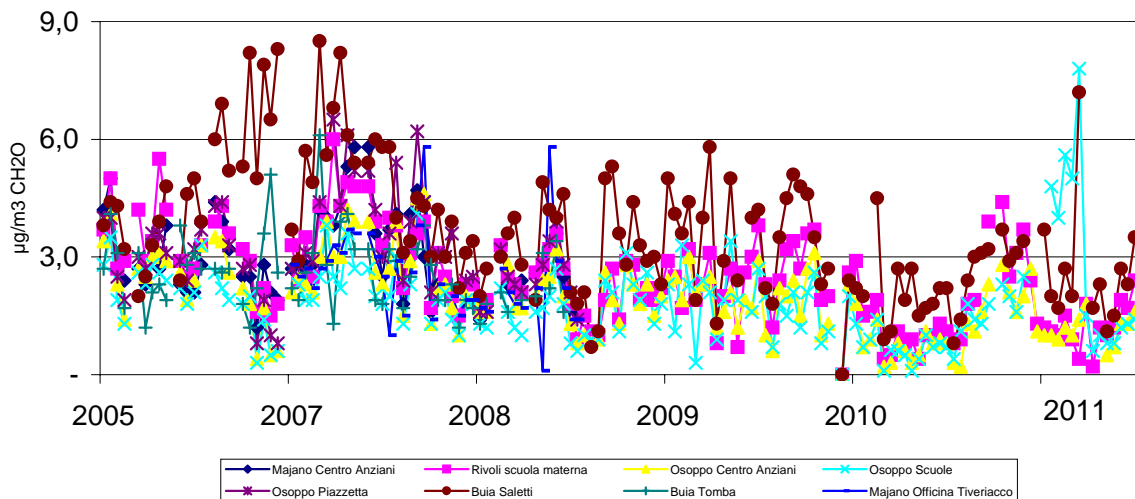
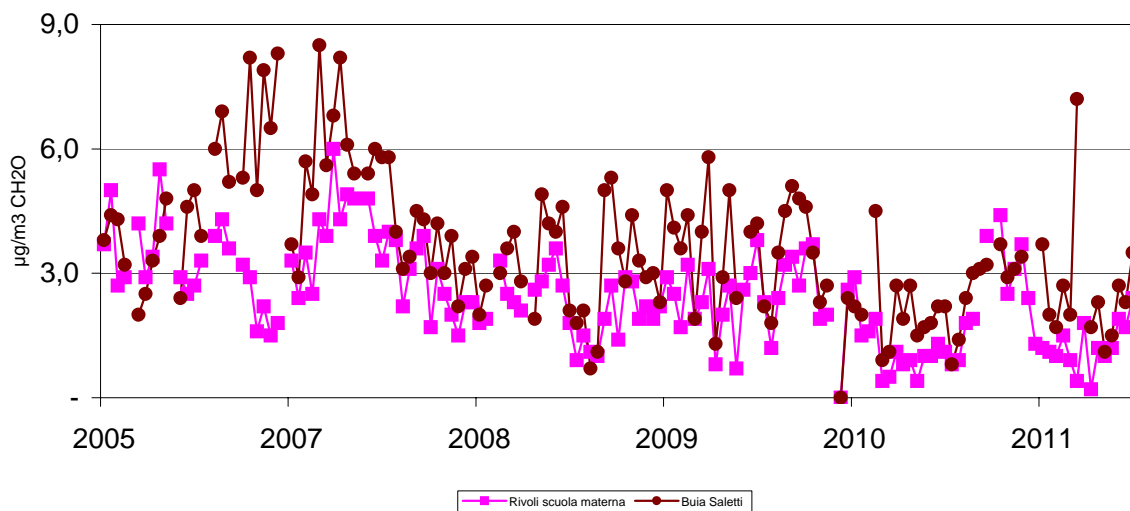


Grafico 3: rilievi 2005-2011: concentrazioni di formaldeide rilevate con campionatori passivi (radiello) nelle posizioni Rivoli scuola materna e Buia Saletti





## Commenti relativi al periodo 2008-2011

2009:

Rivoli Scuola materna:

– la media annuale delle concentrazioni di formaldeide rilevate con radiello nel 2009 (calcolata con riferimento all'anno, inteso come somma dei periodi delle campagne di misura sui risultati delle misure effettuate su 43 radielli e pari a 2,3 µg/m<sup>3</sup>), risulta essere il valore più basso tra i valori disponibili con tale tecnica di campionamento a partire dal 2004. Anche il valore massimo rilevato in tale posizione è, in assoluto, il valore più basso;

Saletti:

– Saletti nel 2009 si conferma, come emerso negli anni precedenti (vedi grafico n. 3), la posizione più critica per concentrazioni di formaldeide tra tutti i siti ove, dal 2005, vengono effettuate dall'ARPA campagne di misura su "radiello"; tuttavia i valori medi, minimi e massimi misurati con i radielli sono tutti in calo rispetto all'anno precedente, raggiungendo i valori minimi.

Il conseguimento dei valori minimi mai raggiunti nelle due posizioni di misura si ritiene sia da attribuirsi agli interventi per il contenimento delle emissioni di formaldeide posti in atto dal gruppo Fantoni dalla fine del 2008, nonché da un regime produttivo in calo per quasi tutti gli impianti del gruppo Fantoni.

2010:

Rivoli Scuola materna:

– la media annuale delle concentrazioni di formaldeide rilevate con radiello nel 2010, pari a 1,4 µg/m<sup>3</sup>, è considerevolmente inferiore al valore misurato nel 2009 e risulta essere il valore più basso tra i valori disponibili con tale tecnica di campionamento a partire dal 2004. Il valore massimo rilevato in tale posizione è in linea con il valore misurato nell'anno precedente;

Saletti:

– Come emerso negli anni precedenti, nel 2010 Saletti si conferma (vedi grafico n. 3) la posizione con livelli di concentrazione più elevati di formaldeide tra tutti i siti ove, dal 2005, vengono effettuate dall'ARPA campagne di misura su "radiello"; tuttavia, come nella posizione di misura Rivoli scuola materna, anche a Saletti il valore medio misurato con i radielli è notevolmente in calo rispetto all'anno precedente, raggiungendo i valori minimi.

Il conseguimento dei valori minimi mai raggiunti nelle due posizioni di misura si ritiene sia da attribuirsi agli interventi per il contenimento delle emissioni di formaldeide posti in atto dal gruppo Fantoni dalla fine del 2008.

**2011:**

Rivoli Scuola materna:

– la media annuale delle concentrazioni di formaldeide rilevate con radiello nel 2011, pari a 1,7 µg/m<sup>3</sup>, è superiore al valore misurato nel 2010, ma si colloca comunque tra i valori più bassi misurati con questa metodica di campionamento;

Saletti:

– come emerso negli anni precedenti, nel 2011 Saletti si conferma (vedi grafico n. 3) la posizione con livelli di concentrazione più elevati di formaldeide tra tutti i siti ove, dal 2005, vengono effettuate dall'ARPA campagne di misura su "radiello"; come nella posizione di misura Rivoli scuola materna, anche a Saletti il valore medio misurato con i radielli è aumentato rispetto all'anno precedente.

L'incremento dei valori medi e massimi di formaldeide nelle due posizioni di misura rispetto all'anno precedente si ritiene sia da attribuirsi all'aumento della produzione di pannelli del gruppo Fantoni.

# Ferro

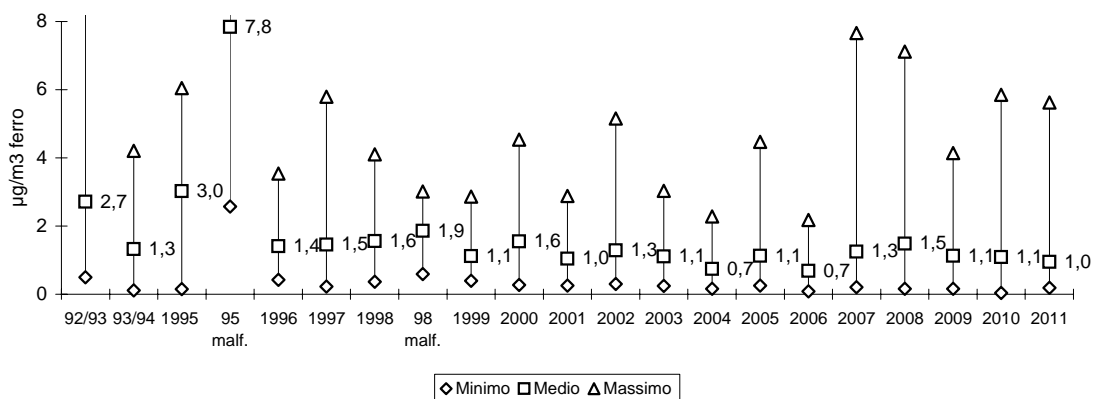
## Rivoli scuola materna

anno	n° camp. (24 ore)	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DS	Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1992-'93	15	2,71	2,46	0,50	8,70
1993-'94	29	1,32	0,87	0,11	4,21
1995	20	3,02	1,66	0,54	6,05
1996	27	1,41	0,70	0,42	3,54
1997	62	1,46	1,08	0,23	5,79
1998	60	1,56	0,79	0,37	4,10
1999	63	1,12	0,56	0,39	2,87
2000	60	1,55	0,82	0,27	4,53
2001	56	1,04	0,56	0,25	2,88
2002	55	1,29	0,85	0,31	5,16
2003	51	1,11	0,57	0,24	3,03
2004	69	0,74	0,43	0,16	2,28
2005	75	1,13	0,88	0,26	4,47
2006	66	0,68	0,40	0,08	2,18
2007	74	1,25	0,99	0,21	7,66
2008	182	1,48	1,04	0,16	7,12
2009	306	1,13	0,70	0,16	4,14
2010	263	1,09	0,70	0,04	5,85
<b>2011</b>	<b>257</b>	<b>0,95</b>	<b>0,63</b>	<b>0,19</b>	<b>5,62</b>

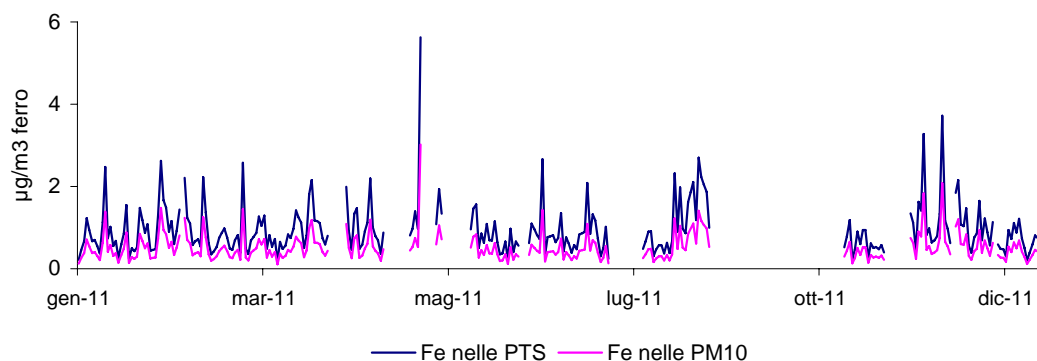
2008 (nelle PM10)	216	0,69	0,46	0,03	3,31
2009 (nelle PM10)	306	0,62	0,38	0,09	2,26
2010 (nelle PM10)	263	0,60	0,38	0,02	3,17
<b>2011 (nelle PM10)</b>	<b>257</b>	<b>0,52</b>	<b>0,34</b>	<b>0,11</b>	<b>3,02</b>

2002/2003 fondo invernale	21	0,96	0,76	0,24	3,19
2004 fondo estivo	18	0,37	0,14	0,18	0,62

Valori medi, minimi e massimi "annuali"



Concentrazione di ferro nelle polveri totali e nelle PM10 nel 2011  
PM10/PTS % (rapporto mediano): 55 (range: 52-58)



## Commenti relativi al 2009-2011

2009:

- La concentrazione media annuale del ferro nelle polveri totali si è ridotta tra il 2008 ed il 2009 in modo statisticamente significativo ed è consistente nei 3 periodi investigati. La concentrazione media annuale nelle PM10 invece non è variata anche se le concentrazioni variano nei 3 periodi.
- Durante le campagne di misura 2009 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2009 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2008, + 2 % circa, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di ferro presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 55 %, con range 52-58 %. Quindi oltre metà del ferro si trova nelle PM10. Inoltre vi è una buona correlazione tra la concentrazione di ferro nelle PM10 e nelle polveri totali.
- Nelle PTS il ferro è correlato in modo statisticamente significativo alle concentrazioni di Manganese e Arsenico.
- Confrontando la concentrazione di Ferro nelle PM10 in periodi selezionati tra il 2009 e il 2008 osserviamo: un aumento non significativo della concentrazione nei mesi tra gennaio ed aprile; una diminuzione statisticamente significativa nei mesi tra maggio e settembre; una diminuzione della concentrazione non statisticamente significativa nei mesi tra ottobre e dicembre. Confrontando il periodo ottobre dicembre 2009 con il periodo gennaio aprile 2009 si osserva complessivamente una diminuzione della concentrazione di Ferro che non è statisticamente significativa.

2010:

- La concentrazione media annuale del ferro nelle polveri totali non ha mostrato variazioni statisticamente significative tra il 2009 ed il 2010.
- La concentrazione media annuale nelle PM10 non è variata anche se le concentrazioni variano nei 3 periodi considerati: gennaio-aprile, maggio-settembre, ottobre-dicembre.
- Durante le campagne di misura 2010 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2010 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2009, un po' meno del 1 %, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di ferro presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 55 %, con range 52-58 %. Quindi oltre metà del ferro si trova nelle PM10.
- A differenza degli anni precedenti, il ferro, sia nelle PTS che nelle PM10, non presenta correlazioni statisticamente significative con gli altri metalli.
- Confrontando la concentrazione di Ferro nelle PM10 in periodi selezionati tra il 2010 e il 2009 osserviamo: non è rilevabile una variazione nella concentrazione di ferro nei mesi tra gennaio ed aprile; un lieve aumento della concentrazione nei mesi tra maggio e settembre; una diminuzione statisticamente significativa nella concentrazione nei mesi tra ottobre e dicembre.
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) tra il 2010 e il 2009: la concentrazione di ferro della ZIRO non è diversa di quella di via Manzoni mentre è minore rispetto a Casali Tosolini e maggiore rispetto a Casali Caiselli.

2011:

- La concentrazione media annuale del ferro sia nelle polveri totali che nelle PM10 ha mostrato una diminuzione statisticamente significativa tra il 2010 ed il 2011;
- Durante le campagne di misura 2011 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2011 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2010, con un incremento del 7,5%, e hanno raggiunto valori massimi);
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di ferro presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 55 %, con range 52-58 %. Quindi oltre metà del ferro si trova nelle PM10;
- Sia nelle PTS che nelle PM10, in tutti i periodi esaminati il ferro presenta correlazioni statisticamente significative con il manganese;
- Confrontando la concentrazione di Ferro nelle PTS e nelle PM10 in periodi selezionati tra il 2011 e il 2010 è rilevabile una diminuzione nella concentrazione di ferro nei mesi tra gennaio ed aprile;
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) i tre siti di riferimento durante il 2011 hanno presentato concentrazioni di ferro nell'aria maggiori in modo statisticamente significativo rispetto alla ZIRO. La ZIRO è l'unica posizione di misura in cui la concentrazione media del ferro è diminuita tra il 2010 e il 2011.

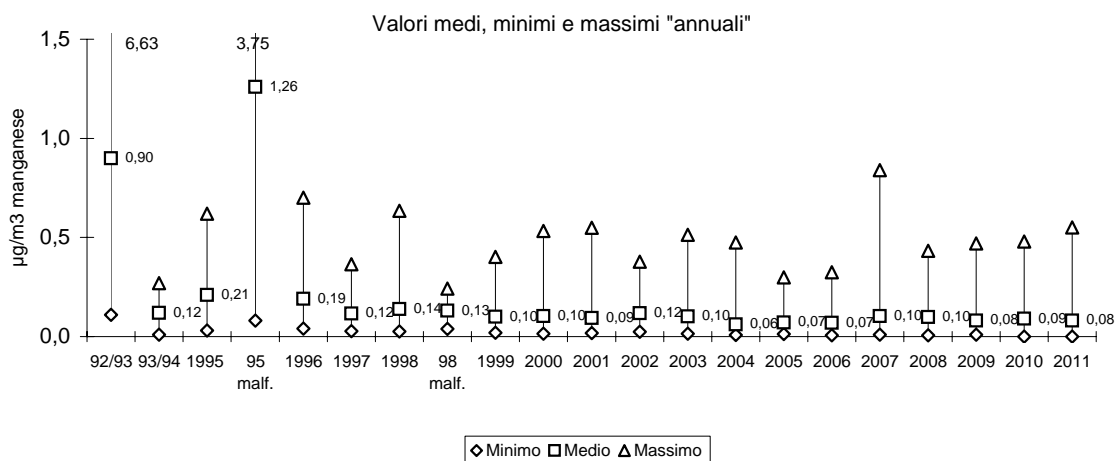
# Manganese

## Rivoli scuola materna

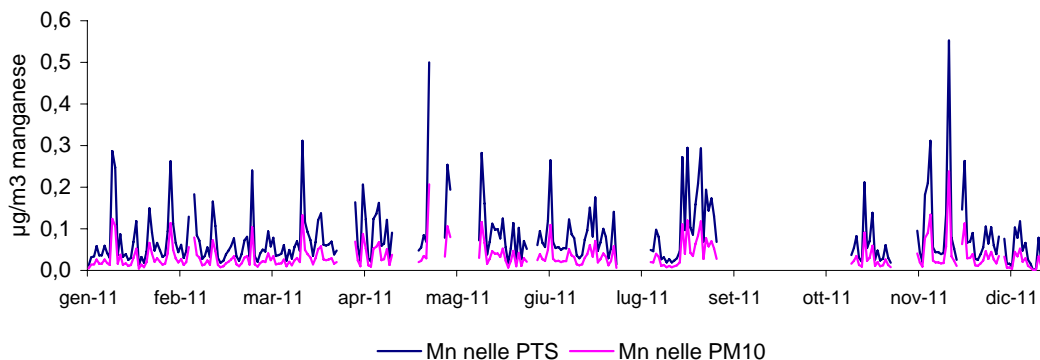
anno	n° camp. (24 ore)	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DS	Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1992-'93	15	0,90	1,62	0,11	6,63
1993-'94	29	0,12	0,08	0,01	0,27
1995	20	0,21	0,15	0,03	0,62
1996	27	0,19	0,18	0,04	0,70
1997	63	0,12	0,08	0,03	0,37
1998	60	0,14	0,10	0,03	0,64
1999	63	0,10	0,07	0,02	0,40
2000	60	0,10	0,09	0,01	0,53
2001	56	0,09	0,09	0,02	0,55
2002	56	0,12	0,08	0,03	0,38
2003	51	0,10	0,09	0,02	0,51
2004	69	0,06	0,07	0,01	0,47
2005	75	0,07	0,06	0,01	0,30
2006	66	0,07	0,07	0,01	0,33
2007	74	0,10	0,13	0,01	0,84
2008	182	0,10	0,08	0,01	0,43
2009	306	0,08	0,07	0,01	0,47
2010	263	0,09	0,07	0,00	0,48
<b>2011</b>	<b>257</b>	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>	<b>0,00</b>	<b>0,55</b>

2008 nelle PM10	216	0,04	0,03	0,00	0,19
2009 nelle PM10	306	0,03	0,03	0,00	0,20
2010 nelle PM10	263	0,04	0,03	0,00	0,21
<b>2011 nelle PM10</b>	<b>257</b>	<b>0,03</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>0,24</b>

2002/2003 fondo invernale	21	0,07	0,05	0,02	0,25
2004 fondo estivo	18	0,02	0,01	0,01	0,06



Concentrazione di manganese nelle polveri totali e nelle PM10 nel 2011  
PM10/PTS % (rapporto mediano): 42 (range: 40-45)



## Commenti relativi al 2009-2011

2009:

- La concentrazione media annuale del manganese nelle polveri totali è diminuita tra il 2008 ed il 2009 in modo statisticamente significativo ed è consistente nei 3 periodi studiati. La concentrazione media annuale nelle PM10 invece è rimasta stabile anche se le concentrazioni oscillano nei 3 periodi.
- Durante le campagne di misura 2009 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2009 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2008, + 2 % circa, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di manganese presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 42 %, con un range pari a 40-45 %. Inoltre vi è una buona correlazione tra la concentrazione di manganese nelle PM10 e nelle polveri totali.
- Nelle PTS il manganese è correlato in modo statisticamente significativo alle concentrazioni di Ferro; si osserva una associazione border-line con lo Zinco e il Piombo.
- Confrontando la concentrazione di Manganese nelle PM10 in periodi selezionati tra il 2009 e il 2008 si osserva una diminuzione costante nei tre periodi considerati. Confrontando il periodo ottobre/dicembre 2009 con il periodo gennaio/aprile 2009 si osserva complessivamente una diminuzione della concentrazione di Manganese che non è statisticamente significativa.

2010:

- La concentrazione media annuale del manganese nelle polveri totali non ha mostrato variazioni statisticamente significative tra il 2009 ed il 2010.
- La concentrazione media annuale nelle PM10 non è variata, neanche nei 3 periodi considerati: gennaio-aprile, maggio-settembre, ottobre-dicembre.
- Durante le campagne di misura 2010 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2010 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2009, un po' meno del 1 %, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di manganese presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 42 %, con range 40-45 %.
- A differenza degli anni precedenti, il manganese, sia nelle PTS che nelle PM10, non presenta correlazioni statisticamente significative con gli altri metalli.
- Confrontando la concentrazione di manganese nelle PM10 in periodi selezionati tra il 2010 e il 2009 la concentrazione risulta pressoché costante.
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) tra il 2010 e il 2009: la concentrazione di manganese della ZIRO è maggiore rispetto a quella rilevata in via Manzoni mentre è minore in modo statisticamente significativo rispetto a Casali Tosolini e pressoché simile rispetto a Casali Caiselli.

2011:

- La concentrazione media annuale sia nelle PM10 che nelle PTS del manganese non ha mostrato variazioni statisticamente significative tra il 2010 ed il 2011;
- Durante le campagne di misura 2011 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2011 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2010, con un incremento del 7,5%, e hanno raggiunto valori massimi);
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di manganese presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 42 %, con range 40-45 %;
- Come nell'anno precedente il manganese, sia nelle PTS che nelle PM10, non presenta correlazioni statisticamente significative con gli altri metalli;
- Confrontando la concentrazione di manganese nelle PM10 e nelle PTS nei periodi selezionati tra il 2011 e il 2010 la concentrazione presenta una diminuzione statisticamente significativa nel periodo gennaio-aprile;
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) la concentrazione di manganese della ZIRO è minore in modo statisticamente significativo rispetto a Casali Tosolini e Casali Caiselli mentre è risultata maggiore in modo statisticamente significativo rispetto a quella rilevata in via Manzoni.

