



consulenze ambientali®

**INDAGINE DELLA QUALITA'
DELL'ARIA COMUNE DI
SALERANO SUL LAMBRO (LO)
MONITORAGGIO ANTE OPERAM**

Norma di riferimento: D.P.R. 24/05/1988 n. 203

**COMUNE DI SALERANO
SUL LAMBRO**

Provincia di Lodi

Emissione del: 30 Aprile 2010

File: A0376A10 Salerano q.tà aria 1a indagine AO.doc

consulenze ambientali s.p.a.

24020 Scanzorosciate (BG) - Via A. Moro, 1 - Tel 035/6594411 - Fax.035/6594450

Filiale: 20017 Rho (MI) - Via Beatrice d'Este, 16

info@consamb.it - www.consamb.it

Codice fiscale e Partita IVA: 01703480168

Redatta da:

Dr. Sergio Brena

Consulenze Ambientali spa



Verificata da:

P.Ch. Roberto Barboglio

Consulenze Ambientali spa



Approvata da:

Comune di Salerano sul Lambro

SOMMARIO

1. Dati identificativi committente.....	5
2. Premessa	6
3. Inquadramento dell'area.....	7
3.1 Posizioni di misura.....	7
3.2 Modalità di conduzione delle misure	9
4. Parametri rilevati e caratteristiche del laboratorio mobile.....	9
4.1 Strumentazione.....	9
4.2 Sensorio Meteo	10
4.3 Parametri Chimici.....	10
4.4 Range analitico degli strumenti	12
5. Controlli e tarature.....	13
6. Normativa italiana e europea.....	13
7. Risultati dei parametri meteorologici	13
7.1 Temperatura	13
7.2 Umidità relativa e precipitazioni	13
7.3 Vento.....	13
7.4 Pressione atmosferica	13
7.5 Irraggiamento solare.....	13
7.6 Andamento parametri meteo.....	13
8. Descrizione parametri di misura.....	13
8.1 Ossidi d'azoto	13
8.1.1 Descrizione	13
8.1.2 Fonti.....	13
8.1.3 Effetti	13
8.2 Monossido di carbonio.....	13
8.2.1 Descrizione	13
8.2.2 Fonti.....	13
8.2.3 Effetti	13
8.3 Ozono.....	13
8.3.1 Descrizione	13
8.3.2 Fonti.....	13
8.3.3 Effetti	13
8.4 BTX.....	13
8.4.1 Descrizione	13
8.4.2 Fonti.....	13
8.4.3 Effetti	13
8.5 Idrocarburi.....	13
8.5.1 Descrizione	13
8.5.2 Fonti.....	13
8.5.3 Effetti	13

8.6	Anidride solforosa.....	13
8.6.1	Descrizione	13
8.6.2	Fonti.....	13
8.6.3	Effetti	13
9.	Risultati dei parametri chimici	13
9.1	Anidride solforosa e idrogeno solforato.....	13
9.3	Ossidi d'azoto	13
9.4	Monossido di carbonio	13
9.5	Ozono.....	13
9.6	Idrocarburi.....	13
9.7	BTX.....	13
9.8	Ammoniaca.....	13
9.9	Correlazione tra i parametri	13
10.	Analisi con canister e olfattometrie	13
10.1	Risultati delle analisi di laboratorio.....	13
11.	Conclusioni.....	13

ALLEGATI

- N. 1:** Tabella dati medi orari
- N. 2:** Tabella dati medi giornalieri
- N. 3:** Rapporti di prova e cromatogrammi

1. Dati identificativi committente

Ragione Sociale: Comune di Salerano sul Lambro

Sede:

Via Vittorio Veneto 6
Salerano sul Lambro LO

Riferimento

Vice sindaco Sig. Ghianda

2. Premessa

La presente relazione illustra i risultati ottenuti nella campagna di misura dei parametri meteorologici e chimico-fisici tramite mezzo mobile di rilevamento della qualità dell'aria in comune di Salerano sul Lambro (LO).

La campagna di misura svolta rientra nelle indagini di monitoraggio ambientale in fase di *ante operam* programmate per la realizzazione di un depurazione scarichi civili e un impianto di produzione biogas.

I risultati ottenuti saranno confrontati, per quanto possibile, con i limiti di legge vigenti e con i valori consigliati da vari organi internazionali (in primis l'Organizzazione Mondiale della Sanità).

3. Inquadramento dell'area

Il monitoraggio è stato eseguito a nord del comune di Salerano sul Lambro, nel centro dell'abitato.

Nell'immediato intorno del punto di campionamento insistono solo insediamenti residenziali. Ma in direzione sud a circa 400 m si trova la SIPCAM, industria chimica. In direzione Nord est a una distanza di 650 m c'è la piazzola ecologica e un impianto di depurazione. In quest'ultima zona verrà insediato il nuovo depuratore e l'impianto di biogas.

Le vie di comunicazione più importanti si trovano a nord SP115, ovest SP17 e EST con L'A1. L'uso del suolo, al di fuori delle aree abitate è per la maggiore di tipo agricolo.

Il comune è inserito nella zona B (DGR 5290/07) e quindi caratterizzata da:

- alte concentrazioni nell'aria di PM10 in particolare di origine secondaria, NOx e NH3;
- condizioni meteo avverse che favoriscono la concentrazioni degli inquinanti negli strati bassi dell'atmosfera;
- densità abitativa intermedia.

3.1 Posizioni di misura

La postazione di misura con laboratorio mobile è ubicata all'interno di un cortile privato, in via Luigi Chiesa, nei pressi della palestra comunale.

Coordinate: 1530091 E 5015776 N

Altitudine 77 m s.l.m.

Immagine 3.1: Foto da satellite indicante in rosso la posizione di misura



Immagine 3.2: Laboratorio mobile installato



3.2 Modalità di conduzione delle misure

Il periodo di misura è compreso tra il 18/03/10 e il 01/04/10.

Durante questo periodo il laboratorio mobile ha registrato in continuo una serie di parametri meteo e chimico-fisici raccogliendo dati computati su medie orarie.

Il parametri NH₃ essendo campionato a parte, ha avuto invece una mediazione settimanale.

4. Parametri rilevati e caratteristiche del laboratorio mobile

I parametri rilevati, con il laboratorio mobile, sono i seguenti:

1. Ossidi d'azoto (NO_x)
2. Monossido di Carbonio (CO)
3. Anidride solforosa e Idrogeno Solforato (SO₂/H₂S)
4. Ozono (O₃)
5. Benzene e omologhi (BTX)
6. Idrocarburi
7. Ammoniaca
8. Temperatura
9. Umidità relativa
10. Velocità e direzione del vento
11. Pressione atmosferica
12. Irraggiamento solare.

4.1 Strumentazione

Il mezzo è dotato di un impianto di condizionamento in grado di garantire:

+20 °C con T esterna di -10 °C.

+22 °C e 50% di UR, con T esterna di 32-36 °C e UR del 70%.

Il sistema di prelievo è doppio e permette il campionamento con sonda tradizionale a circa 3.5 metri dal suolo oppure il prelievo degli inquinanti da traffico con sonda specifica a metri 1.5 dal suolo. Le polveri fini sono campionate previo apposito selettore, mentre le polveri totali sono campionate su membrane poste su una rampa di campionamento.

Tutta la strumentazione è corrispondente alle norme nazionali ed europee (DPCM 28/3/83, DPR 203/88, DM 60/02 D.lsg 183/04), ed inoltre, molte metodiche sono accreditate Sinal.



4.2 Sensorio Meteo

I sensori sono posti su un'antenna porta strumenti elevabile ad un'altezza da terra di 9 mt.

Vengono determinati i seguenti parametri:

- Velocità dell'aria con un anemometro a tre coppe paraboliche, trattasi di un anemometro a forza, funzionante in base alla differenza di pressione che si crea all'interno della superficie della coppa ortogonale alla direzione del vento e quella sulla superficie esterna della coppa a 120° dalla direzione del vento. Tale differenza di pressione crea una forza che fa girare le coppe. Dal numero di giri è calcolata la velocità del vento.
- Direzione del vento tramite una banderuola dotata di una superficie che prende vento e si sposta fino a posizionare la banderuola in direzione parallela al vento. Un potenziometro legge la direzione.
- Temperatura tramite termocoppia che misura la variazione di resistenza elettrica della sonda al variare della temperatura, nota la resistività della sonda si risale alla temperatura.
- Umidità con sensore tipo a cappello SRHS.
- Irraggiamento solare con sistema Starpyranometer che misura il differente riscaldamento di settori affiancati, uno nero adsorbente la luce, l'altro bianco riflettente, la differenza consente di risalire al valore d'irraggiamento solare.
- Pressione atmosferica tramite un liquido sensibile alla pressione che spinge una molla legata ad un trasduttore.

4.3 Parametri Chimici

Ossidi d'azoto.

Per la determinazione degli ossidi d'azoto si utilizza un metodo a chemiluminescenza. Il metodo si basa sulla reazione chimica tra il monossido d'azoto e l'ozono, capace di produrre una luminescenza caratteristica, d'intensità proporzionale alla concentrazione di NO. Un apposito rivelatore permette di misurare l'intensità della radiazione luminosa prodotta. La reazione è specifica per il monossido d'azoto; per misurare il biossido, invece, bisogna ridurlo a monossido, attraverso un convertitore al molibdeno. L'analizzatore è automaticamente predisposto per rilevare sia il monossido d'azoto sia il biossido d'azoto. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di ossidi d'azoto è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Anidride solforosa.

Il biossido di zolfo è misurato con un metodo a fluorescenza. L'aria da analizzare è immessa in un'apposita camera nella quale sono inviate radiazioni UV a 230–190 nm. Queste radiazioni eccitano le molecole d'anidride solforosa che, successivamente, perdono l'energia accumulatasi, emettendo delle radiazioni nello spettro del visibile misurate con apposito rilevatore. L'intensità luminosa misurata è funzione della concentrazione d'anidride solforosa presente nell'aria. L'unità di misura con la quale sono espresse le concentrazioni di biossido di zolfo è il microgrammo al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Monossido di carbonio.

L'ossido di carbonio è analizzato mediante assorbimento di radiazioni infrarosse (IR). La tecnica di misura si basa sull'assorbimento, da parte delle molecole di CO, di radiazioni IR con conseguente variazione della loro intensità, proporzionale alla concentrazione dell'ossido di carbonio. Un sensore misura la variazione della radiazione luminosa e converte questo valore fornendo la concentrazione di CO presente nell'aria.

L'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni di monossido di carbonio è il milligrammo al metro cubo (mg/m^3).

Idrocarburi totali e non metanici.

IL FID (Flame Ionization Detector) sfrutta la caratteristica delle molecole contenenti legami del carbonio di bruciare producendo una corrente ionica, in grado di variare un campo elettrico. Tale corrente ionica dipende dalla concentrazione della sostanza. L'analizzatore è in grado di separare cromatograficamente il metano dagli altri composti. Un sistema ad elettrovalvole consente l'analisi dell'intera componente organica o del solo metano. Gli idrocarburi non metanici sono calcolati per differenza.

BTX.

Si utilizza un gascromatografo dotato di FID, e colonna di separazione. Il campione è adsorbito in una trappola adsorbente e quindi termicamente desorbito per essere analizzato dopo separazione cromatografia dei componenti con determinazione tramite FID. Il tutto è automaticamente ingegnerizzato in un unico analizzatore.

4.4 Range analitico degli strumenti

La seguente tabella illustra il range analitico di lavoro dei vari strumenti o delle varie tecniche analitiche.

Tabella 4.1 Range analitico degli strumenti

Parametro	UM	Cifre significative	Range di misura e incertezza
Direzione del vento	gradi da N	000	0-360 ± 2 %
Velocità del vento	m/sec	00,0	0-50 ± 0,25 %
Temperatura	°C	00,0	-30 +50 ± 0,3 %
Umidità relativa	%	000	10-100 ± 2 %
Radiazione solare globale	watt/m ²	000	0 -1500
Radiazione solare netta	watt/m ²	000	100 -1500
Pressione atmosferica	mbar	000	700-1100 ± 2 %
THC	µg/mc	0000	0-10ppm ± 10%
Metano	µg/mc	0000	0-10ppm ± 10%
NMHC	µg/mc	0000	0-10ppm ± 10%
O ₃	µg/mc	000	0-1 ppm ± 5%
CO	mg/mc	000,0	0-50 ppm ± 5%
NO	µg/mc	000	0-500 ppb ± 5%
NO ₂	µg/mc	00,0	0-500 ppb ± 5%
SO ₂	µg/mc	000	0-1 ppm ± 5%
BTX	µg/mc	000,0	0-100 ± 10%

In dettaglio gli strumenti installati sul laboratorio mobile sono:

Tabella 4.2 Strumenti utilizzati

ANALIZZATORE	COSTRUTTORE	MODELLO
ANALIZZATORE DI BIOSSIDO DI ZOLFO PER FLUORESCENZA UV	API	API100
ANALIZZATORE DI BTEX PER CROMATO- GRAFIA	ENVIRONNEMENT	VOC71M
ANALIZZATORE DI MONOSSIDO DI CARBO- NIO PER INFRAROSSO	ENVIRONNEMENT SA	CO12M
ANALIZZATORE D'OZONO PER SPETTROFO- TOMETRIA UV	API	API400
ANALIZZATORE IDROCARBURI E COV TO- TALE CON FID	ENVIRONNEMENT SA	HC51M
ANALIZZATORE OSSIDI DI AZOTO PER CHEMI LUMINESCENZA	API	API200
PLUVIOMETRO	MICROS	PLUV
SENSORE PRESSIONE ATMOSFERICA	MICROS	BAR1
SENSORE RADIAZIONE SOLARE GLOBALE	MICROS	PIR
SENSORE RADIAZIONE SOLARE NETTA	MICROS	RADNT
SENSORE TEMPERATURA ARIA	MICROS	STEP4/20
SENSORE UMIDITA' RELATIVA	MICROS	SRH
SENSORE VELOCITA' DIREZIONE VENTO	MICROS	SVDV0/2
UNITA' DI CAMPIONAMENTO POLVERI	ZAMBELLI	EXPLORER

5. Controlli e tarature

Gli strumenti interessati al monitoraggio in continuo sono stati tarati prima dell'inizio e alla fine delle misure. Tutti i risultati dei controlli sono all'interno del range di accettabilità. I periodi di calibrazione sono stati eliminati dal computo delle medie orarie.

