



Provincia di Terni

Servizio Tutela Ambientale

***Relazione annuale sulla
qualità dell'aria nella
Provincia di Terni***



Rapporto 2002



*Agenzia regionale per la protezione
ambientale - Umbria*
Dipartimento di Terni

Provincia di Terni - Servizio Tutela Ambientale

Dott. Giovanni Vitale Vaccari

U.O.C Tutela dell'atmosfera e risorse energetiche

Dott. Paolo Grigioni

Sig. Franco Carpine

P.I. Gianluca Bonaccini

Dott.ssa Laura Proietti Barsanti

P.I. Maurizio Mantini

ARPA Umbria - Dipartimento Provinciale di Terni

Ing. Adriano Rossi

Area Tematica Atmosfera

Dott.ssa Manola Castellani

Laboratorio Chimico Fisico e Biologico

Dott. Vanio Viola

Dott. Giuseppe De Luca

P.I. Paolo Fratini



INDICE

INTRODUZIONE	I-5
<u>I. LA RETE DI RILEVAMENTO DEGLI INQUINANTI DELL'ATMOSFERA</u>	I-6
IL CED (CENTRO ELABORAZIONE DATI) E LE OPERAZIONI DI <i>VALIDAZIONE</i> DEI DATI	I-6
<u>II. GLI INQUINANTI MONITORATI</u>	II-8
OZONO (O₃)	II-8
DESCRIZIONE	II-8
ORIGINI	II-8
TOSSICITÀ	II-8
QUADRO NORMATIVO	II-9
POVERI TOTALI SOSPESI (PTS)	II-9
DESCRIZIONE	II-9
ORIGINI	II-10
TOSSICITÀ	II-10
QUADRO NORMATIVO	II-10
POLVERI FINI - PM₁₀	II-11
DESCRIZIONE	II-11
ORIGINI	II-11
TOSSICITÀ	II-11
QUADRO NORMATIVO	II-11
OSSIDI DI AZOTO (NO_x, NO₂, NO)	II-12
DESCRIZIONE	II-12
ORIGINI	II-12
TOSSICITÀ	II-12
QUADRO NORMATIVO	II-13
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	II-14
DESCRIZIONE	II-14
ORIGINI	II-14
TOSSICITÀ	II-14
QUADRO NORMATIVO	II-14
BENZENE	II-15
DESCRIZIONE	II-15
ORIGINI	II-15
TOSSICITÀ	II-15
QUADRO NORMATIVO	II-15
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)	II-16
DESCRIZIONE	II-16
ORIGINI	II-16
TOSSICITÀ	II-16
QUADRO NORMATIVO	II-17
PIOMBO (PB)	II-18
DESCRIZIONE	II-18
ORIGINI	II-18
TOSSICITÀ	II-18
QUADRO NORMATIVO	II-18

<u>III. ANALISI DELLE CONDIZIONI METEO-CLIMATICHE</u>	III-20
--	---------------

PRECIPITAZIONI	III-20
-----------------------------	---------------



TEMPERATURA	III-22
VENTO	III-23
RADIAZIONE SOLARE	III-25

IV. I RISULTATI DEL MONITORAGGIO.....IV-27

OZONO (O₃)	IV-27
COMUNE DI TERNI.....	IV-27
COMUNE DI NARNI.....	IV-28
COMUNE DI ORVIETO	IV-29
DISCUSSIONE DEI RISULTATI	IV-30
POLVERI TOTALI SOSPESI (PTS)	IV-32
COMUNE DI TERNI.....	IV-32
COMUNE DI NARNI.....	IV-33
DISCUSSIONE DEI RISULTATI	IV-33
POLVERI RESPIRABILI (PM₁₀)	IV-35
COMUNE DI TERNI.....	IV-35
COMUNE DI ORVIETO	IV-36
DISCUSSIONE DEI RISULTATI	IV-37
OSSIDI DI AZOTO (NO_x)	IV-39
COMUNE DI TERNI.....	IV-39
COMUNE DI NARNI.....	IV-40
COMUNE DI ORVIETO	IV-41
DISCUSSIONE DEI RISULTATI	IV-42
MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)	IV-43
COMUNE DI TERNI.....	IV-43
COMUNE DI ORVIETO	IV-44
DISCUSSIONE DEI RISULTATI	IV-45
BENZENE	IV-47
COMUNE DI TERNI.....	IV-47
DISCUSSIONE DEI RISULTATI	IV-48
BIOSSIDO DI ZOLFO (SO₂)	IV-50
COMUNE DI TERNI.....	IV-50
COMUNE DI NARNI.....	IV-51
DISCUSSIONE DEI RISULTATI	IV-51
PIOMBO	IV-52
COMUNE DI TERNI.....	IV-52
DISCUSSIONE DEI RISULTATI	IV-53
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI; BENZO(A)PIRENE	IV-53
COMUNE DI TERNI.....	IV-53
CONCLUSIONI	IV-55