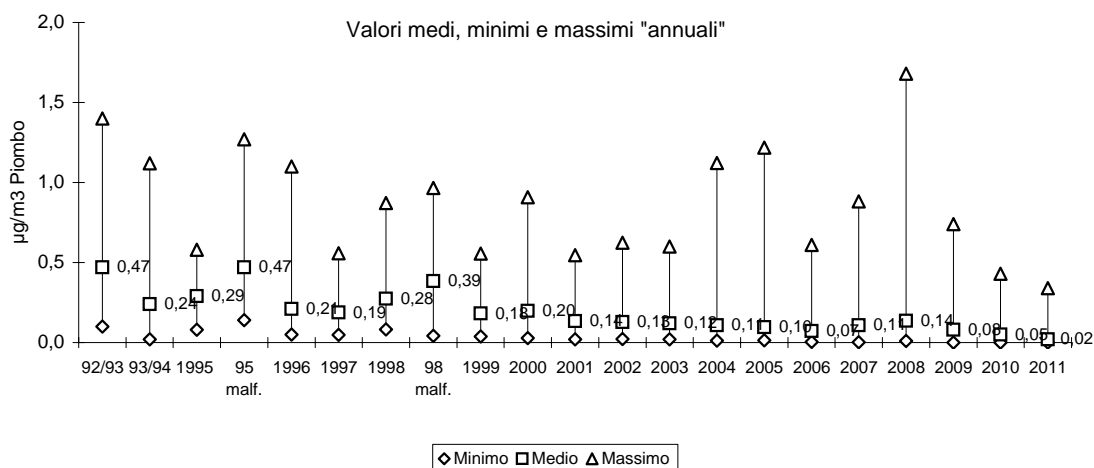
# Piombo

## Rivoli scuola materna

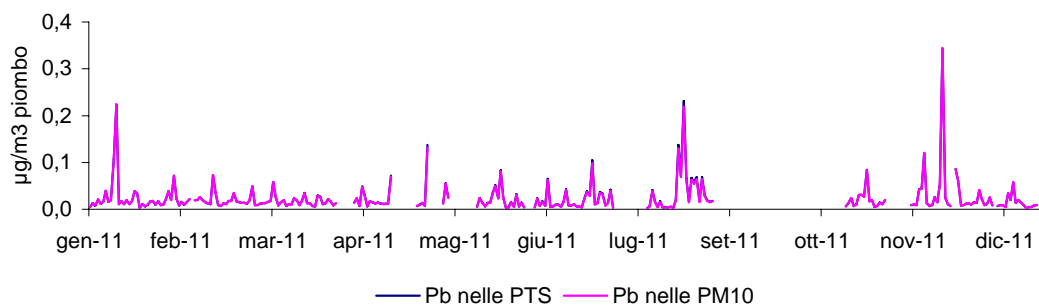
anno	n° camp. (24 ore)	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DS	Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1992-'93	15	0,47	0,39	0,10	1,40
1993-'94	29	0,24	0,25	0,02	1,12
1995	20	0,29	0,13	0,08	0,58
1996	27	0,21	0,2	0,05	1,10
1997	63	0,19	0,12	0,05	0,56
1998	60	0,28	0,17	0,08	0,87
1999	63	0,18	0,10	0,04	0,56
2000	60	0,20	0,17	0,03	0,91
2001	56	0,14	0,11	0,02	0,55
2002	56	0,13	0,10	0,02	0,62
2003	51	0,12	0,10	0,02	0,60
2004	69	0,11	0,18	0,01	1,12
2005	75	0,10	0,15	0,01	1,22
2006	66	0,07	0,08	0,00	0,61
2007	74	0,11	0,14	0,00	0,88
2008	182	0,14	0,21	0,01	1,68
2009	306	0,08	0,10	0,00	0,75
2010	263	0,05	0,06	0,00	0,43
<b>2011</b>	<b>257</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>0,34</b>

2008 nelle PM10	216	0,09	0,16	0,00	1,60
2009 nelle PM10	306	0,08	0,10	0,00	0,74
2010 nelle PM10	257	0,02	0,03	0,00	0,34
<b>2011 nelle PM10</b>	<b>257</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>0,34</b>

2002/2003 fondo invernale	21	0,05	0,06	0,00	0,26
2004 fondo estivo	18	0,03	0,02	0,01	0,09



Concentrazione di piombo nelle polveri totali e nelle PM10 nel 2011  
PM10/PTS % (rapporto mediano): 99 (range:93-100)



## **Commenti relativi al 2009-2011:**

2009:

- La concentrazione media annuale del piombo nelle polveri totali è diminuita tra il 2008 ed il 2009 in modo statisticamente significativo ed è consistente nei 3 periodi indagati. La concentrazione media annuale nelle PM10 invece non è variata anche se le concentrazioni variano nei 3 periodi.
- Durante le campagne di misura 2009 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2009 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2008, + 2 % circa, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di piombo presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 97 %, con un range pari a 93-100 %. Inoltre vi è una buona correlazione tra la concentrazione di piombo nelle PM10 e nelle polveri totali.
- Nelle PTS il Piombo è correlato in modo statisticamente significativo alle concentrazioni di Zinco e Cadmio; si osserva una associazione border-line con il Manganese.
- Confrontando la concentrazione di Piombo nelle PM10 in periodi selezionati tra il 2009 e il 2008 osserviamo: un aumento non significativo della concentrazione nei mesi tra gennaio ed aprile; una diminuzione non statisticamente significativa nei mesi tra maggio e settembre; un aumento della concentrazione statisticamente significativa nei mesi tra ottobre e dicembre. Confrontando il periodo ottobre/dicembre 2009 con il periodo gennaio/aprile 2009 si osserva complessivamente un aumento della concentrazione di Piombo che non è statisticamente significativa.

2010

- La concentrazione media annuale del piombo nelle polveri totali è diminuita in modo statisticamente significativo tra il 2009 ed il 2010.
- La concentrazione media annuale nelle PM10 è invariata tra il 2010 e il 2009, tuttavia si osserva una diminuzione statisticamente significativa per i mesi ottobre - dicembre (anche nelle polveri totali).
- Durante le campagne di misura 2010 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2010 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2009, un po' meno del 1 %, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di piombo presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 99 %, con un range pari a 93-100 %.
- A differenza degli anni precedenti, il piombo, sia nelle PTS che nelle PM10, non presenta correlazioni statisticamente significative con gli altri metalli.
- Confrontando la concentrazione di Piombo nelle PM10 in periodi selezionati tra il 2010 e il 2009 osserviamo: un aumento non significativo della concentrazione nei mesi tra gennaio - aprile e maggio - settembre; una diminuzione statisticamente significativa nei mesi tra ottobre e dicembre.
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) tra il 2010 e il 2009: la concentrazione media annuale di piombo della ZIRO, pur essendo diminuita, è costantemente maggiore rispetto agli altri punti monitorati.

**2011:**

- La concentrazione media annuale sia nelle PM10 che nelle PTS del piombo ha mostrato una diminuzione statisticamente significativa tra il 2010 ed il 2011;
- Durante le campagne di misura 2011 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2011 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2010, con un incremento del 7,5%, e hanno raggiunto valori massimi);
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di piombo presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 99 %, con range 93-100%;
- Il piombo presenta correlazioni statisticamente significative con lo zinco sia nelle PTS che nelle PM10, in tutti i periodi considerati;
- Confrontando la concentrazione di piombo nelle PM10 e nelle PTS nei periodi selezionati tra il 2011 e il 2010 la concentrazione presenta una diminuzione statisticamente significativa in tutti i periodi considerati;
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) la concentrazione di piombo della ZIRO è minore rispetto a quella rilevata a Casali Tosolini mentre è maggiore in modo statisticamente significativo rispetto a Casali Caiselli e via Manzoni.

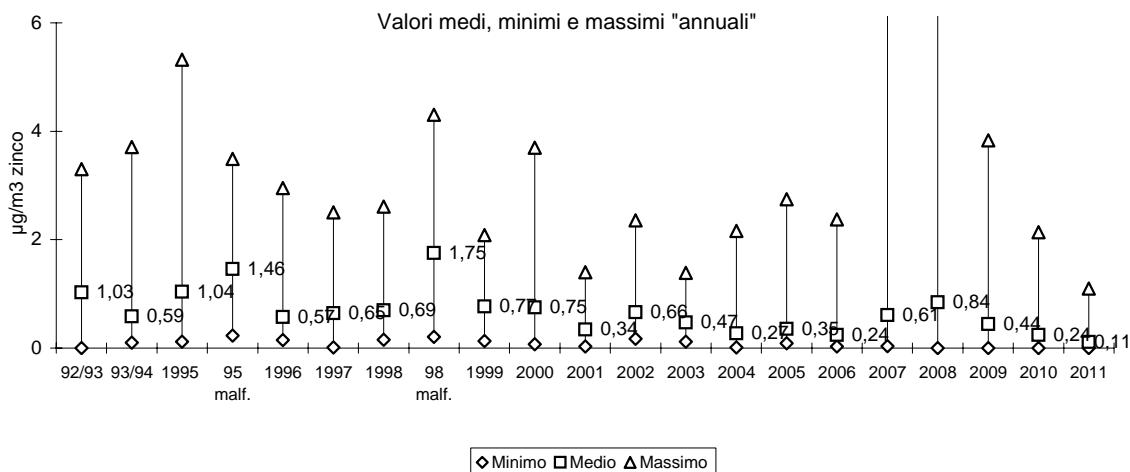
# Zinco

## Rivoli scuola materna

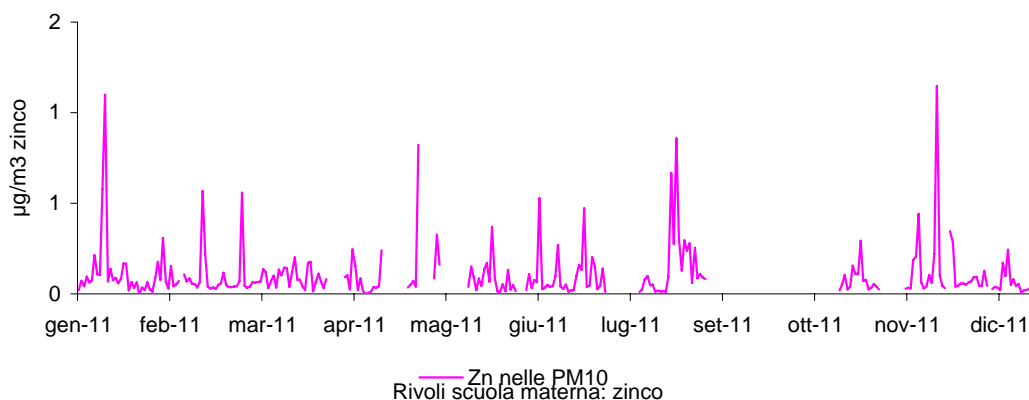
anno	n° camp. (24 ore)	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DS	Minimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massimo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1992-'93	15	1,03	1,09	0,00	3,30
1993-'94	29	0,59	0,71	0,10	3,71
1995	20	1,04	1,21	0,12	5,32
1996	14	0,37	0,18	0,22	0,89
1997	63	0,65	0,62	0,01	2,51
1998	60	0,69	0,58	0,15	2,61
1999	63	0,77	0,47	0,13	2,08
2000	60	0,75	0,68	0,07	3,70
2001	56	0,34	0,28	0,03	1,40
2002	56	0,66	0,39	0,17	2,36
2003	51	0,47	0,27	0,12	1,39
2004	69	0,27	0,35	0,01	2,16
2005	75	0,35	0,44	0,09	2,75
2006	66	0,24	0,29	0,03	2,38
2007	74	0,61	0,92	0,03	6,78
2008	182	0,84	1,14	0,00	8,39
2009	306	0,44	0,50	0,00	3,83
2010	263	0,24	0,31	0,00	2,14
<b>2011</b>	<b>257</b>	<b>0,11</b>	<b>0,15</b>	<b>0,00</b>	<b>1,10</b>

2008 nelle PM10	216	0,48	0,71	0,00	6,57
2009 nelle PM10	306	0,45	0,51	0,00	3,99
2010 nelle PM10	263	0,25	0,31	0,00	2,16
<b>2011 nelle PM10</b>	<b>257</b>	<b>0,11</b>	<b>0,15</b>	<b>0,00</b>	<b>1,15</b>

2002/2003 fondo invernale	21	0,31	0,22	0,08	1,10
2004 fondo estivo	18	0,06	0,03	0,01	0,12



Concentrazione di zinco nelle PM10 nel 2011





## **Commenti relativi al 2009-2011**

2009:

- La concentrazione media annuale dello zinco nelle polveri totali è scesa tra il 2008 ed il 2009 in modo statisticamente significativo ed è consistente nei 3 periodi indagati. La concentrazione media annuale nelle PM10 invece non è variata anche se le concentrazioni cambiano nei 3 periodi.
- Durante le campagne di misura 2009 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2009 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2008, + 2 % circa, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di piombo presenti nelle PM10 rispetto alle PTS tende al 100 %. Inoltre vi è una buona correlazione tra la concentrazione di zinco nelle PM10 e nelle polveri totali.
- Nelle PTS lo zinco è correlato in modo statisticamente significativo alle concentrazioni di Piombo e Cadmio; si osserva una associazione border-line con il Manganese.
- Confrontando la concentrazione di Zinco nelle PM10 in periodi selezionati tra il 2009 e il 2008 osserviamo: un aumento statisticamente significativo della concentrazione nei mesi tra gennaio ed aprile; una diminuzione non statisticamente significativa nei mesi tra maggio e settembre; un aumento della concentrazione statisticamente significativa nei mesi tra ottobre e dicembre. Confrontando il periodo ottobre/dicembre 2009 con il periodo gennaio/aprile 2009 si osserva complessivamente un aumento della concentrazione di Zinco che non è statisticamente significativa.

2010:

- La concentrazione media annuale dello zinco nelle polveri totali è diminuita in modo statisticamente significativo tra il 2009 ed il 2010.
- La concentrazione media annuale nelle PM10 è diminuita in modo statisticamente significativo tra il 2010 e il 2009, anche nei 3 periodi considerati: gennaio-aprile, maggio-settembre, ottobre-dicembre.
- Durante le campagne di misura 2010 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2010 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2009, un po' meno del 1 %, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di zinco presenti nelle PM10 rispetto alle PTS tende al 100 %.
- A differenza degli anni precedenti, lo zinco, sia nelle PTS che nelle PM10, non presenta correlazioni statisticamente significative con gli altri metalli.
- Confrontando la concentrazione tra il 2010 e il 2009 di zinco nelle PM10 osserviamo una diminuzione statisticamente significativa nei periodi selezionati.
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) tra il 2010 e il 2009: la concentrazione media annuale di zinco della ZIRO è minore rispetto a via Manzoni e a Casali Caiselli mentre è sovrapponibile rispetto a Casali Tosolini.

2011:

- La concentrazione media annuale sia nelle PM10 che nelle PTS dello zinco ha mostrato una diminuzione statisticamente significativa tra il 2010 ed il 2011;
- Durante le campagne di misura 2011 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2011 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2010, con un incremento del 7,5%, e hanno raggiunto valori massimi);
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di zinco presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 100 %, con range 97-100%;
- Lo zinco presenta correlazioni statisticamente significative con il piombo sia nelle PTS che nelle PM10, in tutti i periodi considerati;
- Confrontando la concentrazione di zinco nelle PM10 e nelle PTS nei periodi selezionati tra il 2011 e il 2010 la concentrazione presenta una diminuzione statisticamente significativa nei periodi gennaio-aprile e maggio-settembre;
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) la concentrazione di zinco della ZIRO è minore in modo statisticamente significativo rispetto a quella rilevata a Casali Tosolini mentre è maggiore in modo statisticamente significativo rispetto a Casali Caiselli e via Manzoni.

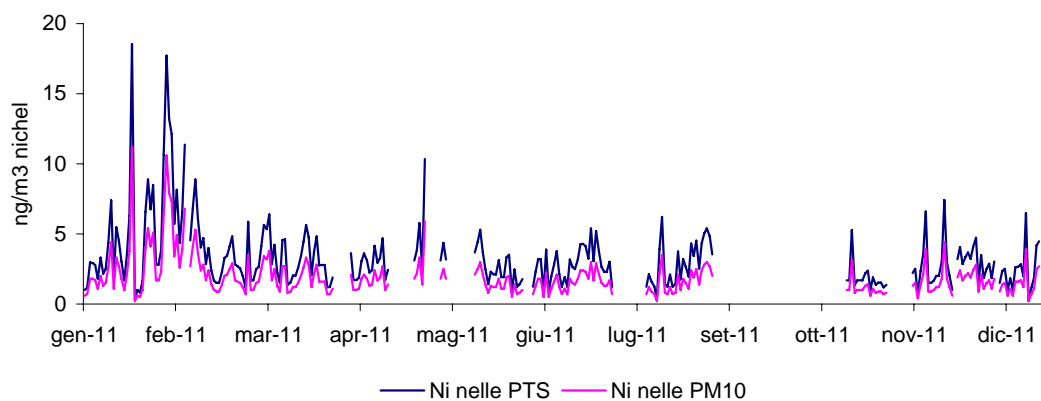
# Nichel

## Rivoli scuola materna

anno	n° camp. (24 ore)	Media (ng/m3)	DS	Minimo (ng/m3)	Massimo (ng/m3)
2008 nelle PTS	182	11,3	7,5	1,3	49,3
2009	305	3,6	2,5	0,0	20,6
2010	262	4,0	4,2	0,0	29,3
<b>2011</b>	<b>257</b>	<b>3,3</b>	<b>2,4</b>	<b>0,3</b>	<b>18,5</b>

2008 nelle PM10	216	4,8	3,6	0,0	22,9
2009 nelle PM10	305	2,1	1,5	0,0	12,3
2010 nelle PM10	262	2,4	2,5	0,0	17,8
<b>2011 nelle PM10</b>	<b>257</b>	<b>1,9</b>	<b>1,4</b>	<b>0,2</b>	<b>11,2</b>

Concentrazione di nichel nelle polveri totali e nelle PM10 nel 2011  
PM10/PTS % (rapporto mediano): 58 (range: 55-61)



## Commenti relativi al 2009-2011

2009:

- La concentrazione media annuale del nichel nelle polveri totali è scesa tra il 2008 ed il 2009 in modo statisticamente significativo ed è consistente nei 3 periodi analizzati. Anche la concentrazione media annuale nelle PM10 è diminuita ed è consistente nei 3 periodi esaminati.
- Durante le campagne di misura 2009 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2009 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2008, + 2 % circa, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di nichel presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 58 %, con un range pari a 55-62 %. Inoltre vi è una buona correlazione tra la concentrazione di nichel nelle PM10 e nelle polveri totali.
- Nelle PTS il Nichel è correlato ma non in modo statisticamente significativo con gli altri metalli rilevati.
- Confrontando la concentrazione di Nichel nelle PM10 in periodi selezionati tra il 2009 e il 2008 osserviamo: una diminuzione non statisticamente significativa della concentrazione nei mesi tra gennaio ed aprile; negli altri due periodi osservati una diminuzione statisticamente significativa. Confrontando il periodo ottobre/dicembre 2009 con il periodo gennaio/aprile 2009 si osserva complessivamente una diminuzione della concentrazione di Nichel statisticamente significativa.

2010:

- La concentrazione media annuale del nichel nelle polveri totali non è variata tra il 2009 ed il 2010, tuttavia nel periodo ottobre - dicembre si nota una diminuzione statisticamente significativa.
- La concentrazione media annuale nelle PM10 non è variata tra il 2009 ed il 2010, anche nei 3 periodi considerati: gennaio-aprile, maggio-settembre, ottobre-dicembre.
- Durante le campagne di misura 2010 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2010 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2009, un po' meno del 1 %, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di nichel presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 58 %, con un range pari a 55-62 %.
- Nelle PTS il Nichel non è correlato con gli altri metalli rilevati.
- Confrontando la concentrazione tra il 2010 e il 2009 di nichel nelle PM10 non si osservano variazioni statisticamente significative.
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) tra il 2010 e il 2009: la concentrazione media annuale di nichel della ZIRO è minore rispetto quella degli altri punti monitorati.

2011:

- La concentrazione media annuale sia nelle PM10 che nelle PTS del nichel non ha mostrato una diminuzione statisticamente significativa tra il 2010 ed il 2011;
- Durante le campagne di misura 2011 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2011 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2010, con un incremento del 7,5%, e hanno raggiunto valori massimi);
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di nichel presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 58 %, con range 55-61%;
- Il nichel non presenta correlazioni statisticamente significative con gli altri metalli sia nelle PTS che nelle PM10, in tutti i periodi considerati;
- Confrontando la concentrazione di nichel nelle PM10 e nelle PTS nei periodi selezionati tra il 2011 e il 2010 la concentrazione presenta una diminuzione statisticamente significativa nel periodo gennaio-aprile;
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) i tre siti di riferimento durante il 2011 hanno presentato concentrazioni di nichel nell'aria maggiore in modo statisticamente significativo rispetto alla ZIRO.

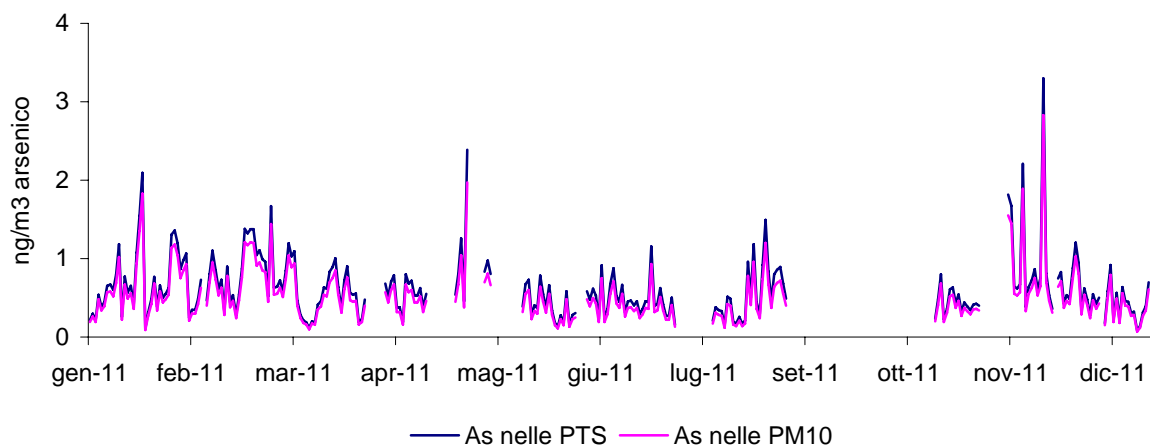
# Arsenico

## Rivoli scuola materna

anno	n° camp. (24 ore)	Media (ng/m3)	DS	Minimo (ng/m3)	Massimo (ng/m3)
2008 nelle PTS	182	0,9	0,6	0,1	4,0
2009 nelle PTS	306	0,7	0,4	0,1	2,5
2010 nelle PTS	263	0,6	0,5	0,0	4,2
<b>2011 nelle PTS</b>	<b>257</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>3,3</b>

2008 nelle PM10	216	0,6	0,4	0,0	2,9
2009 nelle PM10	306	0,6	0,4	0,1	2,1
2010 nelle PM10	263	0,5	0,4	0,0	3,6
<b>2011 nelle PM10</b>	<b>257</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>2,8</b>

Concentrazione di arsenico nelle polveri totali e nelle PM10 nel 2011  
PM10/PTS % (rapporto mediano): 85 (range: 80-89)



## **Commenti relativi al 2009-2011**

2009:

- La concentrazione media annuale dell'arsenico nelle polveri totali è diminuita tra il 2008 ed il 2009 in modo statisticamente significativo ed è consistente nei 3 periodi analizzati. La concentrazione media annuale nelle PM10 invece è rimasta stabile anche se le concentrazioni variano nei 3 periodi.
- Durante le campagne di misura 2009 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2009 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2008, + 2 % circa, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di arsenico presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 83 %, con un range pari a 79-90 %. Inoltre vi è una buona correlazione tra la concentrazione di arsenico nelle PM10 e nelle polveri totali.
- Nelle PTS l'arsenico è correlato in modo statisticamente significativo alle concentrazioni di Ferro.
- Confrontando la concentrazione di Arsenico nelle PM10 in periodi selezionati tra il 2009 e il 2008 osserviamo: un aumento statisticamente significativo della concentrazione nei mesi tra gennaio ed aprile; una diminuzione statisticamente significativa nei mesi tra maggio e settembre; una diminuzione della concentrazione non statisticamente significativa nei mesi tra ottobre e dicembre. Confrontando il periodo ottobre/dicembre 2009 con il periodo gennaio/aprile 2009 si osserva complessivamente un aumento della concentrazione di Arsenico che non è statisticamente significativa.

2010:

- La concentrazione media annuale di arsenico nelle polveri totali è diminuita in modo statisticamente significativo tra il 2010 e il 2009 e si nota una diminuzione di questa concentrazione esclusivamente nel periodo ottobre - dicembre.
- La concentrazione media annuale nelle PM10 tra il 2009 ed il 2010 è diminuita in modo statisticamente significativo, con diminuzione statisticamente significativa nel periodo ottobre - dicembre.
- Durante le campagne di misura 2010 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2010 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2009, un po' meno del 1 %, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di arsenico presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 85 %, con un range pari a 80 - 90 %.
- A differenza dello scorso anno, nelle PTS il Nichel non è correlato in modo statisticamente significativo con gli altri metalli rilevati.
- Confrontando la concentrazione tra il 2010 e il 2009 di arsenico nelle PM10 si osserva una diminuzione statisticamente significativa nel periodo ottobre - dicembre.
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) tra il 2010 e il 2009: la concentrazione media annuale di arsenico della ZIRO è maggiore in modo statisticamente significativo rispetto a via Manzoni mentre è minore in modo statisticamente significativo rispetto a Casali Tosolini e Casali Caiselli.