6. Normativa italiana e europea

Storicamente la struttura normativa, per quanto riguarda questa materia, fissa limiti essenzialmente di due tipi: il primo tipo di limite (valore limite, valore guida, obiettivo di qualità) fa riferimento alla prevenzione a lungo termine e richiede misure di lungo periodo (usualmente un anno); il secondo tipo di limite (livelli d'attenzione ed allarme) fa riferimento alla prevenzione a breve termine, in presenza di fenomeni acuti d'inquinamento. In particolare, il livello d'attenzione è: "la concentrazione d'inquinante che, se superata in maniera persistente nel tempo, può portare ad una situazione di rischio ambientale e sanitario", mentre il livello d'allarme corrisponde alla concentrazione d'inquinante il cui superamento indica già di per sé una situazione di rischio ambientale e sanitario.

I principali riferimenti normativi che storicamente sono stati emessi in Italia sono i seguenti:

DPCM 28/03/1983

Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e limiti massimi di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno.

D.P.R. 24/5/1988 n°203

Attuazione delle direttive C.E.E. n°80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernente norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16/4/1987, n°183. Tale decreto è stato abrogato e sostituito dal D.Lgs. 152/2006.

D.M. 25/11/1994 n.159

Aggiornamento delle norme tecniche in materia di limiti di concentrazione e di livelli d'attenzione e d'allarme per gli inquinanti atmosferici nelle aree urbane e disposizioni per la misura d'alcuni inquinanti di cui al D.M. del 15/4/1994.

D.M. 16/5/1996

Attivazione di un sistema di sorveglianza di inquinamento da ozono.

D.M. 2 aprile 2002 n°60

Recepimento della direttiva 1999/30/CE del consiglio 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido d'azoto, gli ossidi d'azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

D.lsg 183 del 21/05/2004

Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria.

D.lsg 152 del 03/08/2007

Attuazione della direttiva 2004/107/CE Concernente Arsenico, Cadmio, Mercurio, Nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria ambiente



La normativa chiave attualmente vigente in materia di qualità dell'aria fa riferimento sostanzialmente a due norme: il DM 60/02 che fissa i limiti di qualità dell'aria, i margini di tolleranza, le norme tecniche per la valutazione e la misura degli inquinanti e il Decreto Legislativo 351 del 4/8/99 che norma i piani di azione e d'intervento dei vari enti.

Le due leggi intervengono sostanzialmente ad adeguare la normativa italiana alle varie direttive che la Comunità Europea ha emesso nel corso degli anni che brevemente riassumiamo.

Dir. 1996/62/CE del 27 settembre 1996 del Parlamento Europeo e del Consiglio in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente;

Dir. 1999/30/CE del 22 aprile 1999 del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido d'azoto, gli ossidi d'azoto, le particelle e il piombo;

Dir. 2000/69/CE del 16 novembre 2000 del Parlamento Europeo e del Consiglio concernente i valori limite per il benzene ed il monossido di carbonio nell'aria ambiente;

Dir. 2002/3/CE del 12 febbraio 2002 del Parlamento Europeo e del Consiglio relativa all'ozono nell'aria.

La direttiva quadro 1996/62/CE del 27 settembre 1996 (recepita in Italia con il D.Lgs. 4 agosto 1999 n. 351) definisce i principi base della strategia per il miglioramento della qualità dell'aria. Tali principi prevedono la fissazione di valori limite e delle soglie d'allarme per la protezione della salute umana e dell'ambiente, del valore obiettivo per l'ozono e la definizione di metodi di valutazione della qualità dell'aria. Tali metodi sono costruiti sulla base di criteri comuni che permettano l'individuazione di zone ove sia necessario il miglioramento o il mantenimento della qualità dell'aria. La direttiva quadro definisce il contesto generale e individua un elenco d'inquinanti sui quali intervenire in via prioritaria (SO₂, NO₂, PM₁₀, Pb, O₃, CO, Benzene, PHA, Hg, Cd, As, Ni).

Tale norma rinvia a specifiche direttive la disciplina e la definizione dei seguenti aspetti tecnico-operativi:

obiettivi di qualità dell'aria (valore limite, valore bersaglio, valore obiettivo a lungo termine, eventuale soglia d'allarme e margine di tolleranza in relazione alla protezione della salute e alla protezione della vegetazione);

requisiti di monitoraggio (ubicazione dei punti di campionamento, numero minimo degli stessi, tecniche di misurazione e campionamento);

requisiti per le tecniche di valutazione (risoluzione spaziale e tecniche di riferimento per la modellizzazione);

requisiti d'informazione al pubblico e soglie d'informazione.



Sono inoltre individuati, oltre al grado d'esposizione della popolazione, tra i fattori da tenere in considerazione per fissare valori limite, soglie d'allarme e valori obiettivo più restrittivi, anche la vulnerabilità della flora, della fauna e dei loro habitat, nonché del patrimonio storico esposto agli inquinanti. Le direttive figlie emanate definiscono i valori limite, i margini di superamento e talvolta le soglie d'allarme per i seguenti inquinanti SO₂, NO₂, PM₁₀, Pb, CO, Benzene, i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine per l'Ozono e i valori limite per metalli e IPA. Tutte sono state recentemente recepite in Italia con le norme segnalate sopra per cui i valori limite, in queste definiti, rappresenteranno i termini legislativi di riferimento. Sono definiti per il biossido d'azoto, il PM₁₀, il piombo ed il benzene valori limite annuali per la protezione della salute umana da calcolarsi come media delle medie orarie.

L'introduzione di questa nuova classe di limiti è finalizzata all'adozione d'interventi che siano volti ad una reale diminuzione dell'emissione di questi inquinanti piuttosto che ad una distribuzione dell'emissione nel corso del tempo. Per il raggiungimento dei limiti annuali è proposto un percorso da compiere nel corso degli anni, attraverso la definizione di margini di tolleranza, che si riducono progressivamente nel tempo, per portare al graduale raggiungimento del rispetto del limite. Le direttive europee definiscono inoltre valori limite per la protezione della salute umana su base giornaliera od oraria per il biossido di zolfo, il biossido d'azoto, il PM₁₀ e il monossido di carbonio. La configurazione proposta per i limiti a breve termine vuole contenere gli episodi acuti d'inquinamento. Al valore limite sono associati sia un numero massimo di superamenti da registrare nel corso dell'anno sia un margine di tolleranza che anche in questo caso decresce gradualmente fino al raggiungimento del valore fissato. Per l'ozono sono stabiliti come riferimento a lungo termine i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione. Il valore bersaglio rappresenta il livello fissato al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo (2010). L'obiettivo a lungo termine è la concentrazione d'ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo deve essere conseguito tramite misure progressive nel lungo periodo. Sono definite inoltre le soglie d'allarme per il biossido di zolfo, per il biossido d'azoto e per l'ozono per il quale è anche definita la soglia d'informazione alla popolazione.

Tali valori sono delle soglie rigide, raggiunte le quali è necessario provvedere alla messa in atto di misure immediate che portino ad una riduzione delle relative concentrazioni.

Per una migliore comprensione di quanto detto e delle tabelle successive riportiamo le definizioni che compaiono nella nuova normativa europea e italiana:

VALORE LIMITE, livello fissato in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, che dovrà essere raggiunto entro un dato termine e che non dovrà essere superato.



SOGLIA D'ALLARME, livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso d'esposizione di breve durata e raggiunto il quale gli stati membri devono immediatamente intervenire secondo quanto disposto dalla direttiva 96/62/CE.

VALORE BERSAGLIO, livello fissato al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo.

OBIETTIVO A LUNGO TERMINE, concentrazione d'ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi diretti sulla salute umana e/o sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo deve essere conseguito, salvo quando ciò non sia realizzabile, tramite misure proporzionate nel lungo periodo al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

MARGINE DI SUPERAMENTO, la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato alle condizioni stabilite dalla direttiva 96/62/CE.

SOGLIA D'INFORMAZIONE, livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso d'esposizione di breve durata della popolazione e raggiunto il quale gli stati membri devono immediatamente intervenire

E' utile inoltre ricordare che il decreto Legislativo 351 del 4/8/99 all'articolo 8 afferma che le regioni provvedono sulla base di una valutazione preliminare della qualità dell'aria (art5) e successive valutazioni (art6) alla definizione di una lista di zone e d'agglomerati nei quali:

-I livelli eccedono il valore limite aumentato del margine di tolleranza

-I livelli di uno o più inquinanti sono compresi tra il valore limite e il valore limite aumentato del margine di tolleranza.

Nel caso che nessun margine di tolleranza sia stato fissato per un inquinante, le zone e gli agglomerati dove tale limite sono superati sono equiparate al primo caso. Inoltre le regioni provvedono sempre in base alle valutazioni di cui agli artt. 5,6 alla definizione delle zone in cui i livelli dei vari inquinanti sono già inferiori ai limiti. Il risultato di queste valutazioni dovrebbero essere dei piani che tendono a mantenere i livelli inferiori ai limiti la dove sono inferiori e a migliorarli la dove sono superiori. I limiti, i margini di tolleranza e i tempi in cui i limiti debbono essere raggiunti dovevano essere adottati tramite apposito decreto. Tale decreto è appunto il DM 60 del 2/4/2002. Tuttavia con i valori dell'anno 2005 la maggior parte di margini di tolleranza cessa di esistere e i limiti divengono quelli prescritti dal DM 60/2002.

7. Risultati dei parametri meteorologici

L'analisi dei parametri meteorologici è indispensabile per comprendere la dinamica dell'atmosfera e per valutare soprattutto nel breve periodo l'incidenza degli inquinanti sulla qualità dell'aria. In linea generale possiamo affermare che l'accumulo d'inquinanti è favorito da venti scarsi e di direzioni poco variabili, dalla presenza di strati bassi d'inversione termica, dall'alta pressione, da scarse escursioni termiche e dall'assenza di piogge.

L'attività fotochimica, vale a dire la formazione d'inquinanti secondari, è invece favorita dal forte irraggiamento solare.

In genere nei periodi d'alta pressione i venti tendono a provenire da quote più alte e a schiacciare verso il suolo le masse d'aria, mentre nei periodi di bassa pressione i venti tendono a direzionarsi dal suolo verso quote alte.

Inoltre la direzione del vento è un parametro fondamentale per valutare la dispersione degli inquinanti e la loro origine.

7.1 Temperatura

La seguente tabella illustra i valori ottenuti durante la campagna di misurazione espressi in °C:

Tabella 7.1 Valori di temperatura

Media	Max	Minima
11	20	4

Le escursioni termiche sono variate tra i 3 e i 13.7 °C.

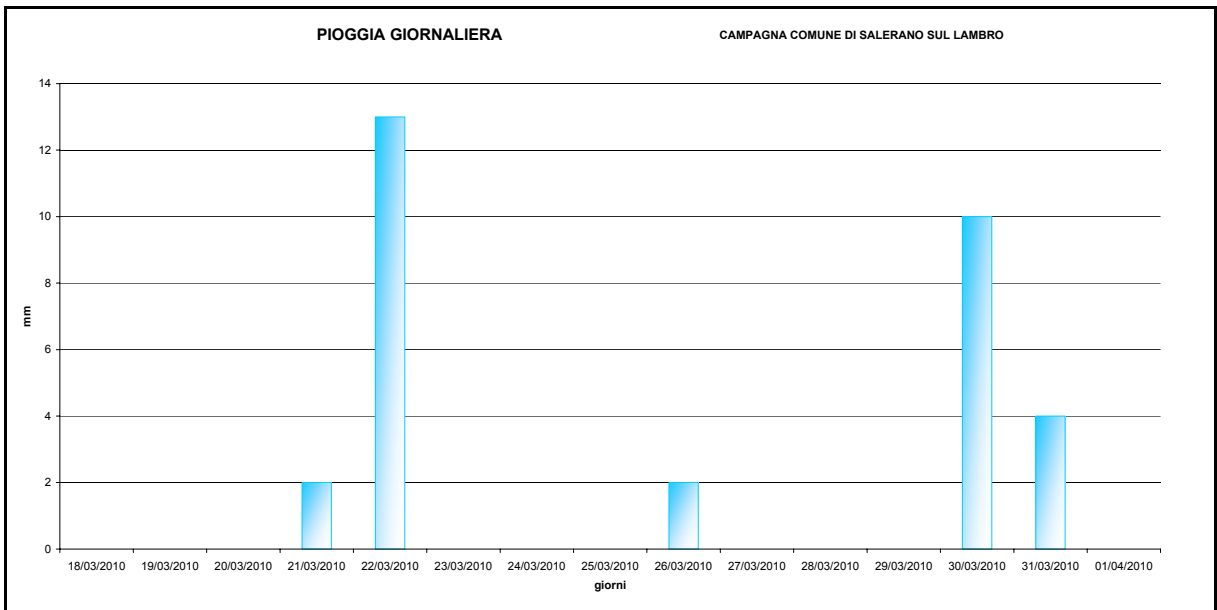
7.2 Umidità relativa e precipitazioni

La seguente tabella illustra i valori ottenuti durante la campagna di misurazione espressa in %:

Tabella 7.2 Valori di umidità relativa

Media	Max	Minima
78	99	25

Durante il monitoraggio si sono verificati cinque eventi di pioggia. Il giorno più colpito da tale fenomeno risulta il 22 marzo con un accumulo nelle 24h di 13 mm.



