

**Laboratorio Mobile**  
**Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico**  
**COMUNE SESTO ED UNITI** (FRAZIONE CASANOVA DEL MORBASCO)

22/03/2005 - 23/05/2005



---

Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
della Lombardia

## **Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico**

COMUNE DI SESTO ED UNITI (FRAZ. CASANOVA DEL MORBASCO)

### **Gestione e Manutenzione Tecnica del Laboratorio Mobile**

T.P. Arnaldo Bessi .....

T.P. Claudio Fanfoni .....

T.P. Emma Micheli .....

**Relazione**    *redatta*    Dr. Luigi Gatti.....

**Dirigente Aria  
Dip. di Cremona**

Dr. Luigi Gatti

**Dirigente U.O. Sistemi Ambientali  
Dip. di Cremona**

Dr. Giorgio Bolzoni

Nel presente lavoro si discutono i risultati relativi alla campagna di misure condotta con il Laboratorio Mobile tra il 22 marzo 2005 e il 23 maggio 2005 nel Comune di Sesto ed Uniti (fraz .Casanova del Morbasco). Tali misure, richieste dalla Provincia di Cremona con nota del 13 agosto 2004 prot. 162607, rientrano nel Piano di Monitoraggio Ambientale organizzato per conoscere lo stato attuale della qualità dell'aria in una località che sarà interessata dalla realizzazione del primo tratto della Tangenziale Nord di Cremona. La convenzione con la Provincia di Cremona è stata approvata con il decreto n° 441 del 03 giugno 2005.

---

## **Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico** COMUNE SESTO ED UNITI (FRAZ. CASANOVA DEL MORBASCO)

Introduzione	
<b>Laboratorio Mobile</b> .....	pag. 4
<b>Principali Inquinanti atmosferici</b> .....	pag. 4
<b>Normativa</b> .....	pag. 5
Campagna di Misura	
<b>Sito di Misura</b> .....	pag. 7
<b>Principali Sorgenti Emissive</b> .....	pag. 8
<b>Situazione Meteorologica nel periodo di misura</b> .....	pag. 13
<b>Andamento Inquinanti nel periodo di misura</b> .....	pag. 15
<b>Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse</b> .....	pag. 19
<b>Conclusioni</b> .....	pag. 21
<b><i>Allegato Dati Orari</i></b>	pag. 36

# Introduzione

## Laboratorio Mobile

Per la campagna di misura, condotta dall'ARPA Dipartimento di Cremona, è stato utilizzato un Laboratorio Mobile.

La strumentazione presente sul laboratorio permette il rilevamento di:

- Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>);
- Monossido di Carbonio (CO);
- Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>);
- Ozono (O<sub>3</sub>);
- Particolato Fine (PM<sub>10</sub>).

La strumentazione che viene utilizzata in un Laboratorio mobile deve rispondere a determinate caratteristiche previste dalla legislazione regionale (DPR 203/88 e nel DPCM del 28/3/83 e succ. agg.). Anche per le altezze dei prelievi sono fornite indicazioni nazionali e regionali:

- la sonda per il prelievo di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> e CO viene posta a 3,5 metri di quota;
- i sensori meteorologici DV e VV sono posizionati all'altezza di circa 10 metri, mentre i sensori R.SOL. TEMP. UR. PRES e PIOGGIA sono posti all'altezza di circa 3,5 metri.

Il sito di misura prescelto rispetta i criteri di rappresentatività indicati per il posizionamento delle cabine fisse di rilevamento nelle Direttive Regionali (L.R. 13/07/84), nazionali (DPR 31/05/91) e in quelle dell'Istituto Superiore di Sanità (Documento ISTISAN n.89/10)

## Principali inquinanti atmosferici regolati da normative vigenti

Inquinanti	Principali Sorgenti
Biossido di Zolfo* SO <sub>2</sub>	Impianti riscaldamento, centrali di potenza (combustione di prodotti organici di origine fossile, contenenti zolfo)
Biossido di Azoto** NO <sub>2</sub>	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione a causa della combinazione dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici)
Monossido di Carbonio* CO	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili)
Ozono** O <sub>3</sub>	Inquinante di origine fotochimica che si forma principalmente in presenza di ossidi di azoto
Polveri Totali Sospese* PTS	Particelle solide o liquide aerodisperse di origine sia naturale (erosione dal suolo, ecc.) che antropica (processi di combustione)
Particolato Fine*/** PM10	Insieme di particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm, provenienti principalmente da processi di combustione
Idrocarburi non Metanici* NMHC (IPA, Benzene)	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta, in particolare di combustibili derivati dal petrolio )

\* = Inquinante Primario = Inquinante generato da emissioni dirette in atmosfera dovute a fonti naturali e/o antropogeniche;

\*\* = Inquinante Secondario = Inquinante prodotto in atmosfera attraverso reazioni chimiche

## Normativa

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente la normativa stabilisce limiti di concentrazione, a lungo e a breve termine, a cui attenersi. Per quanto riguarda i limiti a lungo termine viene fatto riferimento agli standard di qualità e ai valori limite di protezione della salute umana, della vegetazione e degli ecosistemi (D.P.C.M. 28/3/83 – D.P.R. 24/5/88 – D.M. 25/11/94 – D.M. 2/4/02 – D.L.vo 183/04) allo scopo di prevenire esposizioni croniche. Per gestire episodi d'inquinamento acuto vengono invece utilizzate le soglie del D.M.2/4/02.

Nota: tra parentesi sono indicati i margini di tolleranza validi per l'anno 2005

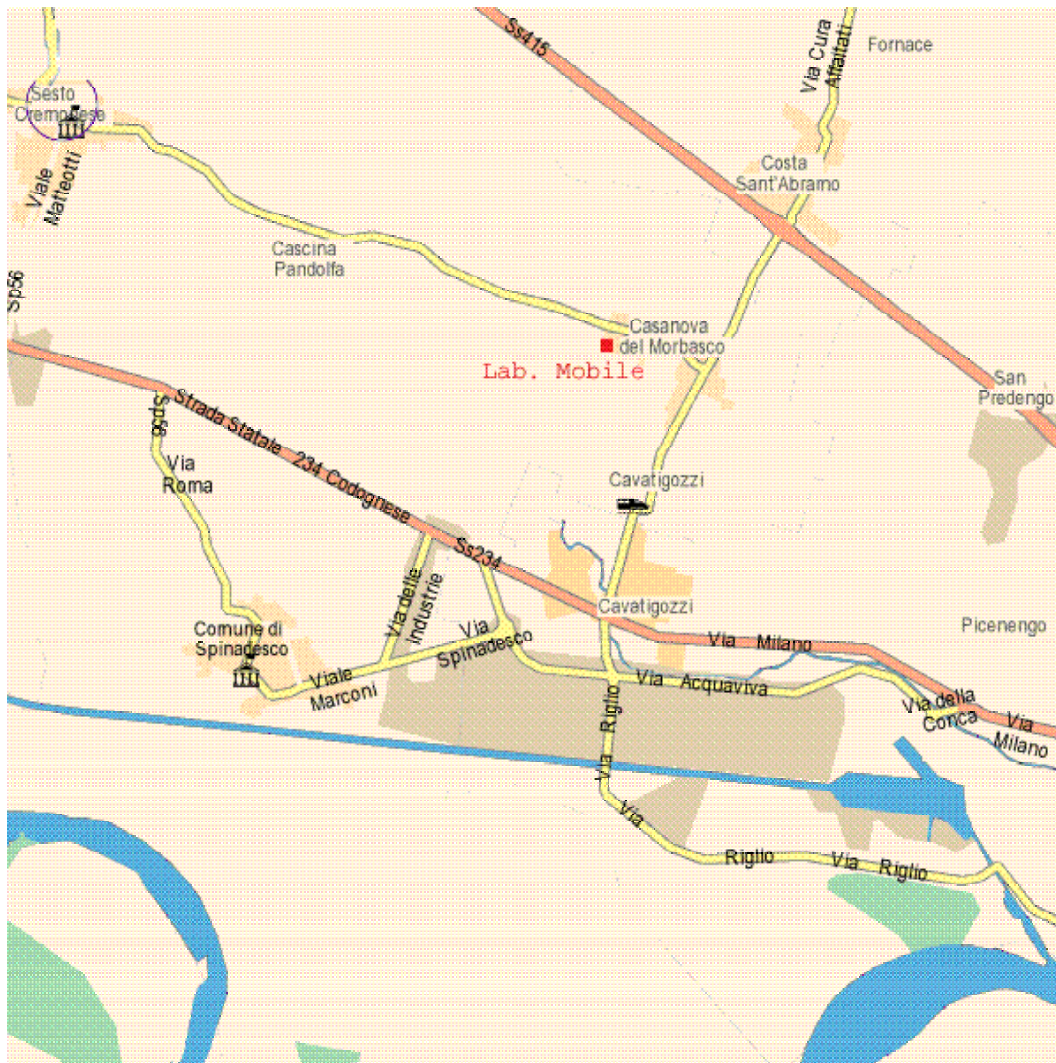
<b>Biossido di Zolfo</b>	<b>Valore Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Legislazione</b>
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile) <b>350</b>	1 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile) <b>125</b>	24 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione ecosistemi <b>20</b>	Anno civile e inverno (1 ott – 31 mar)	D.M. 2/4/02
	Soglia di allarme <b>500</b>	1 h (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. 2/4/02
<b>Biossido di Azoto</b>	<b>Valore Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Legislazione</b>
	Standard di qualità (98° percentile rilevato durante l'anno civile) <b>200</b>	1 h	D.P.R. 24/5/88
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile) <b>200 (+50)</b>	1 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana <b>40 (+10)</b>	Anno civile	D.M. 2/4/02
	Soglia di allarme <b>400</b>	1 h (rilevati su 3 ore consecutive)	D.M. 2/4/02
<b>Ossidi di Azoto</b>	<b>Valore Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Legislazione</b>
	Valore limite protezione vegetazione <b>30</b>	Anno civile	D.M. 2/4/02
<b>Monossido di Carbonio</b>	<b>Valore Limite (<math>\text{mg}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Legislazione</b>
	Valore limite protezione salute umana <b>10</b>	8 h	D.M. 2/4/02
<b>Ozono</b>	<b>Valore Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Legislazione</b>
	Obiettivo a lungo termine per la salvaguardia della salute umana <b>120</b>	8 h	D.L.gs.21/5/04
	Soglia di informazione <b>180</b>	1 h	D.L.gs.21/5/04
	Soglia di allarme <b>240</b>	1 h	D.L.gs.21/5/04

<b>Particolato Fine PM10</b>	<b>Valore Obiettivo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Legislazione</b>
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile) <b>50</b>	24 h	D.M. 2/4/02
	Valore limite protezione salute umana <b>40</b>	Anno civile	D.M. 2/4/02
<b>Idrocarburi non Metanici</b>	<b>Valore Obiettivo (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Periodo di mediazione</b>	<b>Legislazione</b>
<b>Totali</b>	Valore obiettivo <b>200</b>	3 h consecutive*	DPCM 28/3/83
<b>Benzene</b>	Valore obiettivo <b>5 (+5)</b>	Anno civile	D.M. 2/4/02
<b>Benzo(a)pirene</b>	Valore obiettivo <b>0,001</b>	Anno civile	DM. 25/11/94

Gli obiettivi di qualità su base annua delle concentrazioni di IPA fanno riferimento alle concentrazioni di benzo(a)pirene. (D.M. 25/11/94)

\*Da adottarsi soltanto nelle zone e nei periodi dell'anno nei quali si siano verificati superamenti significativi dello standard dell'aria per l'ozono

## Campagna di Misura



**Periodo di misura: 22/03/2005 – 23/05/2005**

**Sito di misura: Sesto ed Uniti (fraz. Casanova del Morbasco)**

Casanova del Morbasco (fraz. di Sesto ed Uniti) dista circa 3 chilometri da Sesto Cremonese in direzione sud-est e 5 km da Cremona in direzione nord-ovest. L'abitato di Casanova del Morbasco, è lontano sia da insediamenti produttivi importanti, sia da vie di comunicazione ad elevata densità di traffico; infatti le SS 415 Paullese e SS 234 Codognese, che nei pressi di Cremona scorrono quasi parallele, distano entrambi circa 1 Km, la prima in direzione nord, la seconda in direzione sud e l'area industriale di Cremona che si affaccia su Via Acquaviva è ancora più a sud della SS Codognese.