**2011:**

- La concentrazione media annuale dell'arsenico sia nelle PM10 che nelle PTS non ha mostrato variazioni statisticamente significative tra il 2010 ed il 2011;
- Durante le campagne di misura 2011 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2011 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2010, con un incremento del 7,5%, e hanno raggiunto valori massimi);
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di arsenico presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 85 %, con range 80-89%;
- L'arsenico non presenta correlazioni statisticamente significative con gli altri metalli sia nelle PTS che nelle PM10, in tutti i periodi considerati;
- Confrontando la concentrazione di arsenico nelle PM10 e nelle PTS nei periodi selezionati tra il 2011 e il 2010 la concentrazione presenta un aumento statisticamente significativo nel periodo ottobre-dicembre;
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) la concentrazione di arsenico della ZIRO è maggiore rispetto a quella rilevata in via Manzoni mentre è minore in modo statisticamente significativo rispetto a Casali Tosolini e a Casali Caiselli.

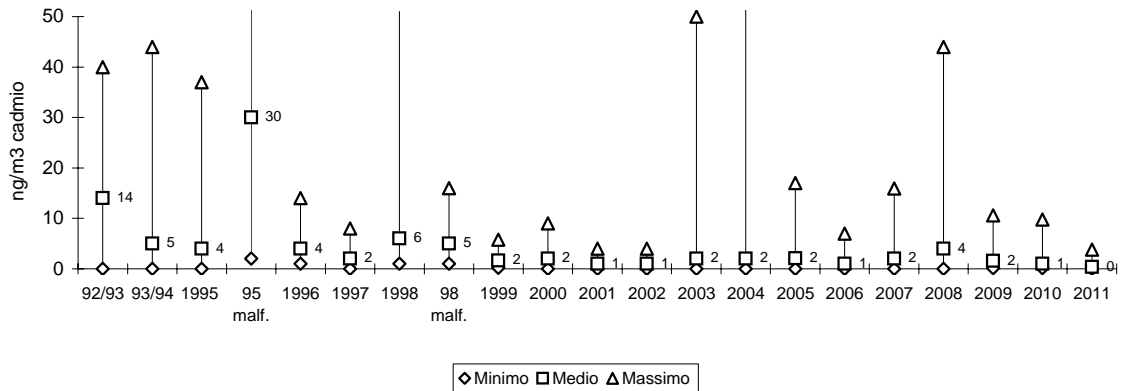
# Cadmio

## Rivoli scuola materna

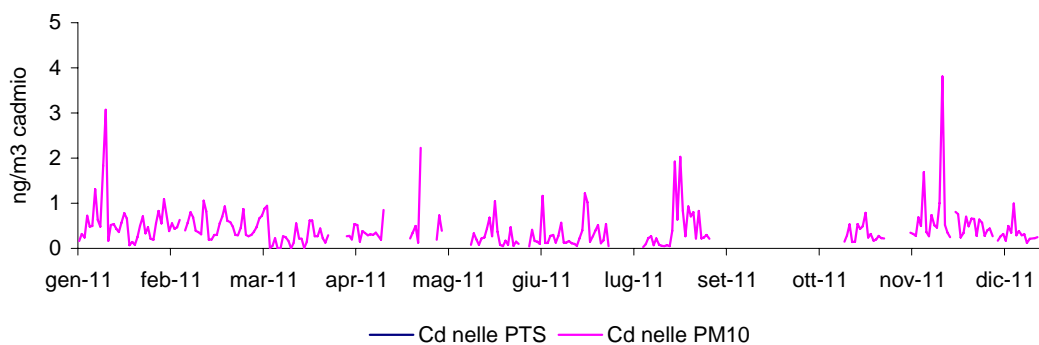
anno	n° camp. (24 ore)	Media (ng/m3)	DS	Minimo (ng/m3)	Massimo (ng/m3)
1992-'93	15	14,0	14,0	0,0	40,0
1993-'94	29	5,0	8,0	0,0	44,0
1995	20	4,0	8,0	0,0	37,0
1996	27	4,0	3,0	1,0	14,0
1997	63	2,0	1,0	0,0	8,0
1998	60	6,0	8,0	1,0	51,0
1999	63	1,6	1,0	0,2	5,8
2000	60	2,0	2,0	0,2	9,0
2001	56	1,0	1,0	0,2	4,0
2002	56	1,0	1,0	0,2	4,0
2003	51	2,0	7,0	0,2	50,0
2004	69	2,0	10,0	0,2	82,0
2005	75	2,1	2,4	0,4	17,2
2006	66	1,0	1,0	0,4	7,0
2007	74	2,0	2,5	0,0	15,9
2008 nelle PTS	182	2,9	4,4	0,2	44,1
2009 nelle PTS	306	1,6	1,8	0,1	10,6
2010 nelle PTS	262	1,0	1,2	0,1	9,8
<b>2011 nelle PTS</b>	<b>257</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>3,8</b>
2008 nelle PM10	216	1,7	2,3	0,0	15,4
2009 nelle PM10	306	1,6	1,7	0,1	10,4
2010 nelle PM10	262	0,9	1,2	0,1	9,2
<b>2011 nelle PM10</b>	<b>257</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,0</b>	<b>3,8</b>

2002/2003 fondo invernale	21	1	1	< 1	3
2004 fondo estivo	18	< 1	< 1	< 1	< 1

Valori medi, minimi e massimi "annuali" di cadmio nelle polveri totali



Concentrazione di cadmio nelle polveri totali e nelle PM10 nel 2011  
PM10/PTS % (rapporto mediano): 97 (range: 92-100)



## Commenti relativi al periodo 2009-2011

2009:

- La concentrazione media annuale del cadmio nelle polveri totali si è ridotta tra il 2008 ed il 2009 in modo statisticamente significativo ed è consistente nei 3 periodi studiati. La concentrazione media annuale nelle PM10 invece non è variata anche se le concentrazioni oscillano nei 3 periodi.
- Durante le campagne di misura 2009 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2009 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2008, + 2 % circa, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di cadmio presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 97 %, con un range pari a 92-100 %. Inoltre vi è una buona correlazione tra la concentrazione di cadmio nelle PM10 e nelle polveri totali.
- Nelle PTS il Cadmio è correlato in modo statisticamente significativo alle concentrazioni di Piombo e Zinco.
- Confrontando la concentrazione di Cadmio nelle PM10 in periodi selezionati tra il 2009 e il 2008 osserviamo: un aumento statisticamente significativo della concentrazione nei mesi tra gennaio ed aprile; una diminuzione statisticamente significativa nei mesi tra maggio e settembre; un aumento della concentrazione non statisticamente significativa nei mesi tra ottobre e dicembre. Confrontando il periodo ottobre/dicembre 2009 con il periodo gennaio/aprile 2009 si osserva complessivamente una diminuzione della concentrazione di Cadmio che non è statisticamente significativa.

2010:

- La concentrazione media annuale del cadmio nelle polveri totali non è variata tra il 2009 ed è diminuita in modo statisticamente significativo.
- La concentrazione media annuale nelle PM10 tra il 2009 ed il 2010, è diminuita in modo statisticamente significativo, anche nei 3 periodi considerati: gennaio-aprile, maggio-settembre, ottobre-dicembre, anche se nel periodo maggio - settembre questa associazione è border-line.
- Durante le campagne di misura 2010 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2010 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2009, un po' meno del 1 %, e hanno raggiunto valori massimi).
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di cadmio presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 97 %, con un range pari a 92-100 %.
- A differenza dello scorso anno, nelle PTS il Nichel non è correlato con gli altri metalli rilevati.
- Confrontando la concentrazione tra il 2010 e il 2009 di cadmio nelle PM10 si osserva una diminuzione statisticamente significativa anche nei 3 periodi considerati, anche se nel periodo maggio - settembre questa associazione è border-line .
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) tra il 2010 e il 2009: la concentrazione media annuale di piombo della ZIRO, pur essendo diminuita, è costantemente maggiore rispetto agli altri punti monitorati.

2011:

- La concentrazione media annuale sia nelle PM10 che nelle PTS del cadmio ha mostrato una diminuzione statisticamente significativa tra il 2010 ed il 2011;
- Durante le campagne di misura 2011 la produzione dell'acciaieria era a pieno regime (i livelli produttivi annuali 2011 della Sezione acciaieria sono stati maggiori di quelli del 2010, con un incremento del 7,5%, e hanno raggiunto valori massimi);
- Il rapporto mediano tra le concentrazioni di cadmio presenti nelle PM10 rispetto alle PTS è pari al 97 %, con range 92-100%;
- Il cadmio presenta correlazioni statisticamente significative con il piombo sia nelle PTS che nelle PM10, in tutti i periodi considerati;
- Confrontando la concentrazione di cadmio nelle PM10 e nelle PTS nei periodi selezionati tra il 2011 e il 2010 la concentrazione presenta una diminuzione statisticamente significativa nei periodi gennaio-aprile e maggio-settembre;
- Per quanto riguarda il confronto con gli altri siti monitorati dall'ARPA nella provincia di Udine (zona urbana di Udine via Manzoni e zona industriale ZIU) la concentrazione di cadmio della ZIRO è minore rispetto a quella rilevata a Casali Tosolini mentre è maggiore in modo statisticamente significativo rispetto a Casali Caiselli e via Manzoni.

# Allegato 3

## Criteri di valutazione di qualità dell'aria

- La **Formaldeide** viene monitorata come tracciante delle emissioni dello stabilimento Fantoni; contributi meno significativi sono comunque attribuibili al traffico veicolare. Non sono tuttavia disponibili metodi praticabili per valutare il rispetto del limite proposto dall'OMS: media su 30 minuti = 100 µg/m<sup>3</sup> formaldeide.
- Nelle polveri:
  - ⇒ il **Ferro** e lo **Zinco** vengono monitorati come traccianti delle emissioni di polveri dell'acciaieria; non sono utilizzati come indicatori di rischio specifici, stante l'assenza di limiti specifici;
  - ⇒ il **Manganese** viene monitorato sia come tracciante delle emissioni di polveri dell'acciaieria, sia come fattore di rischio specifico per la rilevante tossicità. I risultati vengono confrontati con il nuovo limite, molto più restrittivo, proposto dall'OMS nella seconda edizione di Air Quality Guidelines for Europe (2000);
  - ⇒ il **Piombo** viene monitorato come contributo dell'acciaieria e del traffico veicolare (dal 2002 è abolita la benzina al Piombo) e confrontato, pur con i limiti determinati dalla discontinuità delle campagne di misura, con i valori limite nazionali;
  - ⇒ il **Cadmio**, viene monitorato a seguito dell'episodio di inquinamento eccezionale determinato dal malfunzionamento del sistema di depolverazione alle Ferriere Nord. Scostamenti dai valori normalmente bassi rilevati per il Cadmio sono da seguire con particolare attenzione per la rilevante tossicità di questo elemento. I risultati vengono confrontati con il nuovo limite proposto dalla legislazione italiana.

Contaminante	Valore Limite	Tipo di concentrazione limite
Formaldeide	OMS 2000 <b>100 µg/m<sup>3</sup></b> per 30 minuti	Il limite, riferito a 30 minuti, non è confrontabile con i dati disponibili riferiti a campioni di 24 ore (campioni attivi su fiala o di alcuni giorni (campioni passivi su radiello)
Ferro, Zinco		l'OMS non propone valori guida; i valori rilevati forniscono indicazioni in ordine alla provenienza delle polveri
Manganese	OMS: <b>0,15 µg/m<sup>3</sup></b>	"media annuale dei valori medi sulle 24 ore"; limite proposto dall'OMS nel 2000
Piombo	D.Lgs. n. 155/2010 (*) <b>0,5 µg/m<sup>3</sup></b>	"media annuale" valore da conseguire dal 01/01/2005
Cadmio	D.Lgs. n. 155/2010 (*) <b>5 ng/m<sup>3</sup></b>	valore obiettivo per il cadmio nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile, da conseguire entro il 31.12.2012
Nichel	D.Lgs. n. 155/2010 (*) <b>20 ng/m<sup>3</sup></b>	valore obiettivo per il nichel nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile, da conseguire entro il 31.12.2012
Arsenico	D.Lgs. n. 155/2010 (*) <b>6 ng/m<sup>3</sup></b>	valore obiettivo per l'arsenico nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile, da conseguire entro il 31.12.2012

(\*) In data 30/09/2010 è entrato in vigore il D.Lgs. n. 155/2010 che ha abrogato il D.Lgs. n. 152/2007 e il D.M. 60/2002, riconfermando i valori limite previsti dalla precedente normativa



## Appendice a)

Rapporto sulla qualità dell'aria nel comune di Osoppo – Dati della stazione  
fissa di monitoraggio Rivoli scuola materna anno 2011 (a cura di ARPA  
FVG - Dipartimento di Udine - Servizio Tematico Analitico)



*Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente  
del Friuli-Venezia Giulia*

*Dipartimento Provinciale di Udine*



*Dati della stazione fissa di monitoraggio*

**\*\*\* anno 2011 \*\*\***

Foto in copertina di Ivano De Simon

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI OSOPPO</b> .....	<i>Pag.</i>	1
<b>2</b>	<b>INQUINANTI RILEVATI CON ANALIZZATORI IN CONTINUO: dati anno 2011 e confronto con gli anni precedenti</b> .....	»	2
2.1.	Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) .....	»	4
2.2.	Biossido e ossidi di azoto (NO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> ) .....	»	7
2.2.1	Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) .....	»	8
2.2.2	Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ) .....	»	11
2.3.	Ozono (O <sub>3</sub> ) .....	»	14
2.4.	Materiale Particolato .....	»	18
<b>3</b>	<b>DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI PIOMBO, ARSENICO, CADMIO E NICHEL NEL MATERIALE PARTICOLATO PM<sub>10</sub></b> .....	»	23
3.1.	Piombo (Pb) .....	»	24
3.2.	Arsenico (As) .....	»	25
3.3.	Cadmio (Cd) .....	»	26
3.4.	Nichel (Ni) .....	»	27
3.5.	Confronto con gli anni 2009 e 2010 .....	»	28
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONI CONCLUSIVE</b> .....	»	31
Allegato 1	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	»	33

### Indice tabelle

TAB. 1	Inquinanti monitorati nella stazione di Osoppo .....	<i>Pag.</i>	2
TAB. 2	Ubicazione centralina di rilevamento della qualità dell'aria .....	»	2
TAB. 3	SO <sub>2</sub> : valori di riferimento previsti dalla normativa .....	»	4
TAB. 4	SO <sub>2</sub> : principali parametri statistici .....	»	4
TAB. 5	NO <sub>2</sub> : valori di riferimento previsti dalla normativa .....	»	8
TAB. 6	NO <sub>2</sub> : principali parametri statistici .....	»	9
TAB. 7	NO <sub>x</sub> : valori di riferimento previsti dalla normativa .....	»	11
TAB. 8	NO <sub>x</sub> : principali parametri statistici .....	»	11
TAB. 9	O <sub>3</sub> : valori di riferimento previsti dalla normativa .....	»	14
TAB. 10	O <sub>3</sub> : principali parametri statistici .....	»	15
TAB. 11	O <sub>3</sub> : numero di superamenti dei livelli orari di riferimento previsti dalla normativa .....	»	15
TAB. 12	O <sub>3</sub> : numero di giornate di superamento del valore bersaglio come media su 8 ore .....	»	15
TAB. 13	PM <sub>10</sub> : valori di riferimento previsti dalla normativa .....	»	18
TAB. 14	PM <sub>10</sub> : principali parametri statistici .....	»	19
TAB. 15	PM <sub>10</sub> : superamenti della soglia giornaliera prevista dal DLgs 155/2010 .....	»	19
TAB. 16	Piombo: valore limite previsto dalla normativa .....	»	23
TAB. 17	Arsenico, Cadmio e Nichel: valori obiettivo previsti dalla normativa .....	»	23
TAB. 18	Piombo: principali parametri statistici .....	»	24
TAB. 19	Arsenico: principali parametri statistici .....	»	25

TAB. 20	Cadmio: principali parametri statistici .....	Pag.	26
TAB. 21	Nichel: principali parametri statistici .....	»	27
TAB. 22	Rivoli di Osoppo: concentrazioni medie annue di metalli nel Materiale Particolato PM <sub>10</sub> (anni 2009, 2010 e 2011) .....	»	28
TAB. 23	Udine (Via Manzoni): concentrazioni medie annue di metalli nel Materiale Particolato PM <sub>10</sub> (anni 2009, 2010 e 2011) .....	»	30

## Indice figure

Fig. 1	Dislocazione della stazione fissa .....	Pag.	3
Fig. 2	SO <sub>2</sub> – Valori medi mensili (anni 2007 – 2011) .....	»	5
Fig. 3	SO <sub>2</sub> – Valori medi per giorno della settimana (anni 2007 – 2011) .....	»	5
Fig. 4	SO <sub>2</sub> – Giorno medio (anni 2007 – 2011) .....	»	6
Fig. 5	NO <sub>x</sub> e NO <sub>2</sub> – Dati orari relativi all’intero anno 2011 .....	»	7
Fig. 6	NO <sub>2</sub> – Valori medi mensili (anni 2007 – 2011) .....	»	9
Fig. 7	NO <sub>2</sub> – Valori medi per giorno della settimana (anni 2007 – 2011) .....	»	10
Fig. 8	NO <sub>2</sub> – Giorno medio (anni 2007 – 2011) .....	»	10
Fig. 9	NO <sub>x</sub> – Valori medi mensili (anni 2007 – 2011) .....	»	12
Fig. 10	NO <sub>x</sub> – Valori medi per giorno della settimana (anni 2007 – 2011) .....	»	12
Fig. 11	NO <sub>x</sub> – Giorno medio (anni 2007 – 2011) .....	»	13
Fig. 12	O <sub>3</sub> – Valori medi mensili (anni 2007 – 2011) .....	»	16
Fig. 13	O <sub>3</sub> – Valori medi per giorno della settimana (anni 2007 – 2011) .....	»	17
Fig. 14	O <sub>3</sub> – Giorno medio (anni 2007 – 2011) .....	»	17
Fig. 15	PM <sub>10</sub> – Medie giornaliere anno 2011: siti di Rivoli di Osoppo, Udine e Torviscosa .....	»	20
Fig. 16	PM <sub>10</sub> – Valori medi mensili (anni 2007 – 2011) .....	»	21
Fig. 17	PM <sub>10</sub> – Valori medi per giorno della settimana (anni 2007 – 2011) .....	»	21
Fig. 18	PM <sub>10</sub> – Giorno medio (anni 2007 – 2011) .....	»	22
Fig. 19	Piombo – Valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo, Casali Tosolini (Zona Industriale Udinese) e Udine – Via Manzoni (anno 2011) .....	»	24
Fig. 20	Arsenico – Valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo, Casali Tosolini (Zona Industriale Udinese) e Udine – Via Manzoni (anno 2011) .....	»	25
Fig. 21	Cadmio – Valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo, Casali Tosolini (Zona Industriale Udinese) e Udine – Via Manzoni (anno 2011) .....	»	26
Fig. 22	Nichel – Valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo, Casali Tosolini (Zona Industriale Udinese) e Udine – Via Manzoni (anno 2011) .....	»	27
Fig. 23	Piombo – Confronto fra i valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo negli anni 2009, 2010 e 2011) .....	»	28
Fig. 24	Arsenico – Confronto fra i valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo negli anni 2009, 2010 e 2011) .....	»	29
Fig. 25	Cadmio – Confronto fra i valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo negli anni 2009, 2010 e 2011) .....	»	29
Fig. 26	Nichel – Confronto fra i valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo negli anni 2009, 2010 e 2011) .....	»	30

## GLOSSARIO

- a) **inquinamento atmosferico:** ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente;
- b) **inquinanti primari:** sono gli inquinanti che vengono immessi direttamente nell'ambiente in seguito al processo che li ha prodotti (monossido e biossido di carbonio, idrocarburi, ossidi di azoto, ossidi di zolfo, polveri, sali, metalli);
- c) **inquinanti secondari:** sono quelle sostanze che si formano dagli inquinanti primari (sia di origine antropica che naturale) a seguito di modificazioni di varia natura causate da reazioni che, spesso, coinvolgono l'ossigeno atmosferico e la radiazione solare (ozono, prodotti di ossidazione);
- d) **ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>):** la somma di monossido e biossido di azoto espressa come biossido di azoto in microgrammi per metro cubo;
- e) **idrocarburi policiclici aromatici (IPA):** composti organici con due o più anelli aromatici fusi, composti interamente di carbonio e idrogeno;
- f) **PM<sub>10</sub>:** la frazione di materiale particolato sospeso in aria ambiente che passa attraverso un sistema di separazione in grado di selezionare il materiale particolato di diametro aerodinamico  $\leq 10 \mu\text{m}$ ;
- g) **PM<sub>2,5</sub>:** la frazione di materiale particolato sospeso in aria ambiente che passa attraverso un sistema di separazione in grado di selezionare il materiale particolato di diametro aerodinamico  $\leq 2,5 \mu\text{m}$ ;
- h) **livello:** concentrazione nell'aria ambiente di un inquinante in un dato periodo di tempo;
- i) **valore bersaglio:** livello fissato al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo;
- j) **valore obiettivo:** concentrazione nell'aria ambiente fissata onde evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e l'ambiente nel suo complesso che dovrà essere raggiunta per quanto possibile nel corso di un dato periodo;
- k) **composti organici volatili (COV):** tutti i composti organici, diversi dal metano, provenienti da fonti antropogeniche e biogeniche, i quali possono produrre ossidanti fotochimici reagendo con gli ossidi di azoto in presenza di luce solare.

\* \* \* \* \*

\* \* \* \* \*

\* \* \* \* \*

\* \* \* \* \*

## **1. IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NEL COMUNE DI OSOPPO**

Con il termine “inquinamento atmosferico” si intende la modificazione della normale composizione dell'atmosfera dovuta alla presenza di una o più sostanze indesiderabili o estranee (inquinanti) che possono costituire un pericolo per la salute umana e per gli ecosistemi naturali o antropici. L'origine di queste sostanze è spesso attribuibile ad attività umane quali il traffico autoveicolare, l'utilizzo degli impianti termici, la presenza di insediamenti industriali o artigianali che impiegano svariati prodotti nei cicli produttivi.

La concentrazione degli inquinanti nell'aria dipende sia dalla quantità di sostanze emesse dalle diverse sorgenti che dalle condizioni meteorologiche che possono favorirne o meno la dispersione: per quanto riguarda gli inquinanti primari (cioè prodotti direttamente dalle attività umane quali monossido di carbonio, biossido di zolfo, ossidi di azoto, materiale particolato PM<sub>10</sub>, benzene) il periodo più critico risulta essere quello invernale caratterizzato da massime emissioni e da situazioni di ristagno della massa d'aria al suolo, mentre nel periodo estivo si registrano elevati valori di ozono, inquinante secondario che si origina per effetto dell'intenso irraggiamento solare in presenza di inquinanti primari.

Nel caso della città di Osoppo si possono identificare nel traffico autoveicolare e nelle emissioni provenienti dagli insediamenti presenti nell'area industriale le principali sorgenti di inquinamento atmosferico.

La presente relazione, relativa all'anno 2011, fornisce un quadro riassuntivo del monitoraggio dell'inquinamento atmosferico presentando, per ognuno degli inquinanti rilevati, una tabella con i principali parametri statistici ed una con il numero dei superamenti dei limiti di legge (in entrambi i casi confrontati con i corrispondenti valori ottenuti per i quattro anni precedenti); vengono inoltre presentati i grafici dei dati medi mensili, in modo da poter valutare l'andamento legato alle diverse stagioni, nonché gli andamenti medi nel corso della settimana e della giornata.

Si evidenzia che in data 15/09/2010 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il nuovo D. Lgs. 13 agosto 2010, n. 155 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa” che recepisce appunto la citata direttiva ed ingloba anche il precedente D. Lgs. 152/2007 (che fissava i valori obiettivo per IPA e Arsenico, Cadmio e Nichel), venendo così a costituire l'unica normativa nazionale in materia di qualità dell'aria, che riconferma comunque limiti e valori obiettivo dei precedenti decreti.

Per quanto riguarda il monitoraggio della formaldeide e le analisi relative alle concentrazioni di metalli pesanti nelle polveri, si rimanda alle relazioni presentate in collaborazione con le Aziende per i Servizi Sanitari competenti per territorio.