7.3 Vento

La seguente tabella illustra i valori di velocità ottenuti durante le misurazioni espresse in m/sec.

Tabella 7.3 Valori di velocità del vento

Media	Max	Minima
1.7	4.5	0.5

I venti sono stati di medio intensità, con provenienze prevalente da ovest.

Immagine 7.1: Distribuzione delle classi dei venti

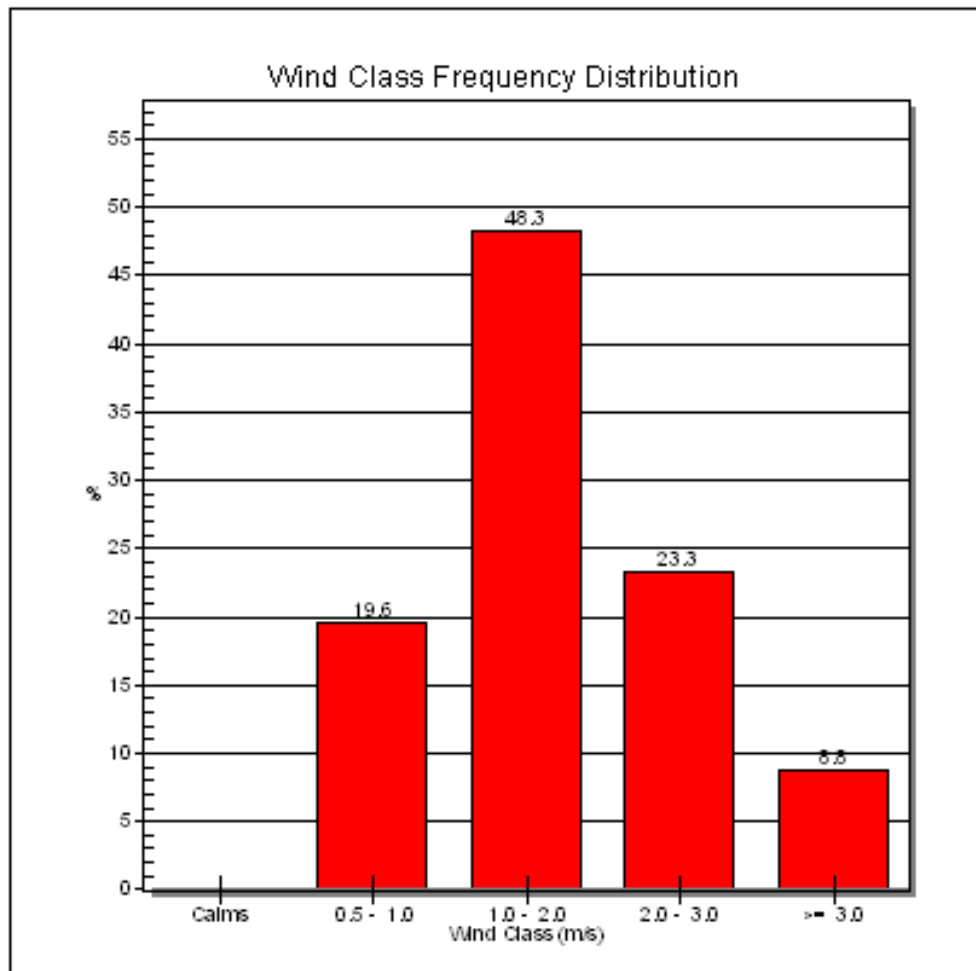
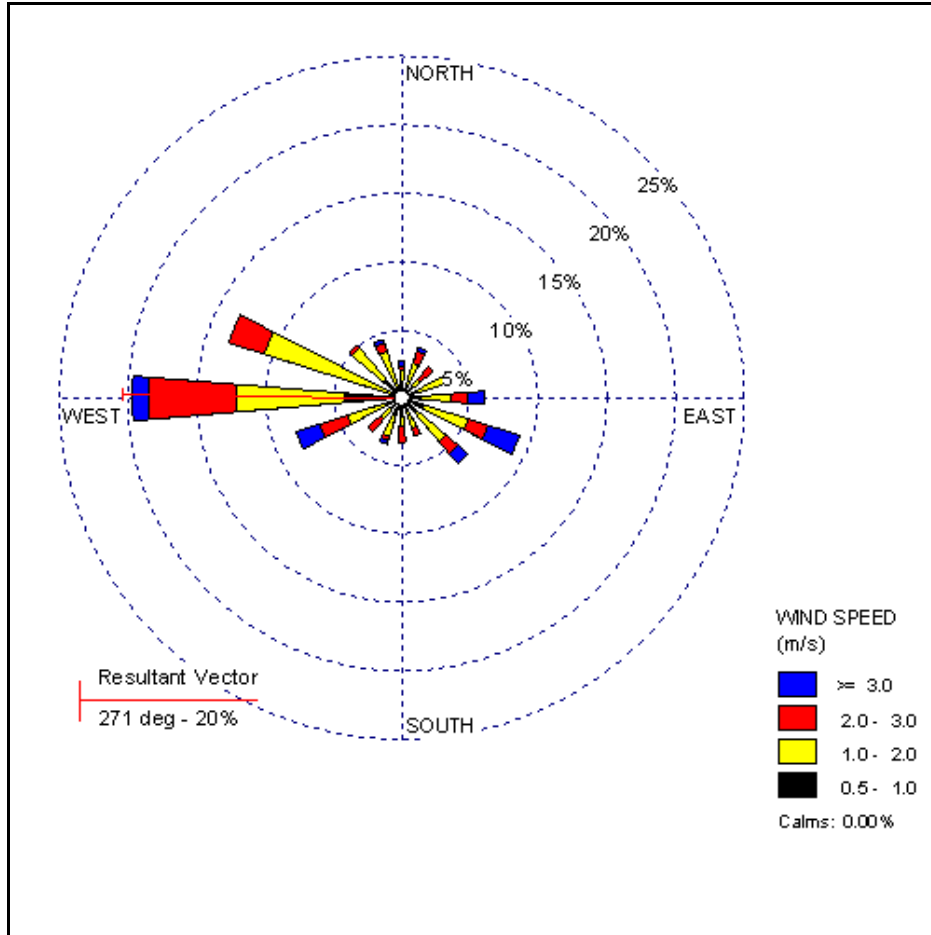


Immagine 7.2: Rosa dei venti media



7.4 Pressione atmosferica

La seguente tabella illustra i valori ottenuti durante la serie di misurazioni espresse in mbar.

Tabella 7.4 Valori di pressione atmosferica

Media	Max	Minima
1009	1022	991

Quindi con pressione sostanzialmente elevata

7.5 Irraggiamento solare

La seguente tabella illustra i valori ottenuti durante la serie di misurazione espresse in watt/m².

Tabella 7.5 Valori di irraggiamento solare

Media	Max	Minima
85	664	0

L'irraggiamento è stato di media intensità. L'eliofania assoluta è l'insolazione, misurata in ore, che si verifica in una determinata località. Il periodo di misura è di medio-bassa eliofania nel corso dell'anno; si sono registrate circa 9 ore/giorno. Questo è indice di media copertura nuvolosa per il periodo monitorato. Sono intese come ore d'insolazione quelle con più di 50 Watt/m² d'irraggiamento solare complessivo.

7.6 Andamento parametri meteo

L'andamento dei parametri meteorologici si riassume nei grafici seguenti.

