

Direzione Scientifica
Dipartimento Provinciale di Foggia



**Relazione tecnica sulla campagna di monitoraggio della qualità dell'aria
effettuata con il laboratorio mobile e con il campionatore ad alto volume**

**Luogo di osservazione: comune di Monte S. Angelo (vicino al confine con il
Comune di Manfredonia)**

**Sito di localizzazione del mezzo: Interno area Azienda Manfredonia Vetro
Adiacenze area Syndial (Ex ENICHEM)**

Campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con laboratorio mobile

Richiedenti

La campagna di monitoraggio è stata svolta nell'ambito delle attività previste dal *Protocollo d'intesa redatto tra ARPA Puglia, ASL FG/2 – Università di Bari e di Foggia per il monitoraggio ambientale e biologico dei lavoratori operanti addetti allo smontaggio degli impianti dell'isola 5 dello stabilimento Syndial (ex Enichem) a Monte S. Angelo (FG)*, soprattutto ai fini della valutazione dell'esposizione ad arsenico.

Nelle fasi di smantellamento dell'impianto è emersa l'esigenza di rilevare l'eventuale dispersione in aria dell'Arsenico nel particolato sottile, risultato presente in passato nel suolo e nel sottosuolo, a seguito dell'incidente impiantistico avvenuto nel 1976, che ha portato alla dispersione di questo inquinante in tutta l'area circostante.

Sito di monitoraggio

Comune di Monte Sant'Angelo, vicino al confine con il comune di Manfredonia, nell'area Syndial – vicinanze azienda Manfredonia Vetro

Coordinate geografiche UTM33

Lat: 41° 39' 2,8'' - Long: 15° 56' 28''

Periodo di monitoraggio

28 settembre 2006 – 15 novembre 2006

Cronologia della campagna di monitoraggio con mezzo mobile

Il laboratorio mobile (installato su veicolo FIAT DUCATO, targa CK 711 RT) per il monitoraggio della qualità dell'aria è stato posizionato in un sito all'interno dell'area industriale del Comune di Monte S. Angelo, in presenza di tecnici ARPA, il 27 settembre 2006, data in cui è stata effettuata l'attivazione degli strumenti del laboratorio mobile.

Il 28 settembre sono stati ultimati la calibrazione automatica e manuale e l'allineamento degli analizzatori presenti sul mezzo. I tecnici della Project Automation hanno inoltre provveduto alla georeferenziazione del sito mediante GPS.

L'effettiva attività di raccolta di dati validi è quindi iniziata il 28 settembre '06.

La ditta preposta alla manutenzione, la Project Automation S.p.A., durante la campagna di monitoraggio ha effettuato alcuni interventi ordinari sulla strumentazione.

Campionamento polveri sottili

A seguito delle esigenze di monitoraggio dell'Arsenico individuate nell'ambito del Protocollo d'intesa suddetto e contestualmente alle misure eseguite in continuo, è stato effettuato un campionamento ad alto volume del PM₁₀, con conseguente determinazione gravimetrica di polveri sottili e del contenuto di Arsenico (microinquinante atmosferico classificato come metallo pesante) in affiancamento al mezzo mobile (dotato di analizzatore automatico MP101M per PM₁₀). Il campionamento è iniziato il 28 settembre, collocando il primo filtro (1) nel campionatore ed è terminato il 4 novembre con l'ultimo filtro (26).

Gruppo di lavoro

Il laboratorio mobile è in dotazione al Dipartimento Provinciale di Bari dell'ARPA Puglia. I dati provenienti dagli analizzatori posti sul mezzo sono stati gestiti, validati giornalmente ed elaborati, secondo il protocollo interno di ARPA Puglia, dal dott. Lorenzo ANGIULI e dalla dott.ssa Alessandra NOCIONI, della Task Force del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, a supporto della Direzione Scientifica di ARPA Puglia.

I tecnici del DAP di Foggia hanno fornito supporto operativo per le attività di gestione dei filtri del campionatore ad alto volume, condizionamento e pesata prima e dopo il campionamento.

Le successive analisi delle polveri depositate sui filtri, per la determinazione del contenuto di Arsenico, sono state effettuate presso il DAP di Foggia, sotto il coordinamento del dirigente chimico dott. Lorusso.

Il dott. Roberto Giua, dirigente della U.O. Aria della Direzione Scientifica ARPA di Bari, ha coordinato le suddette attività.

Il Dirigente U.O. ARIA

dott. Roberto **GIUA**

Indice

1. Sintesi della Relazione Tecnica	pag. 5
1.1 Sito di monitoraggio.	
1.2 Inquinanti monitorati.	
1.3 Parametri meteorologici rilevati.	
1.4 Riferimenti normativi.	
1.5 Risultati dell'elaborazione.	
1.5 Conclusioni in breve.	
2. Misure di polveri sottili e di Arsenico	pag. 9
2.1 - Valutazione dell'accuratezza delle misure di PM10 effettuate con strumenti automatici e con campionatore ad alto volume	
2.2 - Confronto fra le misure di PM10 effettuate con strumenti automatici presenti in stazioni fisse (RRQA) e sul mezzo mobile	
3. Analisi della situazione meteorologica e rose dell'inquinamento di PM10 e di Arsenico	pag. 21
4. Grafici riassuntivi delle concentrazioni di inquinanti registrate nella campagna di monitoraggio	pag. 29
5. Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi	pag. 33
6. Efficienza di campionamento	pag. 35

Allegato 1: Fotografie del sito di monitoraggio

1. Sintesi della Relazione Tecnica

1.1 Sito di monitoraggio

Il laboratorio mobile è stato posizionato nell'area industriale ex Enichem, oggi Syndial S.p.A., situata nel comune di Monte S. Angelo, vicino al confine col comune di Manfredonia e nelle immediate vicinanze dello stabilimento Manfredonia Vetro; quest'ultima azienda ha fornito la corrente elettrica necessaria al funzionamento degli analizzatori posti nel mezzo e del campionatore ad alto volume.

L'obiettivo del monitoraggio è stato quello di rilevare le ricadute al suolo di Polveri sottili (PM10) e di Arsenico durante le attività di bonifica di una parte dell'area ex Enichem, in località Macchia, nello specifico dell'isola 5 e dell'isola 14.

Il mezzo mobile è stato collocato a monte rispetto all'area ove insiste l'attività di smontaggio degli impianti Syndial (ex Enichem), a loro volta a monte rispetto al mare, in un'area morfologicamente non pianeggiante; il sito è in un'area sopraelevata rispetto al livello del mare.

Il mezzo mobile in questo sito si può equiparare ad una stazione di tipo *industriale* in area *suburbana*. Il Corine Land Cover 2000 classifica l'area in oggetto come industriale. Si fa presente che il mezzo mobile era collocato a circa 100 metri dall'area Syndial, dove si svolgeva l'attività di smantellamento dell'impianto.

Lo stabilimento petrolchimico, situato in località Macchia del comune di Monte S. Angelo ed entrato in funzione nel 1971, vicino al mare, per produrre fertilizzanti, ammoniaca anidra, urea, caprolattame e solfato ammonico, era diviso in 17 aree (isole) delimitate da strade e dista dalla città di Manfredonia circa un chilometro. Trenta anni fa, esattamente il 26 settembre del '76 ci fu un'esplosione nell'impianto ex Enichem, dedicato alla produzione di fertilizzanti. L'esplosione di una colonna di lavaggio dell'ammoniaca fece disperdere circa 10 tonnellate d'anidride arseniosa e 18 tonnellate di ossido di carbonio. La contaminazione ambientale espose a grave rischio circa 2.000 addetti della fabbrica e 12.000 residenti del vicino rione Monticchio.

L'Enichem ha definitivamente cessato la produzione nel '96.

La legge n. 426/98 ha inserito l'area di Manfredonia, con i suoi 306 ettari di superficie a terra e 859 ettari a mare inquinati da scarico non controllato di rifiuti speciali e pericolosi, tra i 15 siti di interesse nazionale e da sottoporre, pertanto, ad operazioni di bonifica. Le caratterizzazioni delle aree di Manfredonia, eseguite dalla commissione tecnica della Provincia e dalla società Agricoltura, hanno evidenziato inquinamento diffuso delle falde acquifere con superamento dei limiti di legge, previsti nel decreto ministeriale 471/99, attribuito ad una serie di sostanze strettamente connesse ai cicli di produzione Enichem. In particolare, l'indagine ha evidenziato in alcune aree il superamento del limite di arsenico lungo il muro di cinta della strada statale garganica, nonché contaminazione da mercurio.

1.2 Inquinanti monitorati

Il laboratorio mobile è dotato di analizzatori in continuo per il campionamento e la misura degli inquinanti chimici individuati dalla normativa vigente in materia di inquinamento atmosferico e più precisamente:

- inquinanti convenzionali: monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), ozono (O₃);
- inquinanti non convenzionali: BTX, PM₁₀.

Vista la richiesta specifica di monitoraggio delle polveri durante le fasi di smontaggio dell'impianto Ex Enichem, si è ritenuto necessario affiancare al mezzo mobile, sul quale è localizzato l'analizzatore in continuo delle polveri sottili (basato sul principio di assorbimento di raggi β con sorgente emettitrice radioattiva al ¹⁴C e rivelatore Geiger con cicli di prelievo di 12 ore su filtri in fibra di vetro, Environment), un campionatore delle polveri ad alto volume (ThermoAndersen), al fine di poter effettuare l'analisi ponderale della frazione PM₁₀, su cui successivamente in laboratorio quantificare la presenza di Arsenico, metallo pesante.

Le analisi delle polveri campionate sono state effettuate presso il DAP di Foggia dal dott. Lorusso.

I metalli pesanti.

Il termine **metallo pesante** si riferisce a tutti gli elementi chimici metallici che hanno una densità relativamente alta e sono tossici in basse concentrazioni.

I metalli pesanti sono componenti naturali della crosta terrestre. Non possono essere degradati o distrutti. In piccola misura entrano nel nostro corpo via cibo, acqua ed aria. Come elementi in tracce, alcuni metalli pesanti (per esempio rame, selenio, zinco) sono essenziali per mantenere il metabolismo del corpo umano. Tuttavia, a concentrazioni più alte possono portare ad avvelenamento a seguito ad esempio, di contaminazione dell'acqua potabile (per esempio da tubature in piombo), da alte concentrazioni nell'aria ambiente vicino alle fonti di emissione, o assunzione tramite il ciclo alimentare.

I metalli pesanti possono entrare nei rifornimenti idrici da scarti derivanti da consumi o industrie, o persino per effetto della pioggia acida che penetra nei terreni e porta i metalli pesanti nei corsi d'acqua, nei laghi, nei fiumi e nell'acqua freatica.

L'**arsenico** è l'elemento chimico di numero atomico 33. È un noto veleno ed un metalloide che si presenta in tre forme allotropiche diverse: gialla, nera e grigia. L'arsenico ed i suoi composti trovano impiego come pesticidi, erbicidi ed insetticidi. È inoltre usato in alcune leghe.

L'arsenico può essere trovato naturalmente sulla terra in piccole concentrazioni. Si presenta nel terreno e in minerali e può diffondersi nell'aria, nell'acqua e nella terra attraverso polvere trasportata dal vento e scorrimento superficiale.

Gli esseri umani possono essere esposti ad arsenico attraverso cibo, acqua ed aria. L'esposizione può anche avvenire attraverso il contatto della pelle con terreno o acqua contenente arsenico. In alcuni casi si possono trovare livelli elevati di arsenico in pesci e frutti di mare, poiché i pesci assorbono l'arsenico dall'acqua in cui vivono. L'esposizione all'arsenico può avvenire per le persone che lavorano con l'arsenico, per le persone che vivono in case che contengono legno conservato di qualsiasi tipo e per coloro che vivono in fattorie in cui in passato sono stati utilizzati pesticidi contenenti arsenico.

1.3 Parametri meteorologici rilevati

Sono stati monitorati in continuo parametri meteorologici quali: Temperatura (°C), Direzione Vento Prevalente (DVP), Velocità Vento prevalente (VV, m/s), umidità relativa (%), pressione atmosferica (mbar), radiazione solare globale (W/m²), pioggia.

1.4 Riferimenti normativi

Si fa riferimento al Decreto Ministeriale 2 aprile 2002, n. 60, entrato in vigore il 28 aprile 2002, per PM₁₀ (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm), CO, NO₂, SO₂, Benzene con i limiti fissati di concentrazione massima in aria ambiente, relativi all'anno 2006.

Per l'ozono, si fa riferimento al D. Lgs. 183/04.

Per l'**Arsenico** non esiste ad oggi una normativa nazionale che ne stabilisca i limiti per i valori di concentrazione in aria ambiente. Il 15 dicembre del 2004 è stata pubblicata la *Direttiva Europea 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli Idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente* che fissa dei valori obiettivo per la concentrazione di questi inquinanti, i metodi e i criteri per valutarne le concentrazioni. Nell'allegato 1 della direttiva sono riportati i valori obiettivo; questi sono gli unici valori di legge con i quali è possibile confrontare le concentrazioni rilevate dalle analisi delle polveri sottili sui filtri.