## 2. **INQUINANTI RILEVATI CON ANALIZZATORI IN CONTINUO: dati anno 2011 e confronto con gli anni precedenti**

La centralina per il rilevamento dell'inquinamento atmosferico presente sul territorio del comune di Osoppo è stata installata da parte dell'Amministrazione Provinciale negli anni '90 e faceva parte di una rete che andava a coprire l'intero territorio della provincia; a partire dal 2000 le centraline della rete provinciale sono state trasferite all'ARPA che ha provveduto ad effettuare una ristrutturazione globale, conclusasi all'inizio del 2003 con l'installazione dello strumento per la misura delle polveri sottili PM<sub>10</sub>; successivamente, a fine 2009, alla luce dei risultati ottenuti che evidenziavano come i valori medi di benzene degli ultimi anni si collocavano su livelli abbondantemente inferiori al limite normativo, il monitoraggio di questo inquinante è stato concluso (lo strumento è stato trasferito in un'altra stazione della rete), addivenendo così alla configurazione attuale che prevede, per quanto riguarda il sito di Rivoli di Osoppo, il monitoraggio dei seguenti inquinanti:

<b>SO<sub>2</sub></b>	Biossido di zolfo
<b>NO<sub>x</sub></b>	Ossidi di azoto (Monossido e Biossido di azoto)
<b>O<sub>3</sub></b>	Ozono
<b>PM<sub>10</sub></b>	Materiale Particolato (polveri sottili) con diametro < 10 µm

TAB. 1 – Inquinanti monitorati nella stazione di Osoppo

L'Amministrazione Provinciale aveva individuato l'area verde in via Molino del Cucco come sito per il monitoraggio della qualità dell'aria; si è però ritenuta maggiormente significativa l'area presso la scuola materna, sito in cui da diversi anni venivano effettuati i campionamenti ambientali per il monitoraggio della formaldeide e del contenuto di metalli nelle polveri, e pertanto alla fine del 2006 si è provveduto a trasferire la centralina in tale area.

Nome stazione	Ubicazione	Tipo di area
15. Osoppo	Vecchio sito: area verde in via Molino del Cucco (fino al 11/12/2006)	Zona ai margini dell'abitato non interessata direttamente dal traffico
	Nuovo sito: parcheggio presso la scuola materna in via Rivoli (dal 12/12/2006)	Zona abitata fortemente interessata dal traffico della statale 463

TAB. 2 – Ubicazione centralina di rilevamento della qualità dell'aria

Il monitoraggio della qualità dell'aria è pertanto stato effettuato nel sito di via Molino del Cucco, a partire dall'anno 2003, fino al giorno 11 dicembre 2006, quando si è provveduto a trasferire la centralina sul nuovo sito di via Rivoli.

La successiva fig. 1 riporta, sulla mappa di Rivoli di Osoppo, l'ubicazione dei due siti di monitoraggio riportati in tabella 2.



FIG. 1 – Dislocazione della stazione fissa: 1. sito di via Molino del Cucco; 2. sito di via Rivoli.

Nelle sezioni seguenti vengono presentati i risultati del monitoraggio di biossido di zolfo, ossidi di azoto, ozono e  $PM_{10}$  effettuato presso il sito di via Rivoli nel corso dell'anno 2011; le tabelle ed i grafici riportano anche i corrispondenti dati rilevati a partire dal 2007 per consentire una valutazione dell'evoluzione del fenomeno nel corso degli ultimi cinque anni. Considerato inoltre che presso il sito di via Rivoli viene effettuato, in maniera continuativa, il campionamento su filtro del Materiale Particolato  $PM_{10}$  per la successiva determinazione del contenuto di metalli, nell'ultima sezione vengono presentati i risultati del monitoraggio di Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel per la verifica del rispetto dei limiti di legge di qualità dell'aria ed il confronto con gli ultimi due anni.

## 2.1 BIOSSIDO DI ZOLFO (SO<sub>2</sub>)

Il biossido di zolfo (o anidride solforosa) è un gas incolore, più pesante dell'aria, di odore pungente e molto irritante; in aria viene ossidato ad anidride solforica che, per reazione con vapor acqueo, porta alla formazione di acido solforico, uno dei principali costituenti delle cosiddette "piogge acide". Per quanto riguarda l'origine antropica, questo inquinante deriva essenzialmente dalla combustione di combustibili contenenti zolfo, che nelle aree urbane sono utilizzati sia per autotrazione (diesel) che per il riscaldamento. Con l'introduzione sul mercato di combustibili liquidi a basso tenore di zolfo e la sempre maggiore metanizzazione degli impianti termici, i livelli di biossido di zolfo si sono drasticamente ridotti, al limite della rilevabilità strumentale.

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di riferimento
<b>D. Lgs. 13 agosto 2010 n. 155</b>	valore limite	1 ora	<b>350 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di 24 volte per anno civile (dal 01/01/2005)
	valore limite	1 giorno	<b>125 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di 3 volte per anno civile (dal 01/01/2005)
	soglia di allarme	3 ore consecutive	<b>500 µg/m<sup>3</sup></b>

TAB. 3 – SO<sub>2</sub>: valori di riferimento previsti dalla normativa.

La successiva tab. 4, che riporta i principali parametri statistici, evidenzia come i valori rilevati siano nettamente inferiori ai limiti imposti dal D. Lgs. 155/2010 e conseguentemente non sia stato registrato alcun superamento dei valori di riferimento previsti dalla normativa.

RIVOLI DI OSOPPO	BIOSSIDO DI ZOLFO - ANNI 2007 - 2011				
Anno	Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	Mediana annuale (µg/m <sup>3</sup> )	98° percentile (µg/m <sup>3</sup> )	Massima oraria (µg/m <sup>3</sup> )	Massima giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )
2007	2.1	1.5	8.3	48.6	7.4
2008	1.4	1.0	4.7	42.5	4.7
2009	1.2	0.8	5.2	45.5	5.2
2010	1.3	0.9	4.9	24.9	7.5
<b>2011</b>	<b>1.3</b>	<b>1.0</b>	<b>4.9</b>	<b>23.8</b>	<b>5.1</b>

TAB. 4 – SO<sub>2</sub>: principali parametri statistici.

Per quanto riguarda l'evoluzione dei livelli di inquinamento atmosferico da biossido di zolfo, il quadro generale è illustrato nel grafico seguente che riporta i valori medi mensili riferiti al

periodo 2007 - 2011.

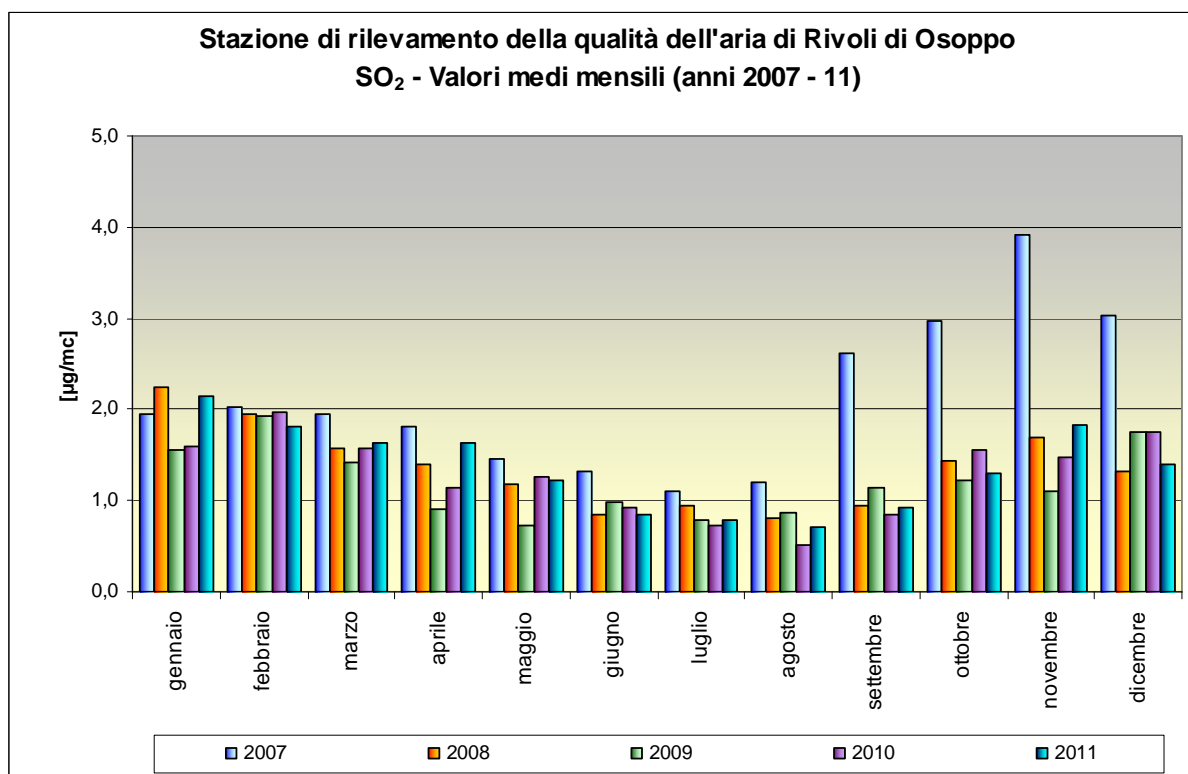


FIG. 2 – SO<sub>2</sub> – Valori medi mensili (anni 2007 – 2011).

Il grafico seguente riporta i risultati dell'analisi riferita ai giorni della settimana: a differenza di quanto rilevato in ambiti urbani (come la città di Udine), i valori molto contenuti non evidenziano una significativa riduzione nelle giornate del fine settimana.

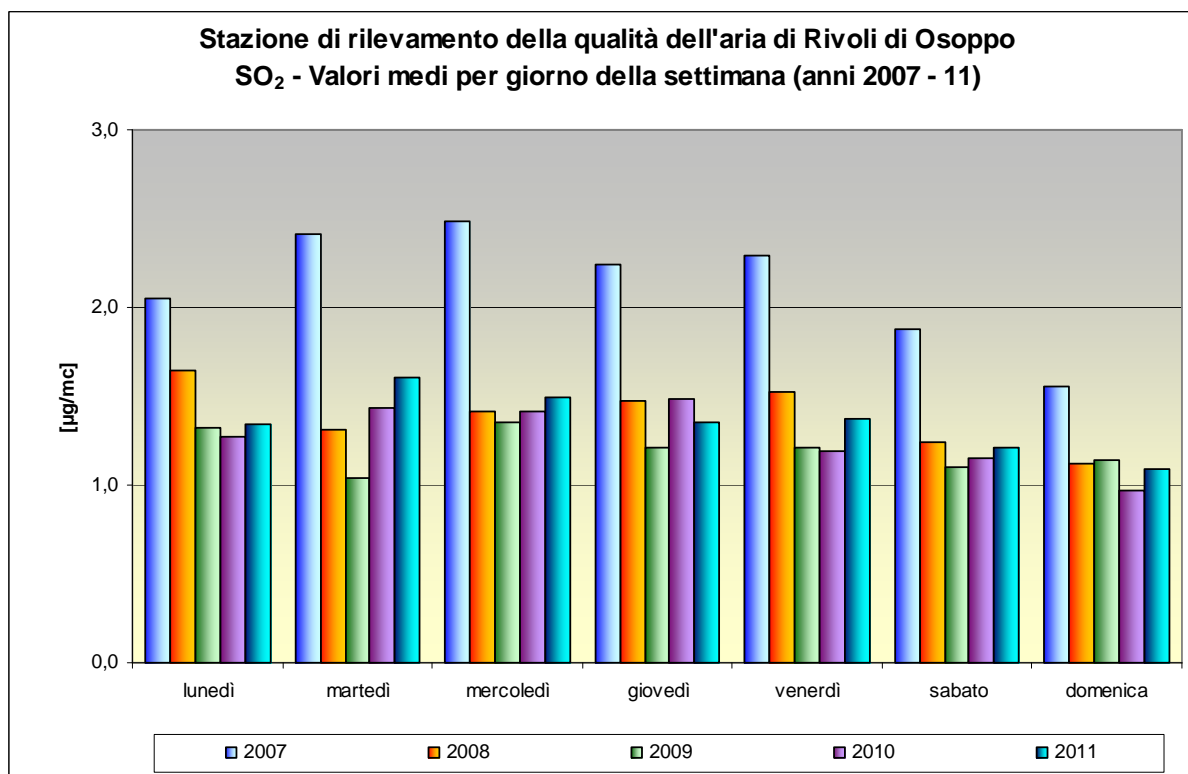


FIG. 3 – SO<sub>2</sub> – Valori medi per giorno della settimana (anni 2007 – 2011).

La successiva analisi, riportata nel grafico di figura 4, si riferisce all'andamento giornaliero delle concentrazioni orarie di biossido di zolfo: come per il caso precedente, non si nota la presenza di picchi riferiti a fasce orarie ben definite, come accade invece in ambito urbano dove si registrano delle "campane" legate ai momenti di maggior congestione del traffico (al mattino fra le 8 e le 9, intorno alle 13 ed alla sera fra le 18 e le 20).

Negli anni è stata registrata una progressiva diminuzione dei livelli di questo inquinante, analogamente a quanto riscontrato negli altri siti monitorati sul territorio provinciale, con valori ormai stabilizzati su livelli decisamente contenuti.

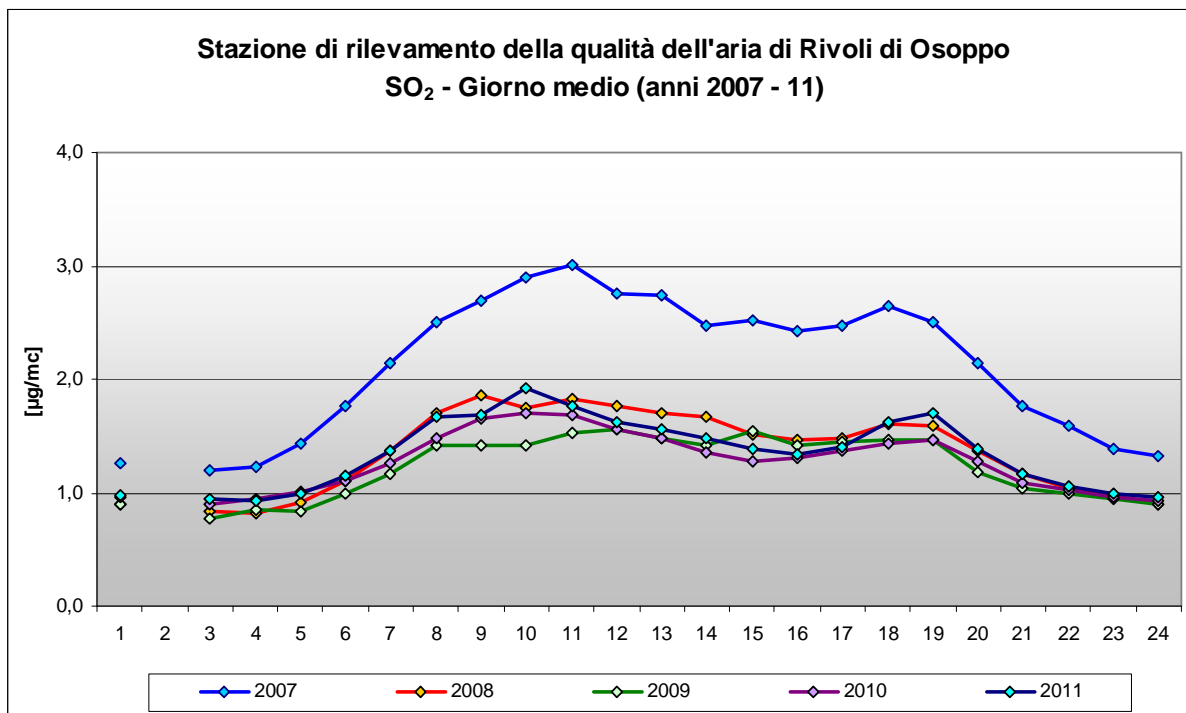


FIG. 4 – SO<sub>2</sub> – Giorno medio (anni 2007 – 2011).

\* \* \* \* \*

## 2.2 BIOSSIDO e OSSIDI DI AZOTO (NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>)

Fra i diversi ossidi che l'azoto può formare, per quanto attiene alle problematiche dell'inquinamento atmosferico si considerano solamente il monossido (NO) ed il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e la somma di questi due composti indicata come NO<sub>x</sub>; questi ossidi si formano per reazione, alle alte temperature, fra l'azoto e l'ossigeno che sono i principali costituenti dell'aria atmosferica (azoto circa 78% e ossigeno circa 21%) e di conseguenza, per quanto riguarda il contributo antropico, si possono individuare come principali sorgenti tutti i processi di combustione (motori a scoppio, impianti termici civili e industriali, alcuni processi produttivi che necessitano di elevate temperature).

I gas prodotti dalla combustione contengono soprattutto monossido di azoto, che allo scarico non si decompone di nuovo ad ossigeno ed azoto a causa del brusco raffreddamento; in atmosfera, grazie a successivi processi fotochimici, il monossido viene quindi trasformato in biossido di azoto con velocità che dipendono principalmente dall'intensità dell'irraggiamento solare e dalla temperatura.

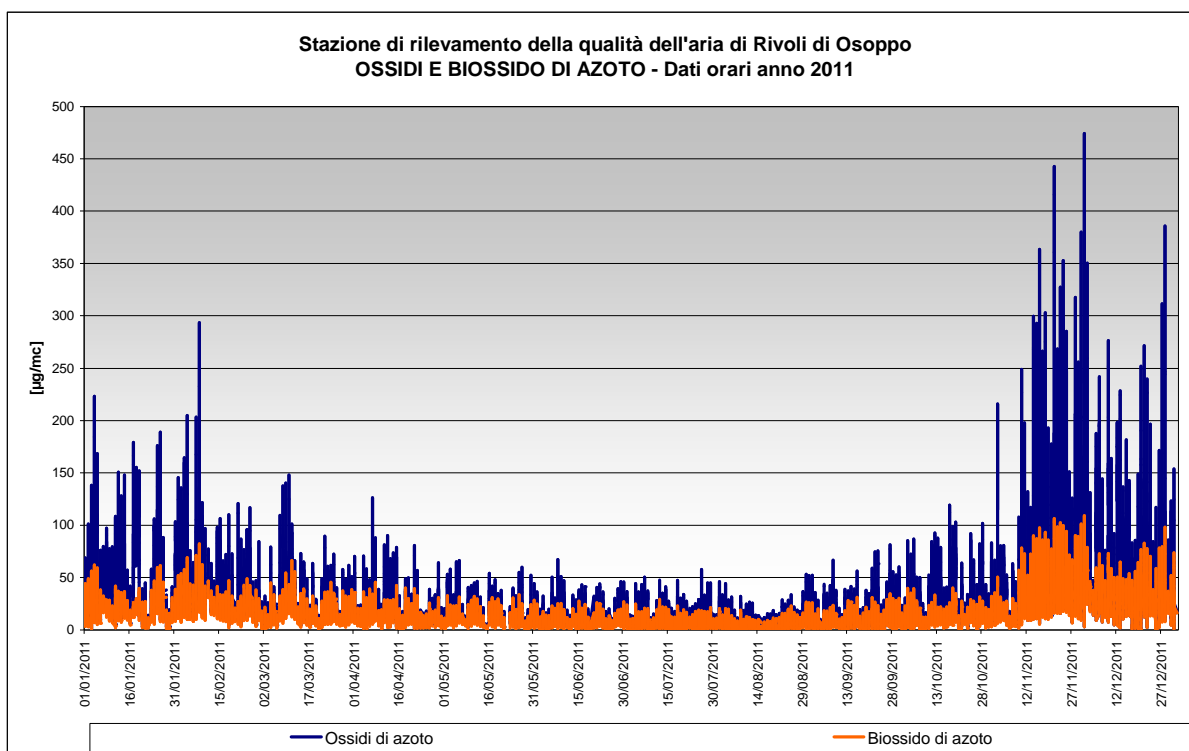


FIG. 5 – NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub> – Dati orari relativi all'intero anno 2011.

Come si può vedere nella figura sopra riportata, nel periodo estivo la gran parte dell'NO si trasforma velocemente in NO<sub>2</sub> mentre durante l'inverno (quando la produzione di ossidi di azoto NO<sub>x</sub> è massima per l'ulteriore apporto degli impianti termici oltre a quello del traffico) la reazione risulta fortunatamente molto più lenta a causa delle basse temperature e dello scarso irraggiamento solare che rallentano la conversione del monossido a biossido.

Si ricorda infine che anche gli ossidi di azoto presenti nell'atmosfera contribuiscono al fenomeno delle piogge acide per trasformazione in acido nitrico; inoltre l'acido nitrico formatosi viene poi salificato a nitrato d'ammonio, composto che rappresenta uno dei principali costituenti del particolato fine secondario.

## 2.2.1 BLOSSIDO DI AZOTO (NO<sub>2</sub>)

In considerazione del fatto che la tossicità del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) è notevolmente superiore a quella del monossido, la normativa vigente prevede dei limiti per la protezione della salute umana solamente per il biossido di azoto. Questo inquinante è un gas irritante per occhi, naso e vie respiratorie e può combinarsi con l'emoglobina del sangue (per formare metaemoglobina) impedendo così il trasporto dell'ossigeno.

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di riferimento
<b>D. Lgs. 13 agosto 2010 n. 155</b>	valore limite orario per la protezione della salute umana	media oraria da non superare più di 18 volte per anno civile (2007-2008-2009)	2007: 230 µg/m <sup>3</sup> 2008: 220 µg/m <sup>3</sup> 2009: 210 µg/m <sup>3</sup>
		media oraria da non superare più di 18 volte per anno civile (dal 01/01/2010)	200 µg/m <sup>3</sup>
	valore limite annuale per la protezione della salute umana	media annua (2007-2008-2009)	2007: 46 µg/m <sup>3</sup> 2008: 44 µg/m <sup>3</sup> 2009: 42 µg/m <sup>3</sup>
		media annua (dal 01/01/2010)	40 µg/m <sup>3</sup>
	soglia di allarme	misura su 3 ore consecutive	400 µg/m <sup>3</sup>

TAB. 5 – NO<sub>2</sub>: valori di riferimento previsti dalla normativa.

Confrontando i valori della tab. 6 con i limiti stabiliti dal D. Lgs. 155/2010 sopra riportato (si ricorda che questa normativa riconferma l'impostazione del precedente D.M. 60/2002 che stabiliva che il limite annuale venisse decrementato, a step di 2 µg/m<sup>3</sup> all'anno, fino ad arrivare nel 2010 al valore di 40 µg/m<sup>3</sup> ed analogamente il massimo orario a step di 10 µg/m<sup>3</sup> all'anno, fino ad arrivare nel 2010 al valore di 200 µg/m<sup>3</sup>) si evidenzia come i valori rilevati negli ultimi 5 anni si collochino su livelli che sono risultati sempre ampiamente inferiori ai limiti che sono entrati in vigore a partire dal 2010, sia per quanto riguarda la media annua che per il limite orario.

RIVOLI DI OSOPPO	BIOSSIDO DI AZOTO - ANNI 2007 - 2011			
Anno	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mediana annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massima oraria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
2007	23	20	58	98
2008	24	21	62	131
2009	19	17	49	115
2010	18	15	47	90
<b>2011</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>55</b>	<b>109</b>

TAB. 6 –  $\text{NO}_2$ : principali parametri statistici.

I valori medi registrati nel 2011 si collocano sugli stessi livelli di quelli degli ultimi due anni confermando l'inversione di tendenza rispetto al biennio 2007-2008, in particolare per la media annuale, mentre per quanto riguarda i dati orari è stato rilevato un maggior numero di episodi con valori relativamente più elevati (in particolare negli ultimi due mesi dell'anno).

Per quanto riguarda l'evoluzione dei livelli di inquinamento atmosferico da biossido di azoto, il quadro generale è illustrato nella figura seguente che riporta i valori medi mensili dei cinque anni considerati. Dal grafico si vede chiaramente come anche i valori medi mensili risultino sempre inferiori ai  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con delle oscillazioni legate ai fattori meteorologici stagionali (in particolare per i mesi invernali) e con differenze non molto marcate fra un anno e l'altro.

