

**Laboratorio Mobile**  
**Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico**  
**ANNICCO**

**22/09/2005 - 06/11/2005**



Agenzia Regionale  
per la Protezione dell'Ambiente  
della Lombardia

# **Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico**

COMUNE DI ANNICCO

## **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 settembre 2005 e il 06 novembre 2005 nel Comune di Annicco. La campagna è stata richiesta dall'Amministrazione Comunale in virtù del fatto che il suddetto territorio comunale non è mai stato oggetto di rilevamenti per valutarne la qualità dell'aria.

---

## Campagna di Misura Inquinamento Atmosferico

COMUNE DI ANNICCO

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. 8
<b>Principali Sorgenti Emissive.....</b>	pag. 10
<b>Situazione Meteorologica nel periodo di misura.....</b>	pag. 15
<b>Andamento Inquinanti nel periodo di misura.....</b>	pag. 17
<b>Confronto delle misure con i dati rilevati da postazioni fisse.....</b>	pag. 21
<b>Conclusioni.....</b>	pag. 22
<b><i>Allegato Dati Orari</i></b>	pag. 37

# Introduzione

## Laboratorio Mobile

Per la campagna di misure, 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 (DPCM del 28/3/83, DPR 203/88, DM 60/02). 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 (D.P.C.M. 28/3/83, D.P.R. 24/5/88 N. 203, D.M. 25/11/94, D.M. 02/04/02 N. 60, D.L.vo 21/05/04 N. 183).

La tabella seguente riassume i limiti previsti dalla normativa per i diversi inquinanti considerati. Sono inclusi sia i limiti a lungo termine che i livelli di attenzione e di allarme. Si fa notare che il DM 02/04/02 N. 60 per quanto riguarda il biossido di zolfo, il biossido d'azoto, gli ossidi d'azoto, il PM<sub>10</sub>, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio e il D.L.vo 21/05/04 N. 183 per quanto riguarda l'ozono hanno introdotto, per ogni inquinante, una serie di valori limite e le date alle quali tali valori limite devono essere raggiunti. Il DM 02/04/02 N. 60 prevede inoltre un percorso nel tempo che porta ad un graduale raggiungimento dei limiti, stabilendo un margine di tolleranza che si riduce negli anni. Nella tabella che segue i margini di tolleranza validi per l'anno 2005 sono indicati tra parentesi.

<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>
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 PM<sub>10</sub></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>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)

# Campagna di Misura



**Periodo di misura: 22/09/2005 – 06/11/2005**

**Sito di misura: Annicco**

Annicco è un comune della provincia di Cremona che dista circa 15 Km dal capoluogo in direzione nord-ovest. La via di comunicazione più importante che transita nelle vicinanze è la ex SS 415 Paullese che si trova a circa 2.5 Km in direzione sud-ovest. L'abitato è attraversato in direzione Nord-Sud dalla SP 47 Soresina-Crotta d'Adda e dalla SP 57 che collega Annicco in direzione Est a Paderno Ponchielli; la SS 498 Cremona – Bergamo, l'altra importante via di comunicazione presente in zona, scorre a circa 2 Km più ad Est di Paderno Ponchielli e complessivamente a circa 6 Km da Annicco.

Il Laboratorio Mobile è stato posizionato in via Bevilacqua-Rizzi, una via a senso unico, nel parcheggio antistante la scuola materna ed elementare e di fianco alla cabina di trasformazione dell'Enel. Il punto di misura, come si può vedere dalle fotografie, era adeguatamente distanziato dagli edifici circostanti, peraltro di altezza modesta e situati solo sul lato Sud del laboratorio; ben distanziati sul lato Ovest c'erano la scuola materna e la palestra, mentre sul lato Nord si trovava il campo sportivo.

Il sito di misura si caratterizza per l'assenza nelle immediate vicinanze di emissioni rilevanti di natura industriale e artigianale.



## Principali sorgenti emissive

Per la stima delle principali sorgenti emissive all'interno del territorio comunale di Annicco 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 Annicco 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 Annicco.

Le emissioni di **biossido di zolfo** derivano per la stragrande maggioranza, l'88% pari a 16,2 t/anno, dal macrosettore "combustione nell'industria". I macrosettori "altre sorgenti mobili e macchinari", "combustione non industriale" e il "trasporto su strada" apportano rispettivamente un contributo di 1,4 t/anno pari all'8% del totale, 0,5 t/anno pari al 3% del totale e 0,2 t/anno pari all'1% del totale.

**Monossido di carbonio e ossidi di azoto.** Per le emissioni di monossido di carbonio nel Comune di Annicco la stima complessiva è di 92,4 t/anno, di cui oltre la metà, 50,7 t/anno (55%) sono dovute alla "combustione non industriale". Il secondo macrosettore in ordine di importanza è rappresentato dal "trasporto su strada" con 31,8 t/anno, pari al 34% del totale. Il restante 11% è dovuto alla somma dei contributi della "combustione nell'industria": 5,6 t/anno che rappresentano circa il 6% e da "altre sorgenti mobili e macchinari": 4,2 t/anno pari a circa il 5% del totale.

Per gli ossidi d'azoto la stima complessiva delle emissioni ammonta a 39,7 t/anno e la fonte emissiva più importante è rappresentata dalla "combustione nell'industria" che contribuisce, con 15,5 t/anno, per circa il 39% del totale. Altri due macrosettori molto importanti da cui origina questo inquinante sono: "altre sorgenti mobili e macchinari" che genera 11,4 t/anno pari al 29% del totale e il "trasporto su strada" che a sua volta genera 8,5 t/anno corrispondenti al 21% del totale. I macrosettori "combustione non industriale" e "agricoltura" apportano rispettivamente 3,1 t/anno (8%) e 1,3 t/anno (3%).

Per quanto riguarda il **particolato fine (PM<sub>10</sub>)**, le emissioni stimate complessivamente per il Comune di Annicco corrispondono a 5,8 t/anno ed il macrosettore che contribuisce in misura maggiore è rappresentato da "altre sorgenti mobili e macchinari" con 1,8 t/anno, pari al 32% del totale. A scalare, gli altri macrosettori che contribuiscono alle emissioni di PM<sub>10</sub> sono la "combustione nell'industria" che apporta 1,5 t/anno pari al 26%, la "combustione non industriale" che apporta 1,3 t/anno pari al 22% del totale e il "trasporto su strada" che contribuisce con 0,8 t/anno corrispondente al 14% del totale.

Contributi marginali sono forniti dai macrosettori "agricoltura" ed "altre sorgenti e assorbimenti" con 0,3 e 0,1 t/anno, pari rispettivamente al 4% e al 2% del totale.

Le emissioni stimate di Composti Organici Volatili, **COV**, ammontano complessivamente a circa 41,8 ton/anno; i contributi maggiori derivano dai macrosettori "uso di solventi" e "trasporto su strada" che apportano, rispettivamente, 20,4 e 8,6 t/anno, corrispondenti al 49% e 21%. Contributi significativi sono forniti anche dai macrosettori "combustione non industriale" con 4,2 t/anno, pari al 10% del totale, e "processi produttivi" da cui provengono circa 3,8 t/anno corrispondenti a circa il 9% del totale. Il restante 11% è la somma dei contributi di altri 3 macrosettori: "estrazione e distribuzione combustibili" che apporta 2,2 t/anno pari al 5% del totale, "altre sorgenti mobili e macchinari" con 1,9 t/anno pari al 4% del totale ed infine "combustione nell'industria" con 0,6 t/anno pari al 2% del totale.

Le stime dei contributi delle varie fonti per gli inquinanti descritti sopra, all'interno del Comune di Annicco, 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.