Il Laboratorio Mobile è stato posizionato nel parcheggio di via Don Milani, vicino al campo sportivo. Il sito di misura si presta molto bene per verificare eventuali variazioni della qualità dell'aria in conseguenza delle variazioni dei flussi di traffico che verranno provocati dall'apertura del primo tratto della tangenziale nord di Cremona, meglio nota come "Peduncolo".

## Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Sesto ed Uniti è stato utilizzato l'inventario regionale, denominato INEMAR (INventario EMISSIONI ARia). Nell'ambito di tale inventario la suddivisione delle sorgenti avviene per attività emissive: la classificazione utilizzata fa riferimento ai macrosettori relativi all'inventario delle emissioni in atmosfera dell'Agenzia Europea per l'Ambiente CORINAIR (COOrdination INformation AIR).

- Combustione per produzione di energia e trasformazione dei combustibili
- Combustione non industriale
- Combustione nell'industria
- Processi produttivi
- Estrazione e distribuzione combustibili
- Uso di solventi
- Trasporto su strada
- Altre sorgenti mobili e macchinari
- Trattamento e smaltimento rifiuti
- Agricoltura
- Altre sorgenti e assorbimenti

Per ciascun macrosettore vengono presi in considerazione diversi inquinanti: sia quelli che fanno riferimento alla salute, sia quelli per i quali è posta particolare attenzione in quanto considerati gas ad effetto serra:

- Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)
- Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)
- Composti Organici Volatili non Metanici (NMCOV)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Biossido di Carbonio (CO<sub>2</sub>)
- Ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- Protossido di Azoto (N<sub>2</sub>O)
- Polveri Totali Sospese (PTS) o polveri con diametro inferiore ai 10 µm (PM<sub>10</sub>)

La metodologia utilizzata per la costruzione dell'inventario è ben illustrata nel sito internet <http://www.arpalombardia.it/inemar/inemarhome.htm>. In pratica l'inventario è una raccolta, realizzata secondo procedure e metodologie verificabili e aggiornabili, di informazioni e dati tecnologici, economici e territoriali, che permette di individuare le fonti di inquinamento, la loro localizzazione con disaggregazione provinciale e comunale, la quantità e la tipologia di inquinanti emessi. Il metodo ideale per la realizzazione di un inventario delle emissioni prevederebbe la quantificazione diretta, tramite misura, di tutte le emissioni dei diversi tipi di sorgente per l'area e il periodo di interesse. Tale approccio, definito "analitico", è utilizzabile solo per alcune tipologie di inquinanti (es. biossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, etc.) e di sorgenti, in genere grandi impianti industriali (es. centrali termoelettriche, inceneritori, cementifici etc.) le cui emissioni sono generalmente molto rilevanti e per questo controllate mediante sistemi di monitoraggio in continuo. I dati generati da questi sistemi, dopo opportuna elaborazione, forniscono l'emissione complessiva della sorgente. Invece per la maggior parte delle tipologie di sorgenti l'emissione viene stimata sulla base di un indicatore, che caratterizza l'attività della sorgente, e di un fattore di emissione, specifico del tipo di sorgente, di processo industriale e della tecnologia di depurazione adottata. Questo metodo si fonda sull'esistenza di una relazione lineare fra l'attività della sorgente e l'emissione che può essere ricondotta alla seguente equazione:  $E_i = A \cdot FE_i$

Dove:

$E_i$  = emissione dell'inquinante  $i$  (g/anno)

$A$  = indicatore dell'attività

**FE<sub>i</sub>** = fattore di emissione dell'inquinante i (g/ton di prodotto)

La bontà di questa stima dipende dalla precisione dei fattori di emissione, che è tanto maggiore quanto più si scende nel dettaglio dei singoli processi produttivi, utilizzando specifici fattori di emissione caratteristici della tipologia impiantistica.

Questo tipo di approccio viene utilizzato per la stima delle emissioni su aree molto vaste (es. regione), quando è necessario conoscere le emissioni generate da aree di minori dimensioni (es. provincia, comune) la stima viene ricavata dalle emissioni calcolate per l'area maggiore. L'operazione di disaggregazione viene effettuata sulla base di alcuni indicatori, chiamati "variabili proxy" o anche "variabili surrogate", ritenuti in grado di rappresentare la distribuzione quantitativa delle diverse emissioni nel territorio. Esempi di variabili proxy per ottenere stime di emissioni locali sono il numero di abitanti del comune e quello della regione, oppure il rapporto tra la produzione locale e quella regionale per una specifica attività. Ne consegue che la valutazione a livello comunale del contributo emissivo delle varie sorgenti sarà tanto più rappresentativa della situazione reale quanto più la variabile proxy utilizzata è in grado di esprimere il peso relativo delle sorgenti locali. Pertanto i dati ottenibili da INEMAR per il dettaglio comunale rappresentano un'interessante base di conoscenza per affrontare il problema delle emissioni locali, ma potrebbero contenere alcune imprecisioni, che una lettura attenta di chi conosce la realtà locale può fare emergere.

Per questi motivi, la lettura delle tabelle e dei grafici seguenti deve tener conto di quanto finora argomentato, ricordando che le elaborazioni che definiscono i contributi delle singole sorgenti all'inquinamento atmosferico nel comune di **Sesto Cremonese ed Uniti** sono tratte dall'aggiornamento 2001 di INEMAR.

I dati sono stati elaborati al fine di definire i contributi delle singole sorgenti all'inquinamento atmosferico. Per i principali inquinanti sono state valutate le loro principali fonti emmissive all'interno del Comune di Sesto Cremonese ed Uniti.

Le emissioni di **biossido di zolfo** derivano per il 58%, pari a 2,3 t/anno, da "altre sorgenti mobili e macchinari". Il "trasporto su strada" e la "combustione non industriale" apportano entrambe un contributo di 0,7 t/anno pari al 17% - 18% del totale, il restante 7% deriva dalla "combustione nell'industria".

**Monossido di carbonio e ossidi di azoto.** Per le emissioni di monossido di carbonio nel Comune di Sesto Cremonese ed Uniti la stima complessiva è di 150,6 t/anno, di cui 88,6 t/anno (59%) sono dovute al "trasporto su strada". Il secondo macrosettore in ordine di importanza è rappresentato dalla "combustione non industriale" con 52,6 t/anno, pari al 35% del totale. Il restante 6% è dovuto alla somma dei contributi di "altre sorgenti mobili e macchinari": 7,2 t/anno che rappresentano poco meno del 5% e della "combustione nell'industria": 2 t/anno che rappresentano poco più dell'1%.

Per gli ossidi d'azoto la stima delle emissioni complessive ammonta a 61,5 t/anno e, come per il monossido di carbonio, una delle fonti emmissive più importanti di ossidi di azoto è rappresentata dal "trasporto su strada" che contribuisce con 29 t/anno, corrispondenti a circa il 47% del totale.

Un altro macrosettore molto importante per questo tipo di inquinante è rappresentato da "altre sorgenti mobili e macchinari" con 19,9 t/anno pari al 32% del totale.

I macrosettori corrispondenti alla "combustione nell'industria" e alla "combustione non industriale" apportano rispettivamente 6,6 t/anno (11%) e 4,1 t/anno (7%). Il macrosettore "agricoltura" apporta il rimanente 3% corrispondente a 1,9 t/anno.

Per quanto riguarda il **particolato fine (PM<sub>10</sub>)**, le emissioni stimate complessivamente per il Comune di Sesto Cremonese ed Uniti corrispondono a 13,2 t/anno ed il macrosettore che contribuisce in misura maggiore è rappresentato da "altre sorgenti mobili e macchinari" con 3,1 t/anno, pari al 31% del totale. Seguono poi i macrosettori "agricoltura" con 2,9 t/anno, che incide per il 28%, e il "trasporto su strada" che apporta 2,2 t/anno, pari al 22%. La "combustione non industriale" apporta 1,3 t/anno, corrispondenti al 13%, mentre il restante 6% è dato dalla somma dei contributi apportati dai macrosettori "uso di solventi" e "combustione nell'industria" con 0,3 t/anno cad. e "altre sorgenti e assorbimenti" con 0,1 t/anno.

Le emissioni stimate di Composti Organici Volatili, **COV**, ammontano complessivamente a circa 67,3 ton/anno; i contributi maggiori derivano dai macrosettori "uso di solventi" con 31,7 t/anno, pari al 47% del totale e "trasporto su strada" con 18,2 t/anno pari al 27%. I macrosettori "processi produttivi" e "combustione non industriale" seguono i primi due apportando rispettivamente 5,6 t/anno pari al 8% del totale e 4,4 t/anno pari al 7% del totale. Un altro 5%, corrispondente a 3,2 t/anno, è fornito dal macrosettore "altre sorgenti mobili e macchinari", mentre il restante 6% è apportato dalla somma di tre macrosettori: "altre sorgenti e assorbimenti", "agricoltura" ed "estrazione e distribuzione combustibili".

Le stime dei contributi delle varie fonti per gli inquinanti descritti sopra, all'interno del Comune di Sesto Cremonese ed Uniti, sono riepilogate in termini assoluti nelle tabella seguente, mentre nel grafico a barre sono rappresentati i contributi percentuali. In una successiva tabella, per confronto, si riportano anche le stime riferite all'intera Provincia di CREMONA.

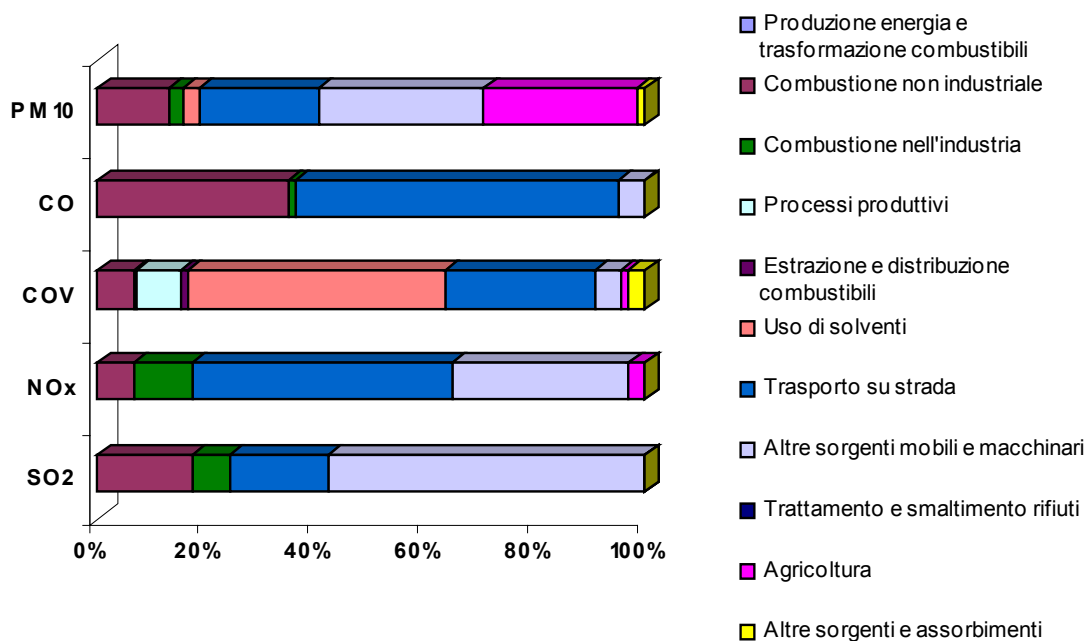
## Comune di Sesto ed Uniti

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO <sub>2</sub> t/anno	NO <sub>x</sub> t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM <sub>10</sub> t/anno
Produzione energia e trasform. combustibili	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Combustione non industriale	0,7	4,1	4,4	52,6	1,3
Combustione nell'industria	0,3	6,6	0,3	2,0	0,3
Processi produttivi	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0
Estrazione e distribuzione combustibili	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0
Uso di solventi	0,0	0,0	31,7	0,0	0,3
Trasporto su strada	0,7	29,0	18,2	88,6	2,2
Altre sorgenti mobili e macchinari	2,3	19,9	3,2	7,2	3,1
Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agricoltura	0,0	1,9	1,0	0,0	2,9
Altre sorgenti e assorbimenti	0,0	0,0	2,1	0,2	0,1
<b>TOTALE</b>	<b>4,0</b>	<b>61,5</b>	<b>67,4</b>	<b>150,6</b>	<b>10,2</b>