Inquinante	Valore obiettivo
Arsenico	6 ng/m ³

Nota: per il tenore totale della frazione di PM₁₀ calcolata in media su un anno di calendario

1.5 Risultati dell'elaborazione

Il confronto tra le concentrazioni rilevate durante la campagna di monitoraggio ed i valori limite imposti dalla normativa vigente sono riportati ai paragrafi 2 e 4 della presente Relazione Tecnica.

1.6 Elementi in evidenza

- Le determinazioni sperimentali, compatibilmente con la durata limitata della campagna di monitoraggio, si possono confrontare con i valori limite previsti dalla normativa per il breve periodo.
- Durante la campagna di monitoraggio della qualità dell'aria della durata di 49 giorni, per il **PM₁₀** rilevato con lo strumento in automatico (MP101M) posto all'interno del mezzo mobile, non sono stati registrati superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m³, con una concentrazione media giornaliera massima pari a 49 µg/m³, rilevata il giorno 28 settembre 2006. I giorni in cui si è effettuata la campagna di monitoraggio sono stati decisamente poco piovosi e con temperature medie decisamente superiori ai valori stagionali. Il grafico del giorno tipo del **PM₁₀** mostra dei massimi di concentrazione dalle ore 10 alle ore 16.

- Mediante le determinazioni gravimetriche di **polveri sottili** effettuate con il campionatore ad alto volume dal 28 settembre al 4 novembre (in giorni non sempre continuativi) si è riscontrato un valore medio di $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una concentrazione massima rilevata sul filtro n. 24, (dal 27/10, ore 8 al 28/10 ore 7) pari a $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Per il PM10 emerge come nel sito non vi sia un'unica direzione prevalente rispetto alle altre, di provenienza, ma che il contributo al particolato rilevato nel sito proveniente dal settore che va da 207° a 360° è decisamente irrilevante, mentre le concentrazioni più elevate provengono dal settore compreso tra i 110° e i 200° circa, nel quale raggio ricade l'area dei lavori di smantellamento dell'impianto ex-Enichem. Si tenga presente che le eventuali emissioni prodotte da tale attività sono da ritenersi di tipo diffuso.
- Si osserva una correlazione significativa tra gli andamenti delle concentrazioni di PM10 rilevate dallo strumento posto nell'area ex Enichem e quelle rilevate dalla stazione fissa della RRQA di Via dei Mandorli (0,9); la correlazione tra lo stesso strumento e quello posto nella stazione fissa della RRQA di Viale Michelangelo è invece più bassa. Si fa presente che il sito di monitoraggio è più vicino alla cabina di via dei Mandorli, che non a quella di viale Michelangelo, collocata dalla parte opposta della città rispetto alla zona industriale.
- In riferimento alla *Direttiva 2004/107/CE del Parlamento europeo e del Consiglio concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli Idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente*, le concentrazioni misurate di **Arsenico** risultano essere sempre inferiori al valore obiettivo.
- Entrando nello specifico, la frazione metallica relativamente all'**Arsenico** nella composizione del PM₁₀ è maggiore nei filtri 4 e 13, rispetto a tutti i 26 filtri campionati. Gli andamenti del PM10 e dell'Arsenico sono simili. Anche per l'Arsenico è evidente come nel sito non vi sia una direzione prevalente, rispetto alle altre, di provenienza. Dall'analisi della rosa dell'inquinamento si osserva che vi è un contributo irrilevante dal settore che va dai 270° ai 360° e che le concentrazioni più elevate registrate nel sito provengono dal settore compreso tra i 100° e i 240° circa, ovvero dall'area dei lavori di smantellamento in modo perfettamente analogo al PM10. E' verosimile pensare che l'andamento delle concentrazioni di Arsenico sia correlabile all'attività lavorativa di smantellamento di uno stabilimento industriale nelle immediate vicinanze del sito di monitoraggio, a pochi metri rispetto al luogo dove è stato collocato il campionatore ad alto volume. Tuttavia, non si riscontra dai dati ottenuti la presenza di una sorgente puntuale di Arsenico, bensì di un contenuto diffuso che comunque non va oltre al valore obiettivo indicato dalla Direttiva 107/2004.
- Per l'**Ozono** si sono verificati 16 superamenti del valore massimo giornaliero calcolato sulla media mobile delle 8 ore rispetto al valore bersaglio di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ così come indicato dal D. Lgs. 183/04 (non è neanche il limite più stringente), con un valore massimo di $142 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il 22/10/06. Le temperature medie giornaliere e la radiazione solare globale registrate sono state elevate nel periodo di campionamento, in quanto superiori alle medie del periodo. La formazione dell'**ozono** (O₃) nella parte bassa dell'atmosfera è legata alla presenza di altri inquinanti (precursori) in concomitanza di fattori meteo-climatici favorevoli; le concentrazioni più elevate vengono generalmente riscontrate nella stagione calda (periodo primaverile ed estivo) a causa del forte irraggiamento solare. I dati rilevati confermano quanto appena detto per l'ozono. Si tratta di una situazione ricorrente nei periodi molto assolati e caldi, in aree estese e in genere lontane da fonti inquinanti di tipo "secondario":



l'ozono si forma in atmosfera a causa di presenze di precursori (ossidi di azoto e idrocarburi) e di particolari condizioni climatiche.

- Per il **Benzene** non sono stati rilevati superamenti del valore limite annuo (per il 2006) di $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ fissato dalla normativa, calcolato sulla media giornaliera.
- Nello stesso periodo, per tutti gli **altri inquinanti classici** monitorati (monossido di carbonio (**CO**), al biossido di azoto (**NO₂**) e all'anidride solforosa (**SO₂**)), i valori registrati sono ampiamente al di sotto dei limiti di legge fissati dal D.M. 60/02.

1.7 Allegati alla Relazione Tecnica

Allegato 1: “Fotografie del laboratorio mobile nel sito di monitoraggio.”

I dati contenuti nella presente Relazione Tecnica sono messi a disposizione dei Comuni di Monte S. Angelo e di Manfredonia da parte ARPA Puglia, che ne detiene la proprietà. Gli Enti potranno utilizzarli per i rispettivi fini istituzionali.

2. Misure di polveri sottili e determinazione dell'Arsenico nel particolato

Il campionamento ad alto volume della frazione di particolato atmosferico con diametro inferiore a 10 micron (PM₁₀) è iniziato il 28 settembre, alle 10, ora in cui è stato posizionato il filtro n. 1 ed è terminato il 4 novembre, alle ore 11, quando è stato tolto il filtro n. 26, per un totale di 26 filtri appunto; gli stessi sono stati regolarmente condizionati e pesati prima e dopo il campionamento dai tecnici del DAP di Foggia. Le analisi dell'arsenico nel PM₁₀ presente sui filtri sono state effettuate presso il laboratorio del Dipartimento provinciale di Foggia.

Il particolato è stato aspirato e campionato su appositi filtri ad un flusso medio di 1,073 m³/minuto. Alcuni filtri hanno campionato polveri sottili per un periodo di tempo superiore alle 24 ore.

I volumi sono stati normalizzati con i valori di temperatura e di pressione rilevati in continuo dai sensori meteo installati presso la stazione fissa sita in via dei Mandorli a Manfredonia.

Di seguito si riportano il grafico e la tabella delle concentrazioni di Arsenico rilevate nei 26 filtri di PM₁₀ campionato dal 28 settembre al 4 novembre, confrontate con il valore obiettivo previsto dalla direttiva CE 2004/107.

Grafico 1 – Concentrazioni di ARSENICO

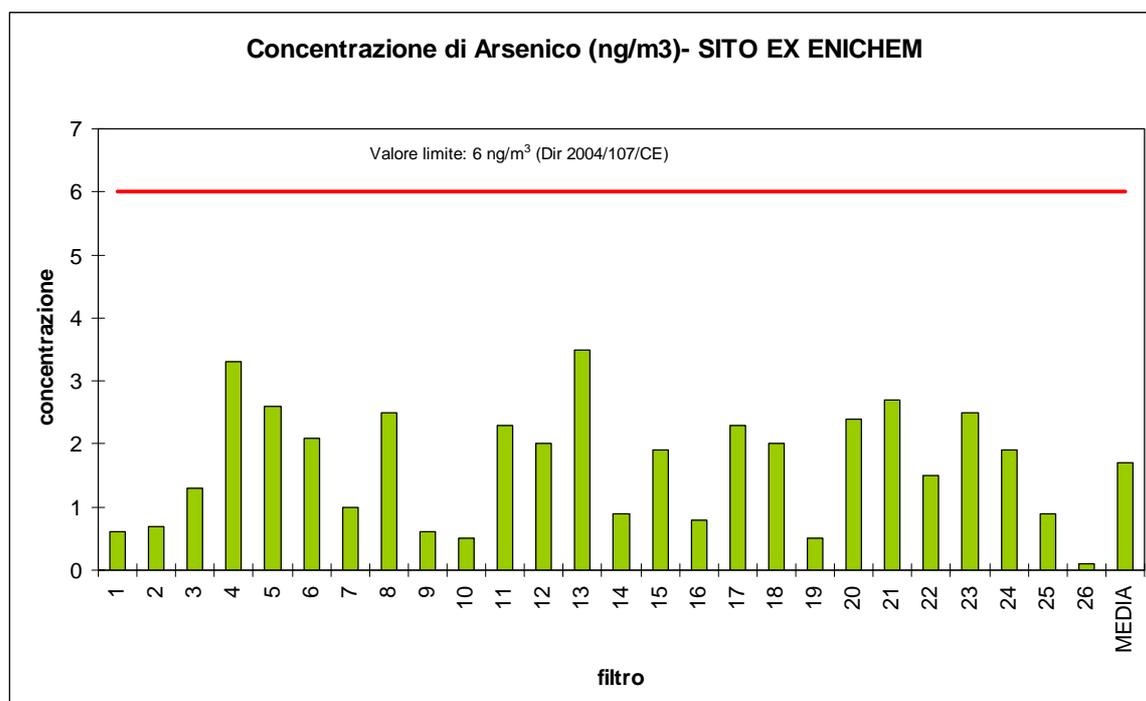


Tabella A - Concentrazioni di PM₁₀ e di ARSENICO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

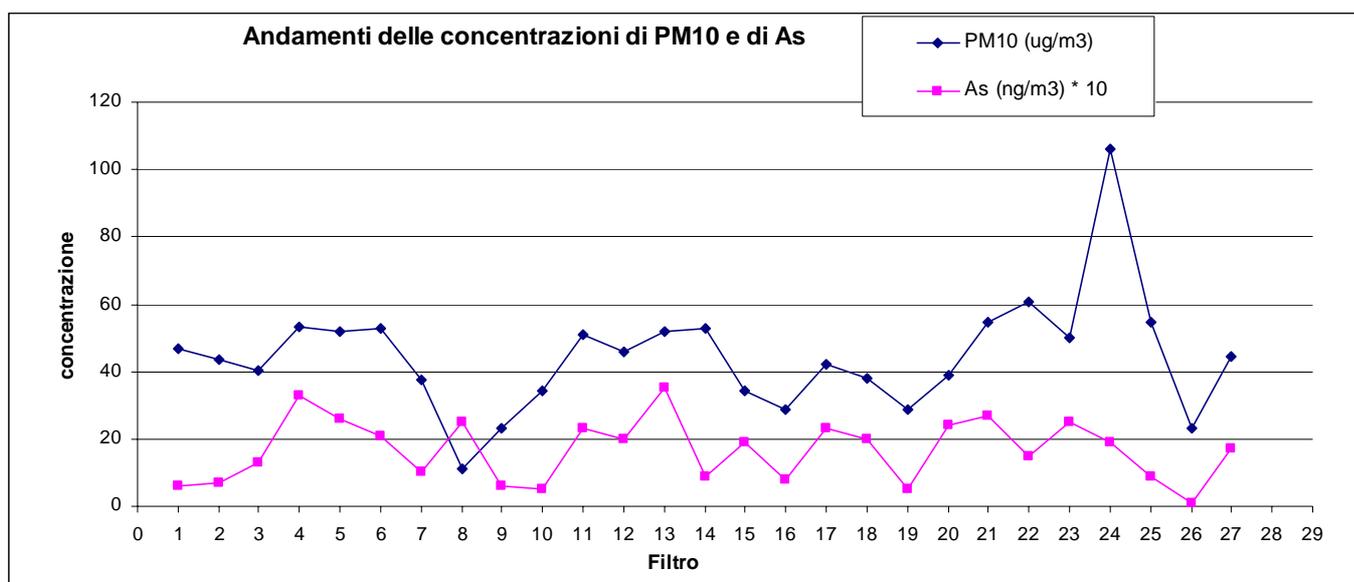
dal 28 settembre al 4 novembre 2006

Nella tabella seguente si riportano, per ogni filtro, le concentrazioni di Arsenico rispetto alle polveri sottili campionate.