Immagine 7.4 andamento medie giornaliere parametri meteo

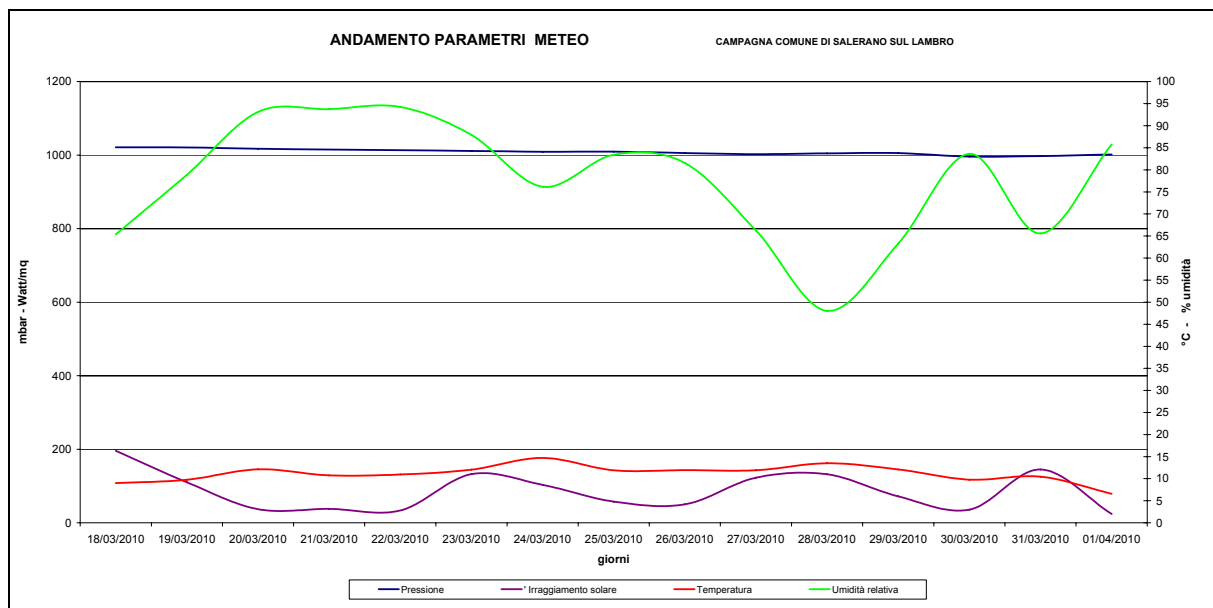


Immagine 7.5 andamento escursioni termiche

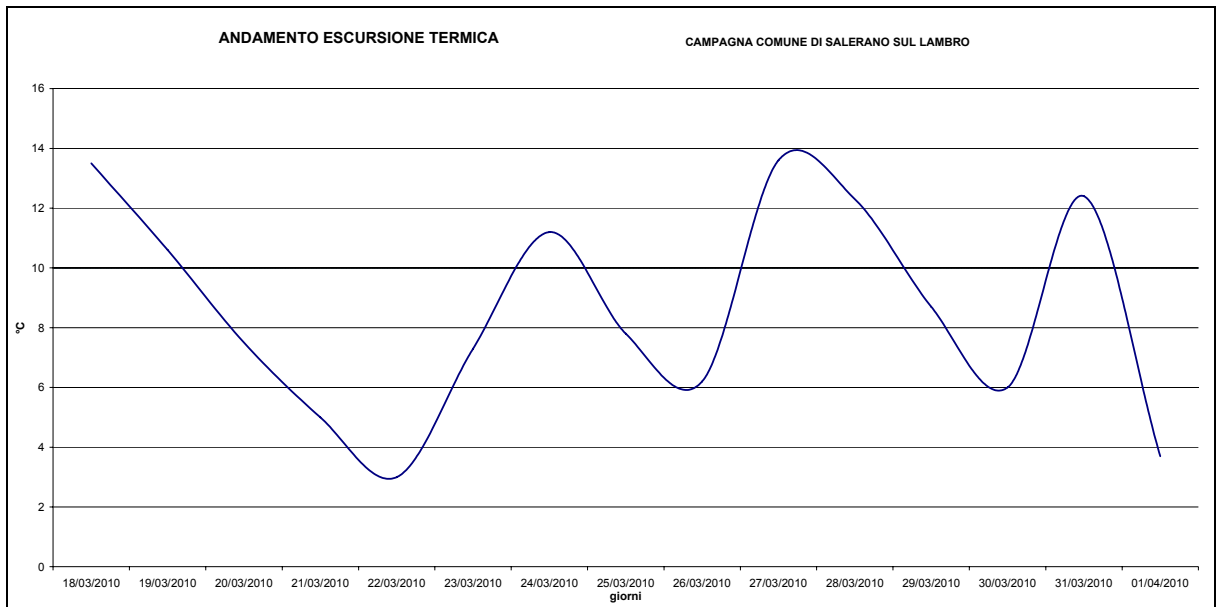
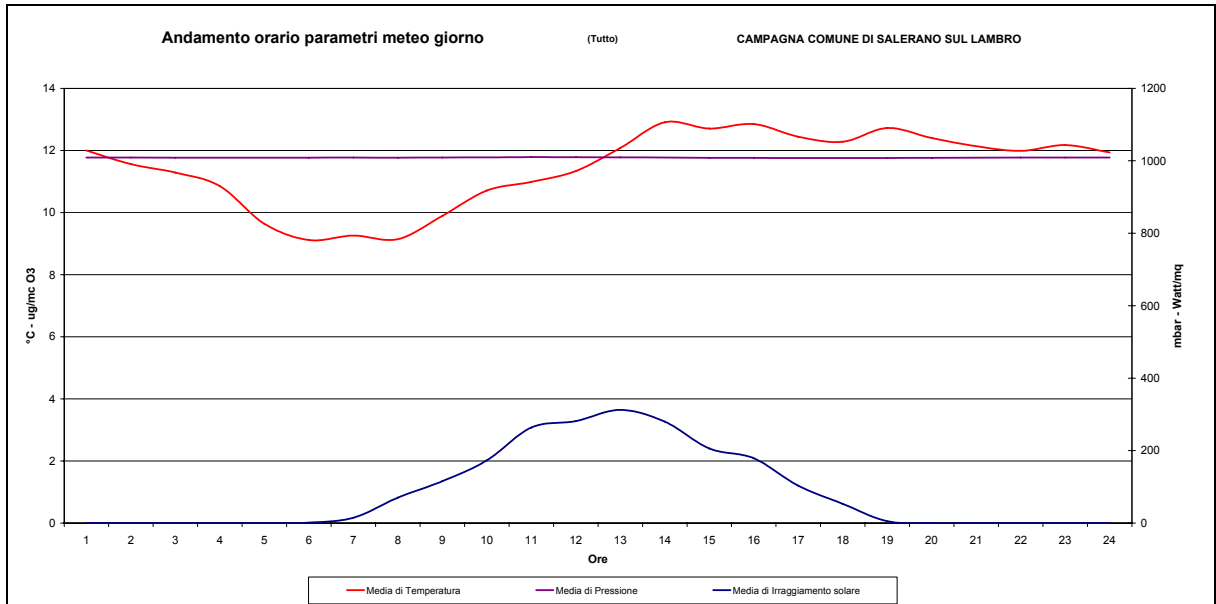


Immagine 7.6 andamento parametri meteo giorno tipo



8. Descrizione parametri di misura

Diamo di seguito una descrizione sommaria dei principali composti ricercati nell'indagine, allo scopo di offrire un quadro descrittivo delle eventuali problematiche ad essi collegate.

Sarà indicata anche una classificazione di massima adottata dall'Agenzia per l'Ambiente Americana (EPA - Environmental Protection Agency) per identificare la qualità. Tale classificazione non ha alcun valore normativo, ma fornisce semplicemente un'altra possibile chiave di lettura della situazione atmosferica registrata.

8.1 Ossidi d'azoto

8.1.1 Descrizione

Gli ossidi d'azoto sono cinque ma in aria ne esistono, in pratica, solo tre:

il protossido d'azoto (N₂O);

il monossido d'azoto (NO);

il biossido d'azoto (NO₂).

Il monossido d'azoto ed il biossido d'azoto sono le specie di gran lunga prevalenti in atmosfera. Generalmente gli ossidi d'azoto sono indicati con la formula generica NO_x. In atmosfera esistono anche le forme idrate degli ossidi stessi, vale a dire gli acidi nitroso e nitrico. Il monossido e il biossido sono legati tra loro da una serie di reazioni che tendono a mantenerli in equilibrio (ciclo fotolitico dell'azoto).

Il biossido d'azoto è da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche secondarie che portano alla costituzione di sostanze inquinanti quali l'ozono, complessivamente indicate con il termine di "smogfotochimico".

8.1.2 Fonti

Il monossido d'azoto è prodotto dalla reazione tra N₂ e O₂ nelle reazioni di combustione ad alta temperatura. Le fonti antropiche derivano sostanzialmente da questa reazione. Indipendentemente da varie stime effettuate si può osservare che la quantità di NO_x d'origine antropica è equivalente a quella d'origine naturale, anche se generalmente si osservano concentrazioni di NO_x 10-100 volte superiori in città che nelle aree rurali. Un contributo fondamentale all'inquinamento da biossido d'azoto e derivati fotochimici è apportato, nelle città, dai fumi di scarico degli autoveicoli.

L'entità delle emissioni può, in questo caso, variare anche in funzione delle caratteristiche, dello stato del motore e delle modalità d'utilizzo dello stesso, (valore della velocità, accelerazione ecc.). In generale l'emissione d'ossidi d'azoto è maggiore, quando il motore funziona ad elevato numero di giri (arterie urbane a scorrimento veloce, autostrade ecc.).

8.1.3 Effetti

Le difese polmonari sono molto diminuite da una esposizione continua a concentrazioni di NO₂, crescono conseguentemente le allergie, le irritazioni polmonari, le bronchiti. Il biossido d'azoto è un gas tossico irritante per le mucose ed è responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio con diminuzioni delle difese polmonari (bronchiti, allergie, irritazioni). Gli ossidi d'azoto contribuiscono alla formazione delle piogge acide e favoriscono l'accumulo di nitrati al suolo che possono provocare alterazione d'equilibri ecologici ambientali. Anche per il biossido d'azoto l'EPA ha stilato una divisione di classi di qualità dell'aria:

Tabella 7.4 Classi di qualità dell'aria per l'NO₂ secondo l'US EPA

NO ₂ µg/mc (media delle 24h)	Qualità dell'aria	Effetti	Avvertenze
Non definito	Buona	Nessuno	Nessuno
Non definito	Mediocre	Nessuno	Nessuno
Non definito	Insalubre	Moderato aggravamento dei sintomi in persone sensibili. Sintomi di irritazione in persone sane	Le persone con disturbi cardiaci o respiratori devono ridurre l'esercizio fisico e l'attività all'esterno
1130-2259	Molto insalubre	Significativo aggravamento dei sintomi e diminuita resistenza all'esercizio fisico in persone malate di cuore e di polmoni. Aumento di persone sane che lamentano sintomi	Le persone anziane e quelle con disturbi cardiaci o respiratori devono rimanere a casa e ridurre l'attività fisica
2260-2999	Pericolosa	Anticipazione di certe malattie e ridotta resistenza all'esercizio in persone sane	Tutta la popolazione deve evitare per quanto possibile l'attività all'esterno
>3000	Molto pericolosa	Morte prematura di persone anziane e ammalate. Le persone sane non riescono a svolgere la normale attività	Tutte le persone devono rimanere in casa con porte e finestre chiuse. Ridurre al minimo l'attività fisica

8.2 Monossido di carbonio

8.2.1 Descrizione

Il monossido di carbonio (CO) è l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, l'unico per il quale l'unità di misura con la quale si esprimono le concentrazioni è il milligrammo al metro cubo (mg/mc). Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore, inodore, insapore, infiammabile, tossico, e che pesa circa come l'aria. Il monossido di carbonio ha un periodo di permanenza in atmosfera abbastanza elevato, nell'ordine d'alcuni mesi. Esso è rimosso attraverso reazioni d'ossidazione a CO₂; tali reazioni coinvolgono il metano e i radicali OH presenti in atmosfera.

8.2.2 Fonti

La combustione dei composti del carbonio avviene normalmente producendo CO₂ e H₂O. In realtà durante le combustioni reali, una parte del carbonio si trasforma anche in CO.

Il CO prodotto dall'uomo per il 90% è dovuto ad immissioni da traffico. La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente connessa alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore al minimo ed in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato.

8.2.3 Effetti

Il CO ha la proprietà di fissarsi all'emoglobina del sangue, impedendo il normale trasporto dell'ossigeno nelle varie parti del corpo. Il CO ha nei confronti dell'emoglobina un'affinità 220 volte maggiore rispetto all'ossigeno, ed il composto che si genera (carbossi-emoglobina) è estremamente stabile. Si è stimato che a concentrazioni di 12-30 ppm la carbossi-emoglobina presente nel sangue umano possa essere tra le 2 e le 5 volte superiori a quella fisiologica.

A tali livelli di carbossi-emoglobina si hanno: aumento dei ritmi cardiaci, della frequenza respiratoria, disturbi psicomotori. Gli organi più colpiti sono il sistema nervoso centrale e il sistema cardiovascolare, soprattutto nelle persone affette da cardiopatie.

Le classi di qualità dell'aria stimate dall'EPA sono le seguenti:

Tabella 7.5 Classi di qualità dell'aria per il CO secondo l'US EPA

CO mg/mc (media delle 8h)	Qualità dell'aria	Effetti	Avvertenze
0-4,9	Buona	Nessuno	Nessuno
5-9,9	Mediocre	Nessuno	Nessuno
10-16,9	Insalubre	Moderato aggravamento dei sintomi in persone sensibili. Sintomi di irritazione in persone sane	Le persone con disturbi cardiaci o respiratori devono ridurre l'esercizio fisico e l'attività all'esterno
17-33,9	Molto insalubre	Significativo aggravamento dei sintomi e diminuita resistenza all'esercizio fisico in persone malate di cuore e di polmoni. Aumento di persone sane che lamentano sintomi	Le persone anziane e quelle con disturbi cardiaci o respiratori devono rimanere a casa e ridurre l'attività fisica
34-45,9	Pericolosa	Anticipazione di certe malattie e ridotta resistenza all'esercizio in persone sane	Tutta la popolazione deve evitare per quanto possibile l'attività all'esterno
>46	Molto pericolosa	Morte prematura di persone anziane e ammalate. Le persone sane non riescono a svolgere la normale attività	Tutte le persone devono rimanere in casa con porte e finestre chiuse. Ridurre al minimo l'attività fisica

8.3 Ozono

8.3.1 Descrizione

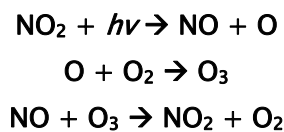
L'ozono è un gas formato da tre atomi d'ossigeno, molto instabile che si dissocia facilmente in ossigeno molecolare e un atomo d'ossigeno estremamente reattivo. Il gas è quindi un energico ossidante in grado di aggredire sia materiali organici sia inorganici. L'ozono è un costituente naturale dell'atmosfera, ma può anche essere considerato un inquinante secondario. L'ozono presente nella troposfera (lo strato atmosferico compreso fra il livello del mare e i 10 km di quota), ed in particolare nelle immediate vicinanze della superficie terrestre, è invece un componente dello "smog fotochimico", che si origina soprattutto nei mesi estivi in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura. L'ozono appartiene alla categoria più ampia dei cosiddetti "Ossidanti Fotochimici" di cui può essere considerato un marker affidabile.

8.3.2 Fonti

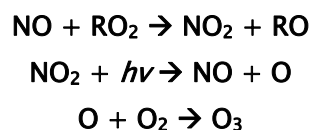
Non esistono significative sorgenti di tale inquinante, che è invece prodotto da una serie di reazioni in atmosfera così sintetizzabili:



L'ozono stesso è inserito nelle reazioni del ciclo fotolitico dell'azoto:



Queste reazioni, che tendono a mantenere l'equilibrio in atmosfera, sono però spesso interrotte da una serie d'altre reazioni: i radicali perossidi prodotti dalla degenerazione in atmosfera degli idrocarburi porta all'ossidazione dell'NO in NO₂ senza consumo d'O₃.



La prima reazione è molto più veloce della seconda, cosicché si otterrà un aumento della concentrazione di NO₂ e d'O₃ in atmosfera.

8.3.3 Effetti

Concentrazioni relativamente basse d'ozono provocano effetti quali irritazioni alla gola, alle vie respiratorie e bruciore agli occhi; concentrazioni superiori possono portare alterazioni alle funzioni respiratorie. L'ozono è responsabile anche di danni alla vegetazione, con relativa scomparsa di alcune specie arboree dalle aree urbane (alcune specie vegetali, particolarmente sensibili alle concentrazioni d'ozono in atmosfera, sono oggi utilizzate come bioindicatori della formazione di smog foto chimico: licheni laminae fogliari di laghifoglie e aghifoglie).