## Provincia di Cremona

DESCRIZIONE MACROSETTORE	SO <sub>2</sub> t/anno	NO <sub>x</sub> t/anno	COV t/anno	CO t/anno	PM <sub>10</sub> t/anno
<b>Produzione energia e trasform. combustibili</b>	2.763	797	21	49	96
<b>Combustione non industriale</b>	134	578	514	6.076	158
<b>Combustione nell'industria</b>	152	1.780	113	801	68
<b>Processi produttivi</b>	65	106	3.028	1.016	128
<b>Estrazione e distribuzione di combustibili</b>	0	0	493	0	0
<b>Uso di solventi</b>	0	27	4.340	0	18
<b>Trasporto su strada</b>	95	3.824	2.398	13.164	302
<b>Altre sorgenti mobili e macchinari</b>	131	1.062	172	389	168
<b>Trattamento e smaltimento rifiuti</b>	3	52	1	3	1
<b>Agricoltura</b>	0	101	31	32	108
<b>Altre sorgenti e assorbimenti</b>	0	0	770	27	17
	<b>3.342</b>	<b>8.327</b>	<b>11.881</b>	<b>21.556</b>	<b>1065</b>

### Comune di Sesto ed Uniti Contributi Percentuali di ogni Macrosettore alle Emissioni Annuali dei vari inquinanti



## Situazione meteorologica nel periodo di misura

Qui di seguito viene descritta la situazione meteorologica del periodo di misura, 22 Marzo 2005 – 23 Maggio 2005 analizzando l'andamento dei parametri rilevati.

L'ultima decade di Marzo è stata caratterizzata dal transito sull'Italia settentrionale di sistemi depressionari accompagnati da piogge di debole intensità, a cui è seguito un breve periodo con pressione livellata che ha favorito lo sviluppo dei primi temporali del 2005.

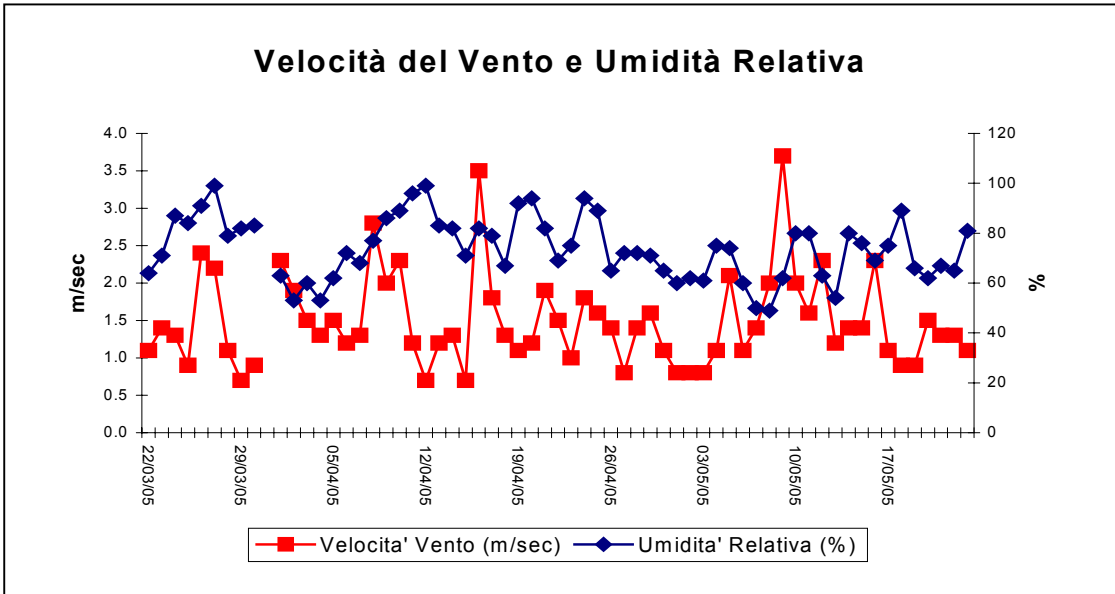
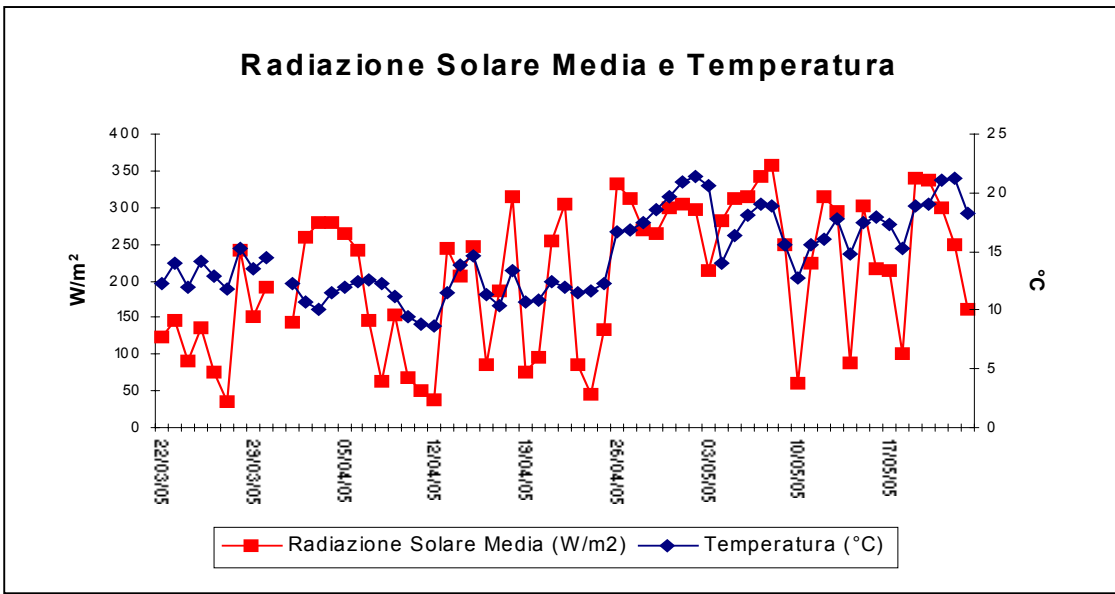
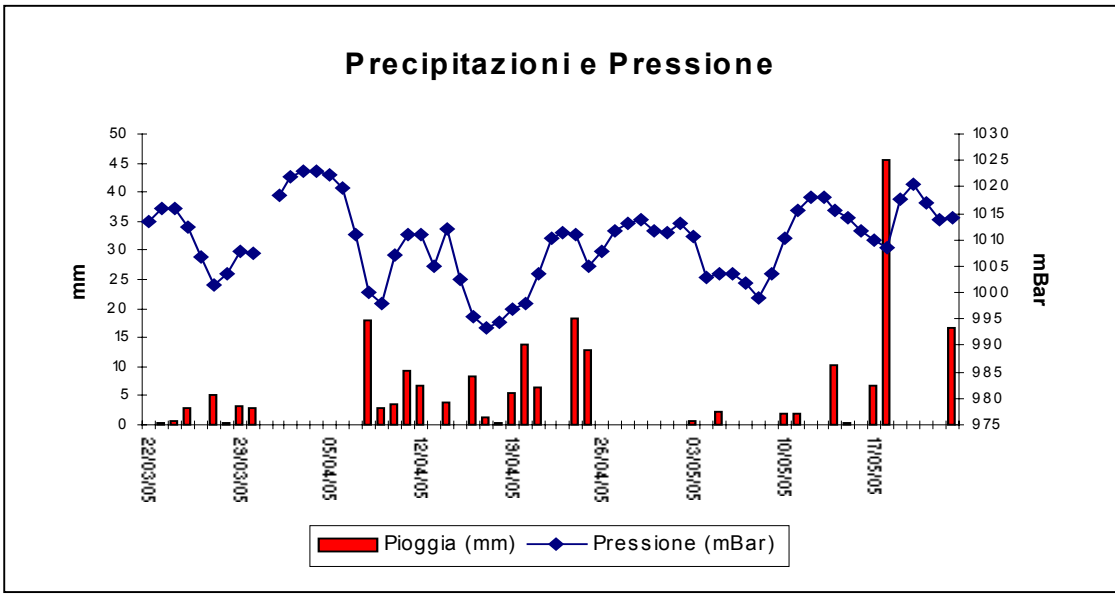
Nel mese di aprile invece, dopo i primi giorni assolati e con temperature miti si sono alternati lunghi periodi di freddo e maltempo con brevi ondate di caldo fino alla metà della terza decade, poi con il ritorno del bel tempo negli ultimi giorni del mese si è avuto un deciso innalzamento della temperatura fino a livelli quasi estivi. L'alternanza di periodi di tempo perturbato con altri di bel tempo sono stati la conseguenza di un andamento barico molto variabile, evidenziato da frequenti e ampie variazioni della pressione. Il brutto tempo si è manifestato, in particolare nella parte centrale del mese, con frequenti giornate di pioggia in taluni casi caduta anche in misura abbondante: complessivamente si sono avuti 12 giorni con eventi piovosi, spesso in presenza di venti forti e fenomeni temporaleschi, di cui 5 con precipitazioni maggiori di 10 mm di pioggia. Nonostante vi siano state giornate con vento forte, come nei giorni 1 – 8 – 9 – 10 e 16, rispettivamente con velocità medie giornaliere del vento di 2,3 – 2,8 – 2,0 – 2,3 e 3,5 m/s e punte massime orarie pari a 3,6 – 4,7 – 4,3 – 5,2 e 7,8 m/s, la media mensile è stata di 1,5 m/s, quindi non particolarmente elevata. Nonostante la frequente copertura del cielo la media mensile della radiazione solare, 191 W/m<sup>2</sup>, è risultata maggiore della media di 178 W/m<sup>2</sup> degli ultimi 24 anni (fonte Dipartimento di Milano), provocando i primi superamenti del "valore bersaglio per la protezione della salute" di 120 µg/m<sup>3</sup> come media di 8 ore.

Il bel tempo che si era presentato alla fine di Aprile è proseguito anche nella prima decade di Maggio con alcune giornate caratterizzate da temperature massime maggiori di 28 - 29°C. Nella seconda decade, invece si è assistito ad un susseguirsi di giorni sereni alternati ad altri molto nuvolosi con piogge di breve durata, talvolta di tipo temporalesco, e repentine diminuzioni di temperatura, specie in quelle massime. Analogamente a quanto verificatosi nel mese di Aprile, anche nel mese di Maggio la pressione ha mostrato un andamento caratterizzato da variazioni molto ampie con tendenza ad un graduale smorzamento sul finire della campagna. L'attività anemologica, con una media di 1,5 m/s, è stata pari alla media di aprile, ma il numero di giornate con velocità media superiore a 2.0 m/s in poco più di tre settimane è risultato maggiore di tutte quelle del mese precedente: infatti, oltre alle solite giornate con media di velocità del vento minore o di poco superiore a 1 m/s, ci sono stati giorni con vento forte, come nel caso dei giorni 5 – 8 – 9 – 10 – 12 e 16, rispettivamente con velocità medie giornaliere del vento pari a 2,1 – 2,0 – 3,7 – 2,0 – 2,3 e 2,3 e massime orarie di 4,2 – 4,3 – 4,9 – 3,9 – 4,7 e 4,0 m/s.