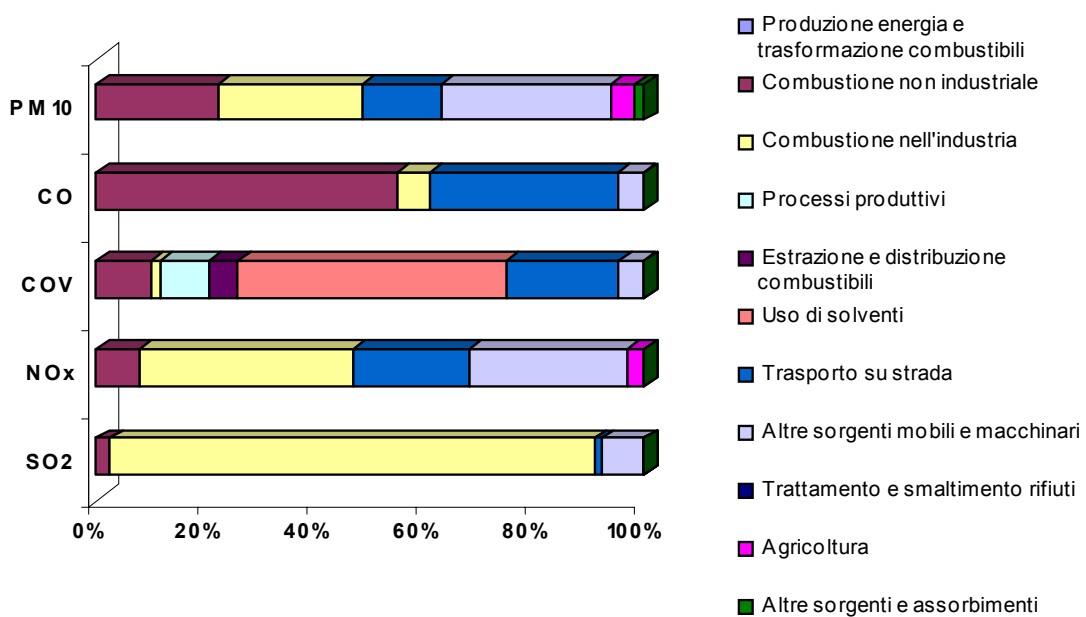
## Comune di Annicco

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	0,5	3,1	4,2	50,7	1,3
Combustione nell'industria	16,2	15,5	0,6	5,6	1,5
Processi produttivi	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0
Estrazione e distribuzione combustibili	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0
Uso di solventi	0,0	0,0	20,4	0,0	0,0
Trasporto su strada	0,2	8,5	8,6	31,8	0,8
Altre sorgenti mobili e macchinari	1,4	11,4	1,9	4,2	1,8
Trattamento e smaltimento rifiuti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agricoltura	0,0	1,3	0,1	0,0	0,3
Altre sorgenti e assorbimenti	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
<b>TOTALE</b>	<b>18,3</b>	<b>39,7</b>	<b>41,8</b>	<b>92,4</b>	<b>5,8</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 Annicco 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 Settembre 2005 – 06 Novembre 2005 analizzando l'andamento dei parametri rilevati.

Gli ultimi giorni di Settembre, a differenza di quanto accaduto nella seconda decade in cui si sono avute piogge estese e temporali di forte intensità, sono stati caratterizzati da un clima mite e tempo stabile.

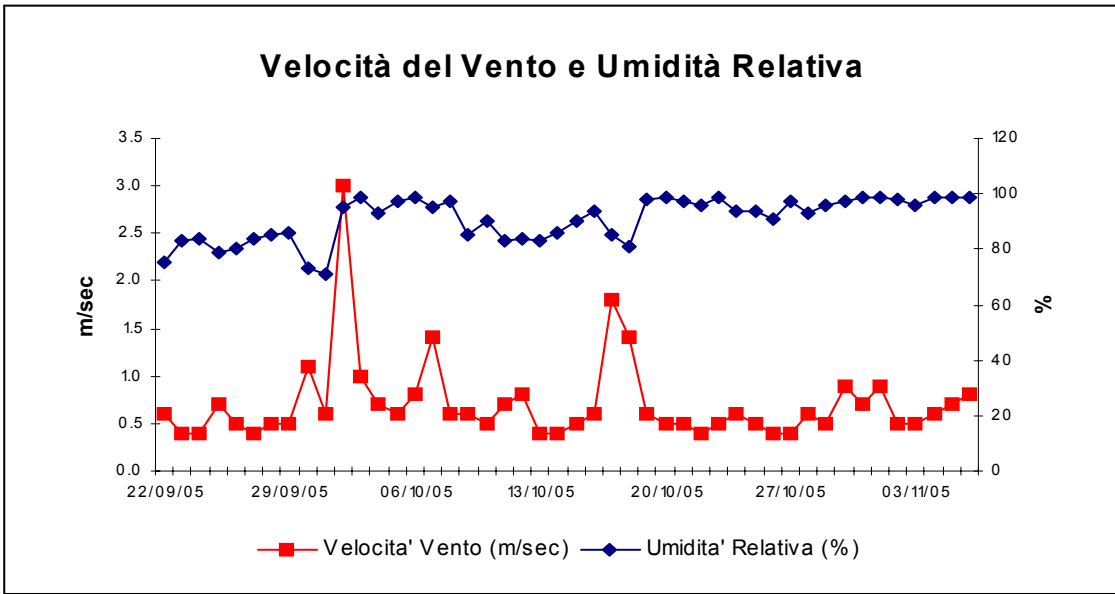
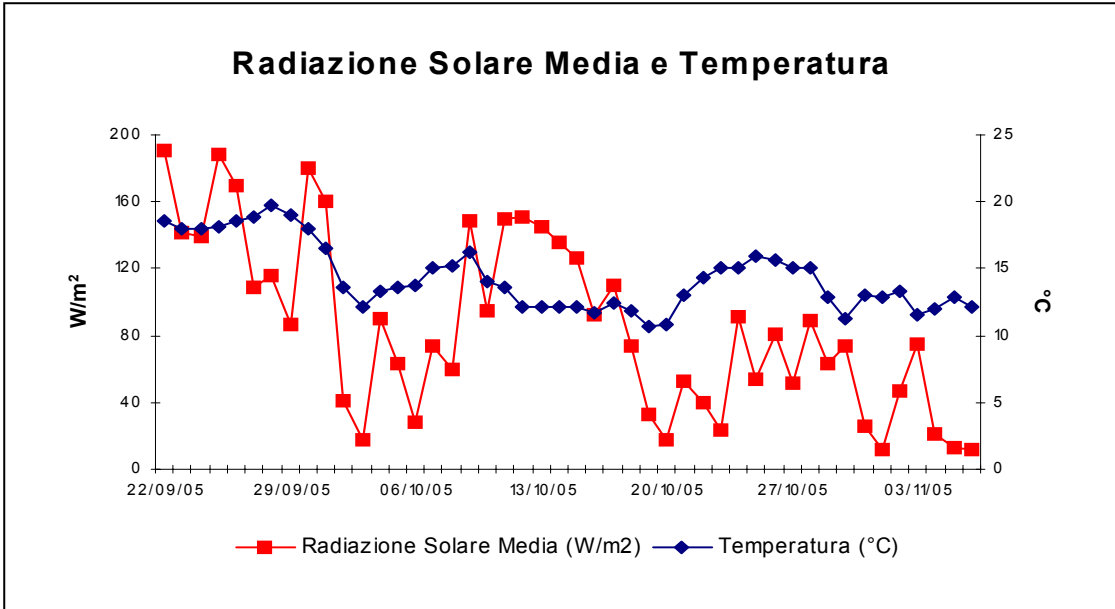
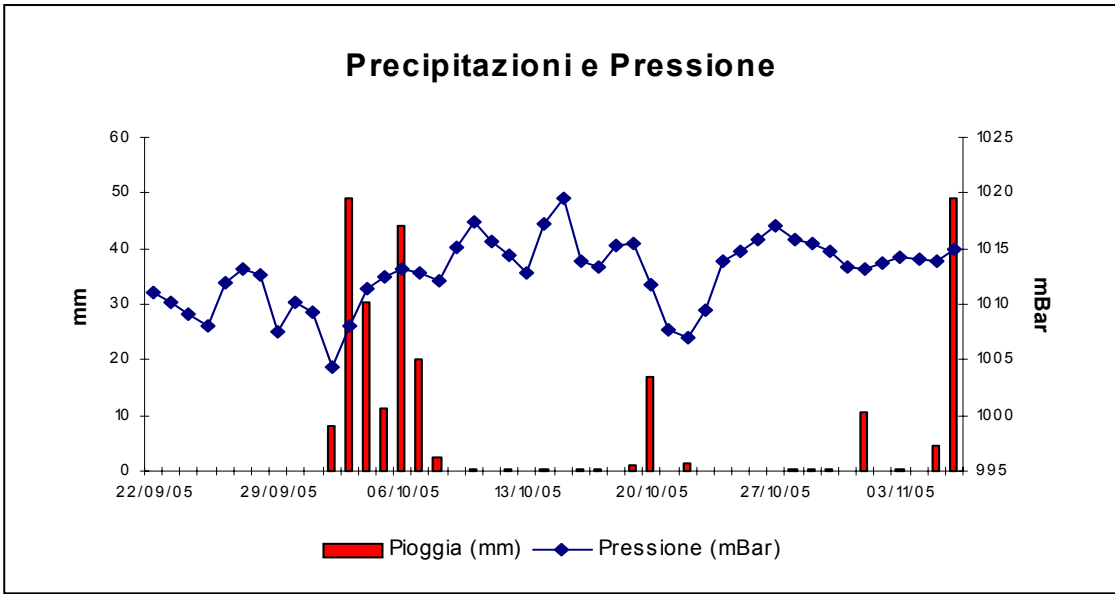
Nel mese di Ottobre l'alta pressione è stata quasi sempre presente sulla regione Lombardia, interrotta solo in un paio di occasioni per il passaggio di altrettante saccature di origine nord atlantica che hanno determinato, nella prima settimana, ben 6 eventi piovosi ed un sensibile abbassamento della temperatura. Più lievi invece sono state le conseguenze del secondo passaggio, le piogge sono state di debole intensità e concentrate nel giorno 20, e la temperatura ha subito solo una leggera diminuzione rispetto alle temperature miti che si erano instaurate e che poi sono proseguite fino a fine mese con massime orarie spesso superiori ai 20 °C. A causa del perdurare dell'alta pressione e della scarsa ventilazione e quindi dello scarso ricambio d'aria, (la velocità media del vento nel mese è risultata minore di 1 m/s) non sono mancate le giornate con nebbia e la media dell'umidità relativa è risultata pari al 92%.