Introduzione

Nella presente relazione vengono analizzati e discussi i risultati raccolti dalle campagne di monitoraggio atmosferico condotte nell'anno 2002 dalla Rete di Monitoraggio della Provincia di Terni e da alcune indagini sulla qualità dell'aria condotte dal Dipartimento Provinciale di Terni dell'ARPA dell'Umbria.

Lo scopo del presente lavoro è quello di valutare lo stato dell'inquinamento atmosferico nella Provincia di Terni, attraverso l'analisi di alcuni indicatori ambientali (inquinanti e parametri fisici dell'atmosfera).

I risultati delle misurazioni effettuate e le loro elaborazioni statistiche sono stati confrontati con i dati ottenuti da analoghe campagne di monitoraggio condotte negli anni precedenti, ed in particolare con i dati relativi all'anno 2001, allo scopo di valutare le variazioni determinatesi sullo stato della qualità dell'aria.

Le campagne di monitoraggio hanno interessato le seguenti zone del territorio provinciale di Terni:

1. Comune di Terni;
2. Comune di Narni;
3. Comune di Orvieto.

Nel I Capitolo della relazione viene riportata una descrizione generale della rete di rilevamento della Provincia di Terni e delle campagne di integrative dimonitoraggio condotte dall'ARPA.

Le caratteristiche dei principali inquinanti atmosferici e i relativi criteri di qualità stabiliti dalla legge vengono riportati nel II Capitolo, dove vengono evidenziati anche i nuovi limiti e i valori obiettivo previsti dalla normativa europea in corso di recepimento negli stati membri.

Il III Capitolo riporta un quadro riassuntivo delle condizioni meteorologiche registrate nel 2002 dall'osservatorio meteorologico "Federico Cesi" di Terni; lo scopo di questa analisi è quello di evidenziare in quale misura le concentrazioni degli inquinanti atmosferici possano essere state influenzate da situazioni ambientali non direttamente dipendenti dalle fonti di emissione, come ad esempio le precipitazioni atmosferiche, i venti e le temperature.

Nel IV Capitolo della relazione vengono riportati i risultati del monitoraggio e le relative considerazioni rispetto ai valori limite e ai valori obiettivo indicati dalla normativa di riferimento. I risultati ottenuti sono stati inoltre confrontati con quelli del 2001 al fine di individuare l'evoluzione dei fenomeni inquinanti.

Nella relazione sono stati inseriti anche alcuni dati relativi al monitoraggio ambientale condotto dall'ARPA – Dipartimento di Terni – nel corso del 2002; tali dati risultano di fondamentale importanza nella valutazione della qualità dell'aria, in quanto, come noto, il sistema automatico di rilevamento non è in grado di misurare alcuni inquinanti (come i metalli) o di estendere il monitoraggio in maniera più capillare (come nel caso della mappatura del benzene).



I. La rete di rilevamento degli inquinanti dell'atmosfera

Dal 1995 è stato attivato, nel territorio provinciale di Terni, un complesso sistema di monitoraggio della qualità dell'aria, costituito da una serie di stazioni di rilevamento dislocate sul territorio e da un sistema di acquisizione, elaborazione e divulgazione dei dati, che consente di rilevare in tempo reale la concentrazione degli inquinanti dell'atmosfera (CO, O₃, Benzene, Toluene, Polveri PTS e PM₁₀, NO_x, NO₂, NO, SO₂ ecc.) previsti dalla normativa.

Nel corso degli ultimi anni la rete di monitoraggio si è ampliata significativamente: allo stato attuale il monitoraggio si estende sulle 3 aree comunali (sottoreti) maggiormente caratterizzate da attività antropiche (Comune di Terni, Comune di Narni e Comune di Orvieto). Nella Tabella I viene riportata la descrizione delle 3 sottoreti e la composizione delle stazioni di monitoraggio.