Sintetizzando, le condizioni meteo della campagna non sono state particolarmente sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti, specie per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, ma nelle giornate assolate, già a partire dai primi giorni del mese di Aprile, si sono create le condizioni per provocare i primi superamenti del livello di protezione della salute dell'ozono di 120 µg/m<sup>3</sup> come media di 8 ore .

Relativamente ai principali parametri meteo rilevati nel periodo di misura dalla strumentazione installata a bordo del laboratorio mobile, qui di seguito si riportano in grafico gli andamenti dei seguenti parametri:

- Precipitazione (mm) e Pressione (mBar)
- Radiazione Solare media (W/m<sup>2</sup>) e Temperatura (°C)
- Velocità Vento (m/s) e Umidità Relativa (%)



## Andamento inquinanti nel periodo di misura

Dal 22 marzo 2005 al 23 maggio 2005 è stata realizzata nel Comune di Sesto ed Uniti, con l'ausilio del laboratorio mobile, una campagna di monitoraggio della Qualità dell'Aria. Il Laboratorio mobile è stato posizionato in località Casanova del Morbasco nel parcheggio di via Don Milani, via fiancheggiata da villette a schiera di altezza modesta che non rappresentano un ostacolo per la diffusione degli inquinanti originati al suolo, nelle vicinanze del campo sportivo.

Gli andamenti nel tempo delle concentrazioni dei diversi inquinanti in un certo periodo sono funzione, oltre che della presenza o meno di sorgenti emissive, anche delle condizioni meteorologiche che s'instaurano durante il periodo stesso.

Come regola generale occorre tenere presente che durante la stagione più calda le concentrazioni degli inquinanti, quali SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e CO tendono a mantenersi su livelli di fondo più bassi se confrontate con i rispettivi del periodo invernale, periodo quest'ultimo in cui il funzionamento degli impianti di riscaldamento e l'accensione a freddo dei motori determina una maggiore emissione degli inquinanti. La presente campagna di rilevamento a Sesto ed Uniti (fraz. Casanova del Morbasco) è stata effettuata in piena stagione primaverile, in un periodo in cui le condizioni climatiche sono solitamente favorevoli alla dispersione della maggior parte degli inquinanti, ma nello stesso tempo aumenta l'attività fotochimica dell'atmosfera e quindi la formazione di ozono. Infatti si sono verificati pochi casi di superamento del Valore Limite per la Protezione della salute di 50 µg/m<sup>3</sup> per il PM<sub>10</sub>, tutti concentrati nei primi giorni di misura, però con le prime giornate soleggiate di aprile si sono create le condizioni adatte per provocare incrementi di concentrazione di ozono fino a superare il Valore bersaglio per la protezione della salute per l'Ozono di 120 µg/m<sup>3</sup> come media di 8 ore.

La strumentazione presente sul laboratorio mobile ha permesso il monitoraggio a cadenza oraria dei seguenti inquinanti gassosi: biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi d'azoto (NO e NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), monossido di carbonio (CO) e particolato fine (PM<sub>10</sub>).

Le concentrazioni misurate sono state confrontate con le concentrazioni corrispondenti rilevate dalle stazioni appartenenti alla rete fissa della provincia di Cremona.

La presenza in aria di **biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)** deriva generalmente dalla combustione dello zolfo contenuto nei combustibili fossili. Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha permesso di migliorare la qualità dei combustibili diminuendo notevolmente il tenore di zolfo in essi contenuto, inoltre la progressiva diffusione del metano, combustibile a contenuto di zolfo praticamente nullo, sia per gli impieghi domestici, che per gli usi nell'industria, ha contribuito ad abbassare notevolmente le concentrazioni di SO<sub>2</sub> presente nelle atmosfere urbane. In questi ultimi anni, grazie soprattutto all'impiego quasi capillare del gas metano, le concentrazioni di biossido di zolfo sono costantemente inferiori ai limiti legislativi previsti.

I livelli di questo inquinante registrati durante il periodo di misura dalla postazione di Sesto ed Uniti sono rimasti ben al di sotto del Valore Limite di Protezione della salute (125 µg/m<sup>3</sup> come media di 24 ore), infatti la massima concentrazione media giornaliera non ha superato i 5 µg/m<sup>3</sup> e la media del periodo è risultata 2 µg/m<sup>3</sup>. Valori analoghi sono stati registrati in tutte le stazioni di misura della rete fissa provinciale.

L'andamento del giorno tipo presenta una modulazione simile per tutte e tre le tipologie di giornata con un leggero aumento delle concentrazioni nelle ore centrali rispetto ai livelli notturni, che appare un po' più marcato nei giorni festivi tra le ore 12:00 e le 14:00.

Gli **ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>)** vengono prodotti nelle reazioni di combustione, sia quelle che si verificano negli impianti di riscaldamento o negli impianti industriali, sia quelle che avvengono nei motori a scoppio e diesel degli autoveicoli, in massima parte per la combinazione dell'azoto e dell'ossigeno presenti nell'eccesso di aria comburente. Per quanto riguarda il traffico autoveicolare, le

emissioni maggiori di questi inquinanti si hanno quando i motori lavorano ad elevato numero di giri, cioè in fase di accelerazione e/o di marcia sostenuta.

Al momento dell'emissione il rapporto in volume tra NO<sub>2</sub> e NO è nettamente a favore di quest'ultimo.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, tuttavia viene misurato in quanto oltre a trasformarsi in tempi brevi in NO<sub>2</sub>, le sue emissioni contribuiscono ai processi fotochimici per la produzione di O<sub>3</sub> troposferico. Per il biossido di azoto sono invece previsti valori a cui attenersi.

Durante il periodo di misura le concentrazioni di NO<sub>2</sub> rilevate a Sesto ed Uniti non hanno fatto registrare superamenti del limite normativo, la media del periodo è stata di 22 µg/m<sup>3</sup> mentre il valore massimo orario si è attestato sui 96 µg/m<sup>3</sup>. La stazione della rete in cui sono stati rilevati i valori maggiori è stata Cremona Libertà: 41 µg/m<sup>3</sup> la media del periodo e 137 µg/m<sup>3</sup> la massima media oraria, mentre le concentrazioni minori, 15 µg/m<sup>3</sup> la media del periodo e 75 µg/m<sup>3</sup> la massima media oraria, sono stati registrati a Corte de' Cortesi, la stazione più remota della rete provinciale.

L'evoluzione giornaliera degli ossidi d'azoto, in particolare dell'ossido d'azoto (NO), rispecchia l'andamento dei flussi di traffico che si verificano normalmente sulla viabilità ordinaria. Il giorno tipo feriale presenta un aumento delle concentrazioni nelle prime ore della giornata, dalle ore 06:00 alle ore 09:00 con un massimo alle ore 07:00 (ora solare), poi le concentrazioni scendono rapidamente fino ai minimi di giornata e restano sostanzialmente invariate per il resto delle ore. I giorni tipo di sabato e festivi invece presentano un andamento assolutamente piatto senza variazioni percettibili in nessuna fascia oraria.

Per il biossido d'azoto il giorno tipo feriale si presenta con un tipico andamento bimodale con i massimi centrati sulle ore 07:00 e 21:00 ed il minimo di giornata nelle ore pomeridiane più calde. La modulazione del giorno tipo di sabato è del tutto simile a quella del giorno feriale con concentrazioni leggermente minori a tutte le ore tranne le prime del giorno, 01:00 – 02:00. Questa apparente anomalia è stata osservata anche in quasi tutti i siti già studiati e probabilmente è causata dall'aumento di traffico notturno dovuto alle attività di svago notturne tipiche dei fine settimana. Nel giorno tipo festivo le concentrazioni sono ancora minori di quelle di sabato e scompare il picco mattutino.

Il **monossido di carbonio (CO)**, ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. E' un gas la cui origine al suolo e in area urbana è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare (in particolare quando i motori funzionano a basso numero di giri), pertanto le sue concentrazioni dipendono dai flussi di traffico in prossimità del punto in cui si effettua il prelievo, l'evidenza del fenomeno viene accentuata se la rilevazione avviene in prossimità di strade e/o incroci particolarmente congestionati. I livelli di concentrazione più elevati si raggiungono durante il giorno in corrispondenza delle ore di punta del traffico che, nei giorni feriali, solitamente si presentano ad inizio e fine giornata. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono poi a calare, grazie anche ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera.

Durante il periodo di misura non è mai stato superato il "valore limite di protezione della salute" di 10 mg/m<sup>3</sup> come media di 8 ore sia nella postazione del Comune di Sesto ed Uniti, sia in tutte le altre stazioni della rete fissa provinciale. Il valore più elevato: 1,1 mg/m<sup>3</sup>, cioè poco più di un decimo del limite è stato misurato a Cremona Libertà, nelle altre stazioni sono stati trovati valori compresi tra 0,6 mg/m<sup>3</sup> di Sesto Cremonese, Crema Indipendenza e Piadena, e 0,9 mg/m<sup>3</sup> di Cremona Cadorna e Crema XI Febbraio.

Gli andamenti dei tre giorni tipo sono praticamente piatti e coincidenti con concentrazioni molto prossime a zero, segno inequivocabile della scarsità del traffico locale

A differenza dei suoi precursori, le cui concentrazioni dipendono direttamente dalle quantità emesse in prossimità delle sorgenti, la formazione di **Ozono (O<sub>3</sub>)** è più complessa essendo un inquinante secondario prodotto attraverso reazioni fotochimiche che coinvolgono gli ossidi d'azoto ed i composti organici volatili. Nelle atmosfere dei centri urbani, durante le ore in cui il traffico è più intenso, si ha un graduale accumulo di NO con successiva formazione di NO<sub>2</sub>; la decomposizione successiva di NO<sub>2</sub>, operata dalla radiazione solare, produce un atomo di ossigeno particolarmente reattivo che

combinandosi con l'ossigeno dell'aria genera ozono. Per effetto del meccanismo di formazione appena descritto, i valori massimi giornalieri si raggiungono nelle prime ore del pomeriggio, successivamente, la progressiva diminuzione della radiazione solare e la contemporanea nuova emissione di NO favoriscono il processo di decomposizione dell'ozono che raggiunge i valori minimi durante le ore notturne e del primo mattino.

In virtù del meccanismo di formazione descritto sopra le stagioni più critiche per l'Ozono sono la primavera e l'estate, pertanto nel periodo della presente campagna di misure potevano essere attesi i primo superamenti dell'anno della "soglia di informazione" di  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e soprattutto del "valore bersaglio per la protezione della salute" di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media di 8 ore. I valori rilevati a Sesto ed Uniti hanno evidenziato una media di  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , un massimo orario di  $156 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e un massimo della media di 8 ore di  $143 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Quindi nessun superamento della "Soglia di informazione" ma solo del "valore bersaglio per la protezione della salute"; i superamenti di quest'ultimo limite sono stati 13, lo stesso numero di superamenti che è stato registrato a Casalmaggiore, poco diverso da quello di Crema XI Febbraio, decisamente superiore a quello dei siti di misura più esposti al traffico di Cremona Libertà e Cremona Cadorna, ma inferiore a quello della stazione più remota di Corte de' Cortesi dove è stato mancato per  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  anche il superamento della "soglia di informazione".