Nei primi sei giorni di Novembre in cui si è protatta la presente campagna, le condizioni meteo non sono variate significativamente rispetto alla fine del mese precedente: infatti la pressione, la temperatura, la velocità del vento e l'umidità relativa si sono mantenute sugli stessi livelli di quelli della fine di ottobre; l'unica variante è stata determinata dalle precipitazioni dei giorni 1, 5 e 6 provocate dal passaggio di correnti perturbate atlantiche.

In sintesi, a causa del perdurare nel periodo di misura di condizioni meteo poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti le concentrazioni degli stessi in più occasioni sono aumentate progressivamente fino a determinare 13 superamenti della media giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup>.

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 settembre 2005 al 06 novembre 2005 è stata realizzata nel Comune di Annicco, con l'ausilio del laboratorio mobile, una campagna di monitoraggio della Qualità dell'Aria. Il Laboratorio mobile è stato posizionato nel parcheggio di Via Bevilacqua-Rizzi.

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 ad Annicco è stata effettuata in piena stagione autunnale, in un periodo in cui le condizioni climatiche sono generalmente poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti a causa della scarsa ventosità tipica del periodo e delle frequenti stagnazioni dell'atmosfera che ostacolano la dispersione degli inquinanti stessi, e come ricordato poc'anzi, l'incremento delle concentrazioni atmosferiche tipico della stagione autunnale è stato sicuramente aggravato anche dall'uso sempre più intenso degli impianti di riscaldamento domestico.

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 Annicco 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 gli 11 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. A Cremona Libertà si è registrato lo stesso valore massimo giornaliero rilevato ad Annicco, mentre la media del periodo è risultata 3 µg/m<sup>3</sup>.

Gli andamenti dei giorni tipo presentano una modulazione praticamente identica per tutte e tre le tipologie di giornata con un leggero aumento delle concentrazioni nelle ore centrali, dalle ore 09:00 alle ore 14:00, un po' più accentuato nelle giornate festive a causa di un episodio isolato verificatosi nella giornata di domenica 9 ottobre in cui si sono registrate, proprio in quella fascia oraria, medie orarie insolitamente elevate con un massimo fino a 62 µg/m<sup>3</sup> in corrispondenza delle 12:00

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 provengono dai veicoli pesanti alimentati a gasolio, specie

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 ad Annicco sono risultate le più basse in assoluto della provincia di Cremona dove, come è sempre successo fino ad ora, in nessuna stazione è stato rilevato alcun superamento del limite normativo; la media del periodo ad Annicco è stata di 23 µg/m<sup>3</sup> mentre la massima media oraria non ha superato i 54 µg/m<sup>3</sup> a fronte di un limite massimo orario per il 2005 di 250 µg/m<sup>3</sup>. Le stazioni della rete fissa in cui sono stati rilevati i valori massimi e minimi sono state rispettivamente Cremona Libertà, quella maggiormente esposta al traffico (50 µg/m<sup>3</sup> la media del periodo e 144 µg/m<sup>3</sup> la massima media oraria) e Corte dè Cortesi, la più remota della rete (25 µg/m<sup>3</sup> la media del periodo e 58 µg/m<sup>3</sup> la massima media oraria). Nelle altre stazioni le medie del periodo variano dai 27 µg/m<sup>3</sup> di Piadena ai 33 µg/m<sup>3</sup> di Cremona Cadorna, Crema XI Febbraio e Casalmaggiore, mentre le massime medie orarie sono risultate comprese tra i 90 µg/m<sup>3</sup> di Piadena e i 120 µg/m<sup>3</sup> di Casalmaggiore.

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 fino ai valori massimi delle ore 08:00 e 09:00 (ora solare), poi si osserva una graduale diminuzione fino al minimo relativo delle ore 16:00; nel pomeriggio le concentrazioni restano sostanzialmente invariate salvo un lievissimo incremento in corrispondenza delle ore 20:00, in serata poi inizia il lento avvicinamento al minimo assoluto delle ore 24:00. Nel giorno tipo di sabato è ancora presente il picco mattutino, di livello più basso rispetto a quello del giorno feriale, ma sempre con il massimo alle ore 8:00; nel pomeriggio le concentrazioni variano parallelamente a quelle dei giorni feriali ma su valori leggermente inferiori. Nel giorno tipo festivo scompare il picco mattutino e le concentrazioni risultano sostanzialmente costanti e inferiori a quelle dei giorni feriali e di sabato in tutte le ore del giorno.

Per il biossido d'azoto i giorni tipo feriali e di sabato presentano un andamento molto simile: le concentrazioni sono sostanzialmente costanti (le variazioni sono contenute in un intervallo di 4 - 5 µg/m<sup>3</sup>) dalle prime ore del giorno fino alle ore 16:00, poi si nota un incremento, seppur contenuto fino alle ore 19 seguito da una diminuzione nelle ore serali che si presenta lieve nei giorni feriali e più consistente di sabato quando si raggiunge il minimo assoluto alle 24:00. Nel giorno festivo le concentrazioni delle prime ore, che coincidono con i massimi di giornata, sono praticamente costanti e identiche a quelle del giorno feriale, poi dalle 07:00 si osserva una graduale diminuzione fino al minimo assoluto delle ore 15:00, seguito da un leggero incremento fino alle 19:00 e da un'altrettanto lieve diminuzione fino alle ultime ore del giorno.

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 e 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 Annicco, sia in tutte le altre stazioni della rete fissa provinciale. Il valore più elevato, 2,2 mg/m<sup>3</sup>, è stato misurato a Cremona Libertà; nelle altre stazioni sono stati trovati valori compresi tra 0,8

mg/m<sup>3</sup> di Piadena e 2,0 mg/m<sup>3</sup> di Crema XI Febbraio. Ad Annicco il valore massimo della media di 8 ore è risultato pari a 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

Gli andamenti dei tre giorni tipo sono praticamente piatti e coincidenti con concentrazioni massime intorno a 0,5 mg/m<sup>3</sup>; questo risultato indica che i flussi di traffico autoveicolare nelle immediate vicinanze del punto di misura sono scarsamente rilevanti e sostanzialmente costanti in tutti i giorni della settimana.

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 non erano attesi superamenti né della "soglia di informazione" di 180 µg/m<sup>3</sup> come media oraria, né del "valore bersaglio per la protezione della salute" di 120 µg/m<sup>3</sup> come media di 8 ore. I valori rilevati ad Annicco hanno evidenziato una media di periodo pari a 26 µg/m<sup>3</sup>, un massimo orario di 124 µg/m<sup>3</sup> e un massimo della media di 8 ore di 97 µg/m<sup>3</sup>. Nel resto della provincia i risultati si sono attestati su valori molto simili a quelli di Annicco; i valori minori sono stati riscontrati a Cremona Libertà, cioè nella stazione più esposta al traffico, con una media del periodo di 17 µg/m<sup>3</sup>, un massimo orario di 102 µg/m<sup>3</sup> e un massimo della media di 8 ore di 83 µg/m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda gli andamenti dei giorni tipo si può notare che le concentrazioni più elevate vengono raggiunte nelle ore centrali della giornata. Solitamente le concentrazioni dei giorni di sabato e festivi sono sensibilmente più elevate di quelle dei giorni feriali a causa del minor traffico tipico dei fine settimana, nel caso in esame invece le differenze tra i vari giorni sono scarsamente significative; questo fatto, come già ipotizzato per il monossido di carbonio, può essere spiegato dalla sostanziale costanza dei flussi di traffico nei diversi giorni della settimana.