Il CED (Centro Elaborazione Dati) e le operazioni di *validazione* dei dati

I dati acquisiti in continuo dagli analizzatori automatici presenti in ogni stazione di monitoraggio vengono trasferiti, con l'ausilio di una rete di collegamenti telematici, al Centro Elaborazione Dati (CED) del Servizio Tutela Ambientale della Provincia, che rappresenta il cuore dell'intero sistema. Presso il CED opera quotidianamente un gruppo di esperti che ha il compito di elaborare i dati, di valutarne l'attendibilità e di procedere alla loro pubblicazione ufficiale. Questa procedura, che prende il nome di **validazione**, rappresenta la effettiva classificazione dei valori misurati come attendibili; i dati validati vengono quindi pubblicati e utilizzati per le necessarie elaborazioni statistiche che hanno lo scopo di descrivere i fenomeni di inquinamento dell'aria.

I tecnici del CED hanno anche il compito di gestire e programmare le operazioni di controllo e di manutenzione della strumentazione, di eseguire le prove di calibrazione automatica e manuale degli analizzatori, di diffondere i comunicati ufficiali in caso di superamento dei limiti stabiliti dalla legge secondo i protocolli ufficiali e di predisporre le necessarie elaborazioni statistiche. Le operazioni di validazione dei dati e la gestione delle manutenzioni vengono effettuate dal personale tecnico del Servizio Ambiente, con l'ausilio di uno strumento informatico (Validata Web) che permette di gestire tutte le operazioni via Intranet/Internet.

I dati rilevati vengono quotidianamente pubblicati su Internet: sul sito web <http://ambiente.provincia.terni.it> è possibile osservare in tempo reale l'andamento delle concentrazioni degli inquinanti. Sul sito Internet della Provincia di Terni è anche disponibile una descrizione dettagliata della rete di monitoraggio, degli inquinanti misurati e del loro significato.

Le operazioni di manutenzione degli analizzatori automatici sono affidate ad una ditta esterna specializzata, costantemente in contatto con i tecnici del Servizio e in grado di verificare su Internet lo stato degli analizzatori. La procedura di segnalazione degli interventi e il loro riscontro avviene interamente per via telematica (Internet); in caso di mal funzionamento, inoltre, è prevista una segnalazione immediata (messaggi automatici GSM e Fax) al servizio manutenzione e ai tecnici del Servizio Ambiente, che sono chiamati a supervisionare l'intervento richiesto.

L'adozione di questa procedura automatizzata (attiva da Aprile 2001) ha consentito di ottenere un sensibile aumento della percentuale dei dati validi; l'obiettivo è quello di ottenere una media non inferiore al 90%. Tale obiettivo è stato raggiunto, nel 2002, nella quasi totalità delle stazioni di rilevamento.

La Provincia di Terni provvede inoltre ad attivare il protocollo di informazione agli organi competenti al verificarsi degli stati di attenzione e/o di allarme.



TABELLA I-1 - STRUTTURA DELLA RETE DI MONITORAGGIO DEGLI INQUINANTI L'ATMOSFERA DELLA PROVINCIA DI TERNI NELL'ANNO 2002

SOTTORETE DI TERNI			
Nome della stazione	Strumentazione	Ubicazione (zona)	Tipo
Carrara	①③④⑤⑦	Via Carrara - Terni (Lungonera Savoia)	C
Verga	①②③④⑥⑦	Via Verga - Terni (Via Leopardi)	A/B
Polymer	③⑤⑦	P.le Donegani (Q.re Polymer)	D
Prisciano	③⑤⑦	Via di Prisciano (Q.re Prisciano))	D
Borgo Rivo	③⑥⑦	Via dell'Aquila (Q.re B.Rivo)	D/B
Maratta	③⑥⑦	Via Bartocci (Voc. Sabbione)	D
F.Cesi	✱	Via I Maggio (centro)	-
Laboratorio Mobile	①②③⑥⑦	-	-
SOTTORETE DI NARNI			
Nome della stazione	Strumentazione	Ubicazione	Tipo
San Girolamo	②⑦	Via Flaminia Ternana (campo sportivo)	B
Narni Scalo	③⑤⑦✱	Via Tuderte – fraz. Narni Scalo	B/C
Feronia	③⑤⑦✱	Loc. Feronia	A/B
Montoro	③⑦	Fraz, Montoro	D
San Liberato	③⑦	Fraz. San Liberato	D/C
SOTTORETE DI ORVIETO			
Nome della stazione	Strumentazione	Ubicazione	Tipo
Ciconia	①③⑥⑦	Via dei Tigli – Fraz. Ciconia	C
Ciconia meteo	✱	Via dei Tigli – Fraz. Ciconia	-