Per quanto riguarda gli andamenti dei giorni tipo si può notare che le concentrazioni più elevate vengono raggiunte nelle ore centrali della giornata quando maggiore è l'intensità della radiazione solare. Generalmente le concentrazioni dei giorni di sabato e festivi, specie nelle ore più calde, sono maggiori di quelle dei giorni feriali a causa dei minori flussi di traffico e quindi delle minori emissioni di ossido d'azoto. In questo caso invece le differenze sono minime, graficamente quasi non si riescono a distinguere le diverse tipologie di giornata, è probabile che ciò sia da correlare con gli scarsi flussi di traffico a cui è esposto il sito di misura durante tutti i giorni della settimana, senza distinzioni sostanziali tra giorno feriale, sabato o festivo.

Il **Particolato Fine (PM<sub>10</sub>)** è uno degli inquinanti seguito con maggiore attenzione per le implicazioni sanitarie ad esso legate.

Le particelle di polvere presenti in aria possono avere origine sia naturale che antropica. Nei centri urbanizzati le fonti dovute ad attività umane sono da ricondursi nuovamente al trasporto, al riscaldamento e, in generale, ai processi di combustione e ai processi produttivi. Durante la permanenza in atmosfera le particelle subiscono diverse trasformazioni che alterano le loro caratteristiche chimiche e morfologiche. Il Particolato Totale Sospeso è costituito da particelle con dimensioni differenti: il diametro delle particelle può variare da alcune frazioni di micron ad alcune decine di micron. Le particelle ritenute dannose a livello sanitario sono quelle più fini perché riescono a penetrare nelle parti più profonde delle vie respiratorie. Per la valutazione della qualità dell'aria vengono così prese in considerazione particelle con diametro inferiore a  $10 \mu\text{m}$ . Le misure di PM<sub>10</sub> sono state effettuate con un analizzatore automatico tipo Teom in grado di fornire misure in tempo reale.

A Sesto Cremonese ed Uniti la media oraria del periodo e la massima concentrazione giornaliera sono state, rispettivamente,  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e il "valore limite per la protezione della salute" di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media di 24 ore è stato superato per 4 giorni su 63 di misura. Per quanto riguarda le altre stazioni della rete fissa spicca, per la forte similitudine dei valori misurati, la stazione di Crema Indipendenza dove la media del periodo e la massima concentrazione giornaliera sono state, rispettivamente,  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e il "valore limite per la protezione della salute" di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media di 24 ore è stato superato per 4 giorni su 63 esattamente negli stessi giorni in cui è stato superato a Sesto Cremonese. Risultati peggiori sono stati ottenuti in tutte le altre stazioni con medie di periodo comprese tra 32 e  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , massimi di 24 ore tra 96 e  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e tra 6 e 8 superamenti del valor limite per la protezione della salute

L'evoluzione giornaliera feriale mostra un aumento delle concentrazioni dalle ore 07:00 alle ore 10:00 poi le concentrazioni si abbassano e si mantengono quasi invariate per tutto il resto della giornata. Mentre nel giorno tipo feriale i valori minimi si raggiungono nelle prime ore del

mattino dalle ore 01.00 alle ore 05:00, nel giorno di sabato in corrispondenza di queste ore si registrano concentrazioni superiori anche di 17-18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ed i minimi si osservano tra le 12:00 e le 14:00. Il giorno tipo festivo presenta un andamento simile a quello feriale, ma con concentrazioni generalmente inferiori, specie in corrispondenza dei massimi; il valore minimo assoluto si raggiunge alle ore 16:00 del giorno festivo.

L'evoluzione temporale dei diversi inquinanti monitorati è rappresentata con l'utilizzo di grafici relativi a:

- concentrazioni medie orarie: evoluzione oraria dell'inquinante nel periodo di misura;
- concentrazioni medie 8 h: ogni valore è ottenuto come media tra l'ora  $h$  e le 7 ore precedenti l'ora  $h$ .
- concentrazioni medie giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0.00 alle ore 23.00 dello stesso giorno;
- giorno tipo: evoluzione media delle concentrazioni medie orarie nell'arco delle 24 ore.

Si fa inoltre presente che l'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare.

## Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse

I dati rilevati ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{PM}_{10}$ ) nel Comune di Sesto ed Uniti sono stati messi a confronto con quelli registrati nel medesimo periodo dalla strumentazione presente nelle stazioni appartenenti alla rete fissa della Provincia di CREMONA.

Per quanto riguarda il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ ), in conseguenza dell'azzeramento quasi totale del consumo di combustibili ad elevato contenuto di zolfo, le concentrazioni rilevate sul territorio sono prossime allo zero e praticamente uguali su tutto il territorio provinciale, Comune di Sesto ed Uniti incluso.

Per il monossido di carbonio, la situazione è analoga al biossido di zolfo per quanto riguarda le medie del periodo, mentre sui valori massimi degli intervalli di mediazione brevi è più facile registrare differenziazioni anche significative ed i valori più elevati sono osservati nelle stazioni prossime ad aree di parcheggio, oppure maggiormente interessate da traffico autoveicolare molto congestionato o vicino ad incroci o semafori, situazioni che, almeno allo stato attuale, non si possono certo individuare nel sito di misura della frazione Casanova del Morbasco.

La distribuzione sul territorio dei valori di biossido d'azoto evidenzia la situazione più critica a Cremona Libertà sia per quanto riguarda la media del periodo che per il massimo valore orario, mentre la postazione migliore è risultata quella di Corte dè Cortesi; il sito di Sesto Cremonese è risultato tra i migliori della provincia subito dopo Corte dè Cortesi e Soresina e, stante la situazione attuale, come per il biossido di zolfo ed il monossido di carbonio, non si intravedono rischi di superamento del "valore limite di protezione della salute" di  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media di 1 ora.

Per l'ozono, la situazione nel sito di misura di Sesto Cremonese è meno favorevole perché i valori minimi vengono solitamente rilevati nelle stazioni maggiormente interessate dal traffico, mentre i massimi sono registrati nelle stazioni più remote in accordo con il chimismo che spiega la formazione di questo inquinante. Conformemente alle previsioni teoriche, Cremona Libertà, che è la stazione maggiormente esposta al traffico, è risultata la migliore in quanto a numero di giorni, 6, di superamento del "Valore bersaglio per la protezione della salute" di  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media di 8 ore, mentre Casanova del Morbasco, che è una tipica località pochissimo esposta al traffico, è risultata, alla pari di Casalmaggiore con 13 superamenti e subito dopo Corte dè Cortesi che ne ha totalizzati 16., tra i siti peggiori della provincia.

Per il  $\text{PM}_{10}$ , l'inquinante che solitamente determina le maggiori preoccupazioni, la situazione rilevata a Sesto ed Uniti in frazione Casanova del Morbasco appare buona, in relazione alle altre postazioni di misura presenti in provincia di Cremona, sia per quanto riguarda la media del periodo, sia per il massimo della media di 24 ore, sia per il numero di giorni di superamento del "Valore limite per la protezione della salute" di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  come media di 24 ore. I valori rilevati a Casanova del Morbasco sono assolutamente confrontabili con quelli di Crema Indipendenza, la stazione migliore in assoluto nel periodo, sicuramente migliori di quelli di Cremona Libertà e Pizzighettone e, a maggior ragione, di Soresina che con 8 superamenti del "Valor limite per la protezione della salute" è risultata la peggiore stazione della rete della provincia di Cremona. Relativamente al sito di Soresina però è doveroso sottolineare che a partire dalla seconda metà di aprile in prossimità della cabina sono stati evidenziati diversi motivi di disturbo che potrebbero aver influenzato, in aumento, le misure di  $\text{PM}_{10}$ : l'inizio di lavori edili per la costruzione di una struttura di servizio al sistema fognario locale, il progressivo deterioramento del manto stradale dell'adiacente via Arderico che comporta sollevamento di polvere ad ogni passaggio di automezzi, la prosecuzione dell'attività dei cantieri edili aperti per il completamento e/o la costruzione di nuovi capannoni nell'area del vicino polo logistico e l'aumento di traffico pesante conseguente all'inizio di funzionamento di una parte dello stesso dovrebbero rendere ragione del maggior numero di giorni di superamento del "valor limite per la protezione della salute". Però, a parte la situazione temporaneamente anomala di Soresina, particolarmente marcata tra la fine di aprile e l'inizio di maggio, a conferma dell'uniformità di distribuzione sul territorio di questo inquinante rilevata in tutte le campagne di misura fin qui eseguite, dalla tabella riepilogativa dei risultati si può notare l'elevata coincidenza delle date di superamento del limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mentre dal grafico che illustra gli andamenti delle concentrazioni del  $\text{PM}_{10}$  nel periodo nelle varie stazioni della

provincia si può osservare la notevole omogeneità sia delle concentrazioni giornaliere sia delle loro variazioni nel tempo

Nelle seguenti Tabelle si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti a NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO e PM<sub>10</sub> relativi al periodo della campagna di misura:

- percentuali di rendimento degli analizzatori
- media delle concentrazioni medie orarie e rispettive deviazioni standard;
- media delle concentrazioni medie sulle 8 ore e rispettive deviazioni standard;
- valore massimo orario;
- valore massimo della media di 24 ore
- valore massimo riferito alla media delle 8 ore;
- numero giorni in cui sono stati superati i livelli di attenzione e, per PM<sub>10</sub>, di 75 µg/m<sup>3</sup> e relative date di accadimento

## Conclusioni

Durante il periodo della campagna di misura di Sesto ed Uniti, 22/03/05 – 23/05/05, sono stati rispettati tutti i limiti di legge per il biossido di zolfo, il biossido d'azoto e il monossido di carbonio, al contrario sono state osservate violazioni dei limiti per il PM<sub>10</sub> e per l'Ozono.

Le spiegazioni per questi risultati in parte sono già state fornite nei capitoli precedenti: la scomparsa quasi totale dello zolfo dai combustibili di uso domestico, industriale e per autotrazione e l'assenza di traffico congestionato in un abitato di piccole dimensioni come Casanova del Morbasco giustificano il rispetto dei limiti per i primi tre inquinanti considerati.

Invece per quanto riguarda l'ozono e il PM<sub>10</sub> la situazione è molto diversa perchè diversi e più complessi sono i meccanismi di formazione di questi inquinanti; ad esempio, l'ozono può originarsi da precursori generati anche a molti chilometri di distanza, e le concentrazioni che si raggiungono in atmosfera sono notevolmente influenzate dalla stagione, nel senso che nei mesi autunnali, ed a maggior ragione in quelli invernali, i limiti per l'ozono sono rispettati ovunque. Al contrario, durante i mesi caldi, a partire da maggio, ma talvolta anche in certi giorni di fine marzo e aprile si assiste a frequenti superamenti dei limiti di legge. Ciò è dovuto alla notevole importanza che riveste l'intensità della radiazione solare, oltre agli inquinanti precursori, sul meccanismo di formazione dell'ozono. Per queste ragioni, data la stagione in cui si sono eseguite le misure, non meravigliano i superamenti del "valore bersaglio per la protezione della salute", anzi, se le condizioni meteo fossero state meno perturbate avremmo potuto osservare oltre ad un numero maggiore di superamenti del "valore bersaglio", anche qualche superamento della "soglia di informazione" e, come dimostrano già i risultati ottenuti, non si sarebbe trattato di un fenomeno circoscritto al Comune di Sesto ed Uniti, ma diffuso come minimo a livello provinciale, se non regionale. A causa del particolare meccanismo di formazione dell'ozono, non è pensabile di intraprendere azioni a valenza comunale per contrastarne l'aumento delle concentrazioni in atmosfera, eventuali strategie preventive per ridurre l'inquinamento da ozono, perchè possano produrre effetti sostanziali e duraturi, dovrebbero interessare in modo continuativo molti aspetti della vita attuale dell'uomo ed essere applicate almeno a livello di bacino aereo. L'assunzione di misure sporadiche e/o a livello esclusivamente locale, tipo la limitazione del traffico in certi giorni o in certe ore in genere producono l'effetto contrario.