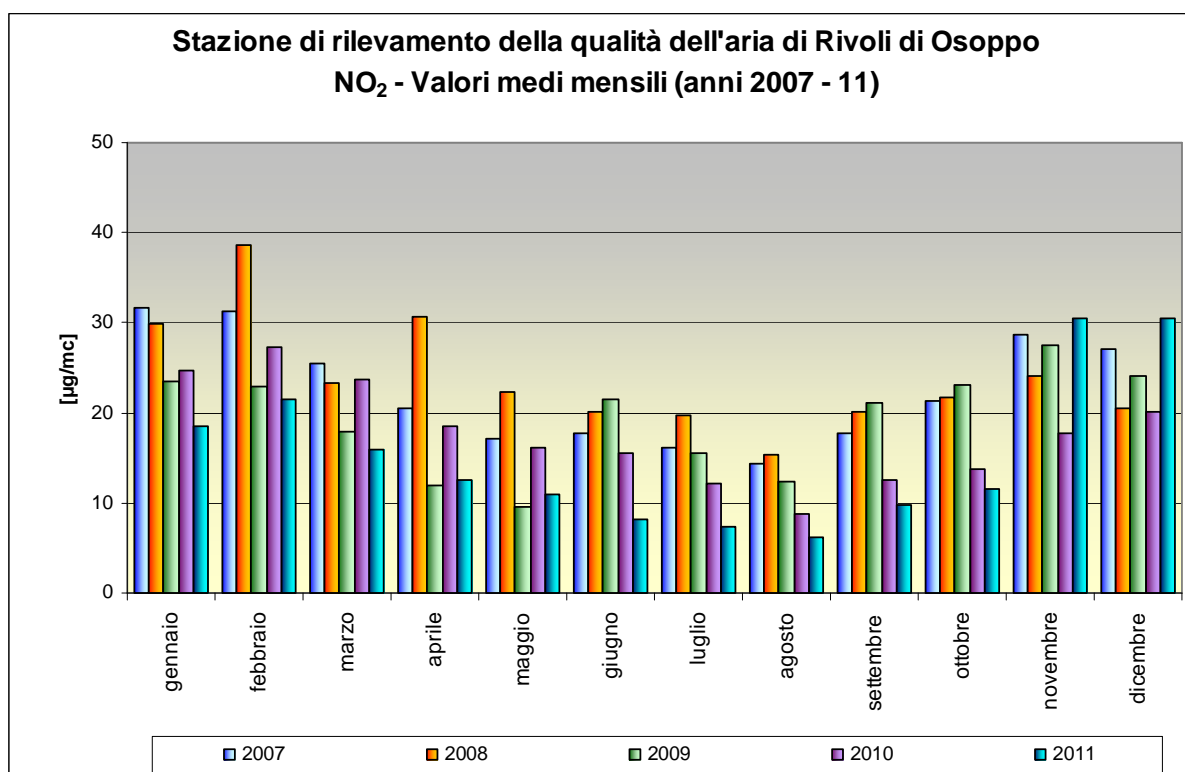


FIG. 6 –  $\text{NO}_2$  – Valori medi mensili (anni 2007 – 2011).



I grafici seguenti, che riportano i risultati delle analisi riferite ai diversi giorni della settimana (fig. 7) ed all'andamento medio giornaliero delle concentrazioni orarie (fig. 8), evidenziano una maggiore concentrazione dell'inquinante per il biennio 2007 – 2008, seguita poi da una costante diminuzione negli anni successivi; si può osservare inoltre la significativa riduzione dei valori nelle giornate del fine settimana, correlabile alla contrazione dei flussi di traffico che interessano la vicina statale.

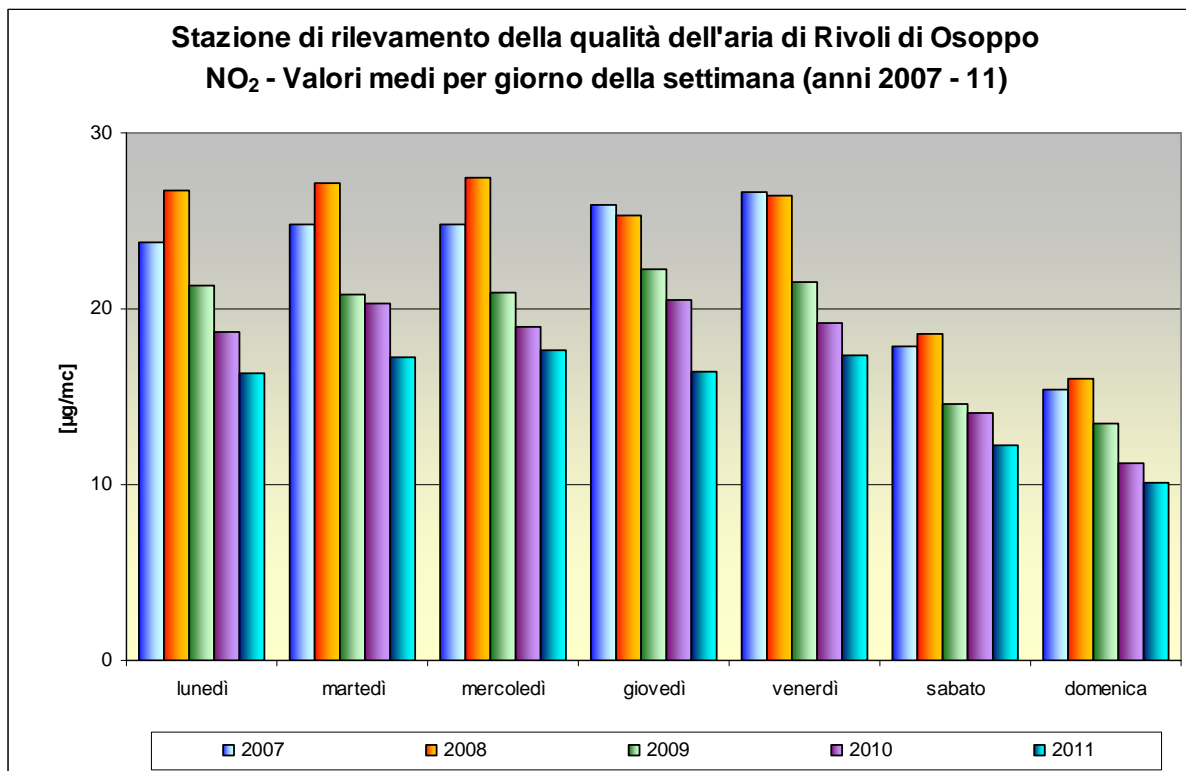


FIG. 7 – NO<sub>2</sub> – Valori medi per giorno della settimana (anni 2007 – 2011).

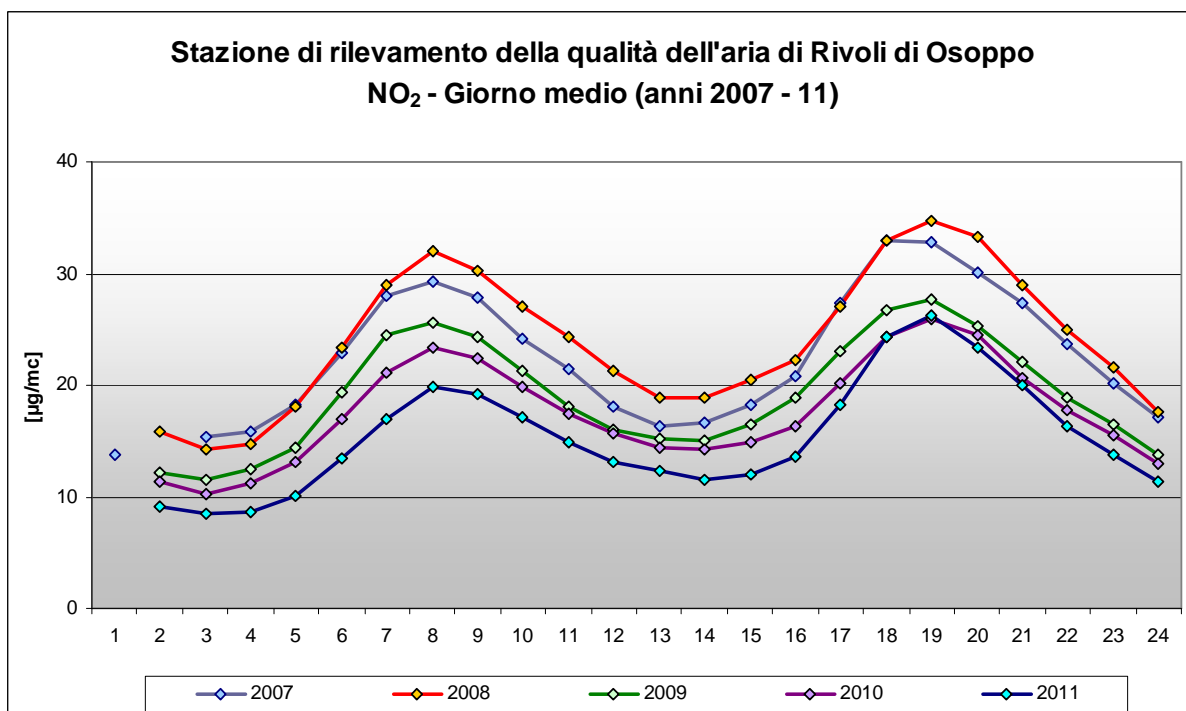


FIG. 8 – NO<sub>2</sub> – Giornata medio (anni 2007 – 2011).

## 2.2.2 OSSIDI DI AZOTO (NO<sub>x</sub>)

Per quanto riguarda gli ossidi totali, la normativa vigente (D. Lgs. 155/2010) fissa solamente un limite annuale per la protezione della vegetazione pari a 30 µg/m<sup>3</sup> di NO<sub>x</sub>.

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di riferimento
<b>D. Lgs. 13 agosto 2010 n. 155</b>	livello critico per la protezione della vegetazione	media annua	30 µg/m <sup>3</sup>

TAB. 7 – NO<sub>x</sub>: valori di riferimento previsti dalla normativa.

Si precisa al proposito che il punto di campionamento non risponde a quanto richiesto dal D. Lgs. 155/2010 per la protezione della vegetazione e degli ecosistemi naturali (Allegato III, punto 3.2.1) in quanto dovrebbe essere ubicato “... a più di 20 km dalle aree urbane e ad oltre 5 km da altre zone edificate, impianti industriali, autostrade o strade principali ...”.

La tabella seguente riporta i principali parametri statistici relativi al monitoraggio effettuato nel 2011, confrontati con i valori registrati nello stesso sito dal 2007. Come già evidenziato per il biossido, anche per gli ossidi di azoto si nota come tutti i parametri statistici risultino sostanzialmente equivalenti a quelli dell'anno precedente.

RIVOLI DI OSOPPO	OSSIDI DI AZOTO - ANNI 2007 - 2011			
	Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	Mediana annuale (µg/m <sup>3</sup> )	98° percentile (µg/m <sup>3</sup> )	Massima oraria (µg/m <sup>3</sup> )
Anno				
2007	47	31	195	582
2008	42	30	155	419
2009	31	22	120	282
2010	30	22	105	268
<b>2011</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>141</b>	<b>474</b>

TAB. 8 – NO<sub>x</sub>: principali parametri statistici.

Come per il biossido di azoto, i valori medi registrati nel 2011 si collocano sugli stessi livelli di quelli degli ultimi anni confermando la significativa riduzione rispetto al biennio 2007-2008, in particolare per la media annuale. Invece, per quanto riguarda i dati orari, negli ultimi due mesi dell'anno sono stati rilevati un gran numero di episodi con valori relativamente elevati, correlabili a condizioni meteorologiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Di seguito si riportano i grafici relativi ai valori medi mensili, ai valori medi per giorno della settimana ed agli andamenti medi giornalieri, che ben evidenziano quanto sopra esposto.

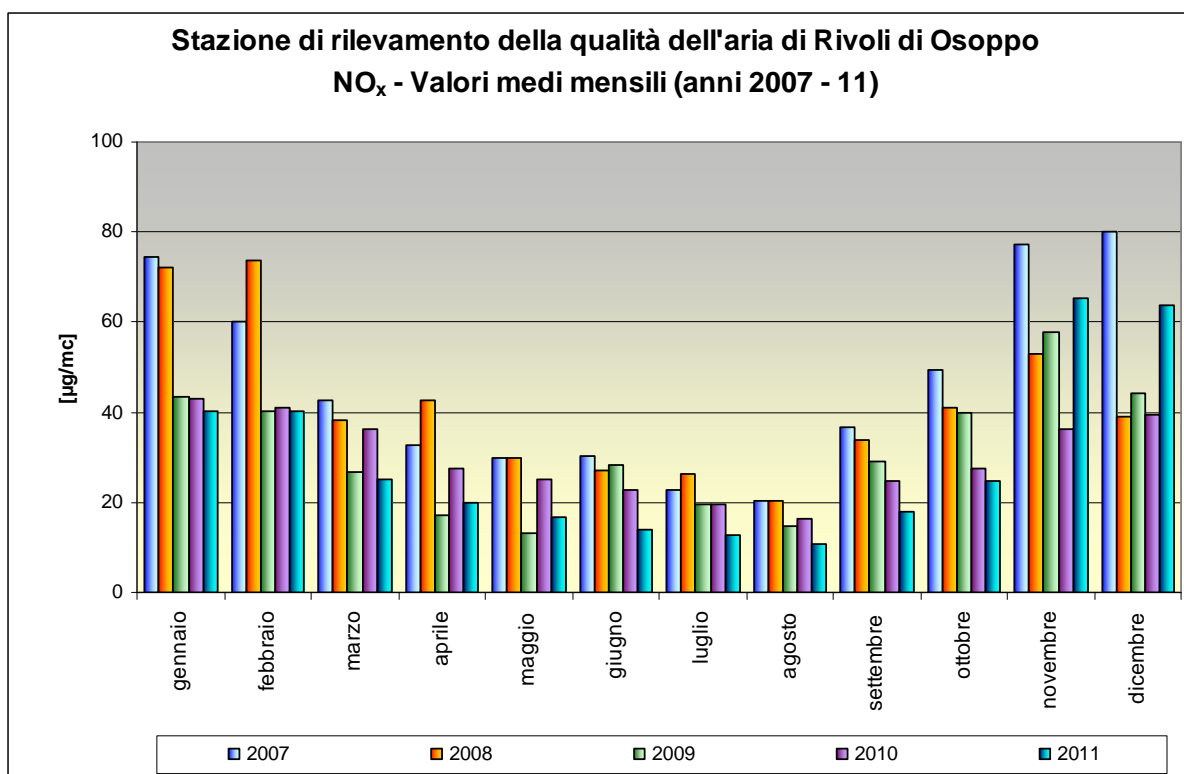


FIG. 9 – NO<sub>x</sub> – Valori medi mensili (anni 2007 – 2011).

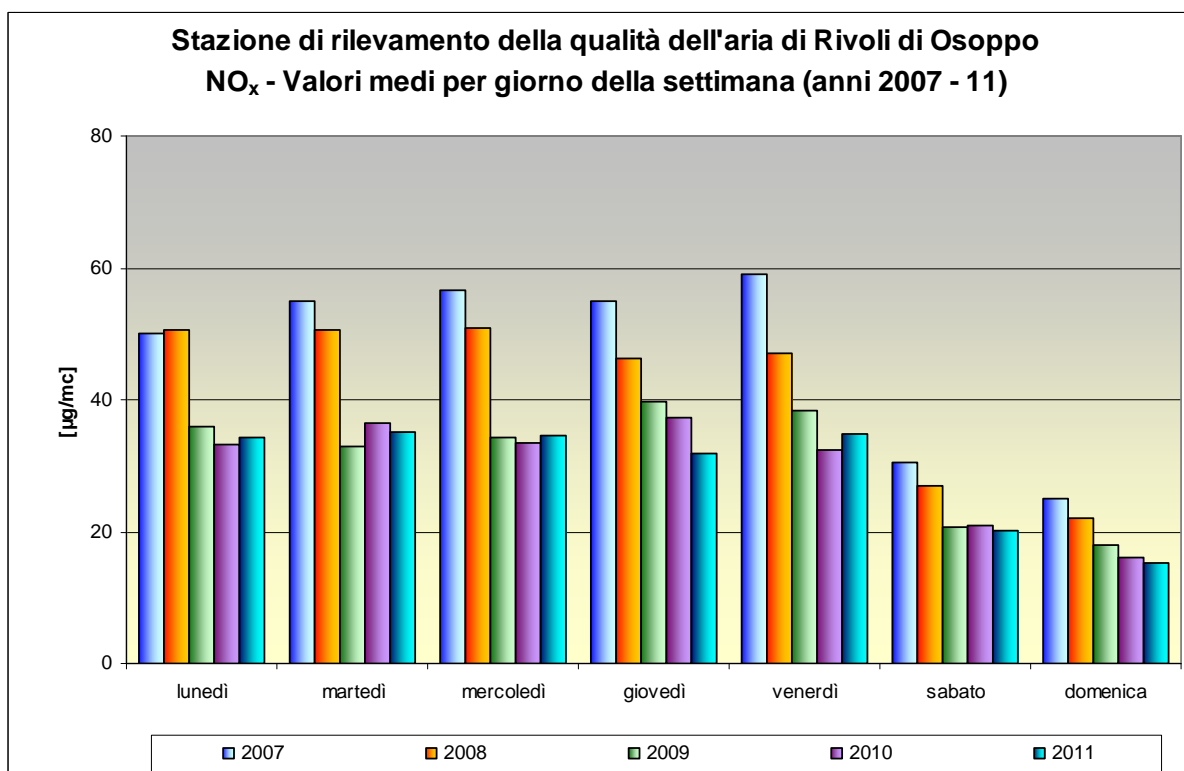


FIG. 10 – NO<sub>x</sub> – Valori medi per giorno della settimana (anni 2007 – 2011).

In maniera ancor più evidente di quanto riscontrato il biossido di azoto, si può osservare la significativa riduzione dei valori nelle giornate del fine settimana, correlabile alla contrazione dei flussi di traffico che interessano la vicina statale.

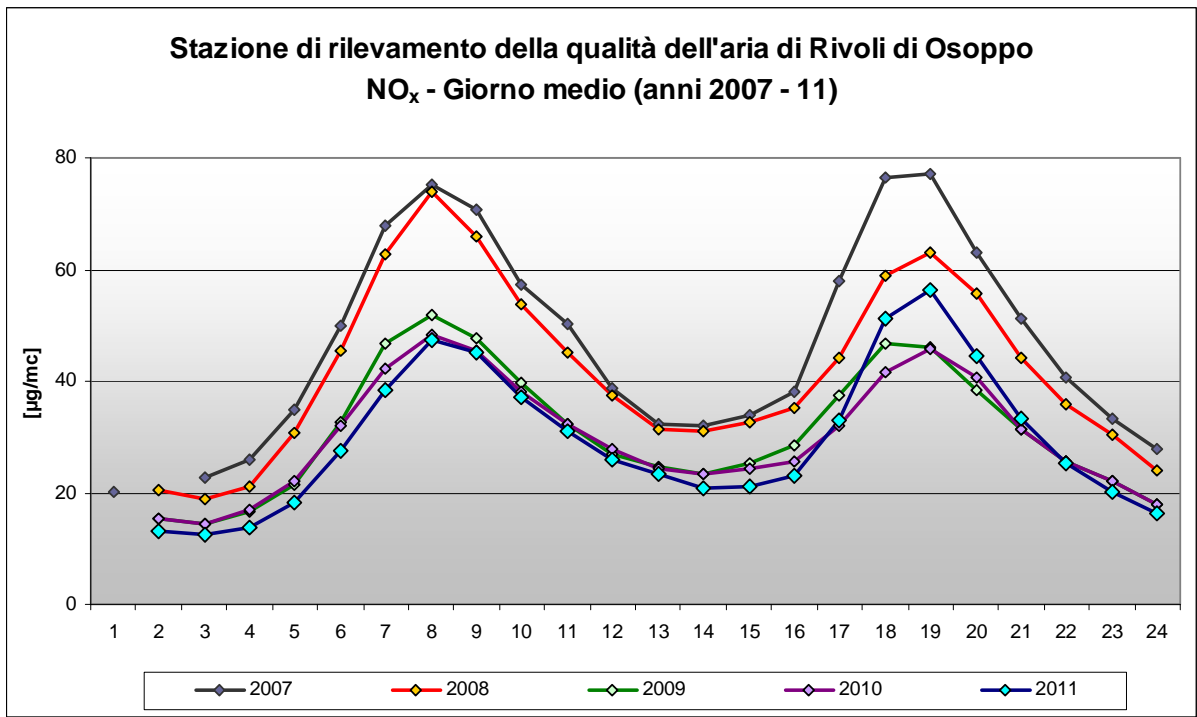


FIG. 11 – NO<sub>x</sub> – Giorno medio (anni 2007 – 2011).

\* \* \* \* \*

## 2.3 Ozono (O<sub>3</sub>)

L'ozono è un gas che si forma anche nella troposfera (parte dell'atmosfera a contatto con il suolo) a partire dall'ossigeno per effetto della radiazione solare in presenza di altri composti (quali ossidi d'azoto, monossido di carbonio e composti organici volatili) con una serie di processi chiamati fotochimici; viene definito pertanto inquinante secondario poiché non è prodotto direttamente da una qualsiasi sorgente, ma si origina in presenza di inquinanti primari che fungono da precursori. E' un composto che presenta effetti irritanti per le vie respiratorie, particolarmente in soggetti quali bambini, anziani, persone che soffrono di asma o che sono sottoposte ad intensi sforzi fisici.

La produzione di ozono al suolo, che avviene comunque anche per cause naturali, è fortemente incrementata dalla presenza di inquinanti di origine antropica anche a concentrazioni molto basse (catalizzatori): i processi che portano alla formazione di ozono sono piuttosto complessi e coinvolgono essenzialmente gli ossidi di azoto ed i composti organici volatili, con una serie di reazioni chimiche che da una parte ne favoriscono la formazione e dall'altra la rimozione per processi di ossidazione; un ruolo fondamentale rivestono anche alcune variabili meteorologiche quali l'irraggiamento solare, la temperatura, la stabilità dell'atmosfera.

L'ozono al suolo non deve essere confuso con quello presente nella stratosfera (ozonosfera) dove si forma per effetto delle radiazioni ultraviolette del sole sulle molecole di ossigeno: la presenza dell'ozonosfera risulta essenziale per la vita sulla terra in quanto agisce da filtro per le radiazioni solari nocive e pertanto l'assottigliamento di questo strato protettivo (buco dell'ozono) viene tenuto sotto controllo a livello planetario.

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di riferimento
<b>D. Lgs. 13 agosto 2010 n. 155</b>	soglia di informazione	media oraria	<b>180 µg/m<sup>3</sup></b>
	soglia di allarme	media oraria	<b>240 µg/m<sup>3</sup></b>
	valore obiettivo per la protezione della salute umana	media massima giornaliera calcolata su 8 ore	<b>120 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni (dal 01/01/2010)

TAB. 9 – O<sub>3</sub>: valori di riferimento previsti dalla normativa.

La tabella seguente, che riporta i principali parametri statistici relativi al monitoraggio effettuato nel 2011 presso il sito di Via Rivoli, conferma la situazione ambientale registrata nei precedenti quattro anni.

<b>RIVOLI DI OSOPPO</b>	<b>OZONO - ANNI 2007 - 2011</b>			
Anno	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mediana annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	98° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massima oraria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
2007	52	47	137	187
2008	46	41	118	165
2009	51	48	130	174
2010	48	44	127	181
<b>2011</b>	<b>49</b>	<b>45</b>	<b>123</b>	<b>171</b>

TAB. 10 –  $O_3$ : principali parametri statistici.

Il superamento delle soglie stabilite dalla normativa, sia per quanto riguarda i limiti orari che il valore bersaglio giornaliero per la protezione della salute umana, vengono dettagliati nelle tabelle seguenti.

<b>RIVOLI DI OSOPPO</b>	<b>OZONO – SUPERAMENTI ORARI ANNI 2007 - 2011</b>	
Anno	Soglia di informazione (D. Lgs. n. 183/2004) ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Soglia di allarme (D. Lgs. n. 183/2004) ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
2007	4	0
2008	0	0
2009	0	0
2010	1	0
<b>2011</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

TAB. 11 –  $O_3$ : numero di superamenti dei livelli orari di riferimento previsti dalla normativa.

<b>RIVOLI DI OSOPPO</b>	<b>OZONO – SUPERAMENTI GIORNALIERI ANNI 2007 - 2011</b>	
Anno	Numero di giornate di superamento del valore bersaglio di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 8 ore (D. Lgs. n. 155/2010)	Numero di giornate di superamento del valore bersaglio di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 8 ore, da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni (D. Lgs. n. 155/2010)
2007	40	38
2008	10	34
2009	34	28
2010	30	25
<b>2011</b>	<b>16</b>	<b>27</b>

TAB. 12 –  $O_3$ : numero di giornate di superamento del valore bersaglio (come media su 8 ore).

Si precisa che i valori della colonna di sinistra della tabella 12 si riferiscono al solo anno corrispondente e vengono forniti per un'ulteriore contributo nella valutazione dell'entità del fenomeno; per un corretto confronto con il valore bersaglio bisogna invece calcolare la media dei superamenti su tre anni consecutivi, che viene pertanto riportata nella colonna di destra: ad eccezione del 2010, per tutti gli altri anni si registrano valori superiori al limite di 25 giornate previsto dalla normativa.