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 µm. Le misure di PM<sub>10</sub> sono state effettuate con un analizzatore automatico tipo Teom in grado di fornire misure in tempo reale.

Ad Annicco la media del periodo e la massima concentrazione giornaliera sono state, rispettivamente, 43 µg/m<sup>3</sup> e 81 µg/m<sup>3</sup>, ed il "valore limite per la protezione della salute" di 50 µg/m<sup>3</sup> come media di 24h è stato superato per 13 giorni su 46 di misura. I Valori peggiori in assoluto a livello provinciale sono stati rilevati nella stazione di Cremona Libertà, 53 µg/m<sup>3</sup> la media del periodo, 103 µg/m<sup>3</sup> la massima concentrazione giornaliera e 24 il numero di giorni

del superamento del "valore limite per la protezione della salute". Nelle altre stazioni: Crema Indipendenza e Pizzighettone, si sono ottenuti valori più vicini a quelli di Annicco sia per quanto riguarda le medie del periodo, risultate rispettivamente pari a 46 e 42  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  che per le massime concentrazioni medie giornaliere che si sono attestate rispettivamente su 87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 77  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sensibilmente più elevati rispetto al valore di Annicco invece sono risultati i numeri di giorni di superamento del "valore limite per la protezione della salute": 19 a Crema Indipendenza e 18 a Pizzighettone.

Nella presente campagna non vengono considerati i valori di  $\text{PM}_{10}$  misurati nella vicina stazione di Soresina perché i dati rilevati erano alterati dal sollevamento di polveri, nelle immediate vicinanze della stessa, provocato da cantieri edili di notevoli dimensioni e dal transito di numerosi veicoli su una strada con il manto d'asfalto quasi completamente rovinato.

L'evoluzione del giorno tipo feriale mostra un incremento delle concentrazioni dalle prime ore del mattino fino al massimo in corrispondenza delle ore 09:00, successivamente le concentrazioni diminuiscono fin verso le ore 14:00 per poi riprendere lentamente a salire fino al nuovo massimo relativo delle ore 18:00 da cui ridiscendono, dapprima più rapidamente, poi più lentamente, fino al minimo notturno in corrispondenza delle ore 03:00. Il giorno tipo di sabato si presenta con andamento molto simile a quello del giorno feriale ma con concentrazione spesso superiori specie nella parte centrale della giornata. I massimi più significativi sono posizionati alle ore 09:00 (massimo assoluto di giornata) e alle ore 19:00. Nell'andamento del giorno tipo festivo si nota un lento incremento di concentrazione dal minimo delle ultime ore della notte in corrispondenza delle 04:00 fino al massimo di giornata in corrispondenza delle ore 13:00, poi si assiste ad una graduale riduzione fino al minimo assoluto delle ore 20:00; l'andamento di questa giornata è assolutamente anomalo perché il massimo ed il minimo solitamente sono posizionati in fasce orarie invertite rispetto a quanto rilevato, come del resto testimoniano i giorni tipo feriale e di sabato.

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 Annicco 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 Annicco 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 si notano differenziazioni ed i valori più elevati sono registrati nelle stazioni prossime ad aree di parcheggio, oppure maggiormente interessate da traffico autoveicolare molto congestionato o vicino ad incroci o semafori, situazioni che non sono state individuate nel sito di misura di Annicco, ed i dati ottenuti lo confermano.

La distribuzione sul territorio dei valori di biossido d'azoto evidenzia la situazione più critica a Cremona Piazza Libertà, la stazione della rete provinciale maggiormente esposta al traffico veicolare, sia per quanto riguarda la media del periodo che per il massimo valore orario, mentre la posizione di Annicco è la migliore rispetto a tutte le postazioni della rete provinciale.

Per l'ozono la situazione si inverte 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. Nel corso della presente campagna di misure non sono stati rilevati superamenti di nessun limite, come prevedibile a causa dell'avvicinarsi della stagione fredda, mentre le differenze tra i vari siti di misura, a causa della diminuzione stagionale delle concentrazioni, sono meno evidenti di quanto si sarebbe potuto rilevare in una campagna estiva.

Per il  $\text{PM}_{10}$ , l'inquinante che solitamente desta le maggiori preoccupazioni, i dati rilevati ad Annicco risultano simili a quelli delle stazioni di Crema Indipendenza e di Pizzighettone per quanto riguarda le medie del periodo e le massime concentrazioni giornaliere, ma decisamente migliori di quelli di Cremona Libertà per quanto riguarda la media del periodo, e di quelli di tutte le stazioni per quanto riguarda il numero di giorni di superamento del "valore limite per la protezione della salute" di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Un altro particolare che merita di essere sottolineato, al di là dei valori assoluti raggiunti nei vari siti di misura, è la quasi perfetta sincronia delle variazioni delle concentrazioni medie giornaliere rappresentate dal grafico di pag. 36. Questo fatto significa che il fenomeno interessa in modo indistinto tutto il territorio provinciale ed è influenzato in parte dalle situazioni emissive locali, e in buona parte anche da componenti con una valenza territoriale molto più estesa, come le condizioni meteo. Queste, infatti, sono in grado di influenzare a livello di bacino aerale il volume d'aria in cui si possono disperdere gli inquinanti e/o il grado di abbattimento operato sugli stessi dalle precipitazioni atmosferiche e, di conseguenza, possono incidere notevolmente sulla minore o maggiore variabilità delle concentrazioni dei gas che vengono immessi direttamente in atmosfera o generati dalle reazioni che avvengono in aria.

Nelle seguenti Tabelle si riportano alcuni dati relativi alle caratteristiche del sito di campionamento e altri dati statistici riferiti a  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{PM}_{10}$  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  $\text{PM}_{10}$ , di  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e relative date di accadimento

## Conclusioni

Durante il periodo della campagna di misura di Annicco, 22/09/05 – 06/11/05, sono stati rispettati tutti i limiti di legge per il biossido di zolfo, il biossido d'azoto, il monossido di carbonio e l'ozono ma nello stesso tempo sono state osservate violazioni dei limiti di legge per il PM<sub>10</sub>.

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 particolarmente congestionato giustificano il rispetto dei limiti per i primi tre inquinanti considerati.

Per il PM<sub>10</sub> e l'ozono 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 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 a causa delle basse temperature dell'aria e della scarsa intensità della radiazione solare. Al contrario, durante i mesi caldi, da maggio fino a settembre, ma talvolta anche a partire da aprile e perfino da fine marzo, si registrano frequenti superamenti dei limiti di legge. Ciò è dovuto alla notevole importanza che riveste l'intensità della radiazione solare, oltre naturalmente gli inquinanti precursori, sul meccanismo di formazione dell'ozono. Per queste ragioni, considerata la stagione in cui è stata eseguita la presente campagna di misure, il rispetto dei limiti registrato per l'ozono era ampiamente scontato, come scontati e certi sono i superamenti che si verificheranno nei mesi più caldi dell'anno quando i precursori saranno comunque sempre presenti in quantità più che sufficiente per sostenere il progredire della reazione di formazione, e l'intensità della radiazione solare, raggiungendo i valori massimi annuali, provocherà un maggior formazione di questo gas. Purtroppo, a causa del particolare meccanismo di formazione dell'ozono, non è pensabile di intraprendere azioni a valenza comunale per contrastarne la formazione e l'aumento delle concentrazioni; eventuali strategie preventive per ridurre l'inquinamento da ozono dovrebbero interessare in modo continuativo molti aspetti della vita dell'uomo ed essere applicate almeno a livello di bacino aerale perchè possano produrre effetti sostanziali e duraturi. 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 le concentrazioni di ozono aumentano con il progredire della bella stagione, per il PM<sub>10</sub> si verifica l'opposto. Questo succede per diversi motivi: perchè d'estate vengono spenti gli impianti di riscaldamento, generalmente una delle più importanti fonti emmissive di PM<sub>10</sub>, perchè con l'aumento della temperatura dell'aria diminuisce la frazione di inquinanti che, emessi allo stato di vapore, condensano al suolo, perchè aumenta l'altezza dello strato di rimescolamento dell'atmosfera e quindi la diluizione degli inquinanti emessi, etc.. In conseguenza di ciò le concentrazioni estive di PM<sub>10</sub> sono sempre minori di quelle invernali ed il superamento del "valor limite per la protezione della salute" si verifica più raramente che in inverno anche in periodi caratterizzati da condizioni meteo stabili, vale a dire in giornate con ventilazione scarsa o nulla, assenza di precipitazioni e con valori elevati di pressione atmosferica. Però sia in estate che in inverno, quando si registra un superamento del limite di PM<sub>10</sub> in un sito, a meno che non sia giustificato da qualche fenomeno emissivo anomalo a livello locale, generalmente non è un fatto isolato, il più delle volte si tratta di un evento comune a vaste porzioni di territorio, spesso diffuso in tutta la regione, che si manifesta nelle varie località in forme più o meno acute in funzione dell'importanza delle sorgenti emmissive presenti nelle vicinanze e della severità di certi parametri meteo. In questi casi, specie in territori omogenei sia dal punto di vista orografico che occupazionale come quello della provincia di Cremona, dalle concentrazioni di PM<sub>10</sub> rilevate nelle varie cabine della rete si possono stimare le concentrazioni atmosferiche anche di siti non coperti da stazioni di misura. Inoltre, come già sottolineato per l'ozono, quando le concentrazioni di un inquinante sono così uniformemente distribuite come spesso si verifica nella pianura padana, è ovvio che sarebbe assolutamente velleitario pensare di trovare rimedi al problema con provvedimenti unicamente di carattere locale, magari attuati in modo estemporaneo, le soluzioni per problemi di questa portata possono venire solo da provvedimenti di tipo strutturale e stabili nel tempo che