Mentre i superamenti dei limiti per l'ozono tendono ad aumentare con il progredire della bella stagione, sia per quanto riguarda la frequenza degli avvenimenti sia per l'entità delle concentrazioni raggiunte, per il PM<sub>10</sub> si verifica l'opposto. Questo succede per diversi motivi: perchè vengono spenti gli impianti di riscaldamento, generalmente una delle più importanti fonti emmissive di PM<sub>10</sub>, perchè aumenta lo spessore dello strato di rimescolamento dell'atmosfera e quindi la diluizione degli inquinanti emessi al suolo, perchè con l'aumento della temperatura dell'aria diminuisce la condensazione degli inquinanti emessi allo stato di vapore, etc.. Questo fenomeno, che si verifica ovunque, ed è ben visibile quando si rappresentano in grafico le concentrazioni medie mensili di un anno, nel caso della presente campagna è reso evidente dal fatto che i superamenti del limite di 50 µg/m<sup>3</sup> sono tutti concentrati nei primi giorni della campagna e dalla presenza di massime concentrazioni giornaliere decrescenti. Come già sottolineato nel capitolo precedente, i superamenti del limite che si sono verificati nel Comune di Sesto ed Uniti si sono verificati esattamente negli stessi giorni anche in tutte le altre stazioni della provincia con valori tra loro molto simili. Quando ciò accade e si ripete normalmente come avviene in provincia di Cremona, e spesso anche in tutta la regione, significa che siamo in presenza di un inquinamento dell'aria distribuito uniformemente su tutto il territorio, che interessa senza grandi distinzioni sia le località più lontane da fonti inquinanti, come Casanova del Morbasco, sia i siti, come Cremona Piazza Libertà, più esposti alle emissioni prodotte da una o più sorgenti emmissive. In tali situazioni, specie per territori omogenei come la provincia di Cremona, dalle concentrazioni di PM<sub>10</sub> rilevate nelle varie cabine della rete provinciale si possono stimare, con margini di errore assolutamente accettabili, le concentrazioni atmosferiche anche di siti non coperti da stazioni di misura. Per casi di inquinamento così uniformemente estesi, come già sottolineato anche per l'ozono, appare ovvio che sarebbe assolutamente velleitario pensare di trovare rimedi al problema con provvedimenti di portata locale, magari attuati in modo estemporaneo, le

soluzioni per questi problemi non potranno che venire da iniziative di tipo sistemico che risulteranno tanto più efficaci quanto più i cittadini e le industrie saranno incentivati nella loro applicazione.

## Tablelle

	rete	Tipo zona Dec. 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
<b>Sesto ed Uniti</b>	PUB	SUBURBANA	FONDO	46	22/03/05 – 23/05/05
<b>Cremona Libertà</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	47	Centralina Fissa
<b>Cremona Cadorna</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	40	Centralina Fissa
<b>Crema XI Febbraio</b>	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	76	Centralina Fissa
<b>Crema Indipendenza</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	78	Centralina Fissa
<b>Casalmaggiore</b>	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	25	Centralina Fissa
<b>Piadena</b>	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	30	Centralina Fissa
<b>Corte de Cortesi</b>	PUB	RURALE	FONDO	60	Centralina Fissa
<b>Soresina</b>	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	66	Centralina Fissa
<b>Pizzighettone</b>	PUB	URBANA	TRAFFICO	45	Centralina Fissa

**rete:** PUB = pubblica, PRIV = privata

**tipo zona Decisione 2001/752/CE:**

- **URBANA:** centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 3000-5000 abitanti
- **SUBURBANA:** periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dall'area urbana principale)
- **RURALE:** all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale
- **NON NOTA:** sconosciuta o altro

**tipo stazione Decisione 2001/752/CE:**

- **TRAFFICO:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico (se si trova all'interno di Zone a Traffico Limitato, è indicato tra parentesi ZTL)
- **INDUSTRIALE:** se la fonte principale di inquinamento è costituita dall'industria
- **FONDO:** misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione; può essere localizzata indifferentemente in area urbana, suburbana o rurale
- **NON NOTA:** sconosciuta o altro

## Table

### Sulfur Dioxide

	% Rend.	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev St. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max Media 24 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nr. giorni superamento Valore limite di protezione della salute ( $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 24 h)
<b>Sesto ed Uniti</b>	98	2	2	5	<b>0</b>
<b>Cremona Libertà</b>	98	3	4	9	<b>0</b>
<b>Crema XI Febbraio</b>	97	2	2	5	<b>0</b>
<b>Corte de Cortesi</b>	98	2	2	5	<b>0</b>
<b>Pizzighettone</b>	98	1	1	3	<b>0</b>

## Tabella

### Biossido di Azoto

	% Rend.	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev St. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max Media 1 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nr. giorni superamento Valore limite di protezione della salute ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 1 h)
<b>Sesto ed Uniti</b>	99	22	14	96	<b>0</b>
<b>Cremona Libertà</b>	98	41	19	137	<b>0</b>
<b>Cremona Cadorna</b>	92	30	16	97	<b>0</b>
<b>Crema XI Febbraio</b>	98	26	16	114	<b>0</b>
<b>Crema Indipendenza</b>	100	25	15	111	<b>0</b>
<b>Casalmaggiore</b>	99	24	14	126	<b>0</b>
<b>Piadena</b>	91	27	16	121	<b>0</b>
<b>Corte de Cortesi</b>	78	15	12	75	<b>0</b>
<b>Soresina</b>	100	22	14	88	<b>0</b>

## Tabelle

### Monossido di Carbonio

	% Rend.	Media (mg/m <sup>3</sup> )	Dev St. (mg/m <sup>3</sup> )	Max Media1 h (mg/m <sup>3</sup> )	Max Media 8 h (mg/m <sup>3</sup> )	Nr. giorni superamento Valore limite di protezione della salute (10 mg/m <sup>3</sup> media di 8 h)
<b>Sesto ed Uniti</b>	99	0,3	0,1	0,8	0,6	<b>0</b>
<b>Cremona Libertà</b>	100	0,5	0,2	2,0	1,1	<b>0</b>
<b>Cremona Cadorna</b>	94	0,5	0,2	1,5	0,9	<b>0</b>
<b>Crema XI Febbraio</b>	100	0,4	0,2	1,4	0,9	<b>0</b>
<b>Crema Indipendenza</b>	100	0,2	0,1	1,1	0,6	<b>0</b>
<b>Casalmaggiore</b>	100	0,4	0,2	2,1	0,8	<b>0</b>
<b>Piadena</b>	91	0,3	0,1	1,1	0,6	<b>0</b>

## Tabelle

### Ozono

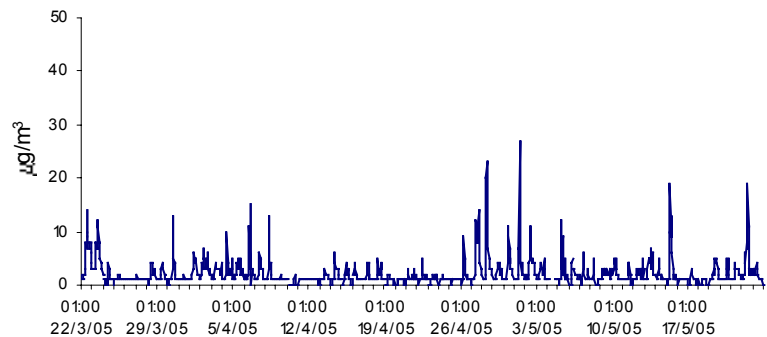
	% Rend.	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev St. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max Media1 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nr. giorni superamento Soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 1 h)	Max Media 8 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nr. giorni superamento Valore bersaglio per la protezione della salute ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 8 h)
<b>Sesto ed Uniti</b>	92	64	35	156	<b>0</b>	143	<b>13</b> dal 02.04.05 al 03.04.05 dal 05.04.05 al 06.04.05 dal 28.04.05 al 30.04.05 dal 01.05.05 al 02.05.05 08.05.05 dal 12.05.05 al 13.05.05 15.05.05
<b>Cremona Libertà</b>	96	59	31	164	<b>0</b>	148	<b>6</b> 03.04.05 dal 29.04.05 al 01.05.05 15.05.05 21.05.05
<b>Cremona Cadorna</b>	83	63	32	165	<b>0</b>	151	<b>8</b> 06.04.05 dal 30.04.05 al 02.05.05 13.05.05 15.05.05 dal 20.05.05 al 21.05.05
<b>Crema XI Febbraio</b>	93	60	38	171	<b>0</b>	160	<b>12</b> 06.04.05 dal 28.04.05 al 02.05.05 08.05.05 13.05.05 15.05.05 dal 20.05.05 al 22.05.05
<b>Casalmaggiore</b>	91	68	35	169	<b>0</b>	155	<b>13</b> 03.04.05 dal 05.04.05 al 06.04.05 dal 29.04.05 al 02.05.05 08.05.05 13.05.05 15.05.05 dal 20.05.05 al 22.05.05
<b>Corte de Cortesi</b>	83	70	37	179	<b>0</b>	163	<b>16</b> dal 02.04.05 al 06.04.05 dal 27.04.05 al 02.05.05 dal 12.05.05 al 13.05.05 15.05.05 dal 20.05.05 al 21.05.05

## Tabelle

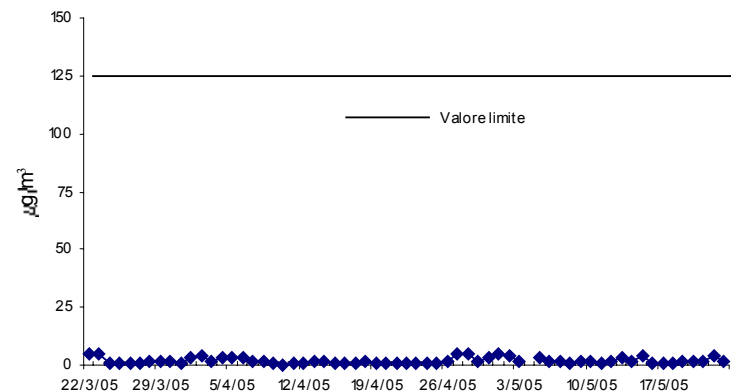
### PM<sub>10</sub>

	% Rend .	Media (µg/m <sup>3</sup> )	Dev St. (µg/m <sup>3</sup> )	Max Media24 h (µg/m <sup>3</sup> )	Nr. giorni superamento Valore limite per la protezione della salute (50µg/m <sup>3</sup> media di 24 h)
<b>Sesto ed Uniti</b>	99	<b>29</b>	21	<b>90</b>	<b>4</b> dal 22.03.05 al 25.03.05
<b>Cremona Libertà</b>	100	<b>35</b>	22	<b>99</b>	<b>6</b> dal 22.03.05 al 25.03.05 dal 05.04.05 al 06.04.05
<b>Crema Indipendenza</b>	100	<b>27</b>	22	<b>89</b>	<b>4</b> dal 22.03.05 al 25.03.05
<b>Soresina</b>	100	<b>32</b>	27	<b>100</b>	<b>8</b> dal 22.03.05 al 23.03.05 25.03.05 07.04.05 dal 27.04.05 al 29.04.05 03.05.05
<b>Pizzighettone</b>	100	<b>32</b>	26	<b>96</b>	<b>6</b> dal 22.03.05 al 25.03.05 06.04.05 29.04.05

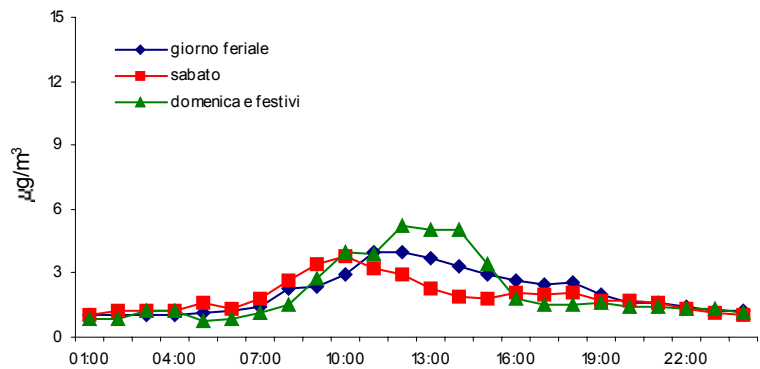
**Biossido di Zolfo - Concentrazioni Orarie**