SITO EX ENICHEM PERIODO DI CAMPIONAMENTO CON ALTO VOLUME	FILTRO	PM10 ALTO VOLUME ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Arsenico (ng/m^3)	Valore obiettivo in aria ambiente <i>Dir. Europea 2004/107/CE</i> (ng/m^3)
28/9, ORE 10 – 29/9 ORE 10	1	46,9	0,6	6
29/9, ORE 10 – 30/9 ORE 8	2	43,5	0,7	6
30/9, ORE 9 – 02/10 ORE 8	3	40,3	1,3	6
02/10, ore 8 – 03/10, ore 8	4	53,3	3,3	6
03/10, ore 8 – 04/10, ore 9	5	52	2,6	6
04/10, ore 9 – 5/10 ore 9	6	52,8	2,1	6
5/10, ORE 9 – 6/10 ORE 8	7	37,4	1	6
6/10, ORE 9 – 7/10 ORE 10	8	11,3	2,5	6
7/10, ORE 10 – 9/10 ORE 9	9	23	0,6	6
9/10, ORE 9 – 10/10 ORE 7	10	34,4	0,5	6
10/10, ORE 8 – 11/10 ORE 8	11	51,1	2,3	6
11/10, ORE 9 – 12/10 ORE 8	12	45,8	2	6
12/10, ORE 8 – 13/10 ORE 9	13	52,1	3,5	6
13/10, ORE 9 – 14/10 ORE 9	14	52,8	0,9	6
14/10, ORE 9 – 16/10 ORE 9	15	34,4	1,9	6
16/10, ORE 9 – 18/10 ORE 9	16	28,7	0,8	6
19/10, ORE 8 – 20/10 ORE 8	17	42,2	2,3	6
20/10, ORE 8 – 21/10 ORE 9	18	37,9	2	6
21/10, ORE 9 – 23/10 ORE 9	19	28,6	0,5	6
23/10, ORE 9 – 24/10 ORE 9	20	39	2,4	6
24/10, ORE 9 – 25/10 ORE 8	21	54,9	2,7	6

25/10, ORE 8 – 26/10 ORE 8	22	60,8	1,5	6
26/10, ORE 8 – 27/10 ORE 8	23	50	2,5	6
27/10, ORE 8 – 28/10 ORE 7	24	106,3	1,9	6
28/10, ORE 8 – 30/10 ORE 11	25	54,5	0,9	6
03/11, ORE 11 – 04/11 ORE 11	26	23,3	0,1	6

Grafico n. 2 – Concentrazioni di PM₁₀ (alto volume) e di Arsenico

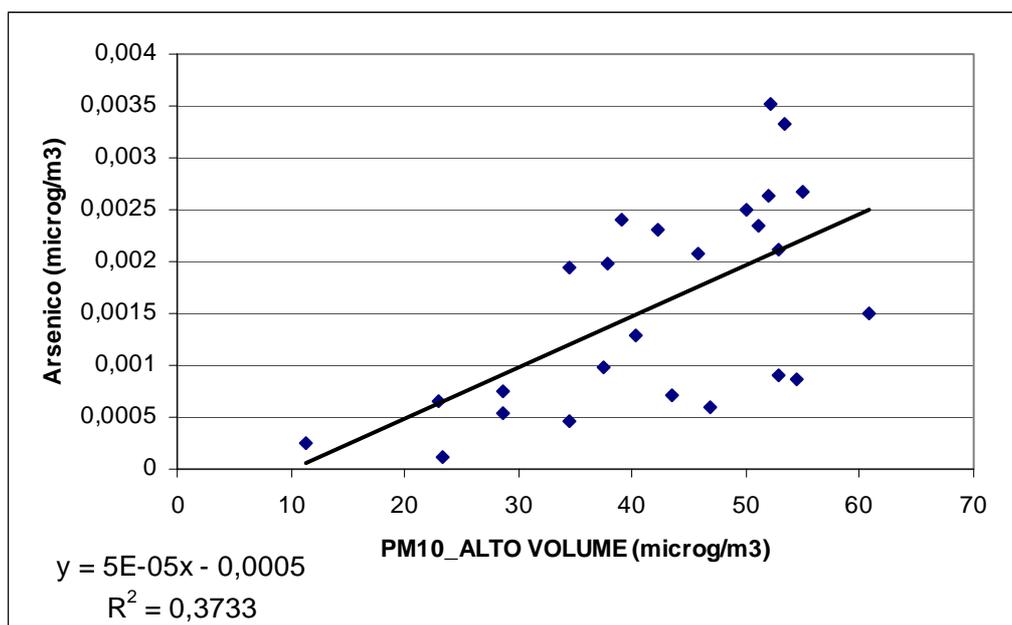


Come si può osservare dal grafico, in alcuni giorni di campionamento si osservano valori di polveri sottili piuttosto elevati. I profili di concentrazione in scale diverse ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM₁₀ e ng/m^3 moltiplicato per 10, per l'Arsenico) evidenziano un contributo quasi sempre costante dell'arsenico alla concentrazione totale di particolato campionato nel sito, da attribuire verosimilmente alla vicinanza di una sorgente di questo metallo. La frazione metallica relativamente all'arsenico nella composizione del PM₁₀ è risultata essere più elevata nei giorni 2, 3, 6, 12, 24 e 26 ottobre, rispetto a tutto il periodo di campionamento, con una concentrazione massima rilevata il 12 ottobre, pari a $3,5 \text{ ng}/\text{m}^3$; i livelli di Arsenico sono comunque sempre inferiori al valore obiettivo indicato dalla direttiva, pari a $6 \text{ ng}/\text{m}^3$.

Nei giorni in cui si osserva un aumento della concentrazione delle polveri si rileva contestualmente un aumento della concentrazione di Arsenico. La correlazione tra gli andamenti di PM10 rilevato con il campionatore ad alto volume e le concentrazioni di Arsenico è pari a 0,6.

Un'eccezione appare la determinazione delle polveri a cavallo del 27 ottobre. L'analisi del filtro relativo, il n. 24, mostra un contenuto totale di PM₁₀ alto (106 µg/m³), mentre la concentrazione di Arsenico si mantiene a valori bassi, indicando pertanto la presenza di un contributo al PM10 anomalo. Per tale motivo, nel calcolo delle correlazioni tra i dati riportati di PM10 e di Arsenico si è ritenuto opportuno scartare questo dato.

Grafico n. 3 – Correlazione tra le concentrazioni di PM10 e le concentrazioni di Arsenico



Nel sito oggetto del monitoraggio dal 28/09 al 15/11 '06, come mostrato nel grafico e nella tabella seguenti, non si è rilevato alcun superamento del limite normativo per il PM10, ai sensi del D.M. 60/02, misurato con l'analizzatore automatico (MP101M) posto nel mezzo mobile.

Grafico n. 4 – Concentrazioni medie di PM₁₀ rilevate con l'analizzatore in automatico posto sul mezzo mobile, calcolate come media giornaliera (D.M. 60/02).

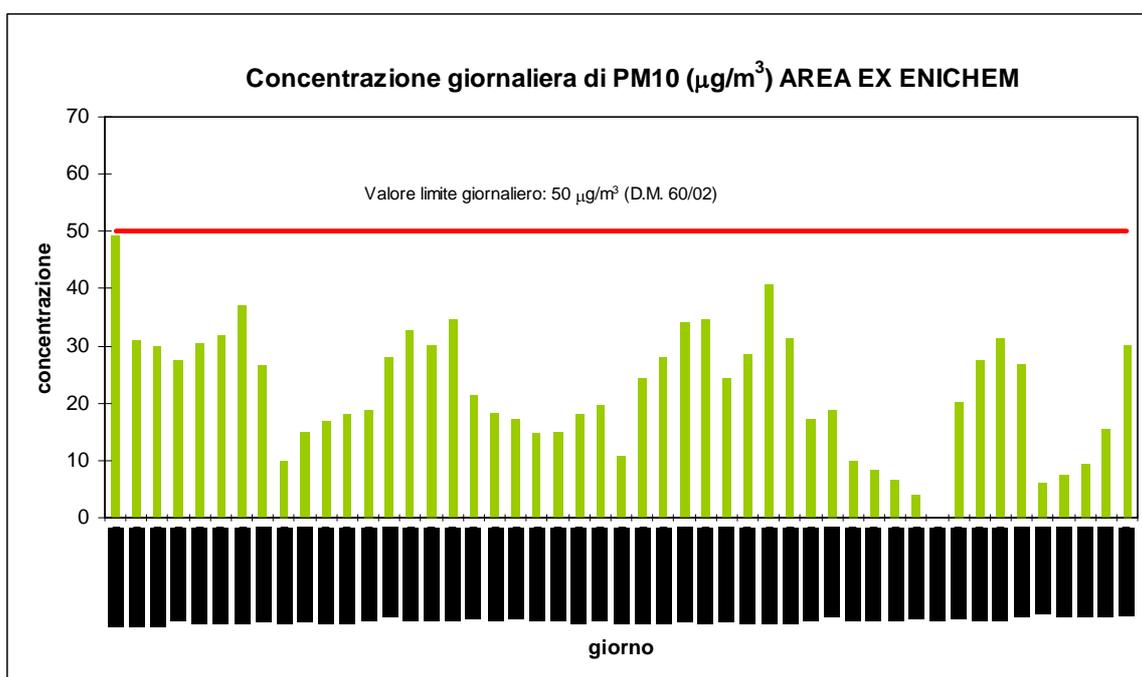


Tabella B - Concentrazioni di PM₁₀ rilevate in automatico con mezzo mobile (µg/m³)

DATA	PM10 automatico (µg/m ³)	val lim PM10 DM 60/02
28/09/2006 1.00	49	50
29/09/2006 1.00	31	
30/09/2006 1.00	30	
01/10/2006 1.00	27	
02/10/2006 1.00	30	
03/10/2006 1.00	32	
04/10/2006 1.00	37	

05/10/2006 1.00	27
06/10/2006 1.00	10
07/10/2006 1.00	15
08/10/2006 1.00	17
09/10/2006 1.00	18
10/10/2006 1.00	19
11/10/2006 1.00	28
12/10/2006 1.00	33
13/10/2006 1.00	30
14/10/2006 1.00	35
15/10/2006 1.00	21
16/10/2006 1.00	18
17/10/2006 1.00	17
18/10/2006 1.00	15
19/10/2006 1.00	15
20/10/2006 1.00	18
21/10/2006 1.00	20
22/10/2006 1.00	11
23/10/2006 1.00	24
24/10/2006 1.00	28
25/10/2006 1.00	34
26/10/2006 1.00	35
27/10/2006 1.00	24
28/10/2006 1.00	29
29/10/2006 1.00	41
30/10/2006 1.00	31
31/10/2006 1.00	17
01/11/2006 1.00	19
02/11/2006 1.00	10
03/11/2006 1.00	8
04/11/2006 1.00	7
05/11/2006 1.00	4
06/11/2006 1.00	F.S.
07/11/2006 1.00	20
08/11/2006 1.00	27
09/11/2006 1.00	31
10/11/2006 1.00	27
11/11/2006 1.00	6
12/11/2006 1.00	7
13/11/2006 1.00	9
14/11/2006 1.00	16
15/11/2006 1.00	30

2.1 - Valutazione dell'accuratezza delle misure di PM10 effettuate con strumenti automatici e con campionatore ad alto volume

Si riportano di seguito alcune elaborazioni statistiche finalizzate al calcolo della correlazione tra i dati di PM10 rilevati in automatico e quelli col campionatore ad alto volume.

Il confronto statistico è effettuato attraverso il calcolo dei seguenti indicatori: il BIAS e l'RMSE. Nell'approfondimento statistico sono stati esclusi i dati relativi al filtro n. 24 per gli stessi motivi evidenziati sopra.