saranno tanto più efficaci quanto più estesa sarà l'area in cui verranno attuati ed i cittadini ed il mondo produttivo saranno incentivati ad applicarli.

## Tablelle

	rete	Tipo zona	Tipo stazione	Quota s.l.m. (metri)	Periodo di misura
		Dec. 2001/752/CE	Decisione 2001/752/CE		
<b>Annicco</b>	PUB	SUBURBANA	TRAFFICO	60	22/09/05 – 06/11/05
<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

## Tabelle

### Biossido di Zolfo

	% 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>Annicco</b>	98	2	3	11	<b>0</b>
<b>Cremona Libertà</b>	98	3	5	11	<b>0</b>
<b>Crema XI Febbraio</b>	98	2	2	7	<b>0</b>
<b>Corte de Cortesi</b>	98	1	1	2	<b>0</b>
<b>Pizzighettone</b>	98	2	2	6	<b>0</b>

## Table

### Nitrogen Dioxide

	% 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>Annicco</b>	100	23	10	54	<b>0</b>
<b>Cremona Libertà</b>	97	50	21	144	<b>0</b>
<b>Cremona Cadorna</b>	98	33	15	101	<b>0</b>
<b>Crema XI Febbraio</b>	95	33	14	95	<b>0</b>
<b>Crema Indipendenza</b>	100	32	15	114	<b>0</b>
<b>Casalmaggiore</b>	100	33	16	120	<b>0</b>
<b>Piadena</b>	96	27	12	90	<b>0</b>
<b>Corte de Cortesi</b>	100	25	11	58	<b>0</b>
<b>Soresina</b>	100	30	13	95	<b>0</b>

## Tabelle

### Monossido di Carbonio

	% Rend.	Media (mg/m <sup>3</sup> )	Dev St.	Max Media 1 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>Annicco</b>	100	0,4	0,2	1,3	1,0	<b>0</b>
<b>Cremona Libertà</b>	99	0,8	0,4	3,5	2,2	<b>0</b>
<b>Cremona Cadorna</b>	100	0,7	0,3	3,0	1,8	<b>0</b>
<b>Crema XI Febbraio</b>	100	0,6	0,3	2,4	2,0	<b>0</b>
<b>Crema Indipendenza</b>	98	0,5	0,2	1,8	1,2	<b>0</b>
<b>Casalmaggiore</b>	100	0,6	0,3	2,4	1,6	<b>0</b>
<b>Piadena</b>	92	0,4	0,2	1,6	0,8	<b>0</b>

## Tabelle

### Ozono

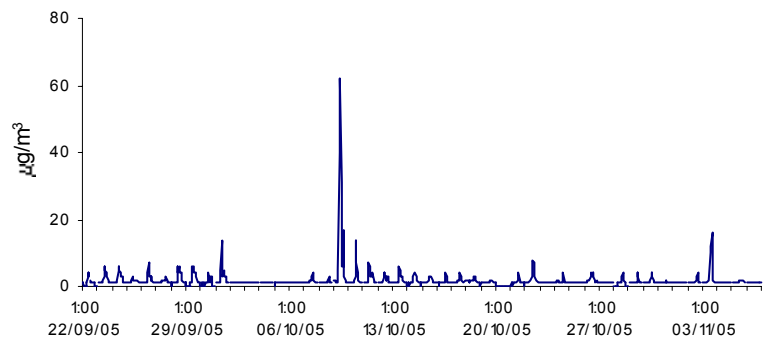
	% Rend.	Media ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Dev St. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Max Media 1 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nr. giorni superamento Soglia di informazione ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 1 h)	Max Media 8 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nr. giorni superamento Valore bersaglio per la protezione della salute ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media di 8 h)
<b>Annicco</b>	100	26	26	124	<b>0</b>	97	<b>0</b>
<b>Cremona Libertà</b>	84	17	21	102	<b>0</b>	83	<b>0</b>
<b>Cremona Cadorna</b>	96	22	24	122	<b>0</b>	97	<b>0</b>
<b>Crema XI Febbraio</b>	92	22	25	119	<b>0</b>	98	<b>0</b>
<b>Casalmaggiore</b>	96	25	25	121	<b>0</b>	102	<b>0</b>
<b>Corte de Cortesi</b>	95	25	26	117	<b>0</b>	100	<b>0</b>

## Tabelle

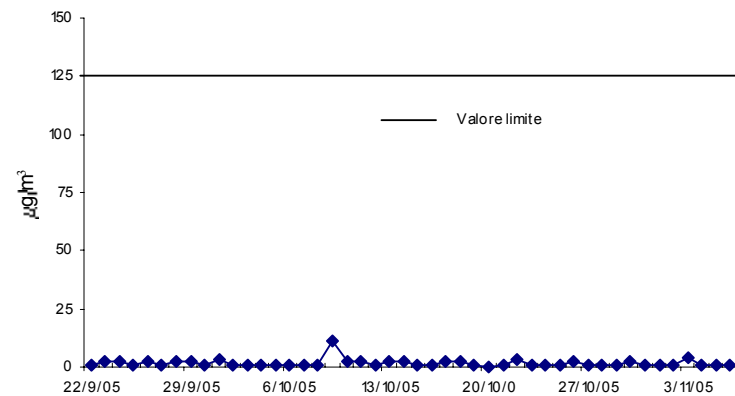
### PM<sub>10</sub>

	% 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>Annicco</b>	97	<b>43</b>	29	<b>81</b>	<b>13</b> 24.09.05 27.09.05 11.10.05 dal 13.10.05 al 16.10.05 23.10.05 dal 26.10.05 al 28.10.05 30.10.05 04.11.05
<b>Cremona Libertà</b>	99	<b>53</b>	31	<b>103</b>	<b>24</b> 24.09.05 dal 26.09.05 al 29.09.05 dal 10.10.05 al 16.10.05 19.10.05 dal 22.10.05 al 23.10.05 dal 25.10.05 al 30.10.05 dal 02.11.05 al 04.11.05
<b>Crema Indipendenza</b>	100	<b>46</b>	29	<b>87</b>	<b>19</b> 24.09.05 27.09.05 dal 11.10.05 al 16.10.05 23.10.05 25.10.05 dal 27.10.05 al 04.11.05
<b>Soresina</b>	-	-	-	-	-
<b>Pizzighettone</b>	100	<b>42</b>	30	<b>77</b>	<b>18</b> dal 23.09.05 al 24.09.05 dal 27.09.05 al 28.09.05 dal 12.10.05 al 16.10.05 19.10.05 23.10.05 dal 26.10.05 al 27.10.05 dal 29.10.05 al 30.10.05 dal 03.11.05 al 05.11.05

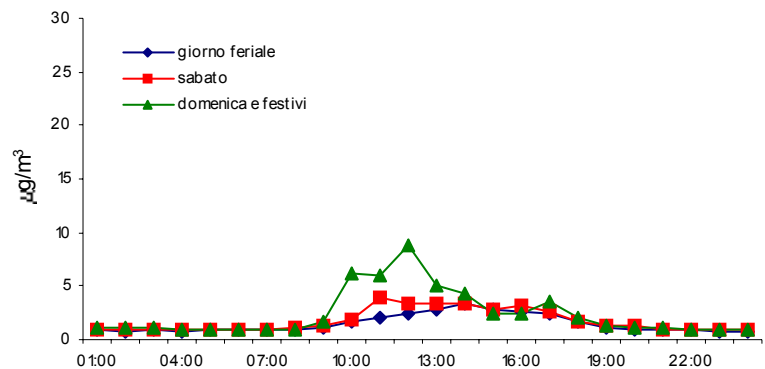
### Biossido di Zolfo - Concentrazioni Orarie