Dall'esame del grafico seguente, che riporta i valori medi mensili relativi al 2011 ed ai quattro anni precedenti, si può chiaramente osservare il caratteristico andamento "a campana" correlato ai livelli di irraggiamento solare e di temperatura.

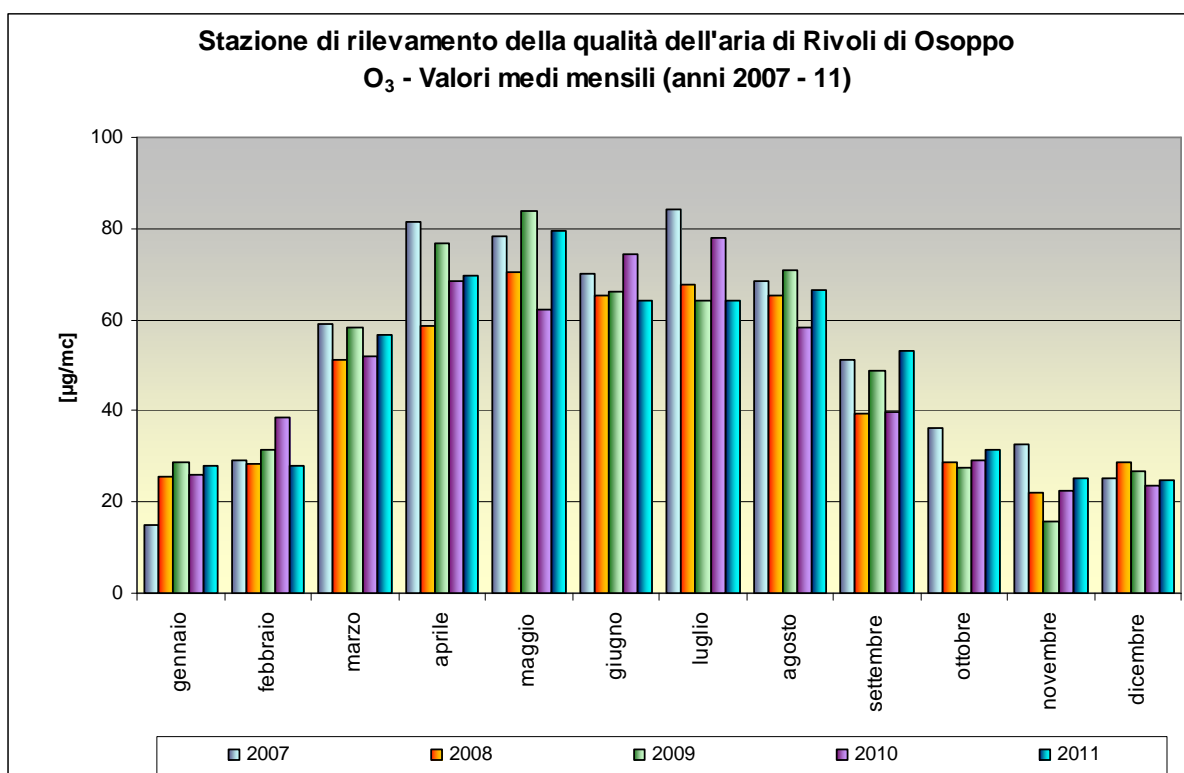


FIG. 12 – O<sub>3</sub> – Valori medi mensili (anni 2007 – 2011).

Le variazioni che si rilevano fra i cinque anni esaminati sono imputabili principalmente agli andamenti meteorologici che si sono verificati nelle diverse stagioni (nel caso del 2011, ad esempio, nei mesi di giugno e luglio si è registrato un minor irraggiamento solare e conseguentemente si sono rilevate concentrazioni di ozono meno elevate).

Per quanto riguarda gli andamenti settimanali, il grafico seguente evidenzia un comportamento opposto di questo inquinante rispetto agli altri parametri analizzati: si nota infatti un aumento delle concentrazioni nelle giornate del fine settimana (effetto weekend). Questo fatto si può spiegare tenendo conto che l'ozono tende a reagire, ossidandoli, con gli stessi inquinanti, quali il monossido d'azoto ed alcuni composti organici volatili, che ne provocano la formazione: poiché questi inquinanti sono presenti in concentrazione inferiore

nei fine settimana si riscontra il conseguente aumento dei livelli di ozono; per lo stesso motivo i dati del sito di via Rivoli, che risente maggiormente del traffico, risultano inferiori a quelli che venivano rilevati in via Molino del Cucco.

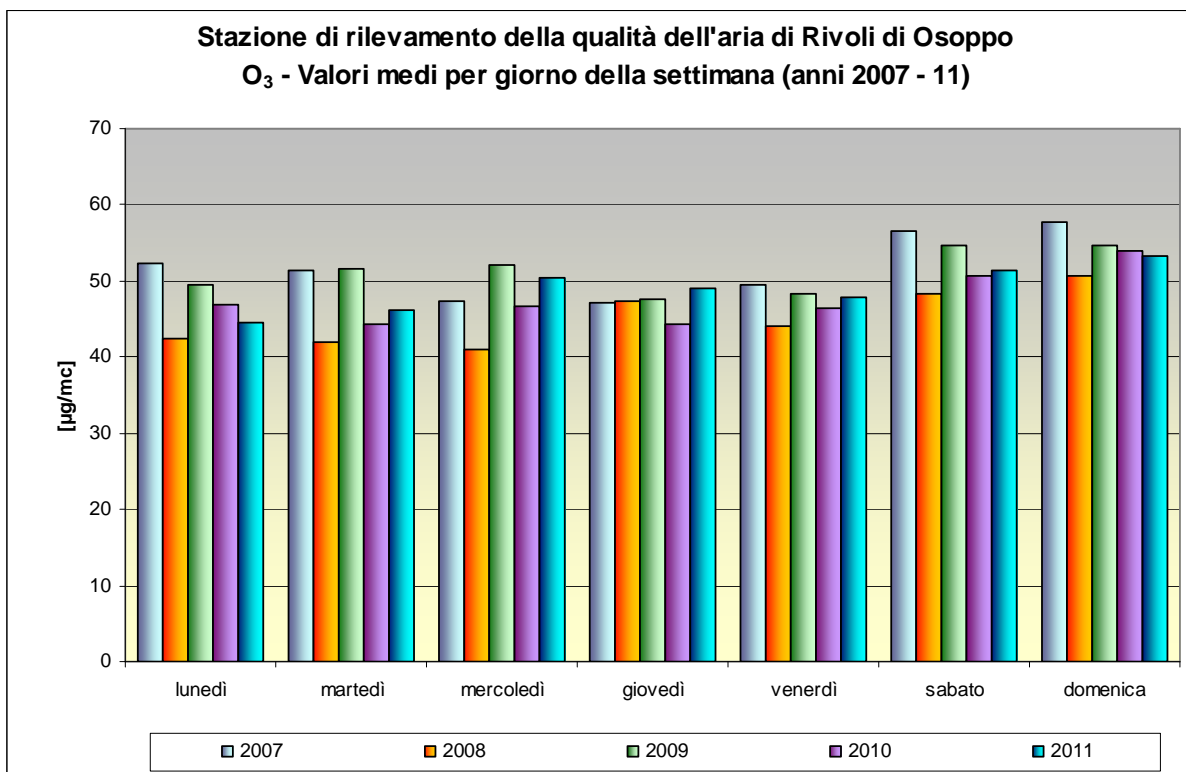


FIG. 13 – O<sub>3</sub> – Valori medi per giorno della settimana (anni 2007 – 2011).

Il grafico seguente riporta l'andamento giornaliero caratterizzato da un unico picco molto arrotondato, che raggiunge i valori più elevati attorno alle 15 (ora solare) in corrispondenza del massimo effetto dell'irraggiamento solare.

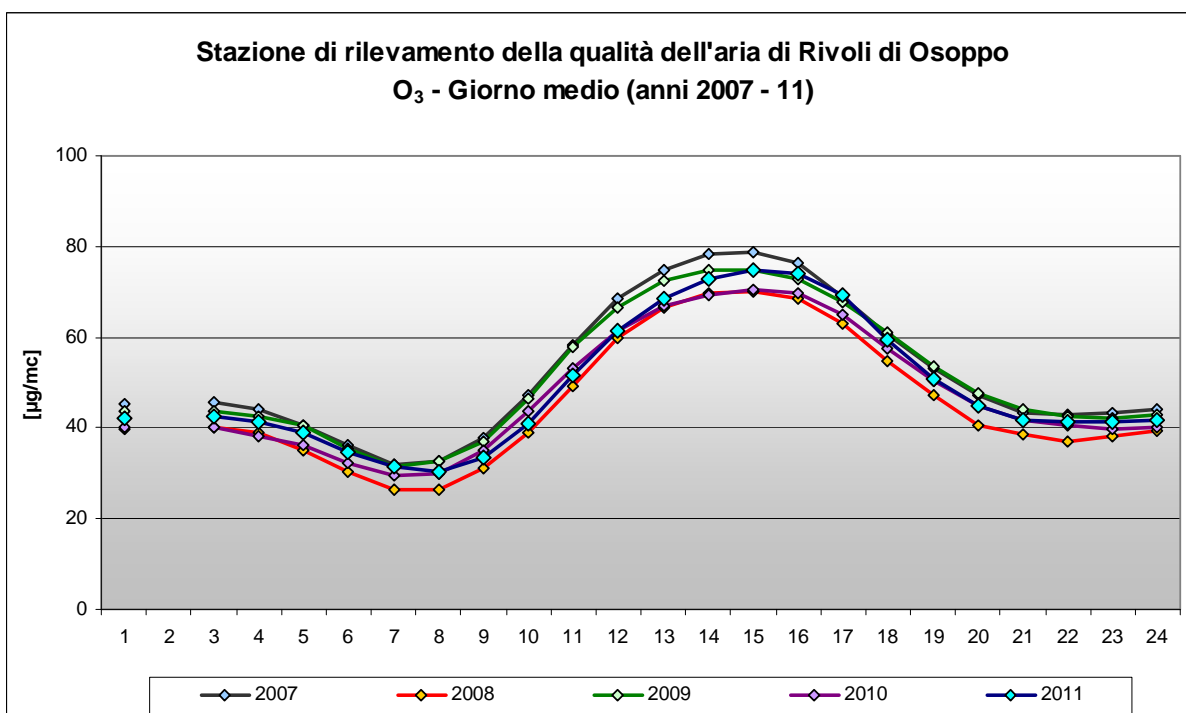


FIG. 14 – O<sub>3</sub> – Giornata medio (anni 2007 – 2011).



## 2.4 Materiale Particolato (PM<sub>10</sub>)

Con il termine di particolato atmosferico si intende l'insieme di particelle solide più o meno piccole (polvere, ceneri, pollini) e di goccioline microscopiche che si trovano nell'atmosfera. Questo materiale particolato può avere un'origine sia naturale che antropica; in quest'ultimo caso le fonti possono essere individuate nel sistema dei trasporti e negli impianti di combustione, sia civili (impianti termici) che industriali (fra cui le centrali termoelettriche). Considerando la "sorgente traffico", il cui contributo in ambito urbano viene stimato fra il 50% ed il 78% del totale del PM<sub>10</sub>, va precisato che le polveri sottili possono derivare sia dalle emissioni dei motori (per questo parametro il diesel è molto più inquinante del motore a benzina) che dal degrado di pneumatici e marmitte, dal consumo dei freni, dall'abrasione dell'asfalto e da fenomeni di risollevarimento delle polveri al suolo. Presenta maggiore difficoltà valutare il contributo delle attività produttive che richiede indagini più approfondite con speciazione delle polveri campionate.

Le dimensioni e la natura delle particelle che costituiscono il particolato sono molto variabili e ne influenzano i tempi di deposizione, che sono peraltro fortemente correlati alla presenza di vento e di precipitazioni atmosferiche.

Dal punto di vista della tutela della salute umana l'attenzione si è focalizzata sul PM<sub>10</sub> (particelle di diametro inferiore ai 10 µm) che costituisce la frazione inalabile delle polveri in quanto non viene trattenuta dalle vie aeree superiori ma penetra nell'apparato respiratorio tanto più in profondità quanto più piccole sono le dimensioni di queste particelle che, depositatesi nei polmoni, portano ad un accumulo di sostanze minerali e possono veicolare sostanze tossiche precedentemente assorbite o adsorbite sulla loro superficie dall'aria ambiente (come ad esempio gli Idrocarburi Policiclici Aromatici o metalli tossici quali il piombo).

Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di riferimento
D. Lgs. 13 agosto 2010 n. 155	valore limite	1 giorno	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b> da non superare più di 35 volte per anno civile (dal 01/01/2005)
	valore limite	anno civile	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b> (dal 01/01/2010)

TAB. 13 – PM<sub>10</sub>: valori di riferimento previsti dalla normativa.

Oltre a quanto indicato in tabella, la precedente normativa (D.M. 60/2002) prevedeva anche una seconda fase (che però il D. Lgs. 155/2010 ha abrogato) in cui venivano ridotte a 7 le giornate annuali di superamento del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> e la media annuale veniva fissata a 20 µg/m<sup>3</sup>.

La successiva tab. 14, che riporta i principali parametri statistici, evidenzia in particolare come i valori rilevati siano nettamente inferiori al limite della media annuale di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre sono stati registrati diversi superamenti del limite giornaliero che vengono dettagliati nella successiva tab. 15 per i vari mesi dell'anno.

<b>RIVOLI DI OSOPPO</b>	<b>MATERIALE PARTICOLATO (PM<sub>10</sub>) – ANNI 2007 - 2011</b>		
Anno	Media annuale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Massima giornaliera ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	90.4° percentile ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
2007	26	75	44
2008	27	169	46
2009	22	100	38
2010	20	95	40
<b>2011</b>	<b>25</b>	<b>110</b>	<b>41</b>

TAB. 14 – PM<sub>10</sub>: principali parametri statistici.

<b>RIVOLI DI OSOPPO</b>	<b>MATERIALE PARTICOLATO (PM<sub>10</sub>) – ANNI 2007 - 2011</b>				
	Numero di superamenti della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$				
Mese	2007	2008	2009	2010	<b>2011</b>
Gennaio	4	4	0	3	1
Febbraio	6	14	4	1	9
Marzo	4	1	2	5	4
Aprile	0	0	0	0	0
Maggio	0	0	0	0	0
Giugno	0	0	0	0	0
Luglio	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0
Settembre	0	0	1	0	0
Ottobre	1	2	2	0	0
Novembre	2	1	1	3	0
Dicembre	7	1	0	0	1
<b>Totale anno</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>15</b>

TAB. 15 – PM<sub>10</sub> - Superamenti della soglia giornaliera prevista dal D.Lgs. 155/2010.

Nel biennio 2007-2008 sono stati registrati i valori più elevati, sia per quanto riguarda la media annua che il numero di superamenti della soglia giornaliera di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , pur se ben inferiori ai limiti del D. Lgs. 155/2010; il 2009 ha visto invece un'inversione di tendenza con

valori molto più contenuti per entrambi i parametri, andamento confermato nel 2010, ma non nel 2011 che ha presentato invece un generale peggioramento. Questo andamento, correlato a condizioni meteorologiche più o meno favorevoli alla dispersione degli inquinanti, si è riscontrato su tutto il territorio provinciale: per il 2011 ad esempio, nel caso di Udine – P.le Osoppo sono stati registrati ben 45 superamenti contro i 28 del 2010 ed i 35 del 2009.

In generale i livelli di polveri sottili che vengono rilevati sul territorio della pianura friulana presentano degli andamenti molto omogenei con valori spesso sovrapponibili: il grafico seguente, che riporta il confronto con i siti di Udine e di Torviscosa, oltre a confermare quanto sopra descritto, evidenzia come il sito di Rivoli di Osoppo presenti, nel periodo invernale, concentrazioni meno elevate di polveri PM<sub>10</sub> rispetto agli altri due siti esaminati.

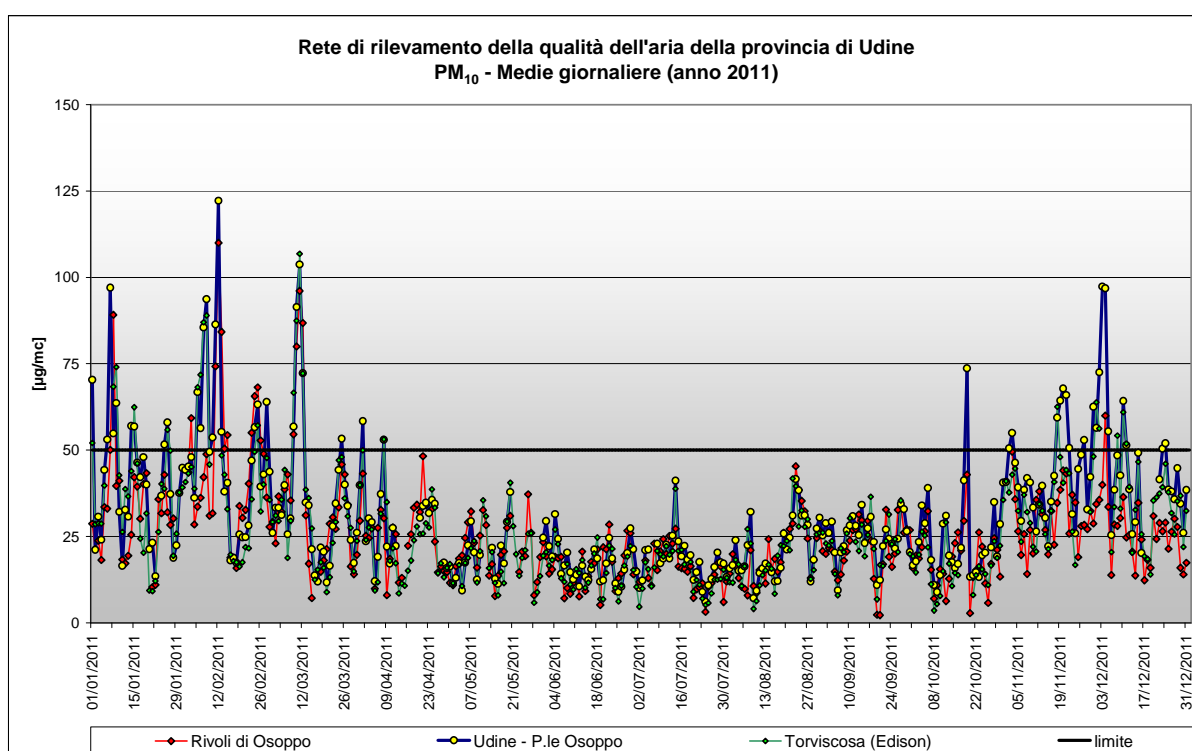


FIG. 15 – PM<sub>10</sub> – Medie giornaliere anno 2011: siti di Rivoli di Osoppo, Udine e Torviscosa.

Il confronto con gli anni precedenti, rilevabile, oltre che dalle tabelle precedenti, anche dalle figure 16 (valori medi mensili), 17 (valori medi riferiti ai diversi giorni della settimana) e 18 (andamento medio nel corso della giornata), evidenzia come nel 2011 i livelli di polveri siano risultati generalmente superiori a quelli dei biennio 2009 – 2010 e di poco inferiori ai valori del periodo 2007 – 2008, anche se con un minor numero di episodi critici.

Questo andamento, come sopra evidenziato, è da imputarsi a condizioni meteorologiche più o meno favorevoli alla dispersione degli inquinanti: a differenza degli anni 2007 e 2008 in cui si sono verificati periodi prolungati di ristagno atmosferico, nel 2009 e nel 2010, in particolare negli ultimi mesi, la ventilazione e le piogge hanno invece portato ad un miglioramento generalizzato della qualità dell'aria su tutto il territorio provinciale; nel 2011 si sono

nuovamente presentati periodi di ristagno (in particolare nel mese di febbraio) con conseguente peggioramento del quadro generale.

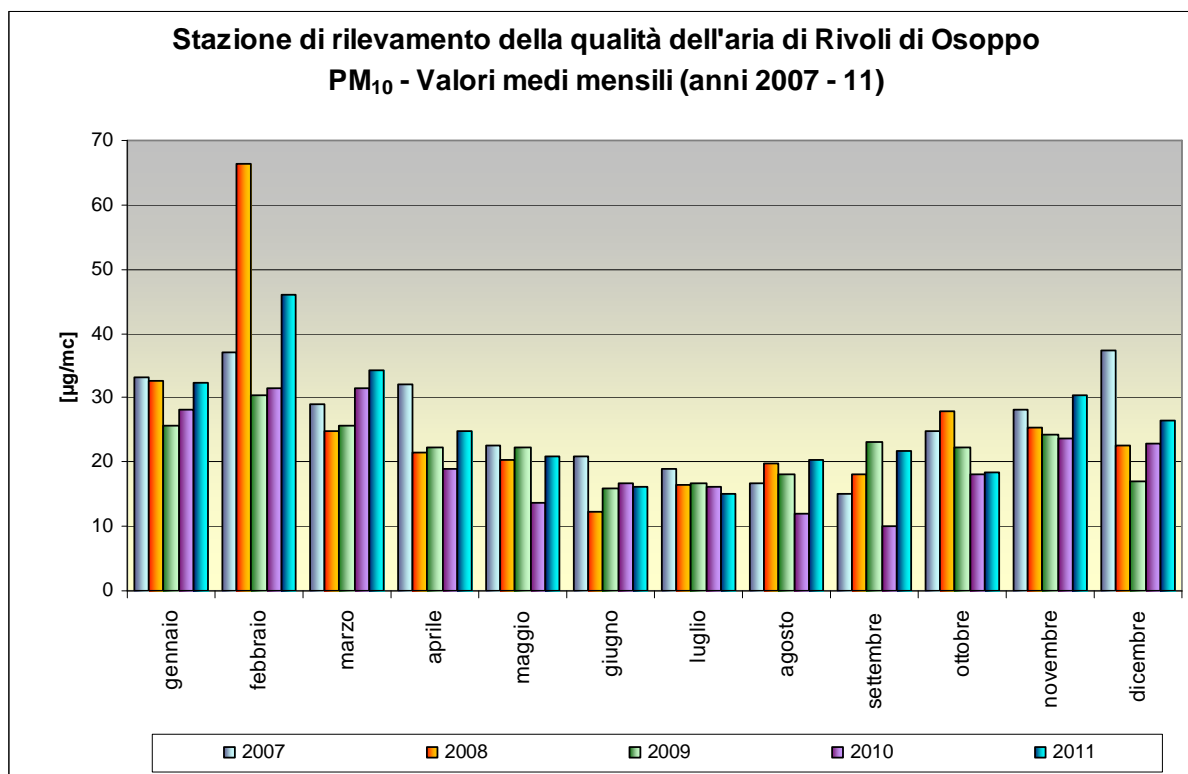


FIG. 16 – PM<sub>10</sub> – Valori medi mensili (anni 2007 – 2011).

Nella successiva fig. 17, che riporta i valori medi riferiti ai diversi giorni della settimana, gli andamenti evidenziano dei valori più contenuti nel fine settimana, analogamente a quanto registrato in ambito urbano, ma con una minore escursione.