Tabella C

PERIODO DI CAMPIONAMENTO C/O SITO ex ENICHEM	PM10 ALTO VOLUME (µg/m3)	PM10 MEZZO MOBILE MP101M (µg/m3)	BIAS=(PM10 MP101M - PM10 ALTO VOLUME) (µg/m3)	Scarto quadratico=(PM10 MP101M - PM10 ALTO VOLUME) ²
28/9, ORE 10 – 29/9 ORE 10	46,9	44	-3,3	10,7
29/9, ORE 10 – 30/9 ORE 8	43,5	32	-11,9	142,4
30/9, ORE 9 – 02/10 ORE 8	40,3	27	-13,1	170,3
02/10, ore 8 – 03/10, ore 8	53,3	36	-17,3	298,6
03/10, ore 8 – 04/10, ore 9	52	29	-23,0	528,1
04/10, ore 9 – 5/10 ore 9	52,8	39	-13,5	182,9
5/10, ORE 9 – 6/10 ORE 8	37,4	20	-17,4	303,3
6/10, ORE 9 – 7/10 ORE 10	11,3	8	-2,9	8,3
7/10, ORE 10 – 9/10 ORE 9	23	17	-5,6	31,0
9/10, ORE 9 – 10/10 ORE 7	34,4	18	-16,7	279,9
10/10, ORE 8 – 11/10 ORE 8	51,1	21	-29,6	876,8
11/10, ORE 9 – 12/10 ORE 8	45,8	28	-17,7	313,9
12/10, ORE 8 – 13/10 ORE 9	52,1	33	-19,4	375,5
13/10, ORE 9 – 14/10 ORE 9	52,8	34	-18,5	343,4
14/10, ORE 9 – 16/10 ORE 9	34,4	25	-9,8	96,0
16/10, ORE 9 – 18/10 ORE 9	28,7	17	-12,2	148,2
19/10, ORE 8 – 20/10 ORE 8	42,2	16	-25,9	669,7
20/10, ORE 8 – 21/10 ORE 9	37,9	21	-17,4	302,3
21/10, ORE 9 – 23/10 ORE 9	28,6	15	-13,3	177,9
23/10, ORE 9 – 24/10 ORE 9	39	22	-16,6	274,7
24/10, ORE 9 – 25/10 ORE 8	54,9	30	-25,4	644,8
25/10, ORE 8 – 26/10 ORE 8	60,8	35	-25,8	663,4
26/10, ORE 8 – 27/10 ORE 8	50	33	-17,1	292,9
28/10, ORE 8 – 30/10 ORE 11	54,5	36	-18,5	342,1
03/11, ORE 11 – 04/11 ORE 11	23,3	8	-15,7	246,1
				RMSE=Radice dello scarto quadratico medio
MEDIA	42,04	25,74126447	-16,29873553	17,57640586

Il confronto statistico tra le misure delle concentrazioni di PM₁₀ effettuate dall'analizzatore a raggi beta MP101M e quelle valutate tramite metodo gravimetrico (attraverso campionamento con alto volume) evidenziano una tendenza generale ad una forte sottostima del campionamento in automatico rispetto al gravimetrico (pari mediamente a circa 16 µg/Nm³). L'ampiezza media dell'errore in valore assoluto espressa tramite l'RMSE è pari a circa 18 µg/Nm³. Ciò può dipendere dalla verosimile presenza di una fonte sistematica di errore. Il valore di R² è 0,7, così come riportato nella figura successiva.

Grafico n. 5 – Calcolo della retta di correlazione

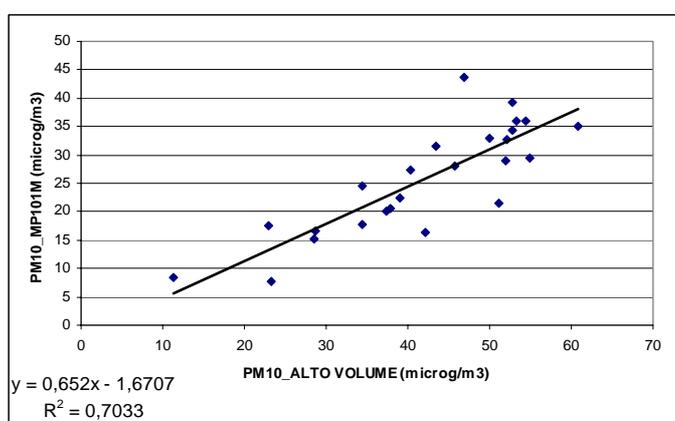
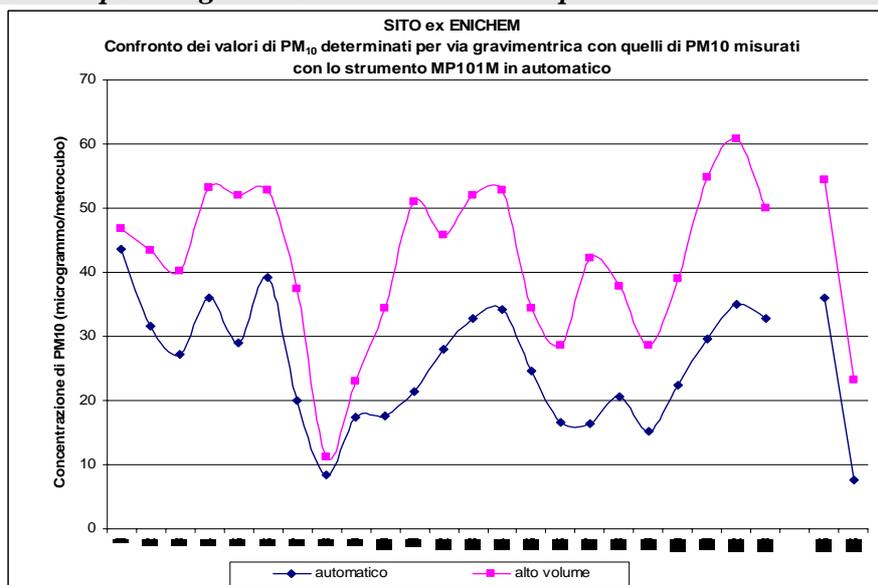


Grafico n. 6 – Concentrazioni medie di PM₁₀ rilevate con l'analizzatore in automatico e PM₁₀ misurato per via gravimetrica mediante campionamento ad alto volume



NOTA: la media di PM₁₀, rilevata con l'analizzatore automatico ad assorbimento di raggi β (Environment), è stata calcolata nel grafico considerando come prima ora di campionamento di ogni giorno la stessa ora in cui è stato collocato giornalmente il filtro nel campionatore ad alto volume, in modo che le medie così calcolate possano essere correlabili tra loro, perché relative agli stessi archi temporali.

L'andamento delle concentrazioni di PM₁₀ misurate per via gravimetrica e in automatico è simile, ma le prime sono sempre superiori alle seconde, tranne che in un caso, già rilevato in precedenza nel paragrafo relativo alle determinazioni dell'Arsenico nel PM₁₀. Per questo motivo il dato relativo al filtro n. 24 (106 µg/m³ di PM₁₀) non è stato considerato nel calcolo delle correlazioni. La correlazione tra gli andamenti delle due concentrazioni risulta essere pari a 0,8.

Tabella D

DATA	FILTRO	PM10 ALTO VOLUME (µg/m³)	PM10 AUTOMATICO (µg/m³)
28/9, ORE 10 – 29/9 ORE 10	1	47	44
29/9, ORE 10 – 30/9 ORE 8	2	44	32
30/9, ORE 9 – 02/10 ORE 8	3	40	27
02/10, ore 8 – 03/10, ore 8	4	53	36
03/10, ore 8 – 04/10, ore 9	5	52	29
04/10, ore 9 – 5/10 ore 9	6	53	39
5/10, ORE 9 – 6/10 ORE 8	7	37	20
6/10, ORE 9 – 7/10 ORE 10	8	11	8
7/10, ORE 10 – 9/10 ORE 9	9	23	17
9/10, ORE 9 – 10/10 ORE 7	10	34	18
10/10, ORE 8 – 11/10 ORE 8	11	51	21
11/10, ORE 9 – 12/10 ORE 8	12	46	28
12/10, ORE 8 – 13/10 ORE 9	13	52	33
13/10, ORE 9 – 14/10 ORE 9	14	53	34
14/10, ORE 9 – 16/10 ORE 9	15	34	25
16/10, ORE 9 – 18/10 ORE 9	16	29	17
19/10, ORE 8 – 20/10 ORE 8	17	42	16
20/10, ORE 8 – 21/10 ORE 9	18	38	21
21/10, ORE 9 – 23/10 ORE 9	19	29	15
23/10, ORE 9 – 24/10 ORE 9	20	39	22
24/10, ORE 9 – 25/10 ORE 8	21	55	30
25/10, ORE 8 – 26/10 ORE 8	22	61	35
26/10, ORE 8 – 27/10 ORE 8	23	50	33
28/10, ORE 8 – 30/10 ORE 11	25	55	36
03/11, ORE 11 – 04/11 ORE 11	26	23	8

2.2 - Confronto fra le misure di PM10 effettuate con strumenti automatici presenti in stazioni fisse (RRQA) e sul mezzo mobile

Sono stati confrontati gli andamenti delle concentrazioni medie giornaliere di polveri sottili rilevate nel periodo di osservazione 28 settembre-15 novembre, nelle stazioni fisse della RRQA presenti a Manfredonia (in via dei Mandorli e in viale Michelangelo) con quelli determinati nel sito di monitoraggio dal laboratorio mobile.

Tabella E - Confronto tra le Concentrazioni di PM₁₀ rilevate dagli analizzatori presenti nelle stazioni fisse di Manfredonia V. dei Mandorli, V. Michelangelo e nel mezzo mobile sito ex-Enichem - ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

DATA	Concentrazione di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) MEZZO MOBILE AREA EX ENICHEM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentrazione di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) MANFREDONIA - VIA DEI MANDORLI	Concentrazione di PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) MANFREDONIA - ZONA 167	valore limite giornaliero ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) di PM10 D.M. 60/02
28/09/2006	49	F.S.	33	50
29/09/2006	31	F.S.	53	50
30/09/2006	30	F.S.	47	50
01/10/2006	27	F.S.	40	50
02/10/2006	30	F.S.	46	50
03/10/2006	32	F.S.	112	50
04/10/2006	37	F.S.	68	50
05/10/2006	27	F.S.	34	50
06/10/2006	10	F.S.	16	50
07/10/2006	15	F.S.	26	50
08/10/2006	17	F.S.	16	50
09/10/2006	18	F.S.	54	50
10/10/2006	19	27	23	50
11/10/2006	28	31	109	50
12/10/2006	33	38	138	50
13/10/2006	30	41	72	50
14/10/2006	35	44	42	50
15/10/2006	21	30	29	50
16/10/2006	18	26	25	50
17/10/2006	17	25	36	50
18/10/2006	15	25	40	50
19/10/2006	15	28	27	50
20/10/2006	18	26	44	50
21/10/2006	20	27	48	50
22/10/2006	11	17	25	50
23/10/2006	24	31	38	50
24/10/2006	28	46	104	50
25/10/2006	34	40	39	50
26/10/2006	35	44	102	50

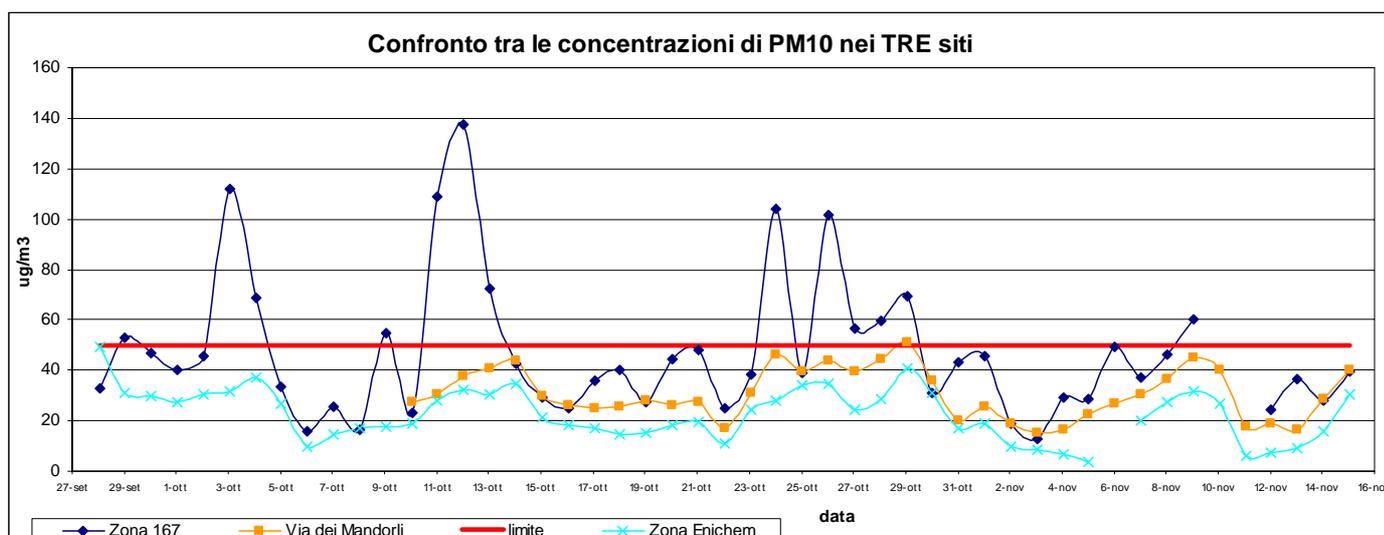
27/10/2006	24	40	56	50
28/10/2006	29	44	60	50
29/10/2006	41	51	69	50
30/10/2006	31	36	31	50
31/10/2006	17	20	43	50
01/11/2006	19	26	46	50
02/11/2006	10	19	19	50
03/11/2006	8	15	13	50
04/11/2006	7	16	29	50
05/11/2006	4	23	29	50
06/11/2006	F.S.	27	49	50
07/11/2006	20	31	37	50
08/11/2006	27	36	46	50
09/11/2006	31	45	60	50
10/11/2006	27	40	F.S.	50
11/11/2006	6	18	F.S.	50
12/11/2006	7	19	24	50
13/11/2006	9	16	36	50
14/11/2006	16	29	28	50
15/11/2006	30	40	39	50
N. giorni di campionamento	48	37	47	
N. di superamenti	0	1	13	
media del periodo	23	31	47	
% di superamento	0,0%	2,7%	27,7%	



LOCALIZZAZIONE CABINE FISSE RRQA E SITO DI MONITORAGGIO EX-ENICHEM (in rosso)

Il sito oggetto del monitoraggio nella cartografia alla pagina precedente è colorato in rosso, mentre in giallo sono riportate le due cabine della RRQA, nel comune di Manfredonia.