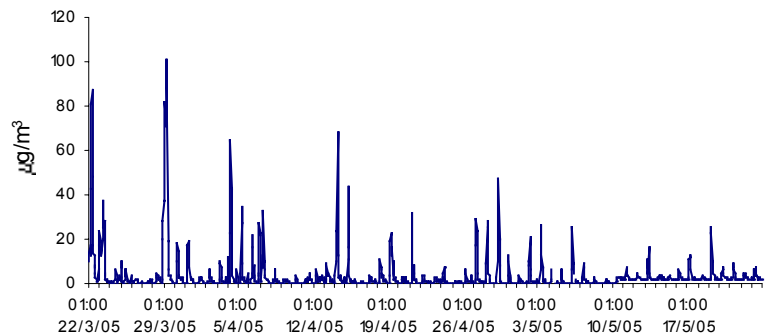
**Biossido di Zolfo - Medie Giornaliere**



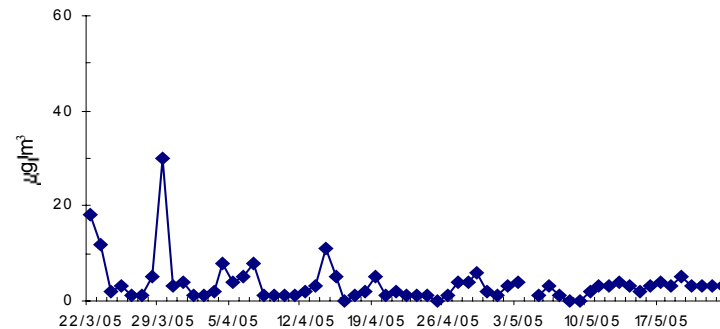
**Biossido di Zolfo - Giorno Tipo**



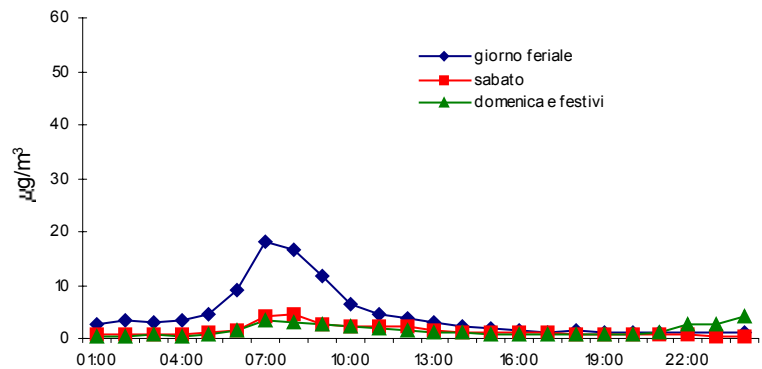
Ossido di Azoto - Concentrazioni Orarie



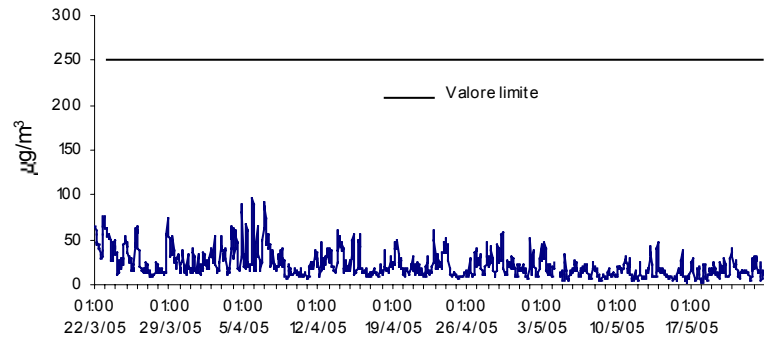
Ossido di Azoto - Medie Giornaliere



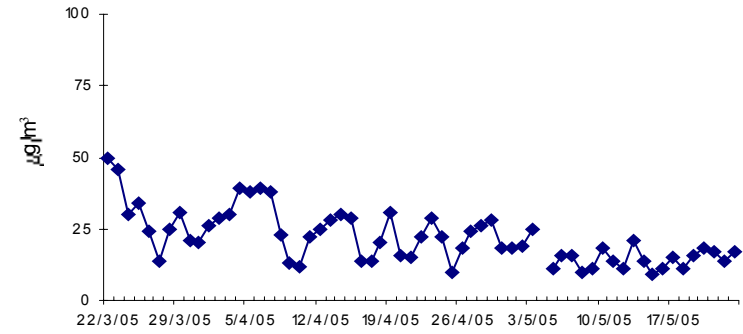
Ossido di Azoto - Giorno Tipo



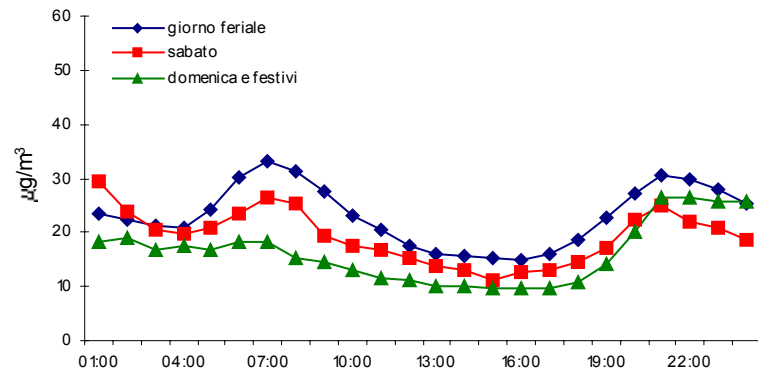
**Biossido di Azoto - Concentrazioni Orarie**



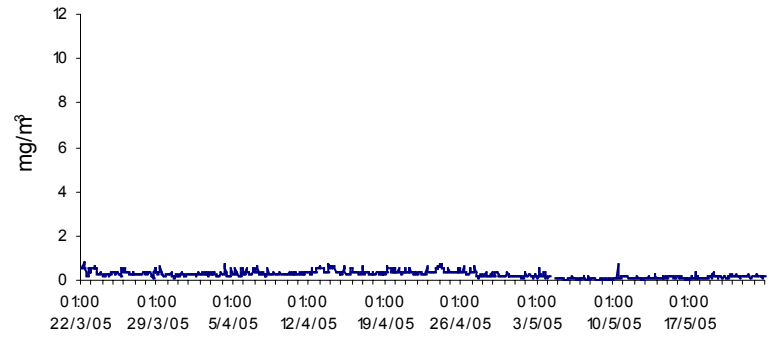
**Biossido di Azoto - Medie Giornaliere**



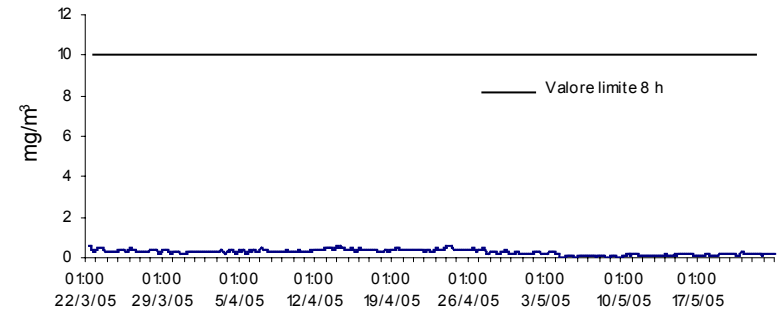
**Biossido di Azoto - Giorno Tipo**



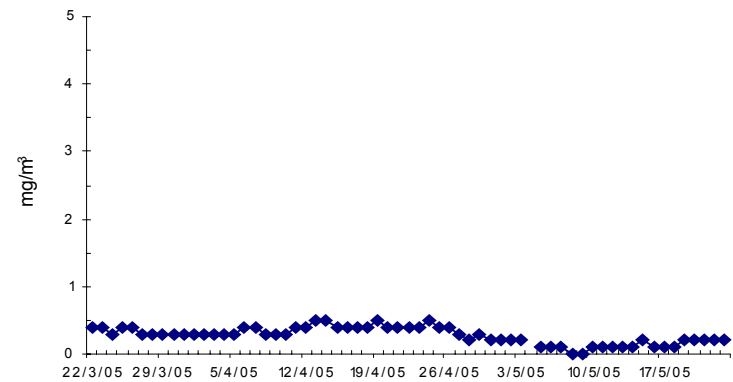
**Monossido di Carbonio - Concentrazioni Orarie**



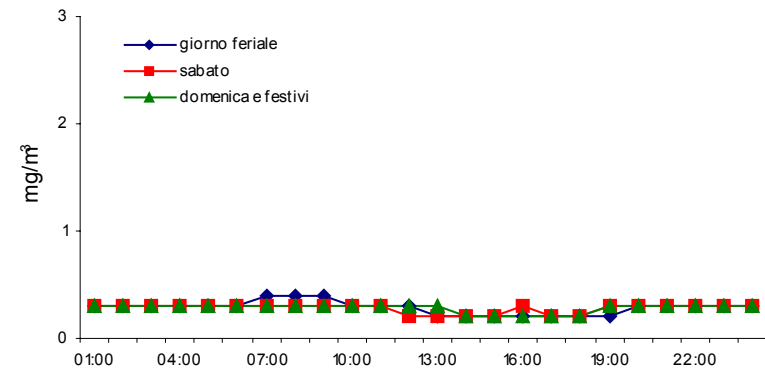
**Monossido di Carbonio - Concentrazioni Medie di 8h**



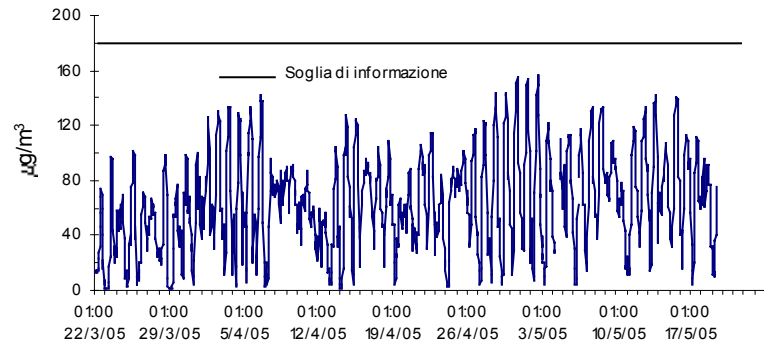
**Monossido di Carbonio - Medie Giornaliere**