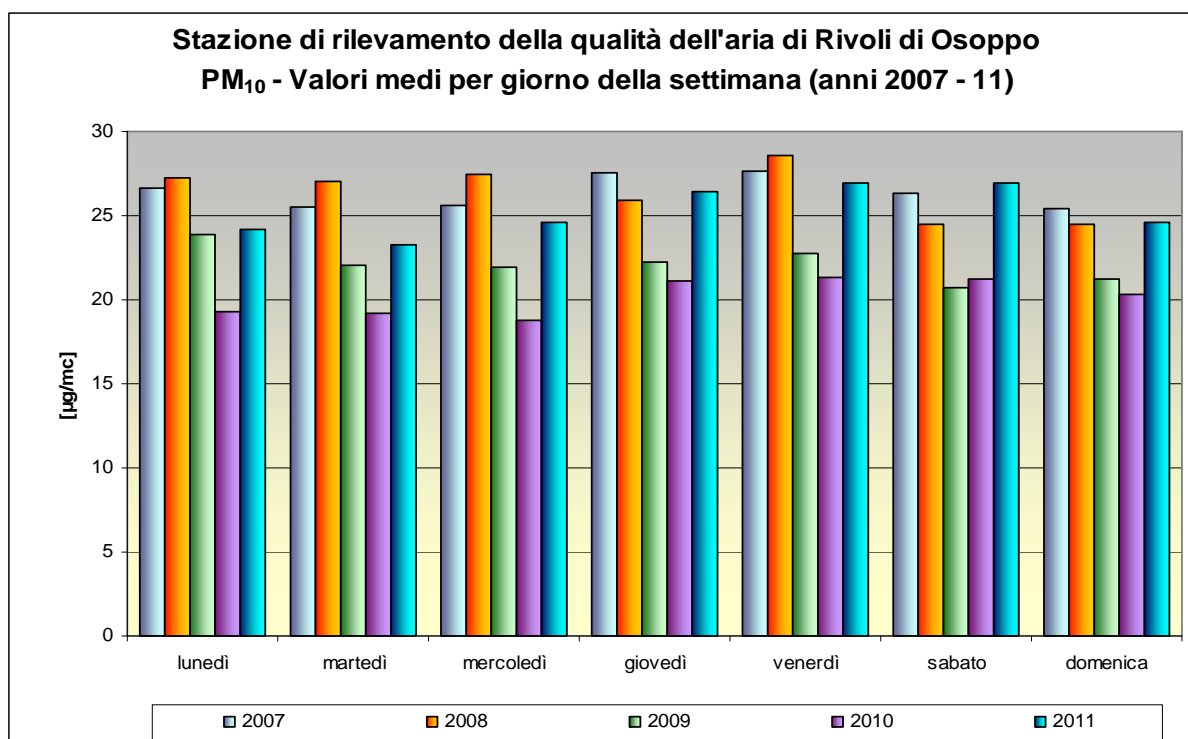


FIG. 17 – PM<sub>10</sub> – Valori medi per giorno della settimana (anni 2007 – 2011).

Per quanto riguarda l'andamento medio nel corso della giornata (riportato in fig. 18) si nota la presenza di scarse oscillazioni, a differenza di quanto registrato in ambito urbano dove sono presenti due picchi (anche se molto arrotondati) in corrispondenza rispettivamente delle ore 9 e delle ore 20.

Si precisa infine che, negli ultimi mesi del 2010, è stato sostituito lo strumento esistente con un'altra apparecchiatura più recente che però fornisce solamente il dato giornaliero e non il profilo orario; per questo motivo nel grafico della figura seguente la curva riferita al 2011 risulta una retta.

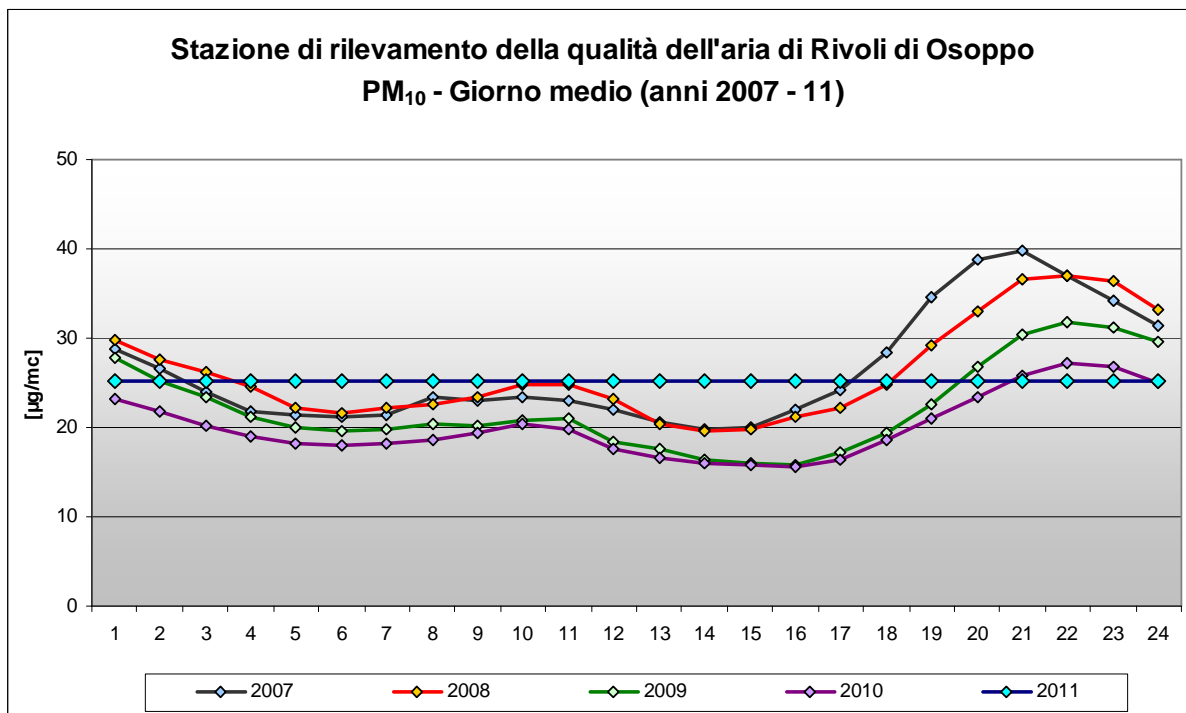


FIG. 18 – PM<sub>10</sub> – Giorno medio (anni 2007 – 2011).

\* \* \* \* \*

### **3. DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO DI PIOMBO, ARSENICO, CADMIO E NICHEL NEL MATERIALE PARTICOLATO PM<sub>10</sub>.**

A partire dal 2008 presso il sito di Via Rivoli è stato attivato in via continuativa il campionamento giornaliero su filtro del Materiale Particolato PM<sub>10</sub> per la successiva determinazione in laboratorio del contenuto di metalli al fine di ottenere specifiche indicazioni sulle ricadute di polveri provenienti dallo stabilimento siderurgico della vicina zona industriale. Di seguito vengono riportati i risultati riferiti all'anno 2011 per quei metalli (Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel) per i quali la normativa fissa dei limiti di concentrazione in aria ambiente.

La normativa italiana stabilisce, con il D. Lgs. 155/2010 che riconferma quanto precedentemente previsto dal D.M. 60/2002, un limite per le concentrazioni del Piombo in ambiente esterno fissando il seguente valore annuale:

<b>PIOMBO (Pb)</b>			
<b>Riferimento normativo</b>	<b>Denominazione</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Valore di riferimento</b>
<b>D. Lgs. 13 agosto 2010 n. 155</b>	valore limite	anno civile	<b>0.5 µg/m<sup>3</sup></b> (dal 01/01/2005)

TAB. 16 – Piombo: valori di riferimento previsti dalla normativa.

Inoltre il D. Lgs. 155/2010 ricomprende anche i valori obiettivo per gli elementi Arsenico, Cadmio e Nichel stabiliti dal precedente D. Lgs. 152/2007 (decreto di attuazione della direttiva europea n. 2004/107/CE del 15/12/2004) successivamente modificato ed integrato dal D. Lgs. 120/2008, che vengono riportati nelle tabella seguente:

Inquinante	Valore obiettivo
<b>Arsenico</b>	6.0 ng/m <sup>3</sup>
<b>Cadmio</b>	5.0 ng/m <sup>3</sup>
<b>Nichel</b>	20.0 ng/m <sup>3</sup>

TAB. 17 – Arsenico, Cadmio e Nichel: valori obiettivo previsti dalla normativa.

La norma stabilisce inoltre che le determinazioni dei metalli vengano effettuate sulla frazione PM<sub>10</sub> delle polveri, che i valori obiettivo vengano calcolati come medie annue e che debbano venire rispettati dalla data del 1° gennaio 2013.

Per una migliore valutazione dei livelli di inquinamento della zona di Rivoli di Osoppo vengono di seguito presentati anche i risultati dell'analogo monitoraggio relativo ai siti di Udine e di Casali Tosolini (Pozzuolo del Friuli) nei pressi della Zona Industriale Udinese.

### 3.1 Piombo (Pb)

I risultati della determinazione del piombo sulla frazione PM<sub>10</sub> delle polveri campionate presso il sito di Via Rivoli nel corso del 2011 sono riportati nella seguente tabella (come riportato nella precedente tabella 17, il limite annuale è stato fissato a 0.5 µg/m<sup>3</sup>).

Sito	PIOMBO – ANNO 2011		
	Media annuale (µg/m <sup>3</sup> )	Massima giornaliera (µg/m <sup>3</sup> )	Numero di misure
Udine – Via Manzoni	<b>0.01</b>	0.05	167
Casali Tosolini - ZIU	<b>0.04</b>	0.51	254
<b>RIVOLI DI OSOPPO</b>	<b>0.02</b>	0.34	257

TAB. 18 – Piombo: principali parametri statistici.

I dati di Rivoli di Osoppo si collocano ad un livello intermedio fra quelli della città di Udine e quelli riferiti al sito di Casali Tosolini posto al margine della Zona Industriale Udinese. In ogni caso il dato della media annuale risulta nettamente inferiore al limite fissato per la tutela della salute umana.

Il grafico seguente riporta, per i tre siti esaminati, i dati medi mensili del 2011 relativi al contenuto di Piombo nelle polveri espressi in ng/m<sup>3</sup>, utilizzando cioè un'unità di misura 1000 volte più amplificata di quanto previsto in normativa al fine di poter valutare gli andamenti.

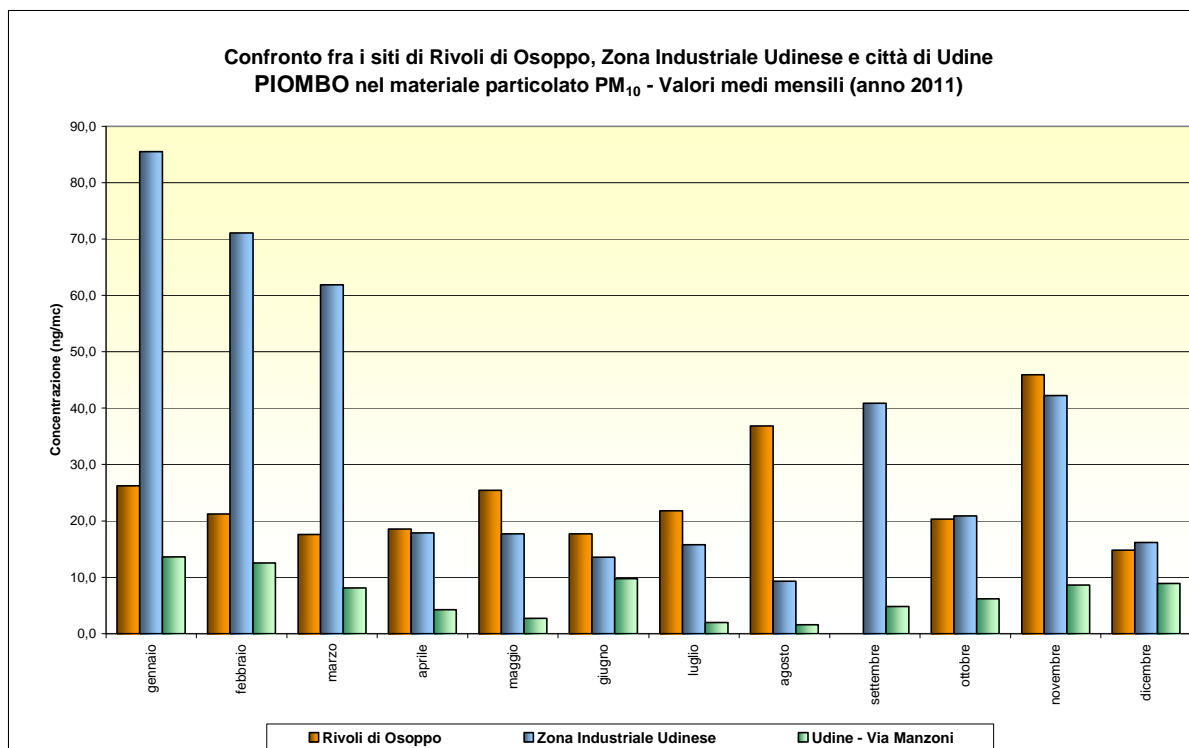


FIG. 19 – Piombo – Valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo, Casali Tosolini (Zona Industriale Udinese) e Udine – Via Manzoni (anno 2011).

### 3.2 Arsenico (As)

I risultati della determinazione dell'arsenico sulla frazione PM<sub>10</sub> delle polveri campionate presso il sito di Via Rivoli nel corso del 2011 sono riportati nella seguente tabella (come riportato nella precedente tabella 17, il valore obiettivo è stato fissato a 6.0 ng/m<sup>3</sup>).

Sito	ARSENICO – ANNO 2011		
	Media annuale (ng/m <sup>3</sup> )	Massima giornaliera (ng/m <sup>3</sup> )	Numero di misure
Udine – Via Manzoni	<b>0.5</b>	2.0	167
Casali Tosolini - ZIU	<b>2.5</b>	16.6	254
<b>RIVOLI DI OSOPPO</b>	<b>0.5</b>	2.8	257

TAB. 19 – Arsenico: principali parametri statistici.

A differenza di quanto visto per il Piombo, i dati di Rivoli di Osoppo per l'Arsenico risultano dello stesso ordine di grandezza di quelli rilevati nella città di Udine e su livelli pari a circa un quarto di quelli registrati presso il sito di Casali Tosolini al margine della Zona Industriale Udinese. Anche per questo inquinante il dato della media annuale risulta di gran lunga inferiore al valore obiettivo fissato per la tutela della salute umana.

Il grafico seguente riporta, per i tre siti esaminati, i dati medi mensili del 2011 relativi al contenuto di Arsenico nelle polveri.

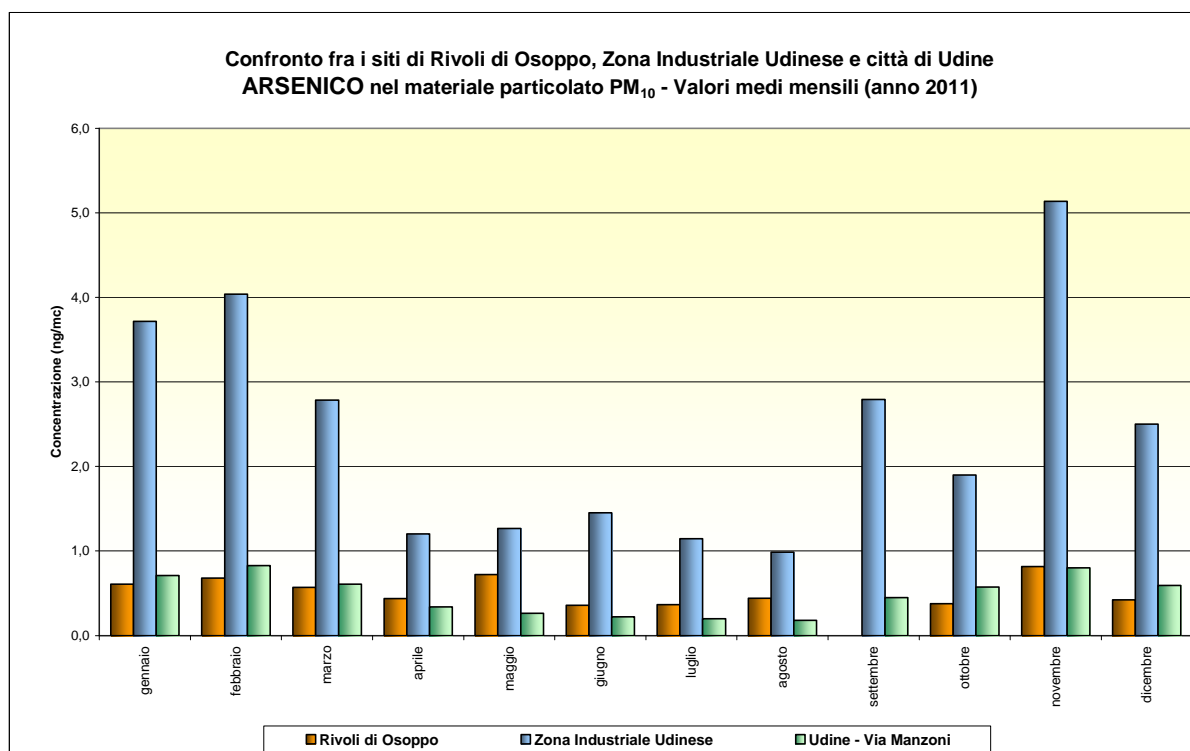


FIG. 20 – Arsenico – Valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo, Casali Tosolini (Zona Industriale Udinese) e Udine – Via Manzoni (anno 2011).



### 3.3 Cadmio (Cd)

I risultati della determinazione del cadmio sulla frazione PM<sub>10</sub> delle polveri campionate presso il sito di Via Rivoli nel corso del 2011 sono riportati nella seguente tabella (come riportato nella precedente tabella 17, il valore obiettivo è stato fissato a 5.0 ng/m<sup>3</sup>).

CADMIO – ANNO 2011			
Sito	Media annuale (ng/m <sup>3</sup> )	Massima giornaliera (ng/m <sup>3</sup> )	Numero di misure
Udine – Via Manzoni	<b>0.3</b>	10.9	167
Casali Tosolini - ZIU	<b>0.8</b>	20.7	254
<b>RIVOLI DI OSOPPO</b>	<b>0.4</b>	3.8	257

TAB. 20 – Cadmio: principali parametri statistici.

Per quanto riguarda il Cadmio i dati di Rivoli di Osoppo si collocano, analogamente a quanto visto per il Piombo, fra i valori rilevati nella città di Udine e quelli del sito di Casali Tosolini posto al margine della Zona Industriale Udinese. Si evidenzia comunque come, anche per questo inquinante, sia garantito con un buon margine il rispetto del valore obiettivo.

Il grafico seguente riporta, per i tre siti esaminati, i dati medi mensili del 2011 relativi al contenuto di Cadmio nelle polveri.

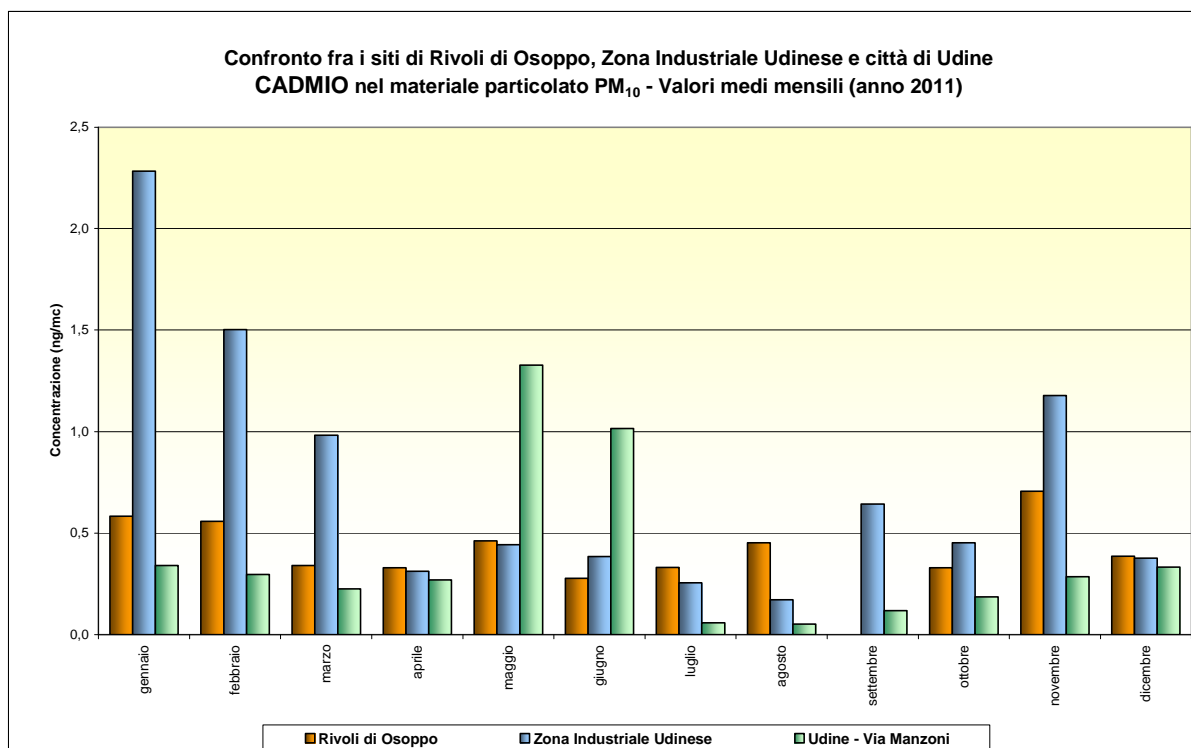


FIG. 21 – Cadmio – Valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo, Casali Tosolini (Zona Industriale Udinese) e Udine – Via Manzoni (anno 2011).

### 3.4 Nichel (Ni)

I risultati della determinazione del nichel sulla frazione PM<sub>10</sub> delle polveri campionate presso il sito di Via Rivoli nel corso del 2011 sono riportati nella seguente tabella (come riportato nella precedente tabella 17, il valore obiettivo è stato fissato a 20.0 ng/m<sup>3</sup>).

NICHEL – ANNO 2011			
Sito	Media annuale (ng/m <sup>3</sup> )	Massima giornaliera (ng/m <sup>3</sup> )	Numero di misure
Udine – Via Manzoni	<b>4.4</b>	25.6	167
Casali Tosolini - ZIU	<b>10.7</b>	76.6	254
<b>RIVOLI DI OSOPPO</b>	<b>1.9</b>	11.2	257

TAB. 21 – Nichel: principali parametri statistici.

I dati di Rivoli di Osoppo per il Nichel risultano inferiori sia a quelli rilevati nella città di Udine che a quelli registrati presso il sito di Casali Tosolini al margine della Zona Industriale Udinese. Per questo inquinante quindi si evidenzia l'ampio margine di rispetto del valore obiettivo fissato per la tutela della salute umana.

Il grafico seguente riporta, per i tre siti esaminati, i dati medi mensili del 2011 relativi al contenuto di Nichel nelle polveri.

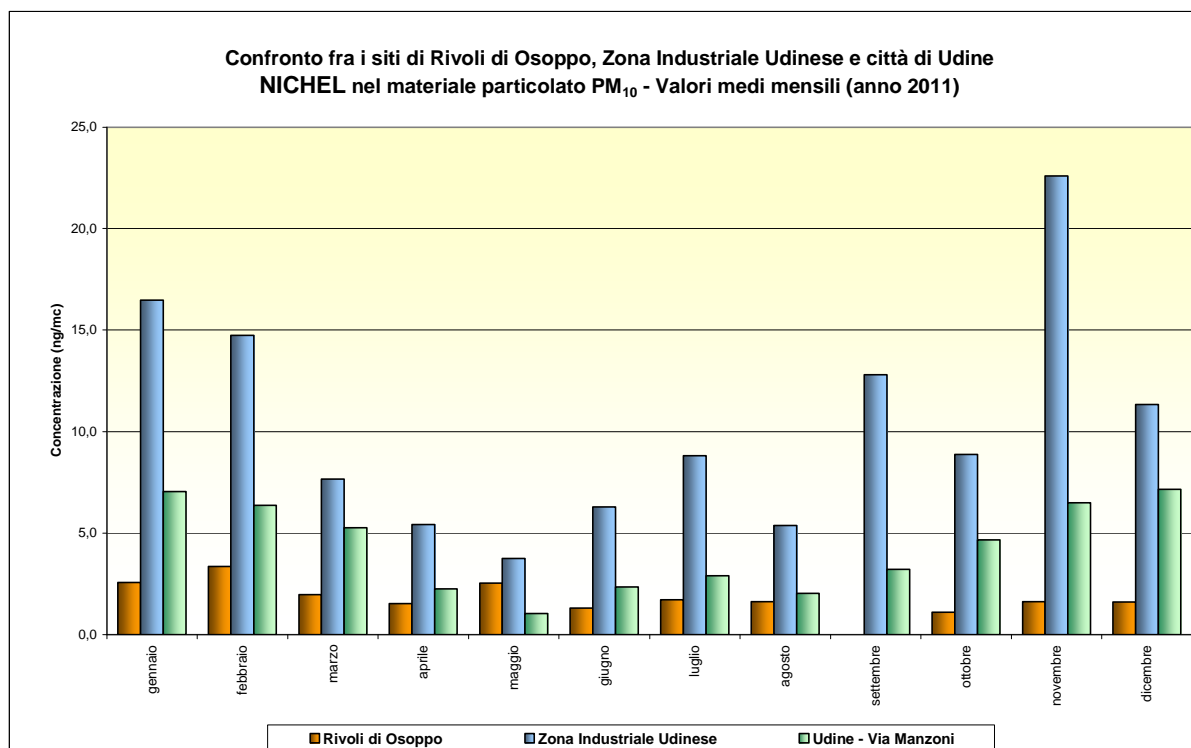


FIG. 22 – Nichel – Valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo, Casali Tosolini (Zona Industriale Udinese) e Udine – Via Manzoni (anno 2011).