Grafico n. 7 – Concentrazioni medie giornaliere di PM₁₀ rilevate nel sito di monitoraggio, in via dei Mandorli e in viale Michelangelo



Si riporta di seguito una matrice di correlazione al fine di stabilire il grado di correlazione tra le concentrazioni di PM₁₀ rilevate nel sito e nelle stazioni fisse della RRQA poste nel territorio comunale di Manfredonia, nel periodo di osservazione; ogni valore indica il coefficiente di correlazione tra gli elementi corrispondenti alla riga e alla colonna di appartenenza.

Tabella F - Matrice di correlazione degli inquinanti – 28 settembre-15 novembre '06

CORRELAZIONI <i>Periodo di osservazione</i>	PM10 - VIA DEI MANDORLI - MANFREDONIA (ug/m3)	PM10 MANFREDONIA - ZONA 167 (ug/m3)	PM10 - MEZZO MOBILE AREA EX ENICHEM (ug/m3)
PM10 - VIA DEI MANDORLI - MANFREDONIA (ug/m3)	1,0	0,6	0,9
PM10 MANFREDONIA - ZONA 167 (ug/m3)	0,6	1,0	0,5
PM10 - MEZZO MOBILE AREA EX ENICHEM (ug/m3)	0,9	0,5	1,0

Si osserva una correlazione significativa tra gli andamenti delle concentrazioni di PM₁₀ rilevate dallo strumento posto nell'area ex Enichem e quelle rilevate dalla stazione fissa di Via dei Mandorli (0,9); la correlazione tra lo stesso strumento e quello posto nella stazione fissa di Viale Michelangelo è invece più bassa (0,5). Si fa presente che il sito di monitoraggio è più vicino alla cabina di via dei Mandorli, che non a quella di viale Michelangelo, collocata dalla parte opposta della città rispetto alla zona industriale.

3. Analisi della situazione meteorologica e rose dell'inquinamento del PM10 e dell'Arsenico

I parametri meteorologici misurati in continuo durante la campagna di monitoraggio effettuata nel sito all'interno del Comune di Manfredonia sono: temperatura (°C), umidità relativa (%), pressione atmosferica (mbar), direzione del vento prevalente (DVP), radiazione solare globale (W/m²), pioggia (mm).

Sono stati elaborati i dati orari di velocità e direzione prevalente del vento, rilevati dal laboratorio mobile nel sito di monitoraggio dal giorno 28 settembre al 30 ottobre 2006, è emerso che:

- dalla rosa dei venti si deduce che i venti hanno spirato prevalentemente da Nord-Nord Est, Ovest-Sud Ovest ed in parte da Est-Sud Est.
- i venti hanno avuto intensità variabile, con la distribuzione di velocità così come riportato nella tabella seguente, a seconda dei vari settori:

SETTORE DI VENTO (gradi)	DV	VV (m/s)	%	PM10 (ug/m3)	As (ng/m3)
0	0	0	0,0%	0,0	0,0
22,5	181	2,7	24,8%	37,2	1,2
45	49	2,5	6,7%	41,5	1,5
67,5	106	2,1	14,5%	45,3	1,5
90	45	1,9	6,2%	47,9	1,7
112,5	21	1,5	2,9%	56,1	1,8
135	12	1,7	1,6%	52,3	1,8
157,5	26	1,6	3,6%	43,5	2,0
180	24	1,6	3,3%	48,2	1,6
202,5	33	1,8	4,5%	50,6	1,9
225	39	2,1	5,3%	41,4	1,3
247,5	134	2,2	18,4%	44,4	1,7
270	15	2,3	2,1%	46,8	1,5
292,5	0	0,0	0,0%	0,0	0,0
315	3	3,0	0,4%	21,0	0,6
337,5	14	2,4	1,9%	34,1	0,9
conteggio	730	1,8		40,7	1,4
calme	18	2,4%		47,6	2,0
totale	748				

Il mezzo mobile è stato collocato a monte rispetto all'area di bonifica dell'impianto ex-Enichem (a sua volta a monte rispetto al mare) in un'area morfologicamente non pianeggiante. L'area urbana del comune di Manfredonia è posta a Sud-Ovest rispetto al sito. L'impianto ex-Enichem è collocato rispetto al sito a Sud Est.

Grafici n. 8 : Rosa dei venti (m/s)

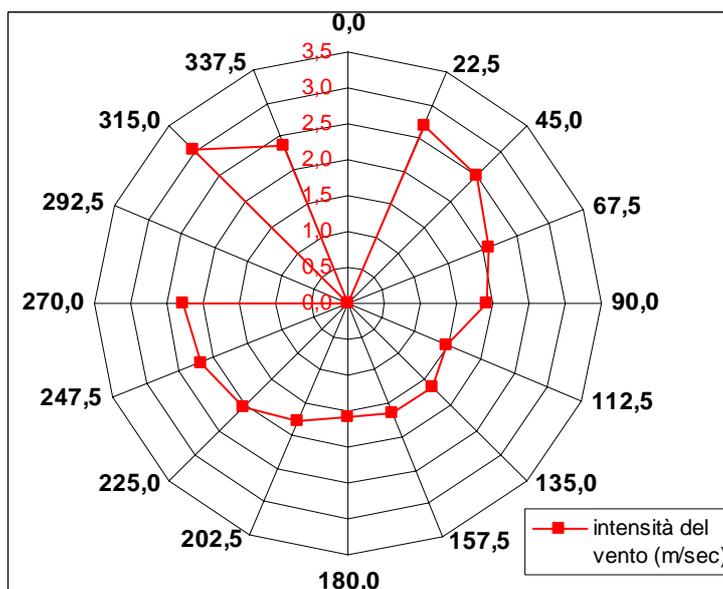
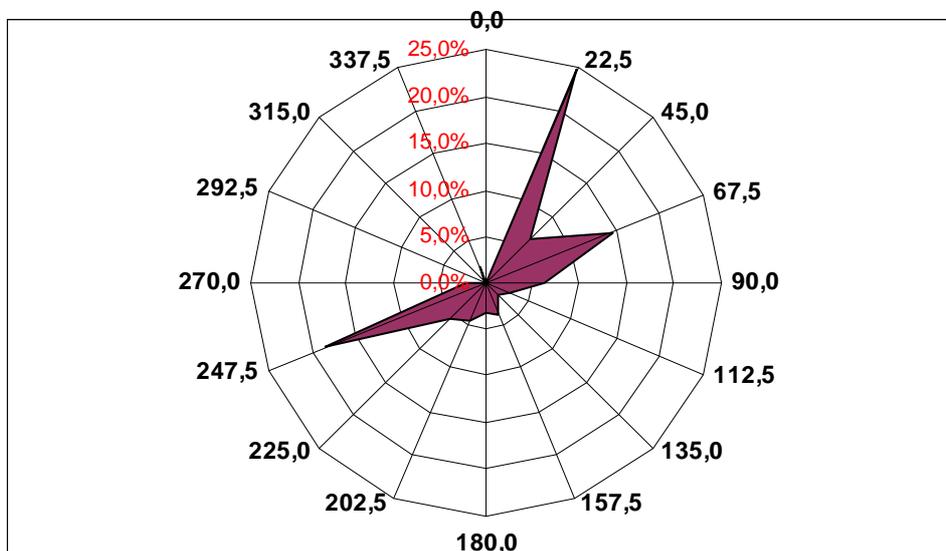
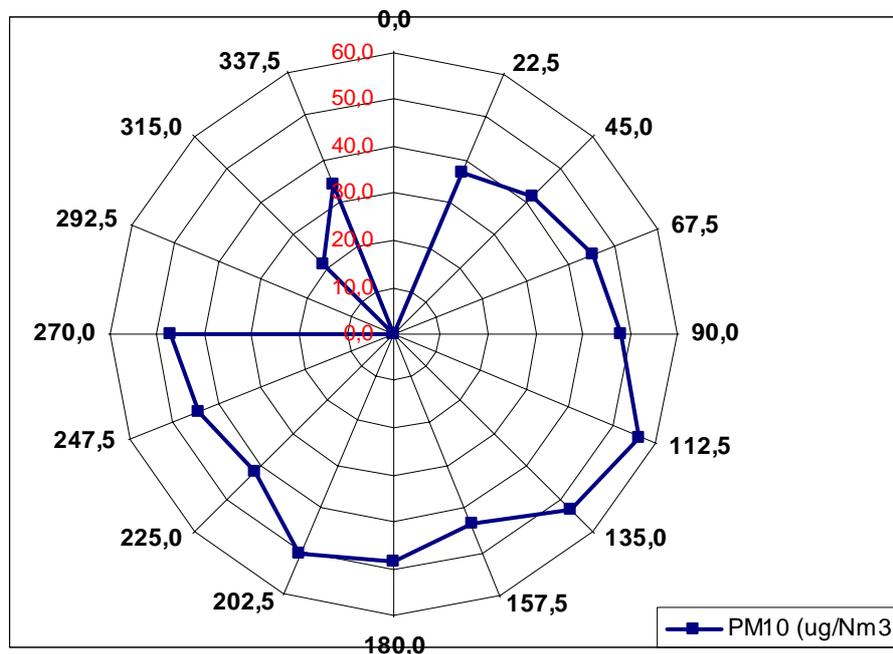


Grafico n. 9: Rosa dell'inquinamento del PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



La rosa dell'inquinamento è un'elaborazione ottenuta calcolando il valore medio delle concentrazioni di un dato inquinante (PM10 e Arsenico) in funzione della direzione del vento, ovvero controllando la direzione del vento in corrispondenza ad ogni dato orario e facendo la media di tutti i valori in una stessa direzione. I risultati ottenuti indicano le direzioni da cui un determinato inquinante raggiunge il punto di ricezione e non la distribuzione dell'inquinante stesso.

Si precisa che nel calcolo delle rose le condizioni di calma di vento sono trattate a parte.

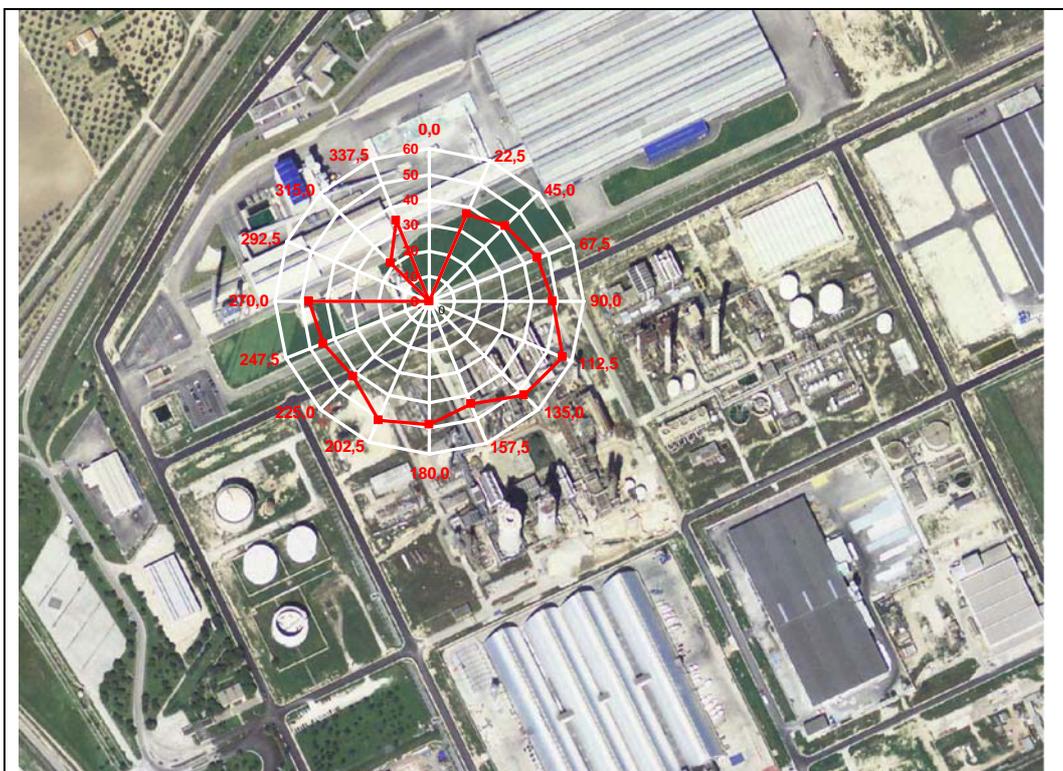
Dalla tabella precedente è evidente che la calma di vento è una condizione favorevole all'innalzamento del livello di tutti gli inquinanti ed in particolare del PM10.