Si riporta la classificazione di qualità dell'aria per l'ozono secondo l'EPA:

Tabella 7.6 Classi di qualità dell'aria per l'O3 secondo l'US EPA

O3 mg/mc (media delle 1h)	Qualità dell'aria	Effetti	Avvertenze
0-119	Buona	Nessuno	Nessuno
120-239	Mediocre	Nessuno	Nessuno
240-479	Insalubre	Moderato aggravamento dei sintomi in persone sensibili. Sintomi di irritazione in persone sane	Le persone con disturbi cardiaci o respiratori devono ridurre l'esercizio fisico e l'attività all'esterno
480-899	Molto insalubre	Significativo aggravamento dei sintomi e diminuita resistenza all'esercizio fisico in persone malate di cuore e di polmoni. Aumento di persone sane che lamentano sintomi	Le persone anziane e quelle con disturbi cardiaci o respiratori devono rimanere a casa e ridurre l'attività fisica
900-1099	Pericolosa	Anticipazione di certe malattie e ridotta resistenza all'esercizio in persone sane	Tutta la popolazione deve evitare per quanto possibile l'attività all'esterno
>1200	Molto pericolosa	Morte prematura di persone anziane e ammalate. Le persone sane non riescono a svolgere la normale attività	Tutte le persone devono rimanere in casa con porte e finestre chiuse. Ridurre al minimo l'attività fisica

8.4 BTX

8.4.1 Descrizione

La sigla BTX indica una serie di composti organici specifici (Benzene, Toluene, Xileni) caratterizzati da una forte attività tossica nei confronti dell'organismo: in particolare il Benzene è probabilmente l'idrocarburo più tossico in natura. Per SOV s'intendono le sostanze organiche volatili, che possono comprendere più composti, tra cui: terpeni naturali, alcoli, solventi clorurati, chetoni, idrocarburi volatili.

8.4.2 Fonti

Il benzene presente in atmosfera è prodotto dall'attività umana, in particolare dall'uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati.

La maggior fonte d'esposizione per la popolazione deriva dai gas di scarico degli autoveicoli, in particolare di quelli alimentati a benzina; stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene.

Il benzene è presente come tale nelle benzine, e si produce inoltre durante la combustione a partire soprattutto da altri idrocarburi aromatici. La normativa italiana in vigore fissa, a partire dal 1 luglio 1998, il tenore massimo di benzene all'interno delle benzine pari all'uno per cento.

8.4.3 Effetti

Gli effetti sono effettivamente diversificati secondo i composti. Il più pericoloso è il benzene per cui non è definibile una soglia di non pericolosità per la salute pubblica.

Il benzene è una sostanza classificata dalla Comunità Europea come cancerogeno di categoria 1 (frase di rischio R45); dalla I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (sostanze per le quali esiste un'accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo);

dall'A.C.G.I.H. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) in classe A1 (cancerogeno accertato per l'uomo). Studi di mutagenesi evidenziano inoltre che il benzene agisce sul bagaglio genetico delle cellule.

Una esposizione cronica può provocare la leucemia (casi di questo genere sono stati riscontrati in lavoratori dell'industria manifatturiera, dell'industria della gomma e dell'industria petrolifera). Stime dell'Organizzazione Mondiale della Sanità indicano che, a fronte di un'esposizione a 1 µg/mc di benzene per l'intera vita, quattro persone ogni milione sono sottoposte al rischio di contrarre la leucemia.

8.5 Idrocarburi

8.5.1 Descrizione

I composti organici del carbonio presenti in atmosfera sono in numero rilevante, e hanno le più svariate tipologie di genesi.

L'idrocarburo di gran lunga più presente in atmosfera è il metano, che proviene da processi biologici di vario genere, è stata stimata la sua presenza nel fondo naturale nell'ordine di 1 ppm. Vista proprio la massiccia presenza di metano, gli indici di alterazione dell'aria relativi agli idrocarburi fanno sempre riferimento alla frazione dei composti organici "non-metanici" cioè metano escluso.

8.5.2 Fonti

Le fonti degli idrocarburi sono le più svariate, e ogni attività produce in genere una specifica tipologia di composti organici. Le emissioni di sostanze organiche sono per 1/3 dovute alle attività umane.

8.5.3 Effetti

Gli idrocarburi hanno in genere una limitata tossicità. La loro pericolosità dipende per lo più dalla loro reattività in atmosfera. Come abbiamo visto essi possono intervenire nel ciclo fotolitico dell'azoto e dare luogo a una serie di composti secondari molto pericolosi. Per ciò i loro effetti sono più da mettere in relazione a quelli degli ossidanti fotochimici che ai propri.

8.6 Anidride solforosa

8.6.1 Descrizione

L'anidride solforosa (SO₂) è un gas incolore, dall'odore pungente, ed è la principale responsabile del fenomeno delle cosiddette "piogge acide". Nell'atmosfera il biossido di zolfo (SO₂) è ossidato a triossido di zolfo (SO₃). L'ossidazione può avvenire direttamente in presenza di ossigeno atmosferico o di altri inquinanti per via chimica. Il triossido di zolfo successivamente, in presenza di umidità, è convertito in acido solforico.

8.6.2 Fonti

Lo Zolfo presente in atmosfera proviene da fonti naturali e da attività antropiche. Il peso delle attività antropiche nell'emisfero settentrionale varia dal 37% al 56% secondo delle stime. Nel corso degli ultimi anni si è assistito a un continuo miglioramento della qualità dei combustibili e un incremento di quelli non contenenti zolfo (metano), con conseguente continua diminuzione dell'SO₂ in atmosfera. La concentrazione di biossido di zolfo presenta, generalmente, una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi nella stagione invernale, quando aumenta la richiesta d'energia.



8.6.3 Effetti

L'SO₂ è molto irritante per gli occhi, la gola e le vie respiratorie: inoltre amplifica i suoi effetti tossici in presenza di nebbia, in quanto è facilmente solubile nelle piccole gocce d'acqua. Le gocce più piccole possono arrivare fino in profondità nell'apparato polmonare causando bronco-costrizione, irritazione bronchiale e bronchite acuta. Inoltre in atmosfera, attraverso reazioni con l'Ossigeno e le molecole d'acqua, provoca le cosiddette "piogge acide", precipitazioni piovose con una componente acida significativa, responsabili di danni a coperture boschive ed a monumenti con effetti tossici sui vegetali e di acidificazione dei corpi idrici, in particolare a debole ricambio, con conseguente compromissione della vita acquatica.

9. Risultati dei parametri chimici

Prima di analizzare i dati occorre ricordare che i valori statistici di confronto utilizzati sono indicativi, in quanto le statistiche effettuate su un ridotto numero di campioni non possono rappresentare la casistica completa d'eventi che possono avvenire in atmosfera nel corso di un anno; in particolare le elaborazioni sui percentili altro non sono che estrapolazioni condotte su poche ore. Nel fornire i dati, quindi, vengono indicati, accanto alle statistiche di confronto con i limiti altri tre valori:

- la media complessiva del periodo;
- il massimo valore medio orario misurato;
- il minimo valore medio orario misurato;

in modo da definire lo stato di massima delle misure effettuate. I dati sono stati inoltre confrontati con i limiti di legge vigenti.

9.1 Anidride solforosa e idrogeno solforato

Si elencano i valori limite per l'anidride solforosa stabiliti dal D.M. 60/2002.

Tabella 9.1 Limiti biossido di zolfo

Valore limite orario per la protezione della salute umana			
Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il limite deve essere rispettato
1 ora	350 µg/mc da non superare più di 24 volte per anni civile	150 µg/mc	1 gennaio 2005
Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana			
Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il limite deve essere rispettato
24 ore	125 µg/mc da non superare più di 3 volte l'anno	Nessuno	1 gennaio 2005
Valore limite per la protezione degli ecosistemi			
Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il limite deve essere rispettato
Inverno (1 ottobre 31 marzo)	20 µg/mc	Nessuno	19/luglio/2001
Soglia di allarme			
500 µg/nc misurati per 3 giorni consecutivi			

I valori riscontrati sono stati i seguenti in µg/mc:

Tabella 9.2 Valori riscontrati di SO₂

TIPO DI LIMITE	Statistica	Valori	Limite (µg/mc)
limite giornaliero per la protezione della salute umana	Media giornaliera (N superamenti)	nessuno	125
Soglia di allarme	Media giornaliera (N superamenti)	nessuno	500
limite orario per la protezione della salute umana	Media oraria (N di superamenti)	nessuno	350
limite per la protezione degli ecosistemi	Media complessiva (µg/mc)	8	20
Dati generali	Media (µg/mc)	8	
	Massimo (µg/mc)	20	
	Minimo (µg/mc)	4	

Il composto è risultato inferiore ai limiti di allarme e di protezione della salute umana. La media del periodo rispetta anche la soglia di protezione degli ecosistemi.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità suggerisce i seguenti valori guida:

- | | | |
|---|-----------------------------------|-----------|
| - | concentrazione media di 10 minuti | 500 µg/mc |
| - | concentrazione media di 24 ore | 125 µg/mc |
| - | concentrazione media annuale | 50 µg/mc |

Confrontando questi standard la situazione risulta buona. Il parametro è sempre a livelli sicurezza.

I seguenti grafici mostrano l'andamento delle medie giornaliere e delle medie orarie per il parametro.

Immagine 9.1 Andamento medie giornaliere SO2

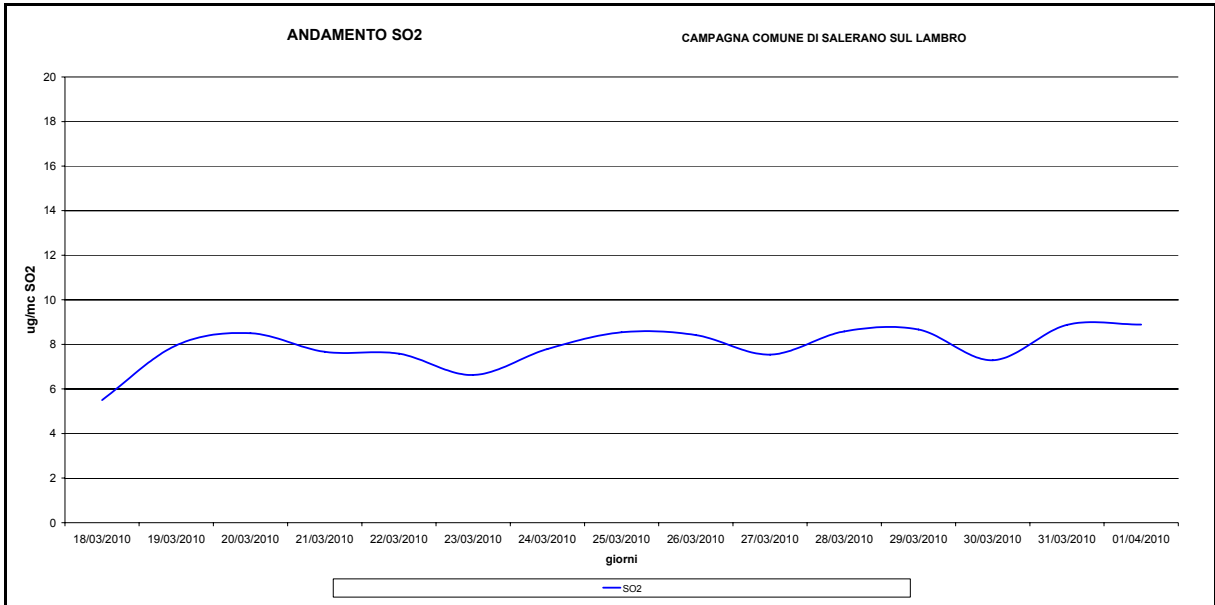
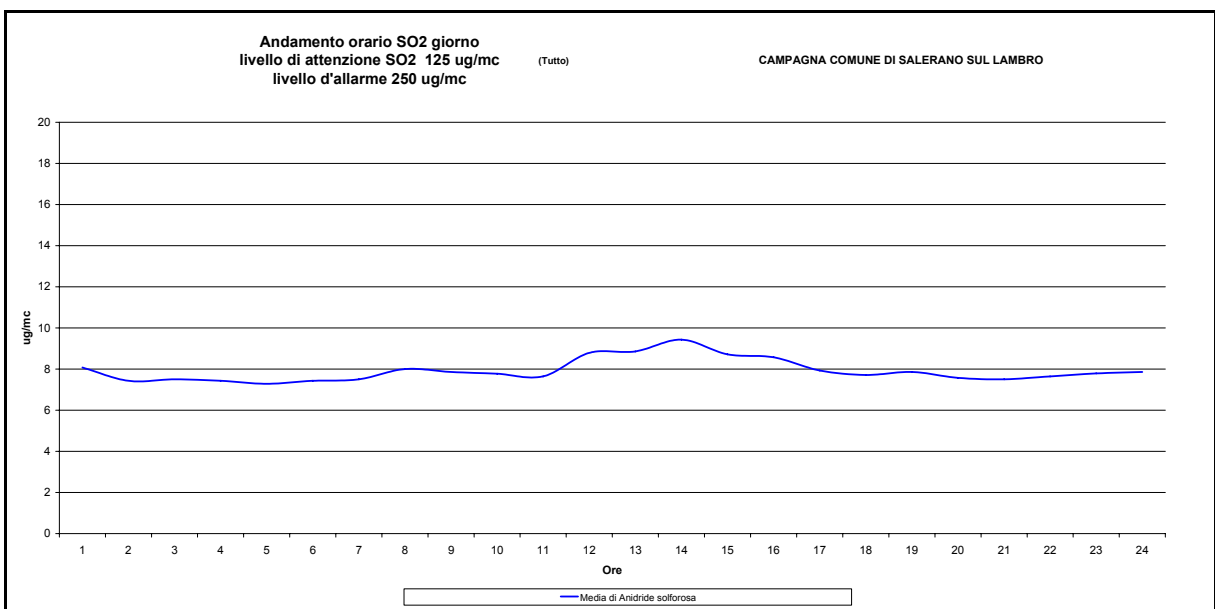


Immagine 9.2 andamento medie orarie SO2 giorno tipo





Per quanto riguarda l'idrogeno solforato non esistono limiti di legge, ma viene ricercato in quanto esso è sicuramente uno dei marker più significativi delle possibili molestie olfattive provenienti da impianti come quelli oggetto di indagine.