### 3.5 Confronto con gli anni 2009 e 2010

Le tabelle seguenti riportano il confronto fra le concentrazioni medie annue di Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel rilevate nel 2011 ed i corrispondenti valori riferiti agli anni 2009 e 2010.

Concentrazioni medie annue di metalli nel Materiale Particolato PM <sub>10</sub> – Anni 2009 - 2011				
RIVOLI DI OSOPPO	Piombo	Arsenico	Cadmio	Nichel
2009	0.08	0.6	1.6	2.1
2010	0.05	0.5	0.9	2.4
<b>2011</b>	<b>0.02</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>	<b>1.9</b>
Limite o Valore obiettivo	0.5 µg/m <sup>3</sup>	6.0 ng/m <sup>3</sup>	5.0 ng/m <sup>3</sup>	20.0 ng/m <sup>3</sup>

TAB. 22 – Rivoli di Osoppo: concentrazioni medie annue di metalli nel Materiale Particolato PM<sub>10</sub> (anni 2009, 2010 e 2011).

Per tutti i metalli normati si evidenzia un significativo miglioramento nel corso del 2011, in particolare per Piombo e Cadmio, peraltro già riscontrato nel corso del 2010, probabilmente ascrivibile all'entrata in servizio del nuovo impianto di aspirazione e trattamento fumi della vicina acciaieria.

Questo miglioramento risulta particolarmente evidente nei grafici delle successive figure che riportano, per il triennio 2009 – 2011, gli andamenti mensili dei quattro metalli sopra citati (dati espressi in ng/m<sup>3</sup> per tutti i metalli, compreso il Piombo).

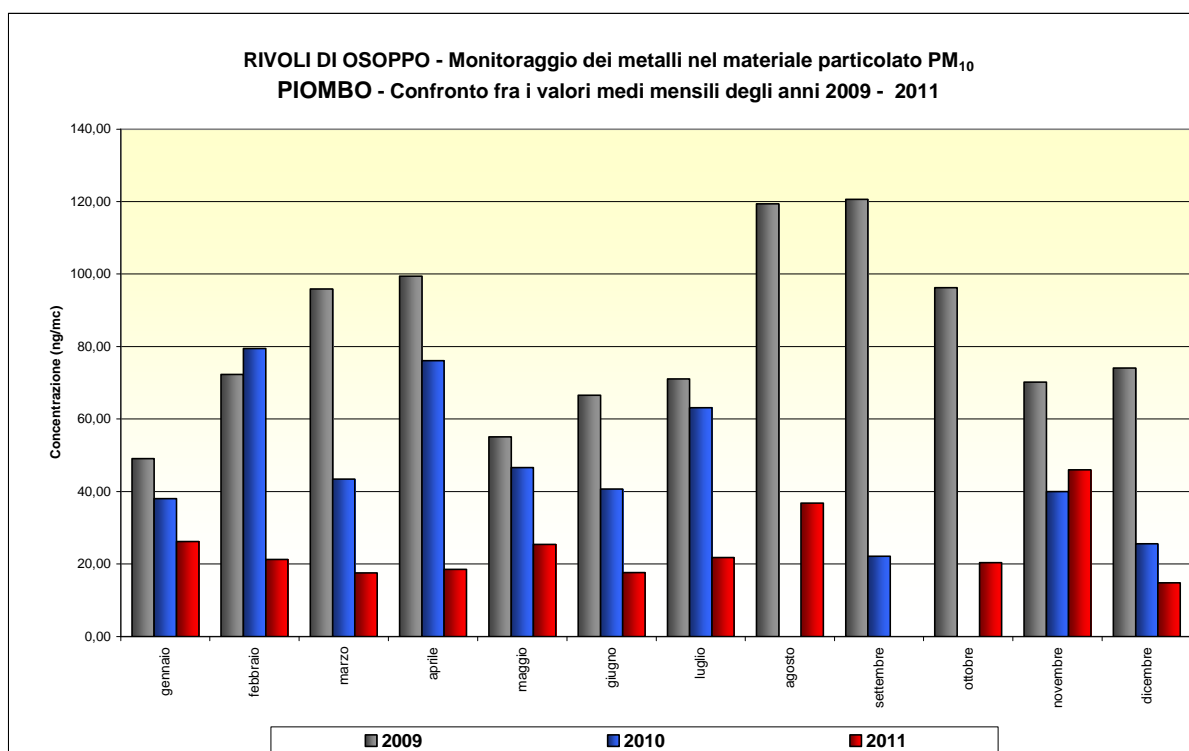


FIG. 23 – Piombo – Confronto fra i valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo negli anni 2009, 2010 e 2011.

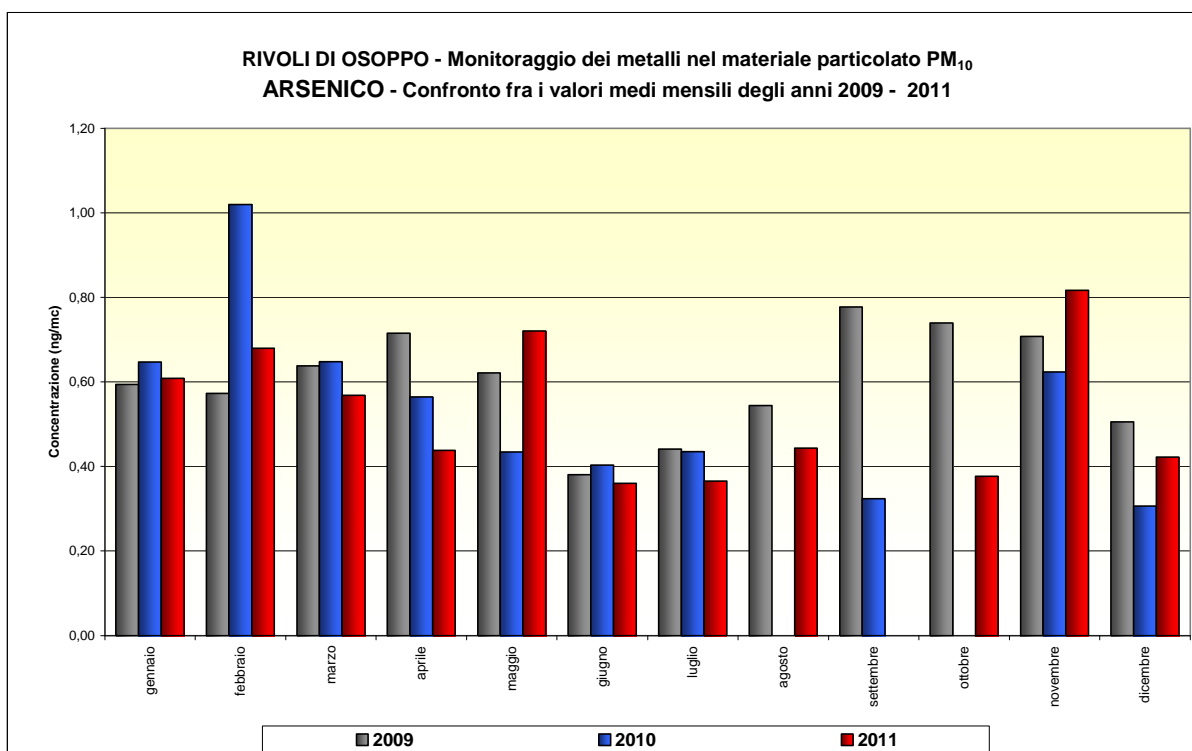


FIG. 24 – Arsenico – Confronto fra i valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo negli anni 2009, 2010 e 2011.

I due grafici delle figure 24 e 25 ben evidenziano la differente evoluzione dell'inquinamento per quanto riguarda l'Arsenico, dove i dati di concentrazione rimangono sostanzialmente dello stesso ordine di grandezza, ed il Cadmio che invece presenta una significativa riduzione a partire dalla metà del 2010.

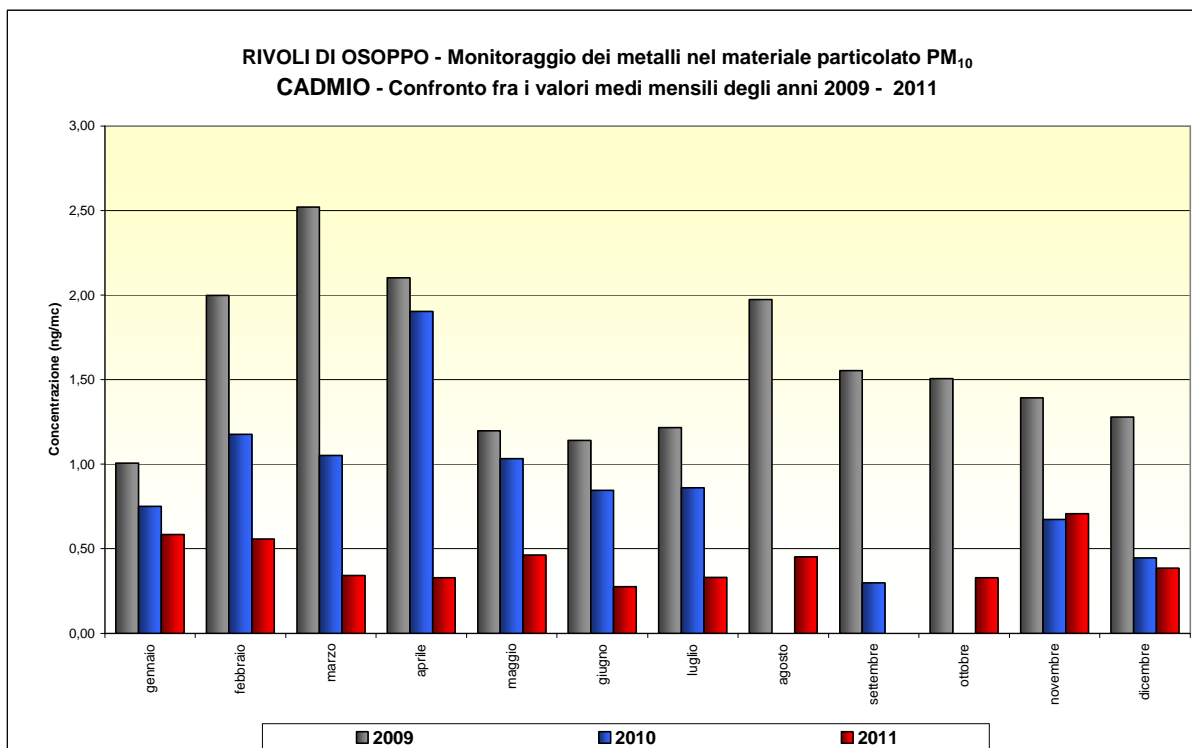


FIG. 25 – Cadmio – Confronto fra i valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo negli anni 2009, 2010 e 2011.

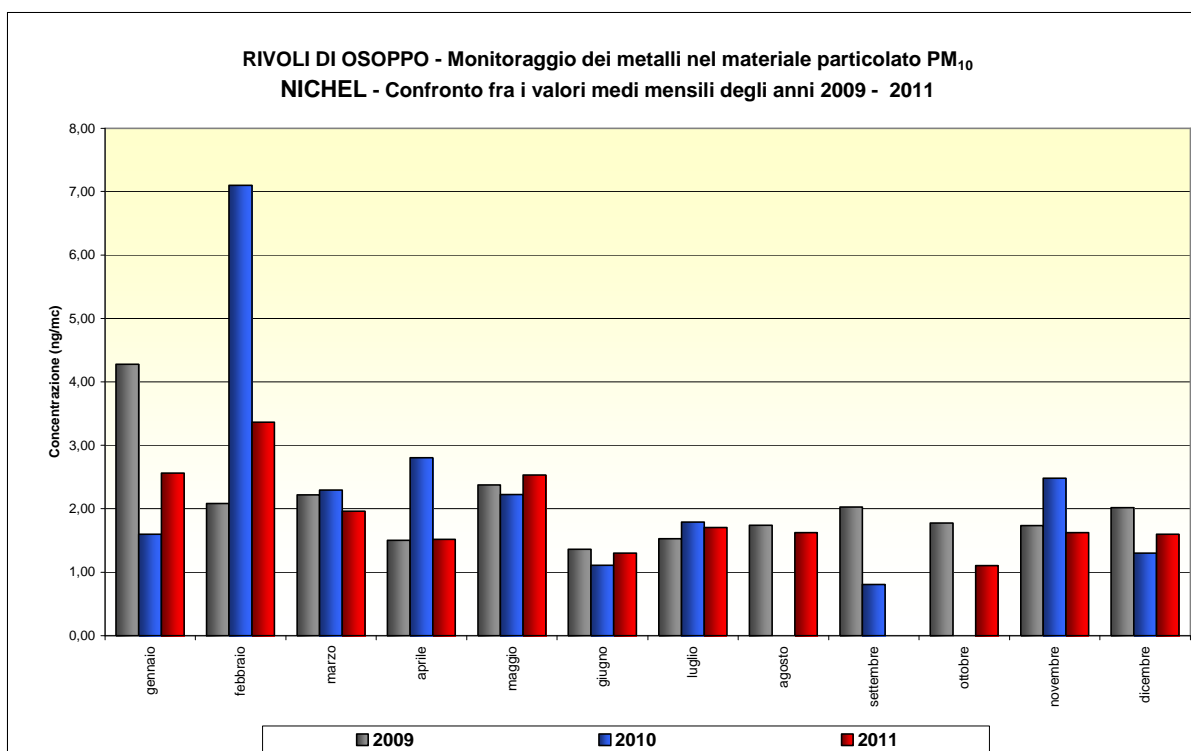


FIG. 26 – Nichel – Confronto fra i valori medi mensili rilevati a Rivoli di Osoppo negli anni 2009, 2010 e 2011.

Al fine di valutare se il miglioramento possa essere correlabile ad una situazione meteorologica favorevole, si richiamano nella tabella seguente i dati degli stessi metalli rilevati in ambito urbano a Udine per il triennio 2009 – 2011.

<b>Concentrazioni medie annue di metalli nel Materiale Particolato PM<sub>10</sub> – Anni 2009 - 2011</b>				
<b>UDINE</b> (via Manzoni)	<b>Piombo</b>	<b>Arsenico</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Nichel</b>
2009	0.01	0.4	0.2	3.5
2010	0.01	0.4	0.2	4.0
<b>2011</b>	<b>0.01</b>	<b>0.5</b>	<b>0.3</b>	<b>4.4</b>
<i>Limite o Valore obiettivo</i>	<i>0.5 µg/m<sup>3</sup></i>	<i>6.0 ng/m<sup>3</sup></i>	<i>5.0 ng/m<sup>3</sup></i>	<i>20.0 ng/m<sup>3</sup></i>

TAB. 23 – Udine (Via Manzoni): concentrazioni medie annue di metalli nel Materiale Particolato PM<sub>10</sub> (anni 2009, 2010 e 2011).

Dall'esame dei dati sopra riportati si evidenzia come, per la città di Udine, le concentrazioni medie annue del 2011 risultino superiori, anche se di poco, rispetto a quelle rilevate nel 2009 e nel 2010, mentre per il sito di Rivoli di Osoppo si nota una significativa contrazione, in particolare per Piombo e Cadmio, a conferma di un miglioramento che trae origine dalla riduzione delle emissioni industriali.

#### **4. VALUTAZIONI CONCLUSIVE**

Dall'esame dei dati acquisiti nel corso dell'anno 2011 si possono trarre alcune considerazioni, in merito alle criticità presenti ed all'evoluzione del fenomeno, che si illustrano di seguito per ogni singolo inquinante monitorato:

1. Biossido di zolfo: le concentrazioni di questo inquinante si confermano estremamente contenute ed abbondantemente al di sotto dei limiti previsti dalla normativa, in linea con quanto rilevato sia in ambito urbano a Udine che presso altre aree industriali.
2. Biossido di azoto: i valori rilevati si collocano su livelli che sono risultati sempre inferiori anche ai limiti che sono entrati in vigore a partire dal 2010, sia per quanto riguarda i massimi orari che la media annua. I dati del 2011 sono risultati in linea con quelli dei due anni precedenti e quindi inferiori ai valori del biennio 2007 - 2008.
3. Ossidi di azoto: anche per questo parametro si è riscontrato un valore medio annuo equivalente a quello del 2010, livello nettamente inferiore ai dati riferiti al periodo 2007 - 2008; si ricorda però che il punto di campionamento non risponde ai requisiti di legge per l'applicazione del limite per la protezione della vegetazione, che in ogni caso risulta non superato.
4. Ozono: il quadro relativo a questo inquinante si presenta in linea con quanto registrato dalle stazioni della parte alta della provincia, con valori fortemente legati alle condizioni meteo della stagione estiva: nel 2011 non è stato registrato alcun superamento del limite orario della soglia di informazione mentre si è riscontrata una riduzione del numero di giornate con valori sulle 8 ore superiori al valore bersaglio per la protezione della salute umana. Rispetto al resto della pianura, le concentrazioni di ozono misurate a Rivoli di Osoppo risultano comunque nettamente più contenute.
5. Materiale Particolato PM<sub>10</sub>: allo stato attuale questo risulta l'inquinante che, in generale, presenta le maggiori criticità anche perché risente particolarmente delle condizioni meteorologiche "sfavorevoli" alla dispersione delle sostanze inquinanti. Nel corso del 2011 nel sito di Via Rivoli, sia per quanto riguarda la media annua che il numero di superamenti del limite giornaliero, è stato registrato un peggioramento rispetto al biennio precedente, senza però raggiungere i livelli riscontrati nel biennio 2007 - 2008. Questo relativo peggioramento ha interessato tutte le stazioni di monitoraggio della pianura friulana ed è risultato conseguente all'andamento meteorologico "sfavorevole" che ha caratterizzato in particolare i primi mesi dell'anno. Pur sottolineando il fatto che i risultati del monitoraggio del PM<sub>10</sub> si collocano ben al di sotto dell'attuale limite normativo,

risulta opportuno vengano programmati per tempo degli interventi volti a ridurre le emissioni, intervenendo sulle sorgenti, al fine di garantire il mantenimento degli attuali livelli di concentrazione.

6. Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel nel Materiale Particolato PM<sub>10</sub>: le medie annuali di questi metalli presentano un ampio margine di rispetto del valore limite o dei valori obiettivo stabiliti dalla normativa. Nel confronto con gli anni precedenti si è riscontrata una generale diminuzione delle concentrazioni, particolarmente evidente per Piombo e Cadmio, correlabile alla riduzione delle emissioni provenienti dallo stabilimento siderurgico della vicina zona industriale in seguito all'entrata in servizio del nuovo impianto di aspirazione e trattamento fumi.
7. Altri inquinanti: come precedentemente indicato, per quanto riguarda il monitoraggio della formaldeide e degli altri metalli pesanti nelle polveri, si rimanda alle relazioni presentate in collaborazione con le Aziende per i Servizi Sanitari competenti per territorio.

Udine, 14 settembre 2012

Il Responsabile della Rete di monitoraggio della  
qualità dell'aria del Dipartimento di Udine  
*dott. Flavio MOIMAS*

Visto:  
Il Direttore del Dipartimento  
*dott. Giorgio MATTASSI*

Hanno collaborato:  
dott. E. Baiutti, p.i. I. De Simon e p.a. G. Zampa  
dott. G. Cossio, dott. A. Marotta, dott. A. Marchiol  
dott. D. Mazzilis, dott.ssa E. Piccoli

D.P.C.M. 28.03.83	Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno
D.P.R. 203/88	Attuazione delle direttive nn. 779/80, 884/82, 360/84 e 203/85 CEE concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 16.4.1987, n. 183.
D.M. 25.11.94	Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli di attenzione e di allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura di alcuni inquinanti di cui al D.M. 15.04.94
D.M. 16.05.96	Attuazione di un sistema di sorveglianza dell'inquinamento da ozono
D.Lgs. 04.08.99 N. 351	Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente
D.M. 02.04.02 N. 60	Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i limiti di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo, e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio
D.M. 01.10.02 N. 261	Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 04.08.99 N. 351.
D.M. 20.09.02	Modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico, ai sensi del decreto legislativo n. 351/1999
D.Lgs. 21.05.04 N. 183	Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria.
D.Lgs. 03.08.07 N. 152	Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.
<b>D.Lgs. 13.08.10 N. 155</b>	Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

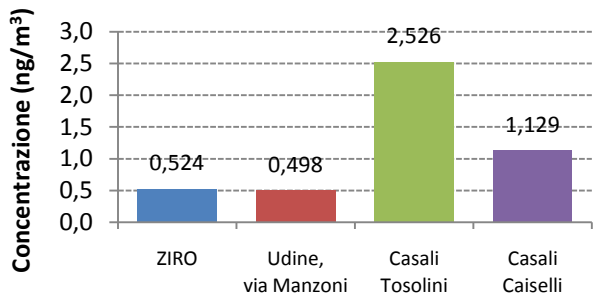


## Appendice b)

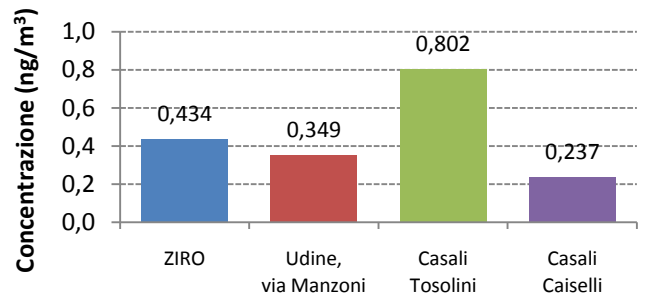
Confronto tra concentrazioni di metalli nelle  $PM_{10}$  rilevate presso la scuola materna di Rivoli e in altri siti della provincia di Udine nel 2011

Concentrazione media annuale di metalli nelle PM<sub>10</sub> rilevate in Rivoli di Osoppo (ZIRO) ed in altre tre posizioni di misura in provincia di Udine nel 2011

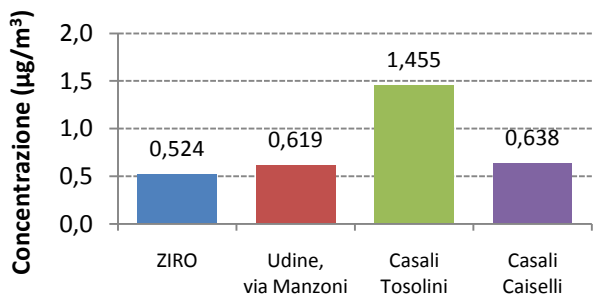
**Arsenico**



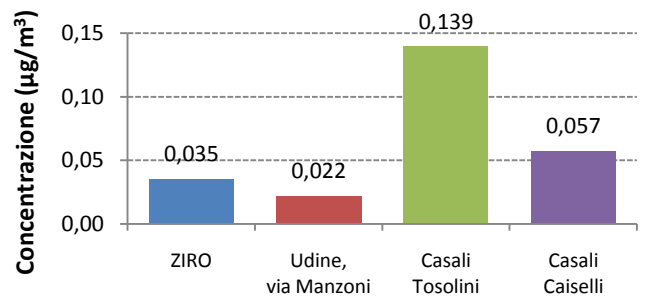
**Cadmio**



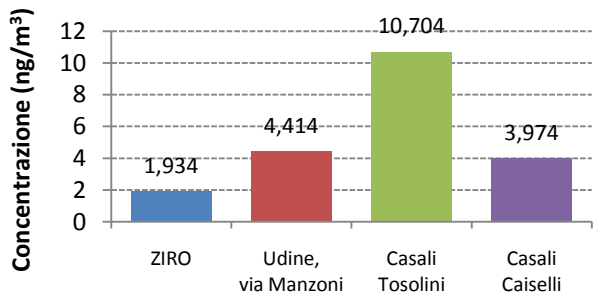
**Ferro**



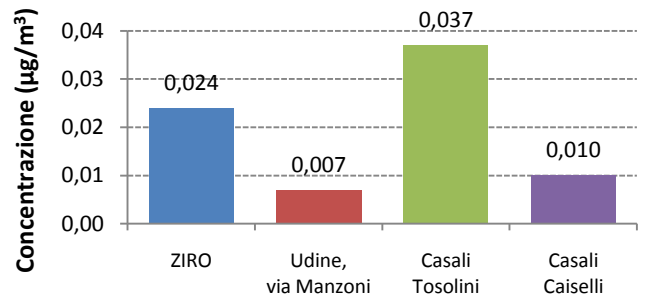
**Manganese**



**Nichel**



**Piombo**



**Zinco**