Dai dati riportati nella tabella e nel grafico (la concentrazione riportata è in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) emerge come nel sito non vi sia un'unica direzione prevalente rispetto alle altre, di provenienza del PM10, ma che il contributo al particolato rilevato nel sito proveniente dal settore che va da 207° a 360° è decisamente irrilevante, mentre le concentrazioni più elevate provengono dal settore compreso tra i 110° e i 200° circa; si tenga presente che l'area dei lavori di smantellamento dell'impianto ex Enichem si trova a sud-est rispetto al sito di rilevamento, e che le eventuali emissioni prodotte da tale attività sono da ritenersi di tipo diffuso.

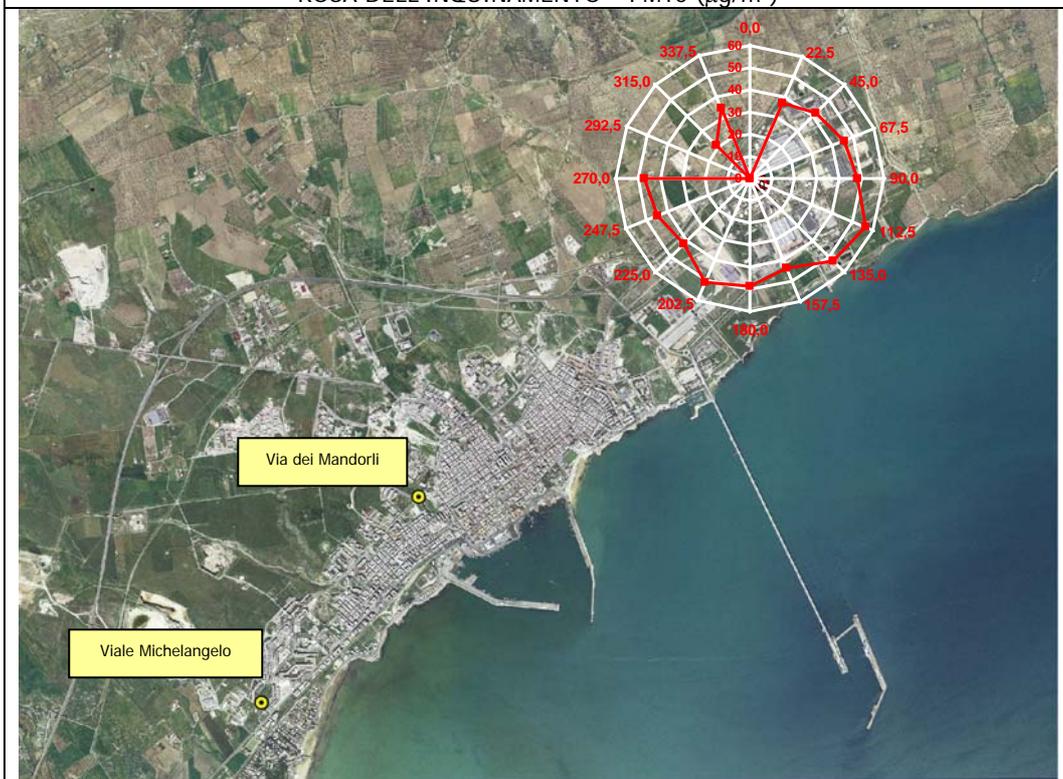
Il sito è influenzato da flussi di traffico molto bassi: la strada più vicina è a circa 300 metri; le caratteristiche dell'area, adibita ad un uso industriale (nelle immediate vicinanze del mezzo vi è l'azienda Manfredonia Vetro, camino alto circa 50 metri) per gli impianti presenti nella zona circostante, fanno sì che il mezzo mobile si possa considerare una stazione *suburbana industriale*.

Di seguito si riporta il grafico del *giorno tipo* per il PM10 nel periodo di osservazione considerato; si riscontra che le concentrazioni più alte durante la giornata si sono avute tra le ore 10 e le ore 16 circa, probabilmente per un risollevarimento di polveri nell'area circostante in questo arco temporale. Anche tale risultato richiama verosimilmente le attività lavorative svolte nelle immediate vicinanze del mezzo mobile.

Non si è verificato nessun caso in cui i valori di concentrazione di PM10 rilevati abbiano superato il valore limite fissato dalla normativa, pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



ROSA DELL'INQUINAMENTO – PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



ROSA DELL'INQUINAMENTO – PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Grafico n. 10 – Giorno tipo relativo alla concentrazione di PM10 rilevata dal mezzo mobile dal 28 settembre al 15 novembre '06 - sito ex Enichem

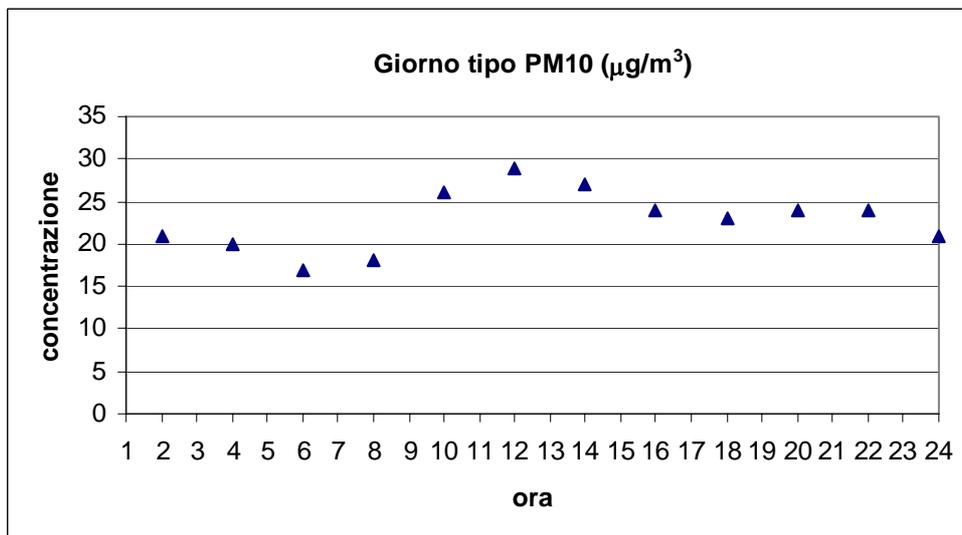
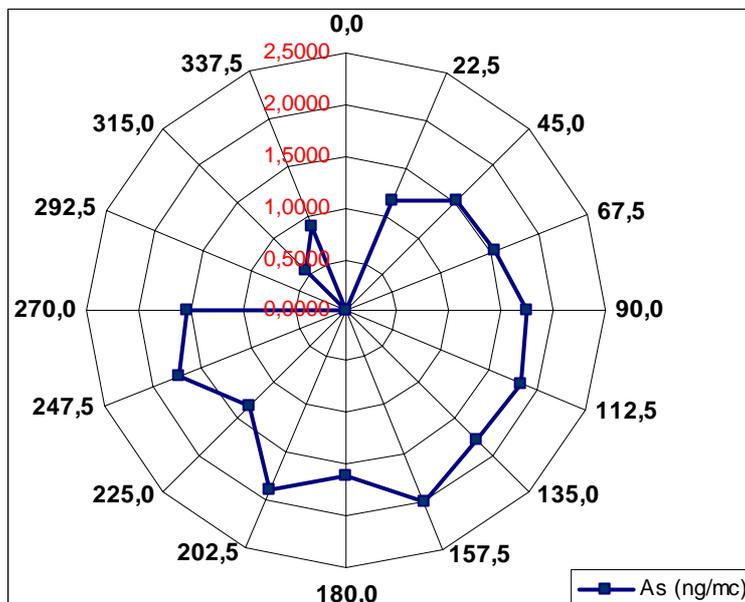
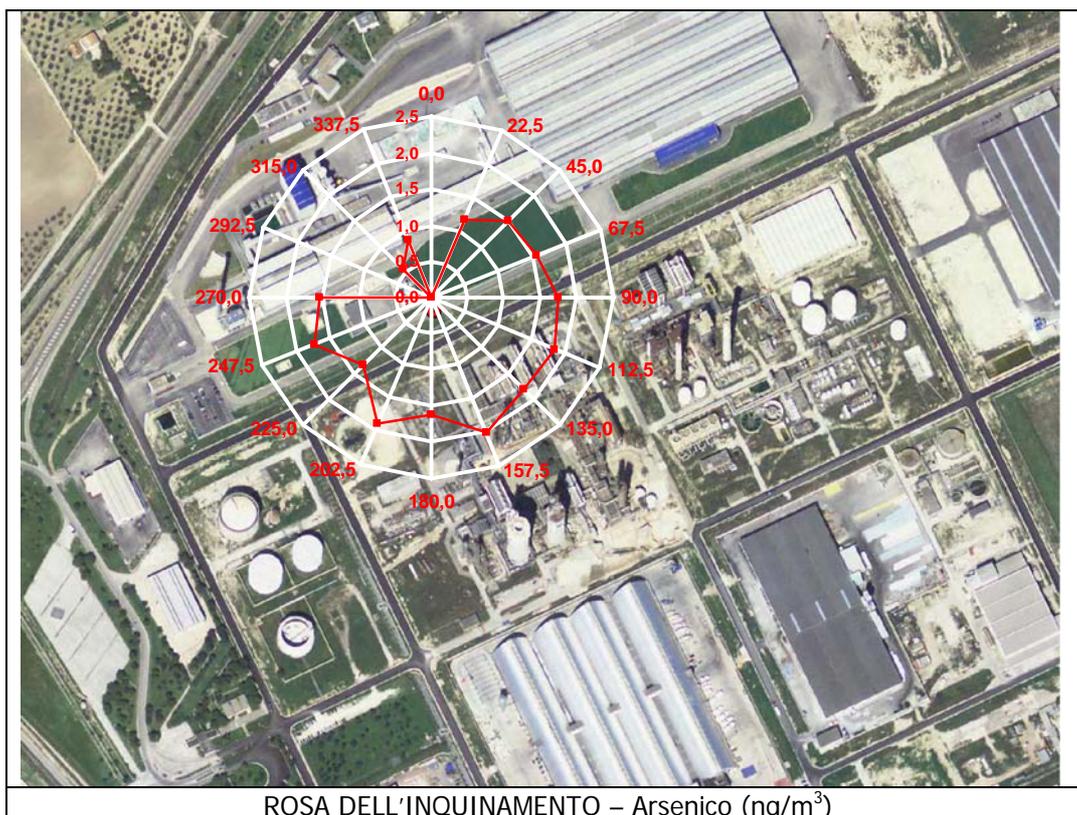


Grafico n. 11 - Rosa dell'inquinamento dell'Arsenico





Anche per l'Arsenico è evidente come nel sito non vi sia una direzione prevalente, rispetto alle altre, di provenienza (la concentrazione riportata è in ng/m³). E' evidente dall'analisi della rosa dell'inquinamento come vi sia un contributo irrilevante dal settore che va dai 270° ai 360° e che le concentrazioni più elevate registrate nel sito provengano dal settore compreso tra i 100° e i 240° circa, ovvero dall'area dei lavori di smantellamento in modo perfettamente analogo al PM10.

In effetti non si riscontra dai dati ottenuti la presenza di una sorgente puntuale di Arsenico, bensì di un contenuto diffuso che comunque non va oltre al valore obiettivo della Direttiva 107/2004, relativa agli ambienti di vita.

Per ciò che riguarda gli **altri parametri meteorologici** monitorati, gli elementi più rilevanti sono i seguenti:

- Nel periodo in cui si è effettuata la campagna di monitoraggio si sono registrate poche precipitazioni, con un valore massimo di 3 mm rilevato il 10 ottobre e precipitazioni di variabile intensità solo nei giorni 28/09, il 5, il 15 ottobre, il 3 e il 13 novembre '06;
- Le temperature registrate, abbastanza elevate per i mesi osservati, sono comprese tra un valore giornaliero medio minimo pari a 7 °C (4 novembre) ed un valore giornaliero medio massimo di 24 °C (4 ottobre '06). Nel corso della campagna si sono registrati valori di radiazione solare globale abbastanza elevati per essere in piena stagione autunnale. Tale situazione climatica contribuisce a determinare elevati livelli di ozono, calcolato come massimo giornaliero della media mobile su 8 ore.