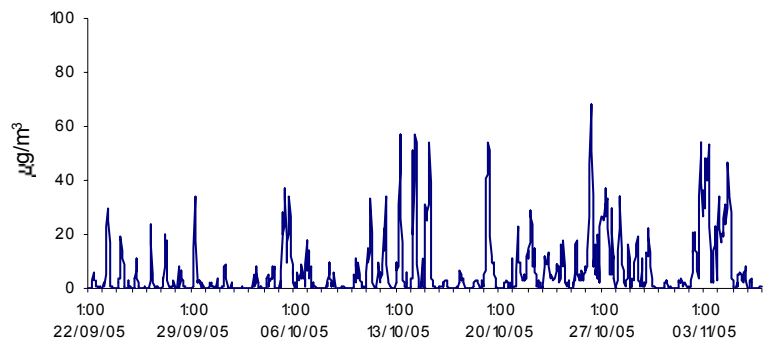
### Biossido di Zolfo - Medie Giornaliere



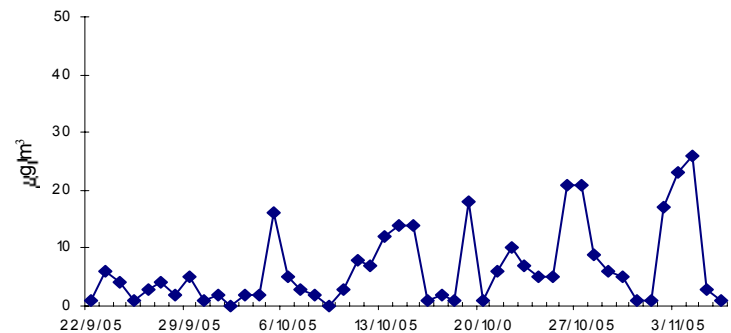
### Biossido di Zolfo - Giorno Tipo



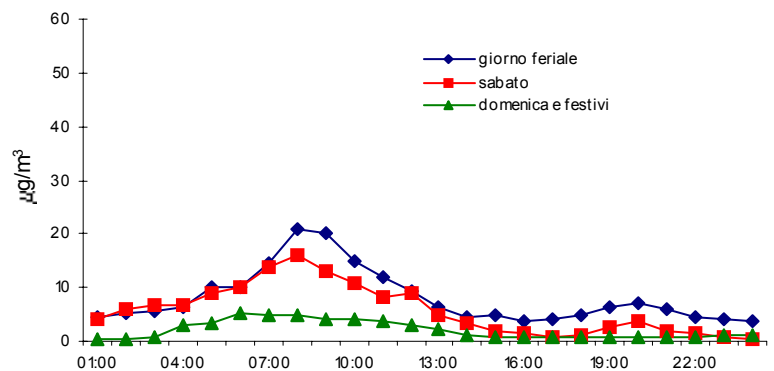
Ossido di Azoto - Concentrazioni Orarie



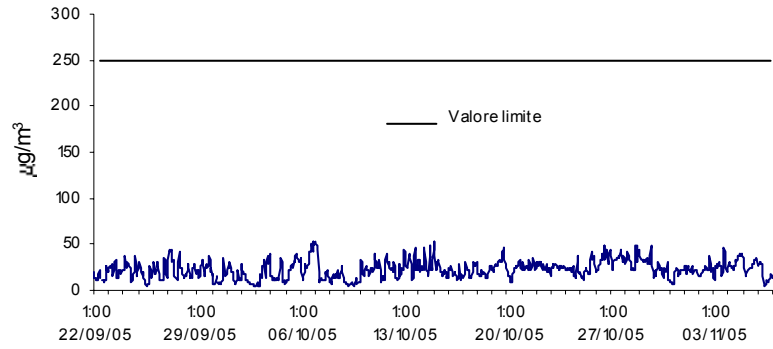
Ossido di Azoto - Medie Giornaliere



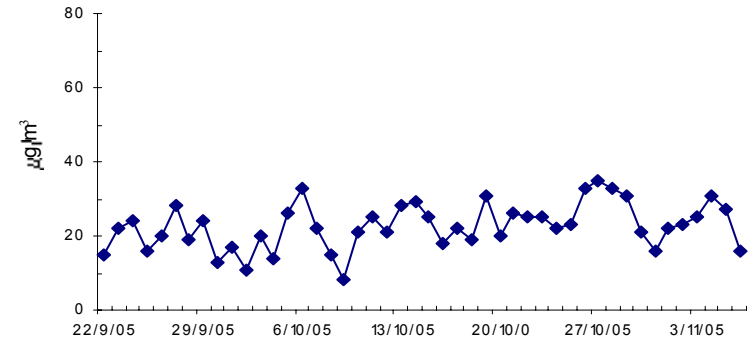
Ossido di Azoto - Giorno Tipo



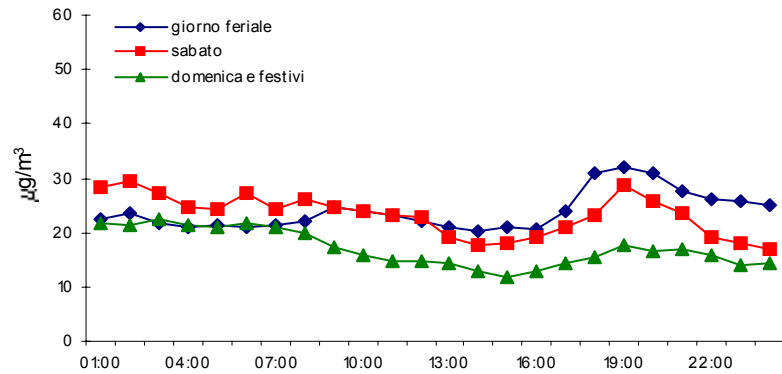
**Biossido di Azoto - Concentrazioni Orarie**



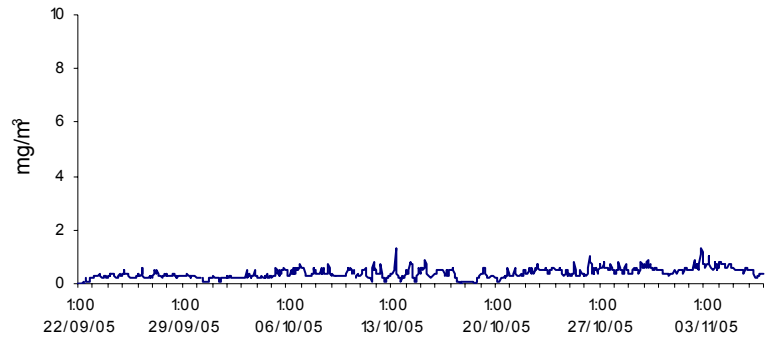
**Biossido di Azoto - Medie Giornaliere**



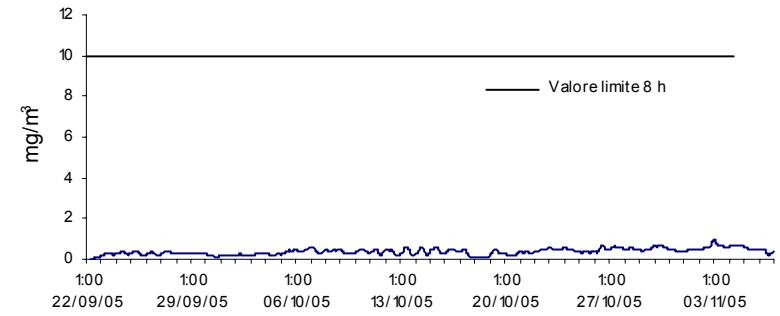
**Biossido di Azoto - Giorno Tipo**



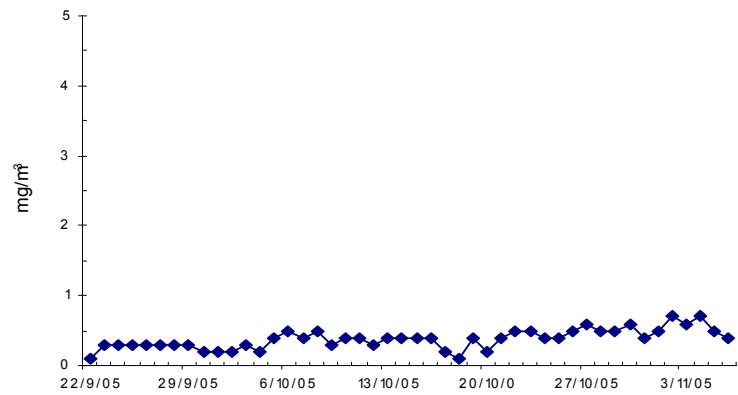
**Monossido di Carbonio - Concentrazioni Orarie**