Un valore di riferimento per valutare l'incidenza di tale composto può essere solo quello della sua soglia olfattiva. L'idrogeno solforato viene avvertito a concentrazioni di 5 ug/mc, anche se la molestia ha luogo a concentrazioni superiori.

L'indagine non ha evidenziato allo stato attuale presenze di tale composto da poter essere rilevato dagli strumenti. I valori sono sempre stati < ai 5 ug/mc.

Naturalmente le valutazioni su questo inquinante diventeranno molto più importanti quando verranno effettuate le analisi post operam, per vedere se gli interventi avranno avuto un impatto su questo composto.

9.3 Ossidi d'azoto

I valori limite per gli NOx sono i seguenti:

Tabella 9.5 Limiti NOx

Valore limite di orario per la protezione della salute umana			
Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il limite deve essere rispettato
1 ora	200 µg/mc di NO2 da non superare più di 18 volte per anno civile	50% del valore limite all'entrata in vigore della direttiva. Tale margine si ridurrà a partire dal 1/1/2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi.	1 gennaio 2010

Valore limite annuale per la protezione della salute umana			
Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il limite deve essere rispettato
Anno civile	40 µg/mc NO2	50% del valore limite all'entrata in vigore della direttiva. Tale margine si ridurrà a partire dal 1/1/2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi.	1 gennaio 2010

Valore limite annuale per la protezione della vegetazione			
Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il limite deve essere rispettato
Anno civile	30 µg/mc come NOx	Nessuno	19 luglio 2001
Soglia di allarme per il biossido d'azoto			
400 µg/mc per 3 ore consecutive			

I valori riscontrati per gli ossidi d'azoto in µg/mc sono stati i seguenti:

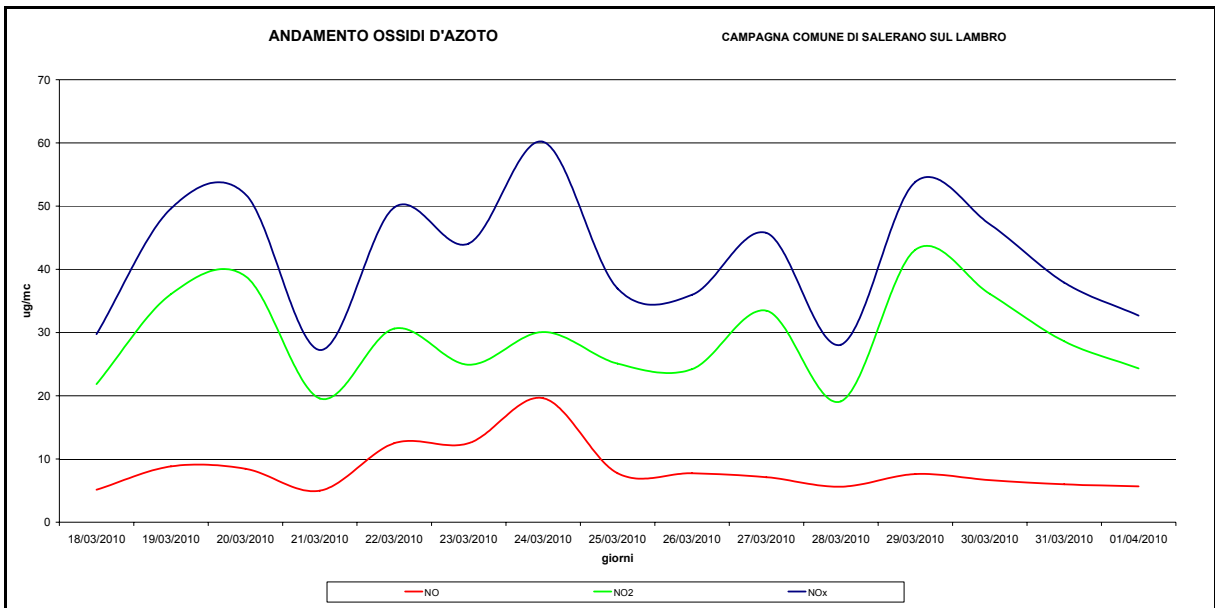
Tabella 9.6 Valori riscontrati di ossidi d'azoto

Tipo di limite	Statistica	Concentrazione (µg/mc)	Valore limite
Valore limite di orario per la protezione della salute umana	Media oraria NO ₂ (n di superamenti)	Nessuno	200
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale NO ₂	30	40
Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	Media annuale NO _x	43	30
soglia di allarme per il biossido d'azoto	Media oraria (n di superamenti)	Nessuno	400
Dati generali NO	Media oraria	9	
	Massimo	56	
	Minimo	5	
Dati generali NO ₂	Media oraria	30	
	Massimo	88	
	Minimo	6	
Dati Generali NO _x	Media oraria	43	
	Massimo	133	
	Minimo	14	

Si evidenzia in giallo il teorico superamento della soglia annuale per la protezione della vegetazione. Si sottolinea teorico in quanto un monitoraggio di due settimane non permette un confronto con un limite annuale. Ha solo un valore indicativo.

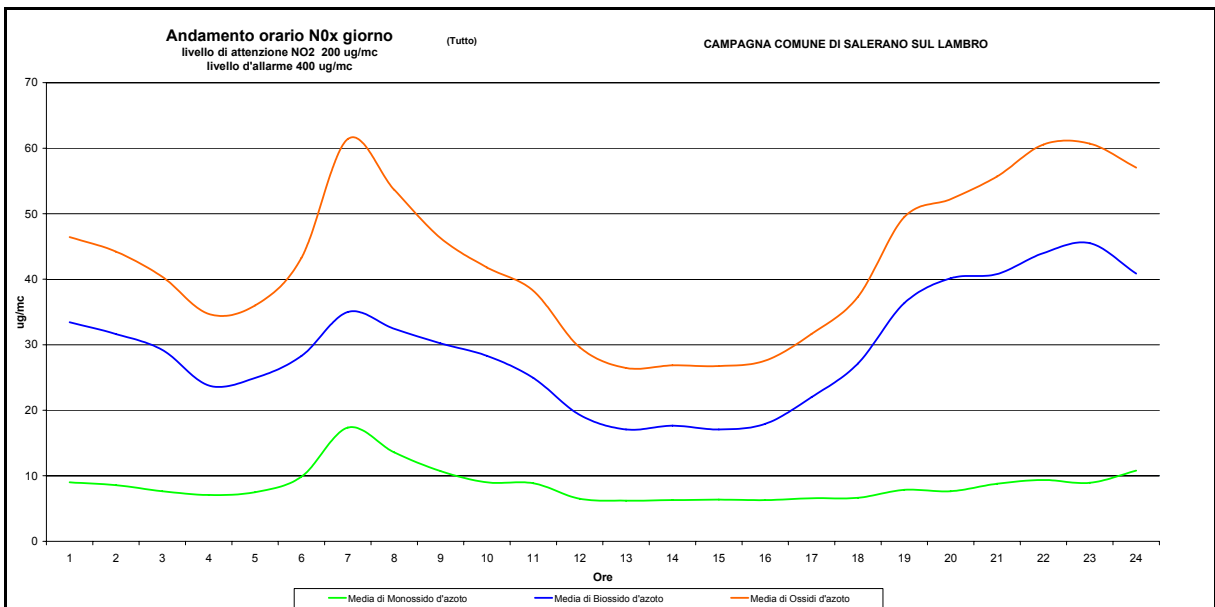
Gli andamenti delle medie giornaliere e del giorno tipo sono i seguenti:

Immagine 9.4 Andamento medie giornaliere NOx



I valori maggiori si registrano mercoledì 24/3, mentre i più bassi nelle domeniche 21/3 e 28/3

Immagine 9.5 Andamento concentrazioni ossidi d'azoto giorno tipo



Dal grafico si evidenzia che i valori più alti insistono nell'intorno delle 7 e a partire dalle 18.

La centralina ARPA installata nel Comune di Tavazzano trova una media oraria di NO₂ del periodo dal 18-03 / 01-04 di 31 ug/mc, che se confrontato col 30 ug/mc riscontrato a Salerano ci permette di appurare la simile distribuzione ad ampio raggio dell'inquinante.

9.4 Monossido di carbonio

La seguente tabella mostra i limiti di legge per il Monossido di Carbonio.

Tabella 9.7 valori limite CO

Valore limite annuale per la protezione della salute umana			
Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il limite deve essere rispettato
Anno civile	10 mg/mc	60% del valore limite all'entrata in vigore della direttiva. Tale margine si ridurrà a partire dal 1/1/2001 di una percentuale costante ogni 12 mesi.	1 gennaio 2005

I valori (in mg/mc) riscontrati sono stati i seguenti:

Tabella 9.8 valori registrati di CO

Tipo di limite	Statistica	Concentrazione (mg/mc)	Limite
Valore limite per la protezione della salute umana	Media di 8 ore (n di superamenti)	Nessuno	10
Dati Generali	Media	0.4	
	Massimo	1.1	
	Minimo	0.1	

Tutti i valori sono nei relativi limiti, il monossido di carbonio non appare un parametro a rischio.

L'Organizzazione Mondiale di Sanità ha suggerito i seguenti valori guida:

- media di 15 minuti 100 mg/mc
- media di 30 minuti 60 mg/mc
- media oraria 30 mg/mc
- media di 8 ore 10 mg/mc

Anche rispetto a questi indici la situazione appare più che accettabile.

Immagine 9.6 Andamento medie giornaliere CO

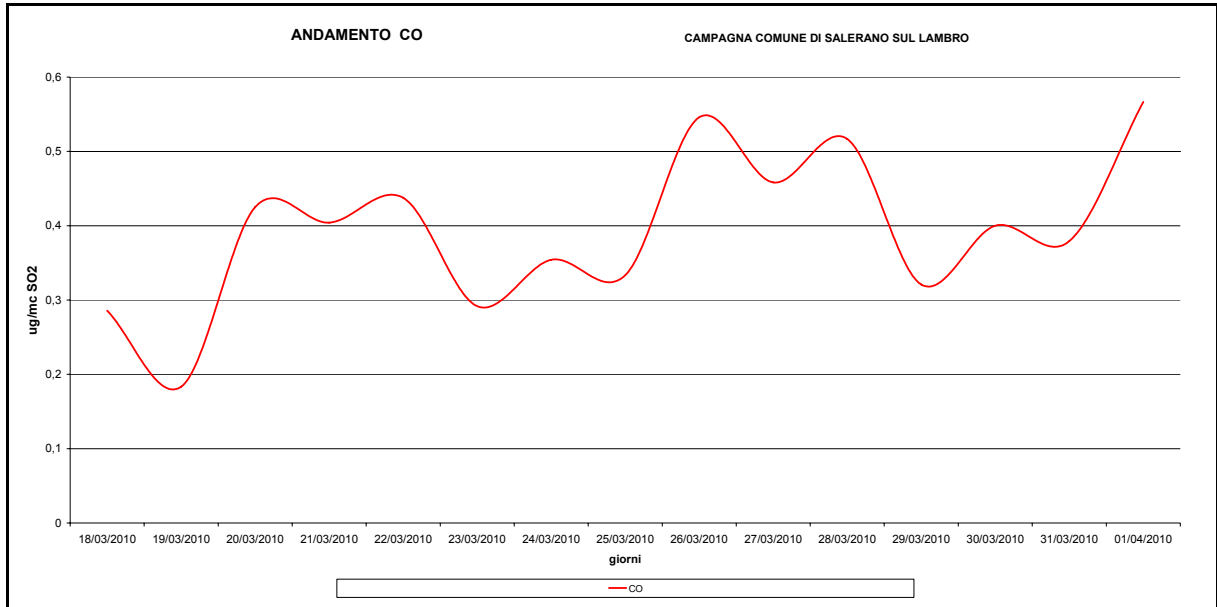
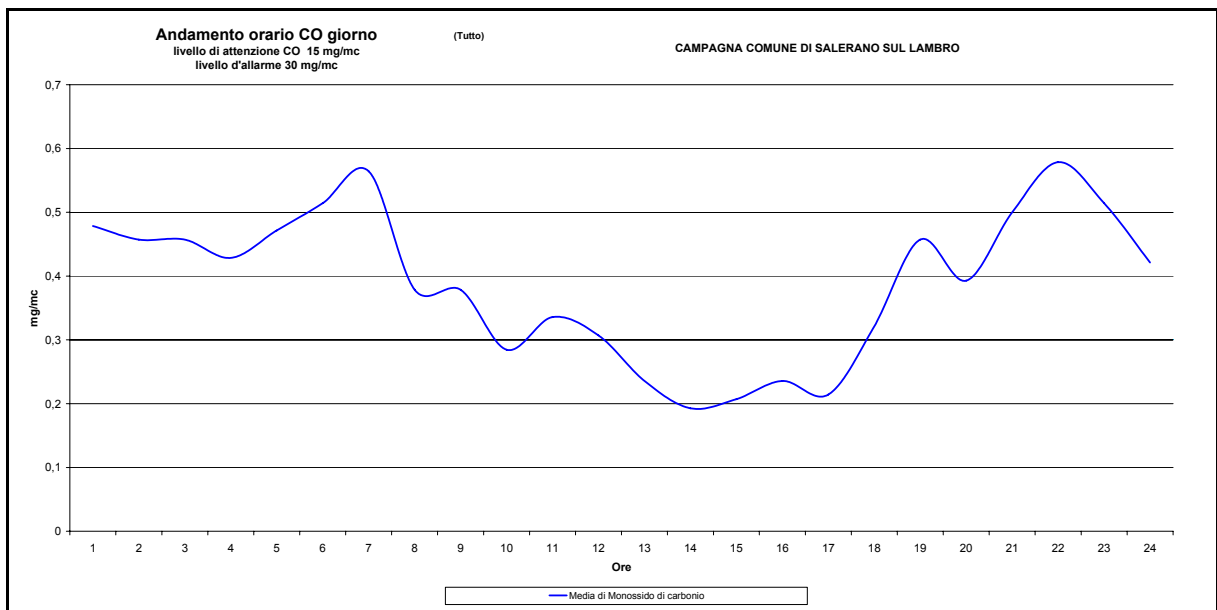


Immagine 9.7 Andamento CO giorno tipo



9.5 Ozono

I limiti introdotti per l'ozono sono strutturati in maniera leggermente più complessa rispetto agli altri. Vediamo di dare un quadro sintetico.