Tabella G - Temperature medie e precipitazioni

DATA	pioggia (mm)	Temperatura (°C)
28/09/2006 1.00	1	22
29/09/2006 1.00	0	21
30/09/2006 1.00	0	21
01/10/2006 1.00	0	21
02/10/2006 1.00	0	21
03/10/2006 1.00	0	22
04/10/2006 1.00	0	24
05/10/2006 1.00	1	21
06/10/2006 1.00	0	21
07/10/2006 1.00	0	20
08/10/2006 1.00	0	20
09/10/2006 1.00	0	20
10/10/2006 1.00	0	20
11/10/2006 1.00	0	19
12/10/2006 1.00	0	19
13/10/2006 1.00	0	19
14/10/2006 1.00	0	19
15/10/2006 1.00	2	18
16/10/2006 1.00	0	18
17/10/2006 1.00	0	15
18/10/2006 1.00	0	15
19/10/2006 1.00	0	16
20/10/2006 1.00	0	17
21/10/2006 1.00	0	19
22/10/2006 1.00	0	20
23/10/2006 1.00	0	18
24/10/2006 1.00	0	22
25/10/2006 1.00	0	21
26/10/2006 1.00	0	18
27/10/2006 1.00	0	16

28/10/2006 1.00	0	19
29/10/2006 1.00	0	19
30/10/2006 1.00	0	18
31/10/2006 1.00	0	16
01/11/2006 1.00	0	15
02/11/2006 1.00	0	13
03/11/2006 1.00	1	8
04/11/2006 1.00	0	7
05/11/2006 1.00	0	8
06/11/2006 1.00	0	F.S.
07/11/2006 1.00	0	15
08/11/2006 1.00	0	14
09/11/2006 1.00	0	14
10/11/2006 1.00	3	13
11/11/2006 1.00	0	12
12/11/2006 1.00	0	12
13/11/2006 1.00	1	13
14/11/2006 1.00	0	13
15/11/2006 1.00	0	14

4. Grafici delle concentrazioni registrate di inquinanti normati rilevati nella campagna di monitoraggio

Grafico n. 12 - Concentrazione massima di CO della media mobile sulle 8 ore (mg/m^3)

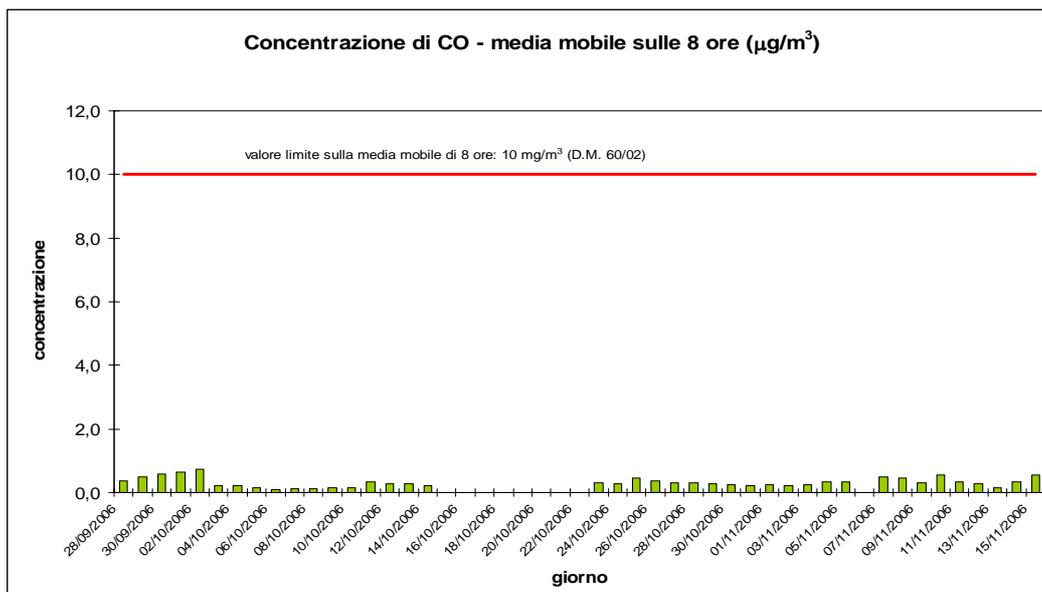


Grafico n. 13 - Concentrazione massima giornaliera della Media Oraria di SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

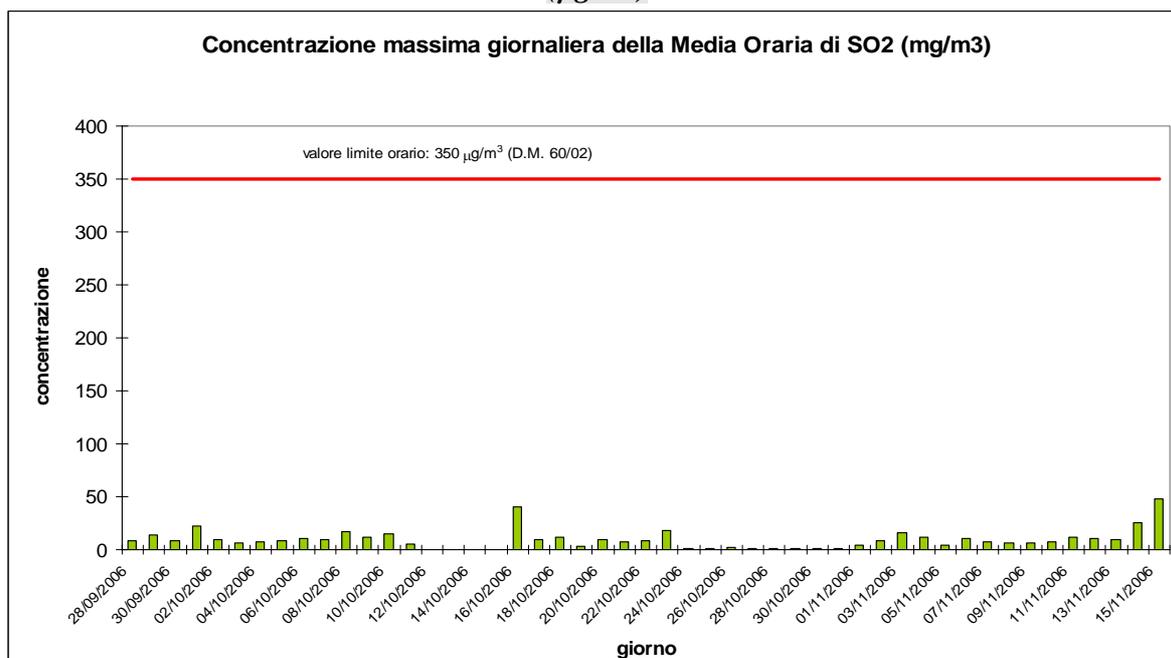


Grafico n. 14 - Concentrazione massima giornaliera della Media Oraria di O₃ (µg/m³)

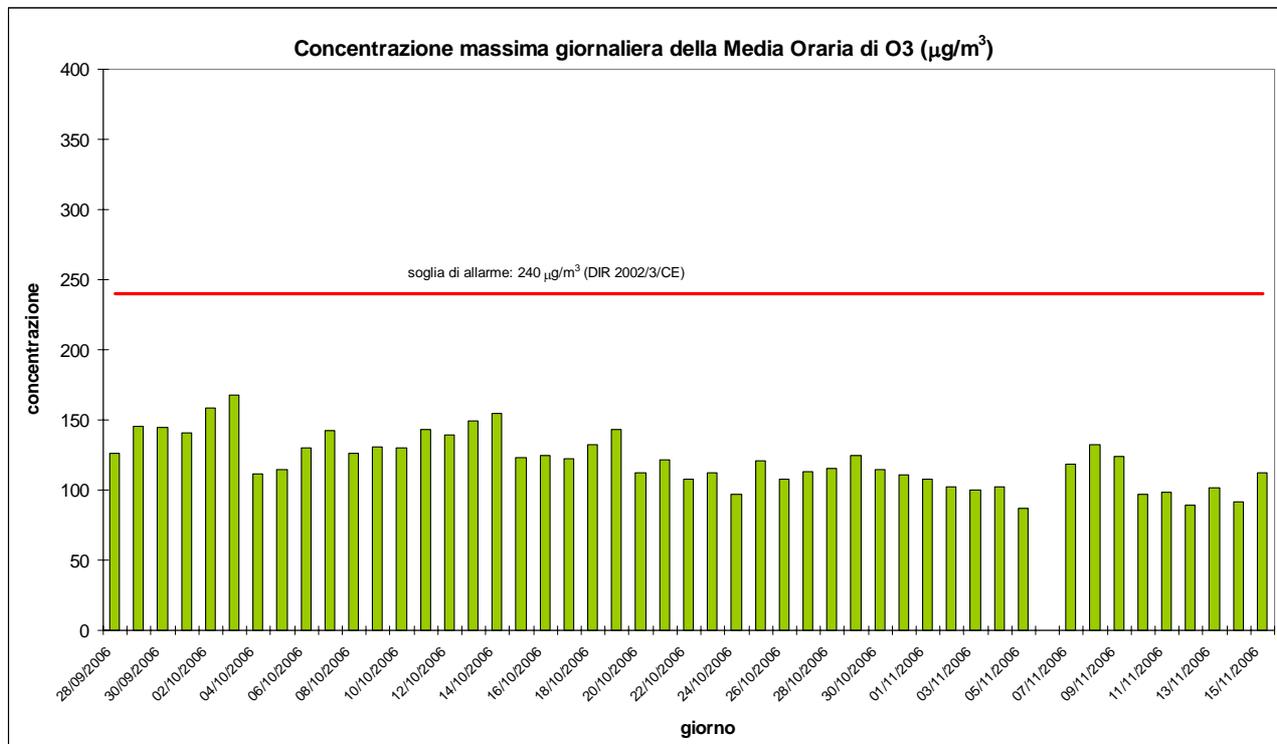


Grafico n. 15 - Concentrazione massima giornaliera della media mobile sulle 8 ore di O₃ (µg/m³)

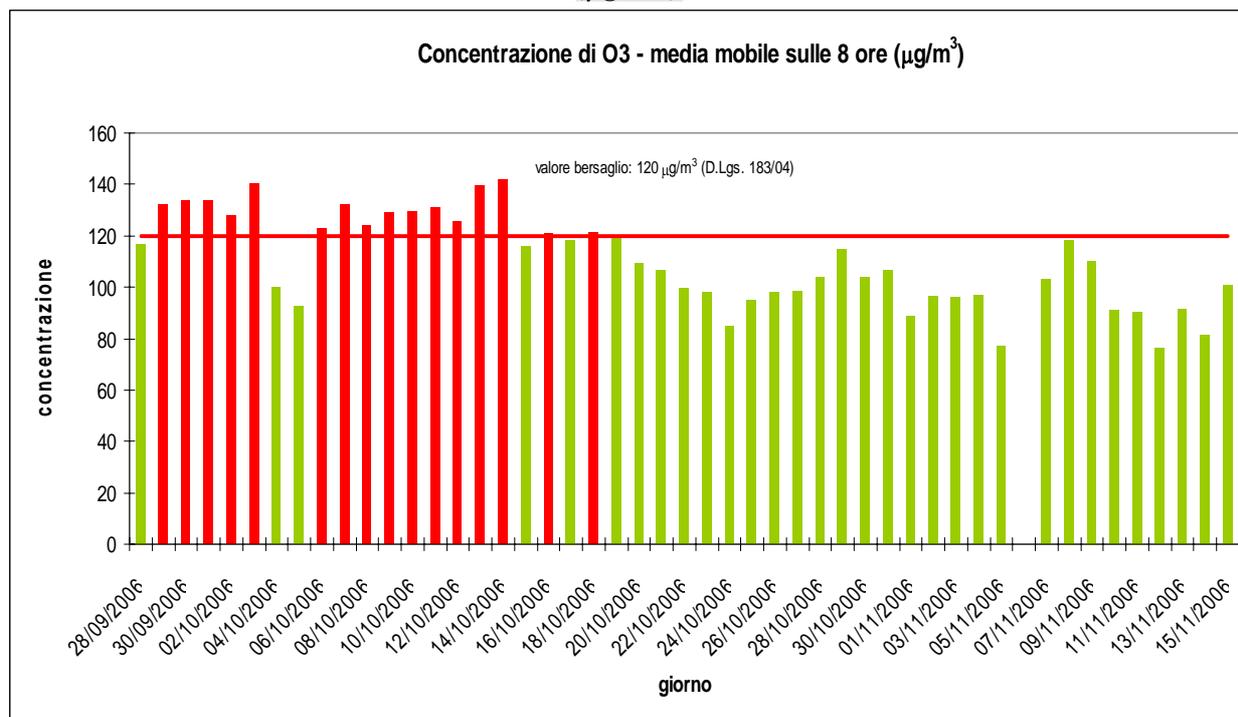


Grafico n. 16 - Concentrazione massima giornaliera della Media Oraria di NO₂ (µg/m³)