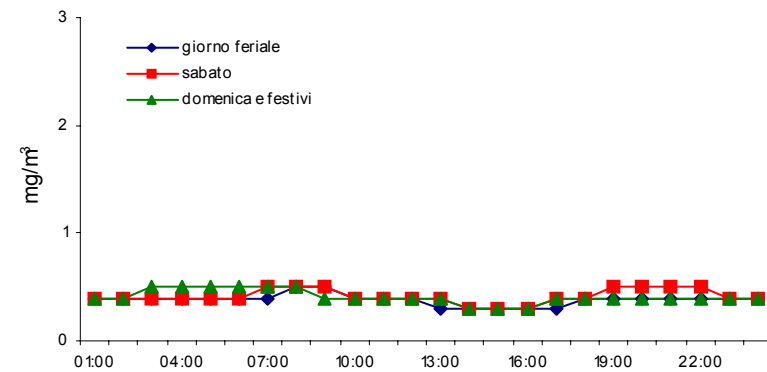
**Monossido di Carbonio - Concentrazioni Medie di 8h**

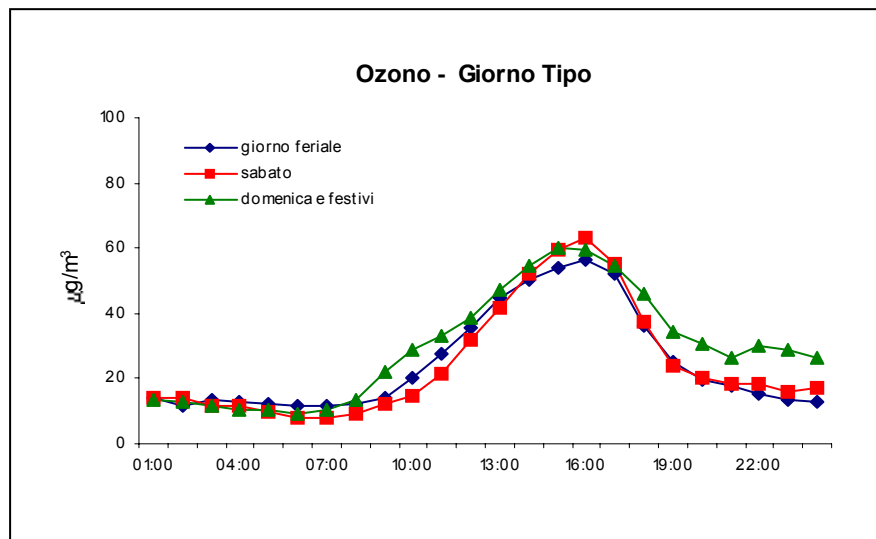
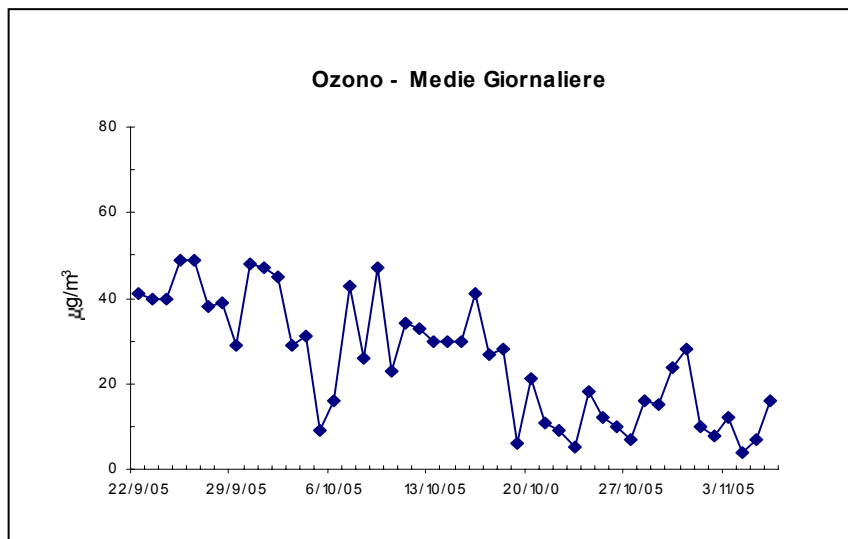
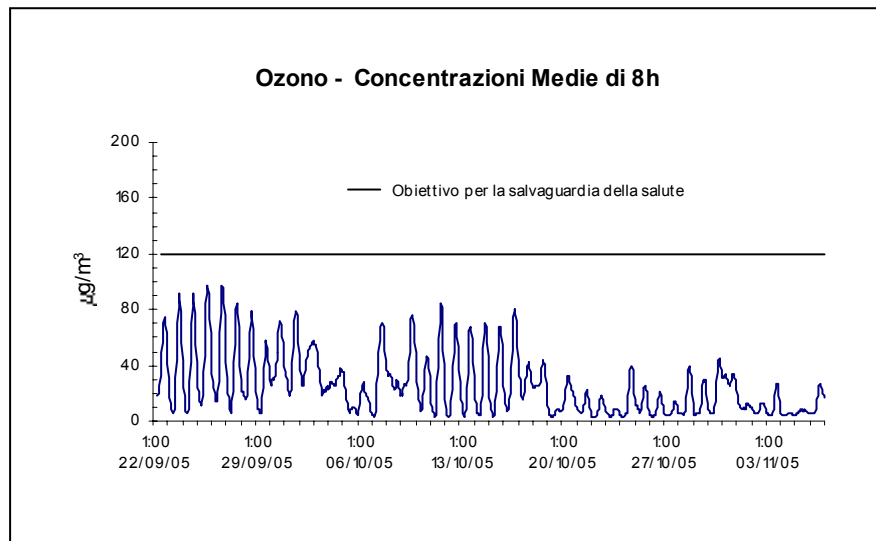
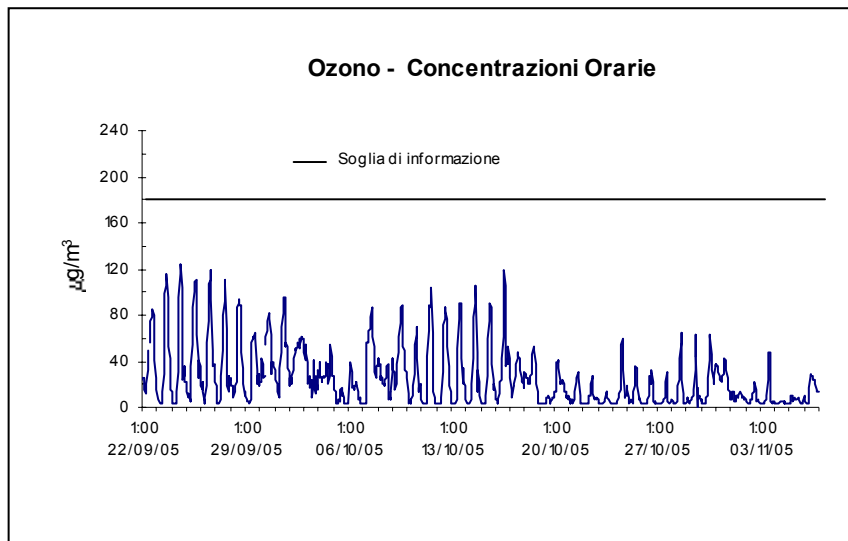