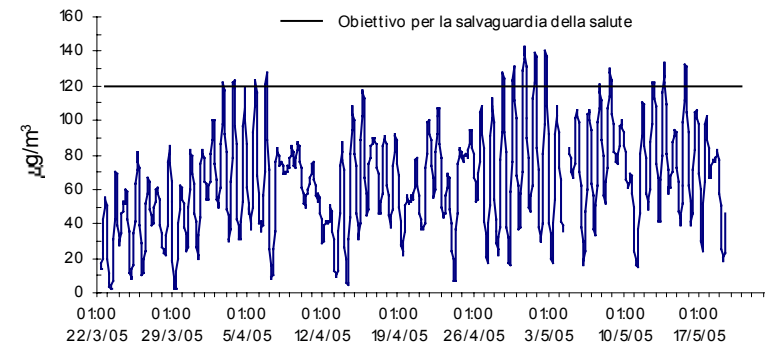
**Monossido di Carbonio - Giorno Tipo**



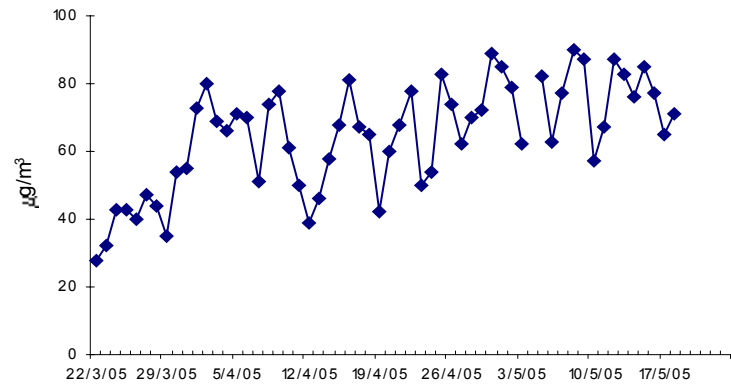
Ozono - Concentrazioni Orarie



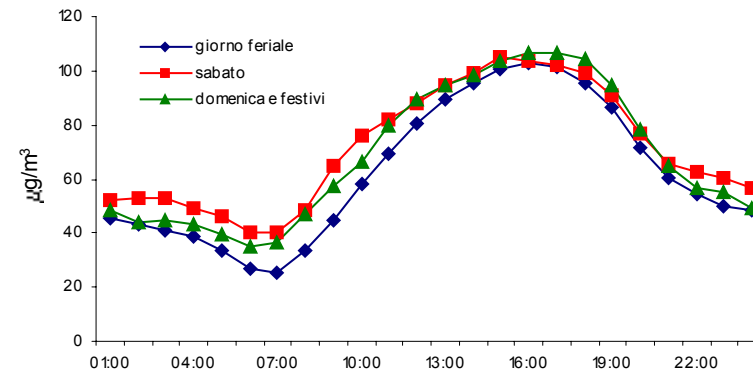
Ozono - Concentrazioni Medie di 8h

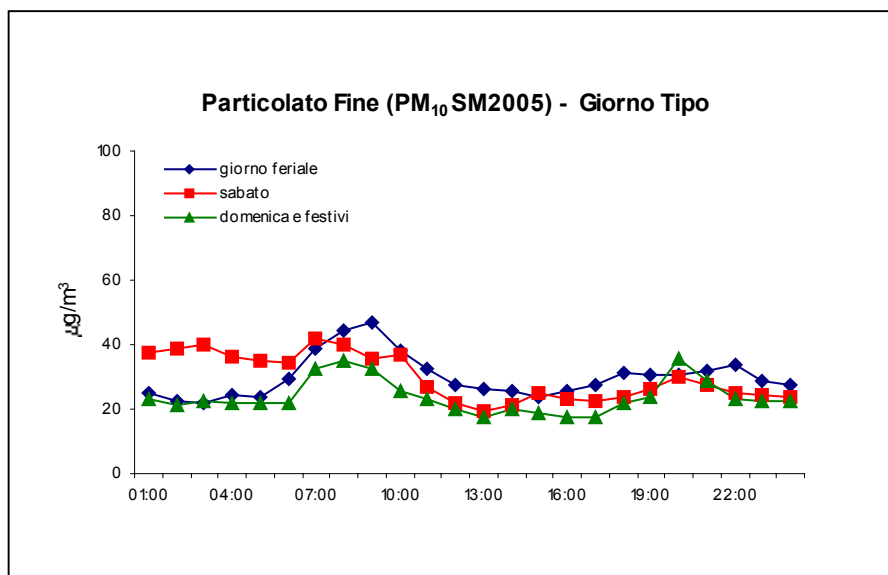
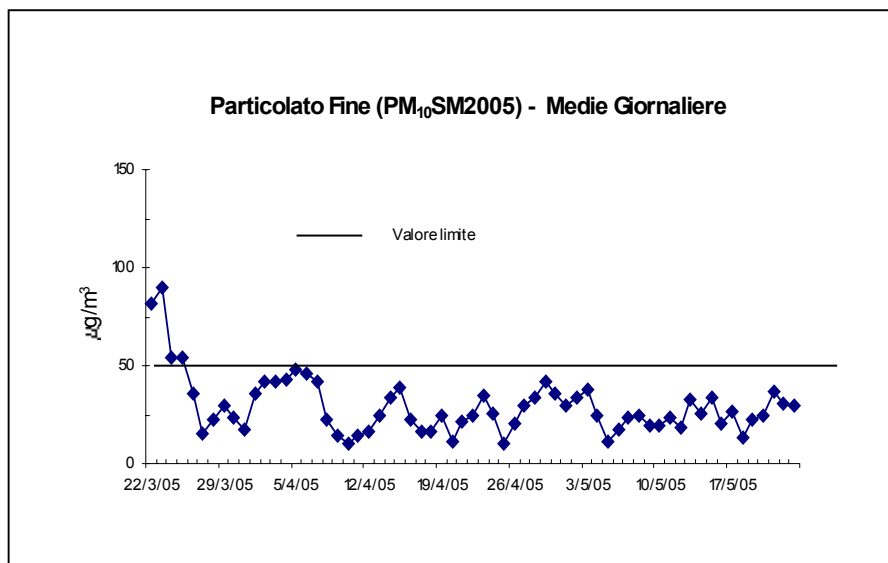


Ozono - Medie Giornaliere



Ozono - Giorno Tipo

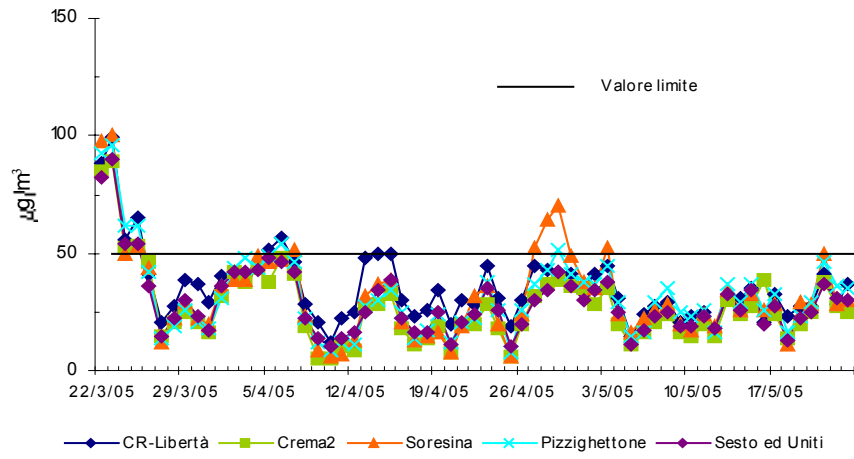




PM <sub>10</sub> – Medie G. Sesto ed Uniti	
DATA	μg/m <sup>3</sup>
22/03/2005	82
23/03/2005	90
24/03/2005	54
25/03/2005	54
26/03/2005	36
27/03/2005	15
28/03/2005	22
29/03/2005	30
30/03/2005	23
31/03/2005	17
01/04/2005	36
02/04/2005	42
03/04/2005	42
04/04/2005	43
05/04/2005	48
06/04/2005	46
07/04/2005	42
08/04/2005	22
09/04/2005	14
10/04/2005	10
11/04/2005	14
12/04/2005	16
13/04/2005	25
14/04/2005	34
15/04/2005	39
16/04/2005	22
17/04/2005	16
18/04/2005	16
19/04/2005	25
20/04/2005	11
21/04/2005	21

PM <sub>10</sub> – Medie G. Sesto ed Uniti	
DATA	μg/m <sup>3</sup>
22/04/2005	24
23/04/2005	35
24/04/2005	26
25/04/2005	10
26/04/2005	20
27/04/2005	30
28/04/2005	34
29/04/2005	42
30/04/2005	36
01/05/2005	30
02/05/2005	34
03/05/2005	38
04/05/2005	25
05/05/2005	11
06/05/2005	17
07/05/2005	23
08/05/2005	25
09/05/2005	19
10/05/2005	19
11/05/2005	23
12/05/2005	18
13/05/2005	33
14/05/2005	26
15/05/2005	34
16/05/2005	20
17/05/2005	27
18/05/2005	13
19/05/2005	22
20/05/2005	25
21/05/2005	37
22/05/2005	31
23/05/2005	30

**Concentrazioni di PM<sub>10</sub> SM2005 nella Provincia di  
Cremona  
Periodo: 22/03/05 - 23/05/05**



## Allegato Dati Orari

DATA	ORA	[NO <sub>2</sub> ] (µg/m <sup>3</sup> )	[NO] (µg/m <sup>3</sup> )	[O <sub>3</sub> ] (µg/m <sup>3</sup> )	[CO] (mg/m <sup>3</sup> )	[O <sub>3</sub> ] (µg/m <sup>3</sup> ) med. mob. 8 ore	[CO] (mg/m <sup>3</sup> ) med. mob. 8 ore
22/3/05	01:00	66	10	13	0.5		
22/3/05	02:00	64	14	13	0.5		
22/3/05	03:00	60	17	14	0.5		
22/3/05	04:00	56	13	13	0.5		
22/3/05	05:00	48	17	13	0.5		
22/3/05	06:00	45	43	13	0.5		
22/3/05	07:00	46	81	14	0.6		
22/3/05	08:00	45	87	15	0.8	14	0.6
22/3/05	09:00	45	48	16	0.7	14	0.6
22/3/05	10:00	42	17	23	0.5	15	0.6
22/3/05	11:00	41	14	28	0.5	17	0.6
22/3/05	12:00	41	13	32	0.4	19	0.6
22/3/05	13:00	35	8	47	0.4	24	0.6
22/3/05	14:00	33	7	56	0.3	29	0.5
22/3/05	15:00	28	5	68	0.3	36	0.5
22/3/05	16:00	28	3	74	0.2	43	0.4
22/3/05	17:00	32	2	69	0.2	50	0.4
22/3/05	18:00	39	2	60	0.2	54	0.3
22/3/05	19:00	55	1	40	0.3	56	0.3
22/3/05	20:00	77	1	16	0.5	54	0.3
22/3/05	21:00	66	1	22	0.4	51	0.3
22/3/05	22:00	76	6	5	0.5	44	0.3
22/3/05	23:00	69	2	7	0.4	37	0.3
22/3/05	24:00	68	17	2	0.5	28	0.4
23/3/05	01:00	62	24	2	0.5	19	0.4
23/3/05	02:00	62	19	2	0.5	12	0.5
23/3/05	03:00	54	16	2	0.5	7	0.5
23/3/05	04:00	54	14	2	0.5	6	0.5
23/3/05	05:00	54	16	2	0.5	3	0.5
23/3/05	06:00	54	13	2	0.5	3	0.5
23/3/05	07:00	53	20	2	0.5	2	0.5
23/3/05	08:00	53	31	3	0.5	2	0.5
23/3/05	09:00	53	37	6	0.6	3	0.5
23/3/05	10:00	51	25	18	0.5	5	0.5
23/3/05	11:00	55	28	24	0.5	7	0.5
23/3/05	12:00	50	16	41	0.5	12	0.5
23/3/05	13:00	33	5	70	0.4	21	0.5
23/3/05	14:00	30	4	84	0.3	31	0.5
23/3/05	15:00	26	2	97	0.3	43	0.5
23/3/05	16:00	27	1	95	0.3	54	0.4
23/3/05	17:00	38	2	69	0.3	62	0.4
23/3/05	18:00	39	1	60	0.3	68	0.4
23/3/05	19:00	47	1	44	0.3	70	0.3
23/3/05	20:00	47	1	32	0.4	69	0.3
23/3/05	21:00	49	1	26	0.4	63	0.3
23/3/05	22:00	41	1	32	0.4	57	0.3
23/3/05	23:00	42	1	21	0.3	47	0.3
23/3/05	24:00	33	0	31	0.3	39	0.3

(segue)