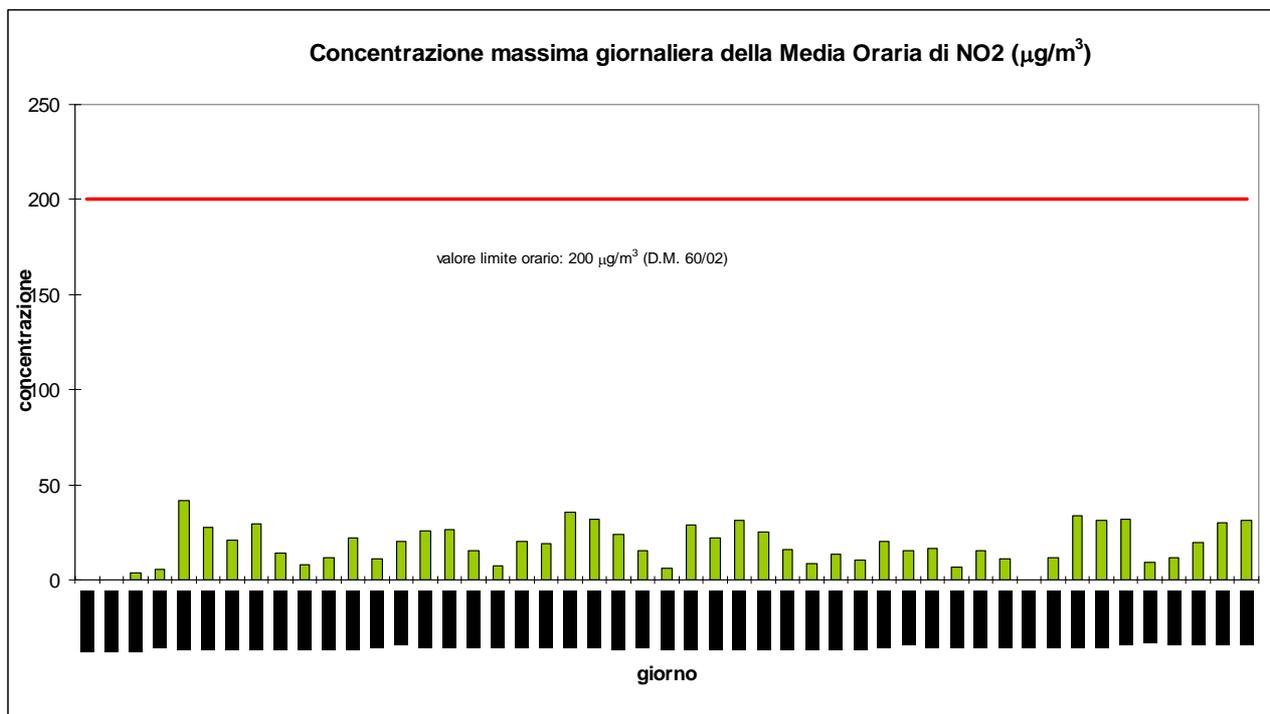


Grafico n. 17 - Concentrazione media giornaliera di Benzene (µg/m³)

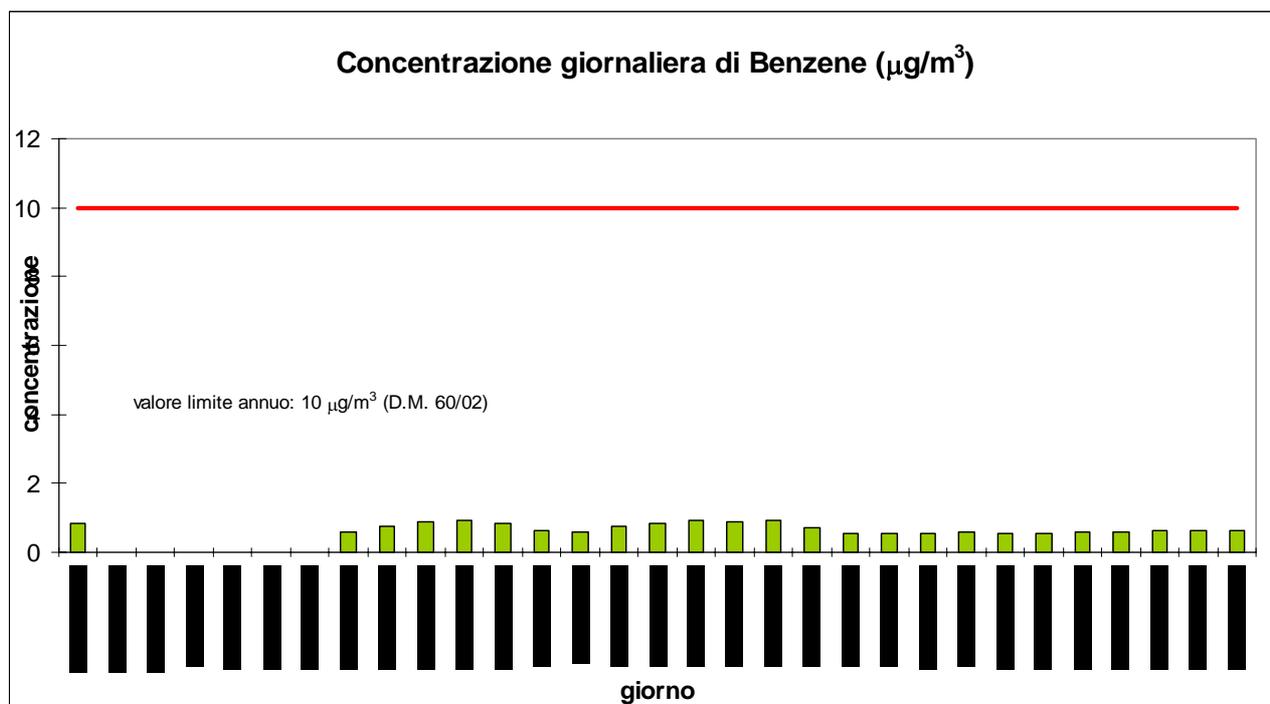
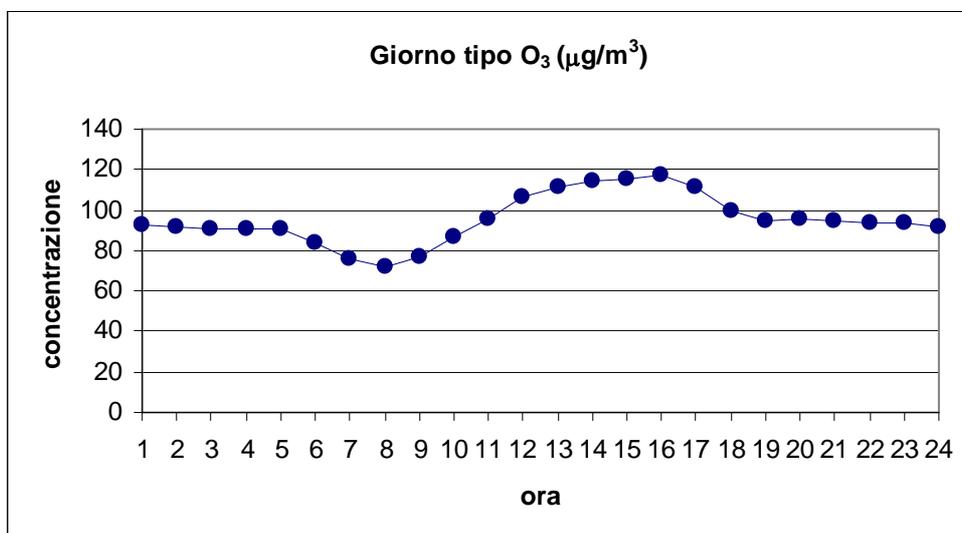


Grafico n. 18 - Giorno tipo O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Nelle ore centrali della giornata, a causa delle elevate temperature registrate e del forte irraggiamento solare, le concentrazioni di ozono rilevate sono superiori a quelle rilevate nel resto della giornata.

5. Informazioni sulla strumentazione e sulle metodologie di analisi

Gli analizzatori presenti sul laboratorio realizzano l'acquisizione, la misura e la registrazione dei risultati in modo automatico (gli orari indicati si riferiscono all'ora solare). Le concentrazioni rilevate sono state normalizzate ad una temperatura di 20°C ed una pressione di 101,3 kPa ai sensi del D.M. 60/02.

Il laboratorio mobile (installato su veicolo FIAT DUCATO, targa CK 711 RT) per il monitoraggio della qualità dell'aria è stato posizionato in un sito all'interno dell'area industriale del Comune di Monte S. Angelo, in presenza di tecnici ARPA, il 27 settembre 2006, data in cui è stata effettuata l'attivazione degli strumenti del laboratorio mobile.

Il 28 settembre sono stati ultimati la calibrazione automatica e manuale e l'allineamento di tutti gli analizzatori presenti sul mezzo. I tecnici della Project Automation hanno inoltre provveduto alla georeferenziazione del sito mediante GPS.

La raccolta di dati validi, e quindi di inizio della campagna di monitoraggio, si ritiene che sia da considerare a partire dal 28 settembre '06.

La ditta preposta alla manutenzione, la Project Automation S.p.A., durante la campagna di monitoraggio ha effettuato alcuni interventi ordinari sulla strumentazione.

Sulla base della dotazione strumentale attuale del laboratorio mobile, si riportano di seguito i principi di funzionamento degli analizzatori di cui lo stesso è equipaggiato:

- SO₂: fluorescenza (Modello 101 A, Teledyne API);
- NO_x: chemiluminescenza con generatore di ozono (Teledyne API);
- CO: assorbimento raggi IR con detector al Silicio (modello 300 E, Teledyne API);
- O₃: assorbimento raggi UV con lampada UV come sorgente luminosa (Teledyne API);
- PM₁₀: assorbimento di raggi β con sorgente emettitrice radioattiva al ¹⁴C e rivelatore Geiger con cicli di prelievo di 12 ore su filtri in fibra di vetro (Environment);
- BTX: Gascromatografia con colonna impaccata Tenax e Rilevatore FID (SRI-ORION Mod. 2000).

I campionamenti ad alto volume per la successiva determinazione gravimetrica della frazione di particolato atmosferico con diametro inferiore a 10 micron PM₁₀ sono stati effettuati con un campionatore "*PM₁₀ High Volume Air Sampler*" della ThermoAndersen, costituito da una pompa di aspirazione che convoglia l'aria verso un sistema di captatori in acciaio inox su cui sono alloggiati i filtri per la raccolta dei campioni.

Il particolato fine è stato aspirato e campionato ad un flusso medio pari a 1,073 m³/minuto per 24 ore al giorno, in media. Si è utilizzato un substrato di raccolta costituito da filtri in fibra di quarzo delle dimensioni di 20.3 X 25.4 mm (whatman QM-A) della porosità di 47 mm condizionati per 48 ore (minimo) a 20°C, poi raffreddati per 24 h in essiccatore con gel di silice e ripesati (controllo del peso).



Al termine del campionamento la procedura di condizionamento è stata ripetuta prima di determinare la massa di particolato raccolta sui filtri mediante bilancia analitica con una precisione di 5 cifre decimali. Le pesate e le procedure di condizionamento sono state svolte presso il laboratorio del Dipartimento dell'ARPA di Foggia.

Per ciò che riguarda le analisi dell'Arsenico nelle polveri campionate, le stesse sono state effettuate dopo mineralizzazione dei campioni con metodo EPA 3051 (mineralizzazione in microonde con ETHOS, reagenti HNO₃, Suprapur, H₂O bidistillata) e analizzati mediante ICP-MS con Standard Interno.

6. Efficienza di campionamento

Durante la campagna di monitoraggio, in tutto il periodo in cui sono stati raccolti i dati, dal 28 settembre al 15 novembre, si sono verificate alcune perdite di dati dovute a problemi tecnici su alcuni analizzatori automatici di inquinanti posti sul mezzo; la percentuale di dati orari validi in alcuni casi è stata inferiore al 90 % così come richiesto dalla normativa (DM 60/02).

La raccolta minima di dati di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, materiale particolato e monossido di carbonio necessaria per raggiungere gli obiettivi per la qualità dei dati fissati dal D.M. 60/02 (Allegato X) per misurazioni in continuo, deve essere del 90% nell'arco dell'intero anno civile, escludendo le perdite di dati dovute alla calibrazione o alla normale manutenzione degli strumenti.

Il d. lgs. 183/04 stabilisce che la percentuale minima per la validità dei dati di concentrazione dell'ozono è pari al 75%.

Nel periodo di monitoraggio la raccolta di dati orari di biossido di zolfo, biossido di azoto, ozono, benzene, PM₁₀ è stata quella indicata nella tabella seguente, per ogni analizzatore automatico:

Tabella H - Efficienza strumentale

ANALIZZATORE AUTOMATICO	PERCENTUALE DI DATI VALIDI (%)
SO ₂	87
NO ₂	79
CO	76
O ₃	93
PM ₁₀	100
BTX	68



Bari, aprile 2007

Il Dirigente U.O. ARIA

Dott. Roberto **GIUA**

Dott. Lorenzo **ANGIULI**

(Task Force MATTM c/o la Direzione Scientifica)

Dott.ssa Alessandra **NOCIONI**

(Task Force MATTM c/o la Direzione Scientifica)