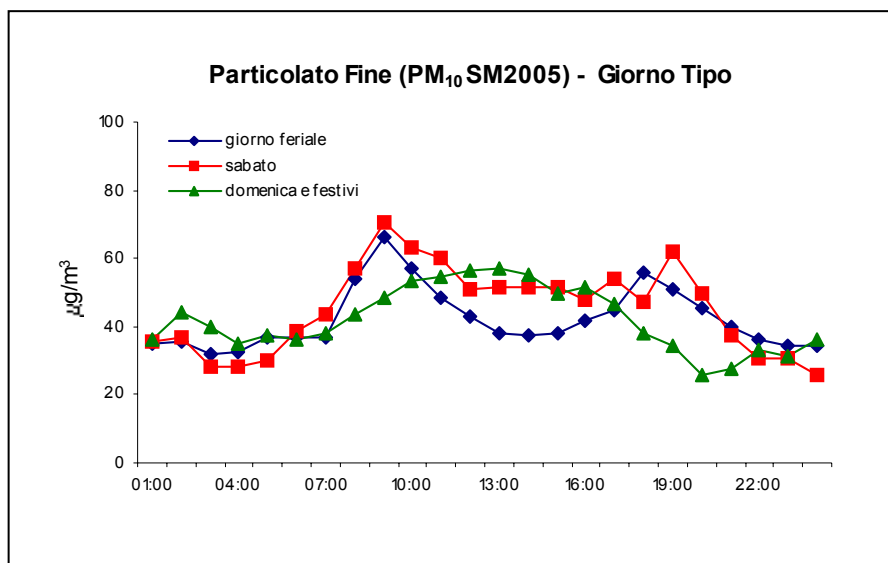
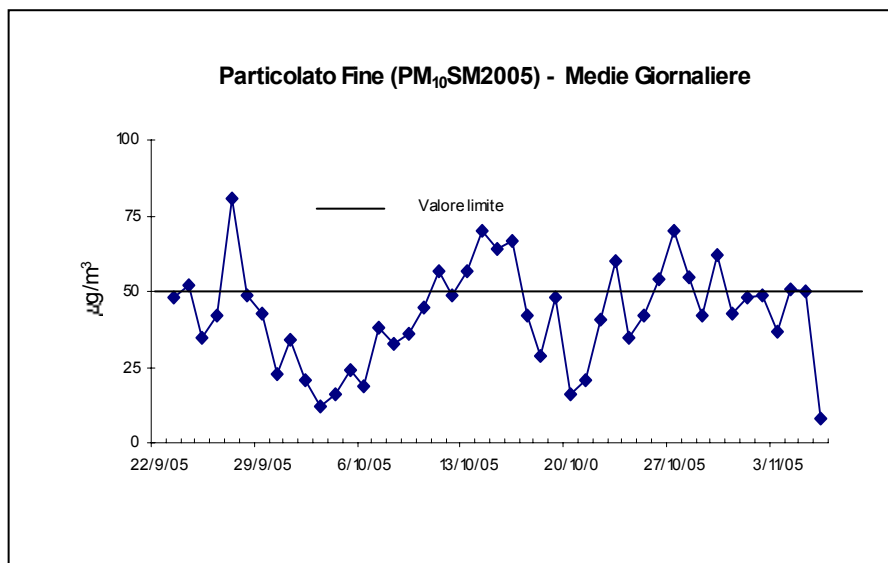
**Monossido di Carbonio - Medie Giornaliere**



**Monossido di Carbonio - Giorno Tipo**



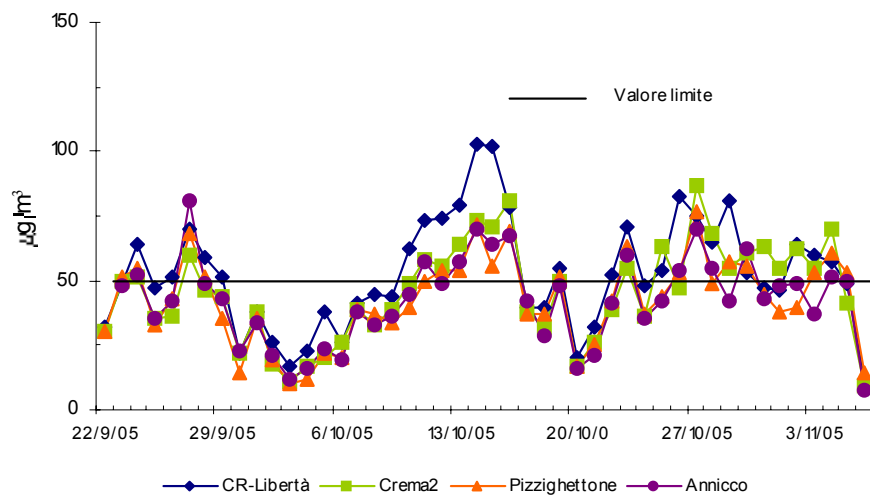




PM <sub>10</sub> – Medie G. Annicco	
DATA	µg/m <sup>3</sup>
22/09/2005	-
23/09/2005	48
24/09/2005	52
25/09/2005	35
26/09/2005	42
27/09/2005	81
28/09/2005	49
29/09/2005	43
30/09/2005	23
01/10/2005	34
02/10/2005	21
03/10/2005	12
04/10/2005	16
05/10/2005	24
06/10/2005	19
07/10/2005	38
08/10/2005	33
09/10/2005	36
10/10/2005	45
11/10/2005	57
12/10/2005	49
13/10/2005	57
14/10/2005	70

PM <sub>10</sub> – Medie G. Annicco	
DATA	µg/m <sup>3</sup>
15/10/2005	64
16/10/2005	67
17/10/2005	42
18/10/2005	29
19/10/2005	48
20/10/2005	16
21/10/2005	21
22/10/2005	41
23/10/2005	60
24/10/2005	35
25/10/2005	42
26/10/2005	54
27/10/2005	70
28/10/2005	55
29/10/2005	42
30/10/2005	62
31/10/2005	43
01/11/2005	48
02/11/2005	49
03/11/2005	37
04/11/2005	51
05/11/2005	50
06/11/2005	8

**Concentrazioni di PM<sub>10</sub> SM2005 nella Provincia di  
Cremona  
Periodo: 22/09/05 - 06/11/05**



## 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
22/09/05	1:00	20	0	24	0.0		
22/09/05	2:00	14	0	25	0.0		
22/09/05	3:00	14	0	26	0.0		
22/09/05	4:00	12	0	18	0.0		
22/09/05	5:00	11	0	16	0.0		
22/09/05	6:00	10	0	12	0.0		
22/09/05	7:00	10	1	12	0.0		
22/09/05	8:00	18	3	20	0.0	19	0.0
22/09/05	9:00	21	6	32	0.1	20	0.0
22/09/05	10:00	17	4	40	0.0	22	0.0
22/09/05	11:00	14	3	49	0.0	25	0.0
22/09/05	12:00					26	0.0
22/09/05	13:00	11	3	57	0.2	32	0.0
22/09/05	14:00	10	1	68	0.1	40	0.1
22/09/05	15:00	10	1	75	0.1	49	0.1
22/09/05	16:00	10	1	79	0.1	57	0.1
22/09/05	17:00	9	0	83	0.1	64	0.1
22/09/05	18:00	10	0	85	0.1	71	0.1
22/09/05	19:00	12	0	80	0.1	75	0.1
22/09/05	20:00	27	1	44	0.2	71	0.1
22/09/05	21:00	21	0	41	0.2	69	0.1
22/09/05	22:00	22	0	25	0.2	64	0.1
22/09/05	23:00	22	0	18	0.2	57	0.2
22/09/05	24:00	20	0	19	0.2	49	0.2
23/09/05	1:00	24	0	16	0.2	41	0.2
23/09/05	2:00	27	2	6	0.2	31	0.2
23/09/05	3:00	24	1	7	0.2	22	0.2
23/09/05	4:00	24	1	6	0.3	17	0.2
23/09/05	5:00	28	5	4	0.3	13	0.2
23/09/05	6:00	25	5	4	0.3	10	0.2
23/09/05	7:00	20	10	4	0.3	8	0.3
23/09/05	8:00	16	23	4	0.3	6	0.3
23/09/05	9:00	21	30	5	0.3	5	0.3
23/09/05	10:00	23	28	8	0.3	5	0.3
23/09/05	11:00	30	25	14	0.4	6	0.3
23/09/05	12:00	34	17	29	0.4	9	0.3
23/09/05	13:00	20	2	84	0.3	19	0.3
23/09/05	14:00	14	1	98	0.2	31	0.3
23/09/05	15:00	14	1	105	0.2	43	0.3
23/09/05	16:00	14	0	114	0.2	57	0.3
23/09/05	17:00	14	0	116	0.2	71	0.3
23/09/05	18:00	22	0	96	0.2	82	0.3
23/09/05	19:00	21	0	73	0.3	89	0.3
23/09/05	20:00	20	0	52	0.3	92	0.2
23/09/05	21:00	17	0	43	0.3	87	0.2
23/09/05	22:00	22	0	35	0.3	79	0.3
23/09/05	23:00	23	0	21	0.2	69	0.3
23/09/05	24:00	22	0	15	0.2	56	0.3

(segue)