Tabella 9.9 Valori bersaglio per l'ozono

Valore Bersaglio		
	Parametro	Valore bersaglio per il 2010 (1)
Protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore (2)	120 µg/mc da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media di 3 anni (3)
Protezione della vegetazione	AOT 40 calcolato sulla base dei valori di un'ora da maggio a luglio	18000 µg/mc*h come media su 5 anni (3)
Obbiettivi a lungo termine		
Protezione salute umana	Massima media giornaliera su 8 ore per anno civile	120 µg/mc
Protezione della vegetazione	AOT 40 calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	6000 µg/mc
Soglie di informazione e di allarme (4)		
Soglia di informazione	Media di 1 ora	180 µg/mc
Soglia di allarme	Media di 1 ora	240 µg/mc

1. Data dalla quale si verifica la corrispondenza con i valori bersaglio. Ciò significa che i valori del 2010 sono la base statistica per fissare gli obbiettivi per i successivi 3 e 5 anni.
2. La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore è determinata analizzando le medie consecutive su 8 ore, calcolate in base ai dati orari aggiornati ogni ora
3. In assenza di dati sufficienti per il valore bersaglio della protezione umana potrà essere usato un solo anno, e 3 anni per il valore di protezione della vegetazione.
4. Valori da superarsi per 3 ore consecutive
5. AOT40 (µg/mc*h) è la somma della differenza tra le concentrazioni orarie superiori a 80 µg/mc e 80 µg/mc in un periodo di tempo utilizzando solo i valori medi orari tra le 8 e le 20 di ogni giorno.

I valori riscontrati, in $\mu\text{g}/\text{mc}$, sono stati i seguenti:

Tabella 9.10 Valori riscontrati di O₃

Tipo di limite	Statistica	Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{mc}$)	Limite
Valore bersaglio protezione salute umana	Media di 8 h N superamenti	Nessuno	120
Valore bersaglio protezione della vegetazione	AOT 40	Na	18000($\mu\text{g}/\text{mc}^*\text{h}$)
Obbiettivo a lungo termine protezione salute umana	Media di 8 h N superamenti	nessuno	120
Obbiettivo a lungo termine protezione della vegetazione	AOT 40	Na	6000($\mu\text{g}/\text{mc}^*\text{h}$)
Soglia di informazione	Media oraria (N superamenti)	nessuno	180
Soglia di allarme	Media oraria (N superamenti)	nessuno	240
Dati Generali	Media	33	
	Massimo	128	
	Minimo	2	

L'ozono misurato risulta contenuto. Si ricorda che l'inquinante non è emesso come tale in atmosfera, ma che si forma per l'attività fotochimica dell'atmosfera stessa, e che quindi le sue concentrazioni dipendono da molti fattori concomitanti. Ad ogni modo le sue concentrazioni non dipendono in maniera diretta dalle attività antropiche. I grafici seguenti mostrano l'andamento delle medie orarie e giornaliere per il parametro.

Immagine 9.8 Andamento medie giornaliere ozono

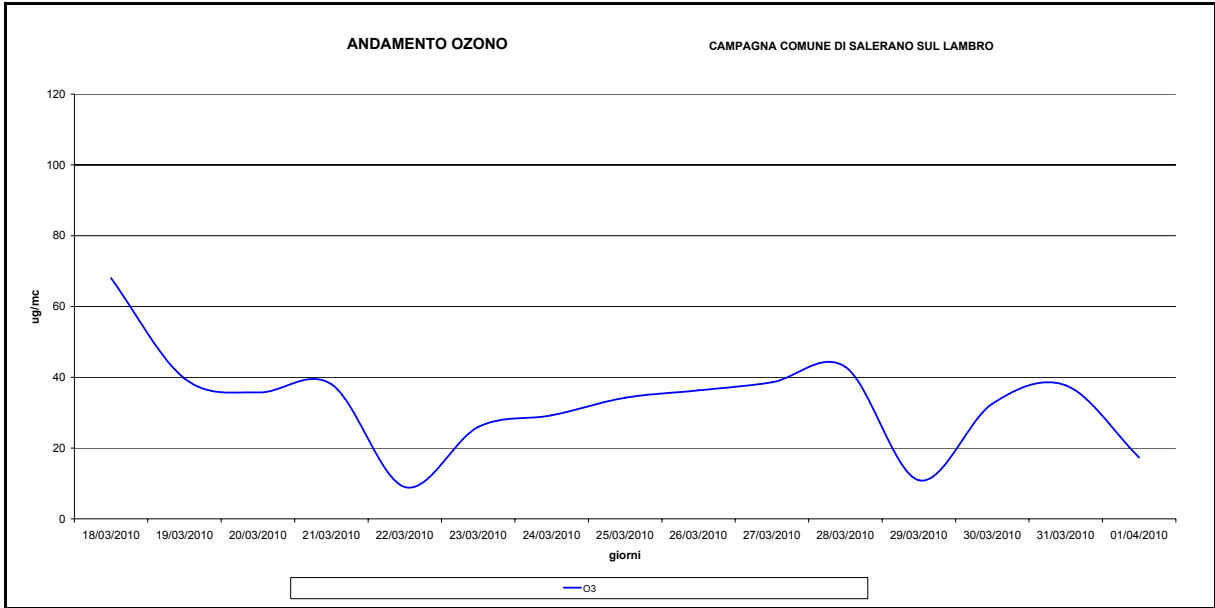
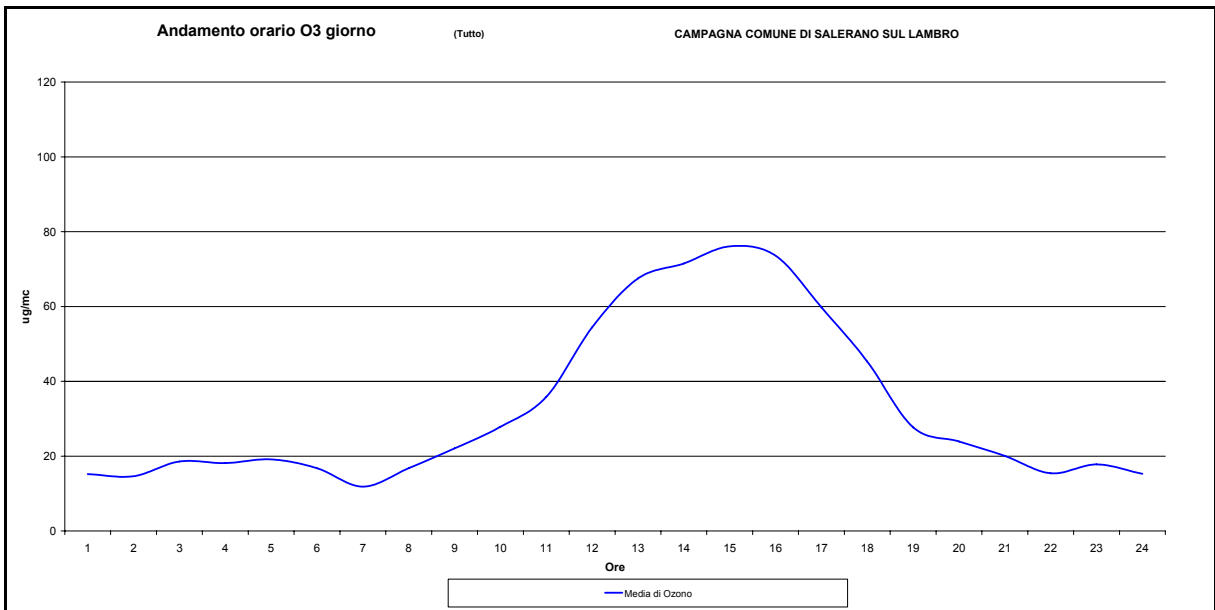


Immagine 9.9 Andamento concentrazioni giorno tipo



9.6 Idrocarburi

I valori riscontrati, espressi in $\mu\text{g}/\text{mc}$ sono stati i seguenti:

Tabella 9.11 valori di idrocarburi

Parametro	statistica	Concentrazione ($\mu\text{g}/\text{mc}$)
Metano	Media	1115
	Massimo	2541
	Minimo	759
Non metanici	Media	26
	Massimo	108
	Minimo	10
Totali	Media	1141
	Massimo	2585
	Minimo	773

Attualmente non esiste un limite per gli idrocarburi: il D.P.C.M. 28/3/83 fissava un limite combinato tra ozono e idrocarburi. Non si dovevano superare i $200 \mu\text{g}/\text{mc}$ di ozono per più di 3 ore consecutive in presenza di idrocarburi superiori ai $200 \mu\text{g}/\text{mc}$. Tali condizioni non si sono mai verificate nel periodo di tempo di misura.

Tra questi parametri molto importante è anche il metano in quanto questo composto può essere considerato un marker delle attività biologiche ed è sicuramente uno degli inquinanti principali che verrà emesso dagli impianti che verranno attivati.

La situazione attuale presenta una media ai livelli abituali del fondo che si può riscontrare un po' ovunque nel nord Italia in zone simili a quella in oggetto, tuttavia si segnalano alcune punte fino a oltre $2000 \mu\text{g}/\text{mc}$ che indicano la presenza attuale di fonti di questo inquinante sufficienti a produrre qualche effetto sulla concentrazione della qualità dell'aria.

Il metano in se non è un composto pericoloso (benché sia un gas serra), è casomai un indice della contemporanea presenza di altri composti ridotti in genere più maleodoranti provenienti da varie attività biologiche.

I seguenti grafici ci mostrano gli andamenti delle concentrazioni medie giornaliere e l'andamento dei valori in un giorno tipo:

Immagine 9.10 Andamento medie giornaliere idrocarburi

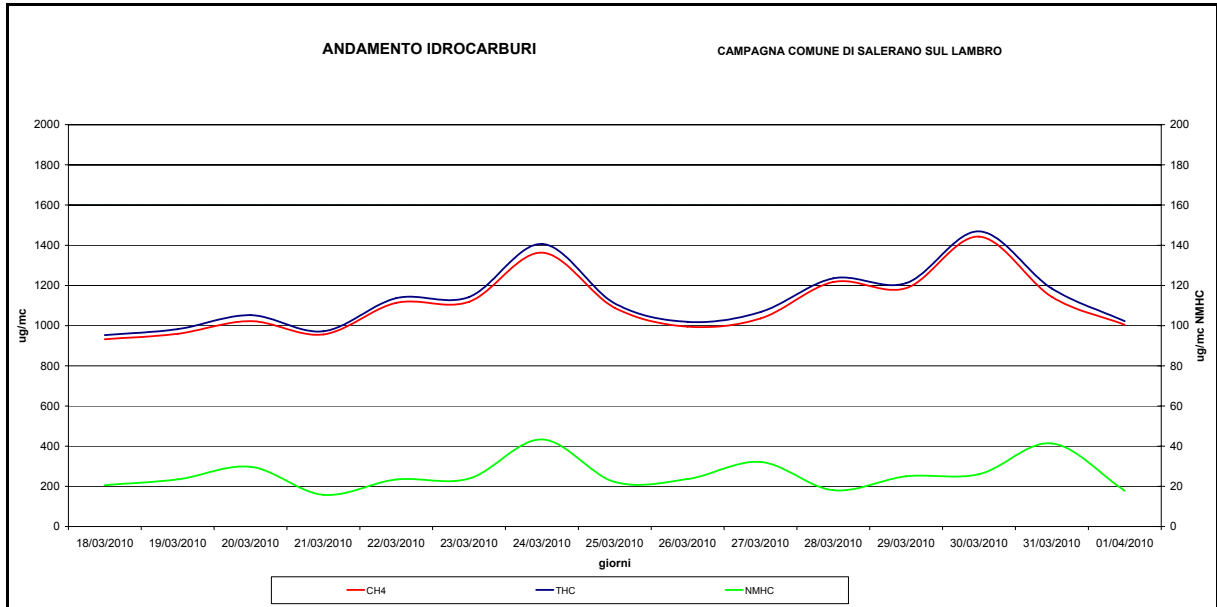
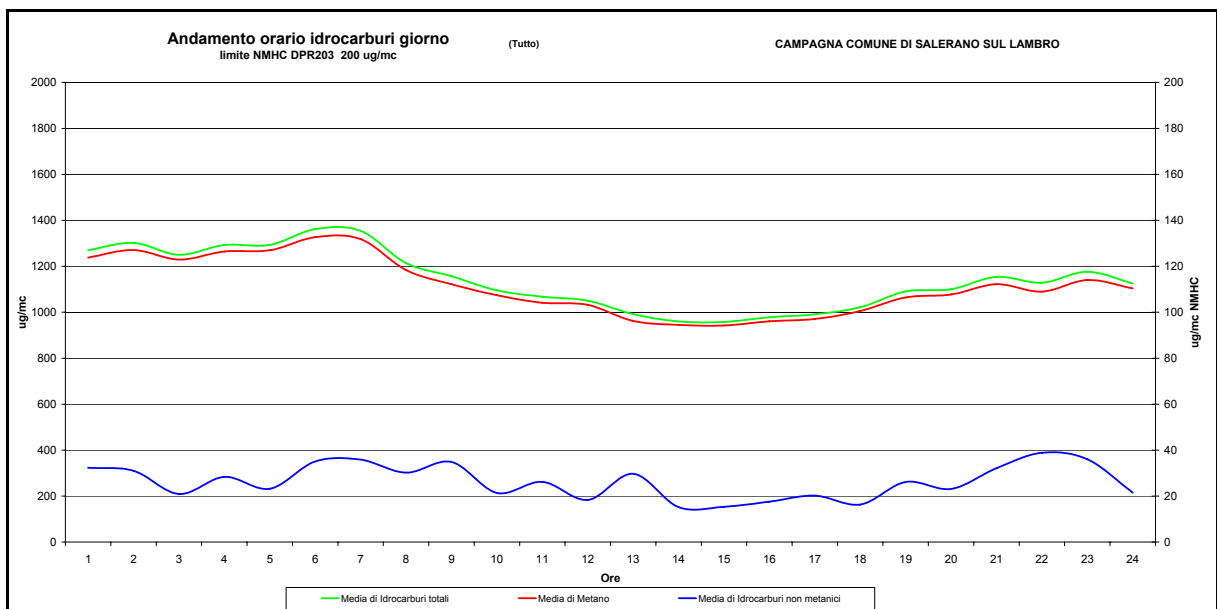


Immagine 9.11 Andamento giorno tipo idrocarburi



9.7 BTX

La legge prevede un limite solo per il Benzene:

Tabella 9.12 Limiti di legge per il benzene

Valore limite annuale per la protezione della salute umana			
Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il limite deve essere rispettato
Anno civile	5 ug/mc	100% del valore limite all'entrata in vigore della direttiva. Tale margine si ridurrà a partire dal 1/1/2006 di una percentuale costante ogni 12 mesi.	1 gennaio 2010

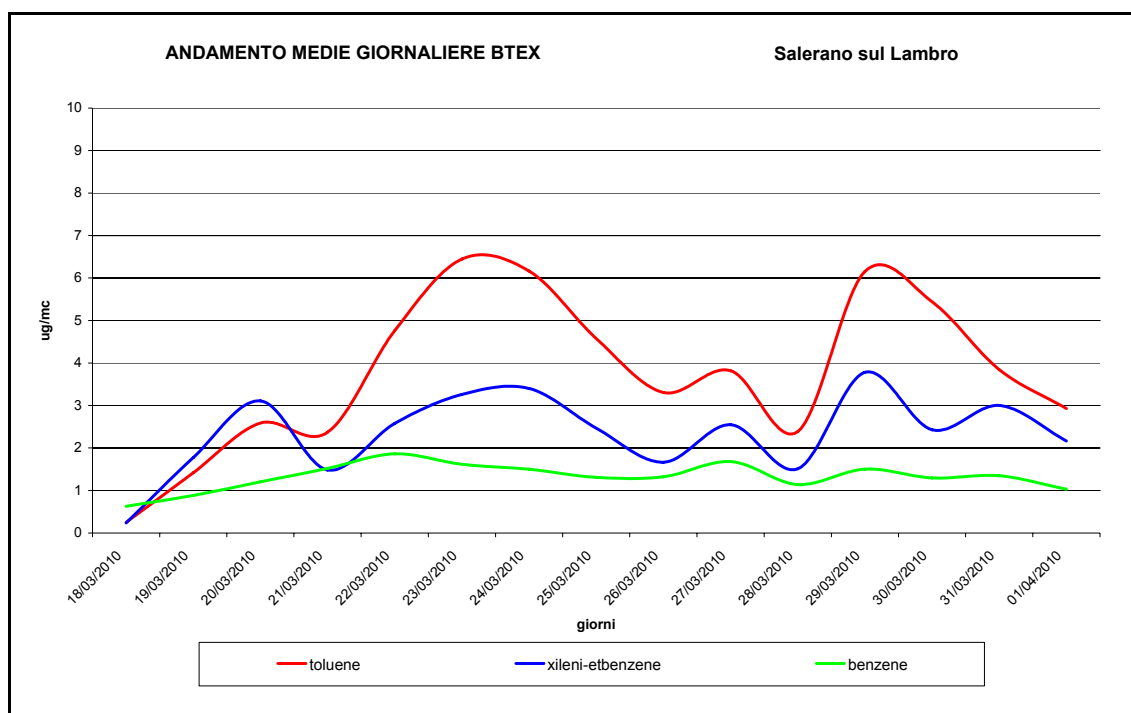
I valori medi riscontrati nell'indagine, espressi in $\mu\text{g}/\text{mc}$, sono i seguenti.

Tabella 9.13 Valori di BTX riscontrati

Parametro	Media ($\mu\text{g}/\text{mc}$)
Benzene	1.4
Toluene	3.9
Xileni	2.4

I valori rispettano il limite per il benzene. Il rapporto medio tra benzene-toluene-xileni è quello caratteristico riscontrabile nelle zone vicine a infrastrutture stradali.

Immagine 9.12 andamento medie giornaliere BTEX



9.8 Ammoniaca

Per verificare la presenza di ammoniaca si è fatto un unico campionamento di una settimana, per mezzo di un gorgogliatore. La ricerca dell'ammoniaca è utile in quanto uno dei possibili inquinanti emessi dalle attività previste.

L'analisi in laboratorio ha restituito un valore di 51 ug/mc di ammoniaca nell'aria. Il valore non è trascurabile, e questo è sicuramente imputabile alla destinazione d'uso agricolo del territorio. Non esistono comunque limiti di legge per l'ammoniaca dispersa in aria, tuttavia si segnala che l'ammoniaca emessa nell'aria si rideposita al suolo (facendo parte del particolato) e acidifica i suoli e li arricchisce eccessivamente di azoto determinando un effetto acido e di "azotazione" al suolo. In quest'ottica il dato è importante per valutare eventuali mutazioni che possano avvenire in post operam.

9.9 Correlazione tra i parametri

I parametri più correlati risultano quelli che caratterizzano processi di combustione: Idrocarburi, ossidi d'azoto e BTX. Negli andamenti giornalieri difatti questi presentano tutti incrementi di concentrazione nei giorni 24 e 30 marzo mentre si segnalano diminuzioni di concentrazione nelle domeniche 21 e 28 marzo.

Negli andamenti del giorno tipo i parametri più correlati sono gli ossidi d'azoto con il CO, entrambi con picchi di concentrazione nell'intorno delle 7 e dopo le 18.

Questi andamenti di correlazione tra i parametri indicano un tipologia di emissione legata alle dinamiche del traffico veicolare.

10. Analisi con canister e olfattometrie

Per poter ulteriormente caratterizzare la composizione chimica dell'aria nella campagna ante operam sono stati effettuati dei prelievi di volumi d'aria con canister. Questi campioni sono poi stati sottoposti ad analisi con GC-MS. Contemporaneamente a questi sono stati effettuati prelievi di volumi d'aria tramite sacchetti in Nalophan e sottoposti a olfattometria dinamica in modo da poter quantificare le unità olfattometriche dell'aria nel "tempo zero" senza l'apporto dei due impianti in progetto.

Descrizione dell'olfattimetria dinamica

Questo metodo si basa sull'oggettivazione della sensazione olfattiva umana. Tale misura viene eseguita attraverso l'identificazione della "soglia di odore" da parte di un gruppo selezionato di soggetti utilizzati come annusatori.

Per soglia di odore si intende la quantità di sostanze odorifere presenti in un campione di aria e percepite come odorigene da parte di almeno il 50% degli annusatori. Il rapporto di diluizione necessario per iniziare a percepire l'odore alla massima diluizione del campione originario (soglia di odore) viene per convenzione definito come indice nominale della concentrazione dell'odore e viene espresso in unità odorimetriche (U.O) per metro cubo di aria analizzata (UO/mc). Il metodo seguito è l'EN 13725:2003.

I quattro punti di prelievo sono visualizzabili nell'immagine seguente

Immagine 10.1 punti di campionamento canister/nalophan



- ◆ Posizione 1 Via Livelli
- ◆ Posizione 2 Via Petrarca
- ◆ Posizione 3 Via Sant'Antonio
- ◆ Posizione 4 Via Vittorio Veneto

La scelta di tali punti è stata fatta immaginando una linea che unisce i due poli di possibile emissione di sostanze odorigene, passante per i recettori abitativi dei cittadini che si trovano nel mezzo. Durante i campionamenti il vento soffiava da ovest, con una velocità di circa 2 m/s.

10.1 Risultati delle analisi di laboratorio

Le analisi GC-MS (in allegato) non segnalano la presenza di composti solforati, in tutti i campioni questi risultano al di sotto del limite di rilevabilità. Si sono ritrovati idrocarburi (BTX) e solventi vari nelle concentrazioni che normalmente caratterizzano le zone abitate senza grossi poli industriali nelle vicinanze. Il canister con più sostanze organiche risulta essere il numero 1 con 12 ug/mc di stirene, 20 ug di diclorometano, 25 ug/mc di xilene e 36 ug/mc di acetone. In questo canister si segnala inoltre una più complessa miscela di sostanze (vedi cromatogrammi allegati). Indica questo di una fonte di prossimità abbastanza significativa di una certa complessità.

I restanti campionamenti presentano i suddetti composti con un ordine di grandezza inferiore. Le prove odorimetriche confermano lo stesso andamento:

Punto di prelievo	Inizio prelievo	Concentrazione odorimetrica (U.O./Mc)
1	10.00	480
2	10.10	150
3	10.20	130
4	10.40	81

I risultati evidenziano un'intensità di odore ben maggiore nel punto uno. Grazie alle analisi con gas massa possiamo presupporre che questa sia dovuta ai composti sopra elencati.

Si evince anche un gradiente ben marcato di maggiore intensità da sud a nord.

Come raffronto si consideri che il fondo delle aree urbanizzate di Milano è di circa 40-80 UO/mc.

11. Conclusioni

La campagna di monitoraggio *ante operam* eseguita nel comune di Salerano sul Lambro avvenuta tra il 18/03 e il 1/04 è stata caratterizzata da vento moderato, direzione prevalente da ovest e da 5 eventi di pioggia di moderata intensità.

La qualità dell'aria allo stato attuale appare buona. I parametri chimici hanno evidenziato il superamento del solo limite annuale per la protezione della vegetazione per gli ossidi d'azoto.

Le concentrazioni ritrovate di NO₂ confermano le misure effettuate dalla centraline ARPA di Tavazzano.

Gli indicatori di un inquinamento da traffico (CO, NO_x, BTX e Idrocarburi) risultano correlabili e sono caratterizzati da marcate riduzioni nei fine settimana, segnalando quindi una influenza significativa del traffico veicolare.

Le analisi odorimetriche (14/04/10) restituiscono un gradiente di intensità di odori da sud a nord in direzione dell'impianto di depurazione. Anche se le analisi chimiche in parallelo non sembrano presentare composti provenienti da tale attività resta probabile che sia proprio il depuratore che dia luogo al leggero innalzamento di UO nelle sue vicinanze vista la complessità del tracciato cromatografico riscontrato. Sembra doversi però escludere un suo impatto attuale sull'abitato se non in condizioni meteo particolari. Si deve tuttavia rilevare che il punto di prelievo per misure olfattometriche che ha dato luogo a valori più elevati è in prossimità del corso del Lambro. Questo è una probabile fonte di composti odorigeni visti i possibili residui nell'alveo e nel corso d'acqua del passaggio della contaminazione di idrocarburi che recentemente hanno interessato il fiume.

Infine i dati di metano e ammoniaca indicano la presenza di fonti che possono dar luogo a fenomeni di rilascio di sostanze ridotte e quindi potenzialmente odorigene.

Per ulteriori valutazioni e maggiori approfondimenti si attendono le successive fasi del piano di monitoraggio, dove sarà importante valutare proprio eventuali variazioni del quadro attuale.