Legenda della sensoristica presente nelle stazioni:

- ① Analizzatore CO (monossido di carbonio)
- ② Analizzatore SO₂ (biossido di zolfo)
- ③ Analizzatore NO_x, NO₂, NO (ossidi di azoto)
- ④ Analizzatore BTX (benzene, toluene, xilene)
- ⑤ Analizzatore PTS (polveri totali sospese)
- ⑥ Analizzatore PM10 (frazione respirabile delle polveri)
- ⑦ Analizzatore O₃ (ozono)
- ✱ Strumentazione meteo

Tipologia delle stazioni di monitoraggio (D.M.20/05/91):

- Tipo A - Stazione di riferimento urbano
- Tipo B - Stazione in zona ad elevata densità abitativa
- Tipo C - Stazione in zona ad elevato traffico
- Tipo D - Stazione in zona suburbana-industriale

II. Gli inquinanti monitorati

Ozono (O₃)

Descrizione

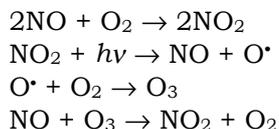
Nelle città e nelle zone immediatamente periferiche si verificano sempre più spesso, durante il periodo estivo, fenomeni di inquinamento da ozono. In realtà si dovrebbe parlare, più precisamente, di fenomeni di *smog fotochimico*, in quanto l'ozono è solo uno degli innumerevoli composti che si originano nelle particolari condizioni che contraddistinguono questo tipo di inquinamento.

L'ozono (O₃) è un inquinante gassoso incolore, dall'odore pungente e con caratteristiche di potente ossidante. Tali caratteristiche lo rendono un agente chimico particolarmente insidioso, sia per gli effetti tossici che per i danni ai materiali che è in grado di provocare.

Origini

L'ozono è un inquinante secondario che si forma a seguito di reazioni fotochimiche tra inquinanti primari (immessi direttamente nell'atmosfera da fonti inquinanti) quali idrocarburi e ossidi di azoto; tali reazioni vengono favorite dal calore e dalla radiazione solare, mentre condizioni di stazionarietà atmosferica favoriscono la permanenza dell'ozono prodotto e degli altri inquinanti fotochimici anche durante le ore serali e notturne.

Le reazioni che avvengono durante un fenomeno di smog fotochimico sono estremamente complesse e alcuni stadi non sono ancora ben noti. Tuttavia una schematizzazione delle reazioni che originano O₃ può essere la seguente:



Come si può osservare, la formazione di ozono avviene per reazione tra il radicale ossigeno e la molecola di ossigeno; la generazione del radicale ossigeno viene innescata dalla radiazione solare. I composti organici insaturi, a causa della loro tendenza (in condizioni ossidanti) a formare radicali, possono contribuire significativamente alla produzione di radicali ossigeno reattivi, che generano poi l'ozono.

L'ultima reazione spiega un fenomeno che spesso si riscontra nelle zone cittadine: il monossido di azoto è in grado di trasformare l'ozono in ossigeno. Durante i fenomeni di inquinamento fotochimico si notano concentrazioni minori di ozono nelle zone urbane maggiormente interessate da traffico autoveicolare, dove il monossido di azoto viene prodotto. Il monossido di azoto, tuttavia, ha una forte tendenza ad ossidarsi, generando un eccesso di NO₂ che, in condizioni di radiazione solare intensa, innesca la catena di reazioni fotochimiche. Questo processo, quindi, è molto significativo nelle prime zone urbane periferiche, soprattutto se a ridosso di insediamenti industriali o ad alta urbanizzazione, che sono fonte di precursori dell'ozono.

Tossicità

L'ozono e gli altri composti chimici che si generano durante il fenomeno di smog fotochimico (perossiacetilnitrati, aldeidi, perossiradicali, chetoni, acidi organici ed altri composti) a concentrazioni di 0,1 ppm (200 µg/m³) possono causare irritazioni alla gola, alle vie respiratorie e possono provocare bruciori agli occhi. Se il fenomeno assume caratteristiche eclatanti (concentrazioni molto



superiori ai livelli di allarme), l'ozono può provocare alterazioni, anche gravi, delle funzionalità respiratorie (i tessuti polmonari possono essere danneggiati a causa della aggressività dell'ozono e degli altri prodotti generati dallo smog fotochimico) fino a provocare la morte per edema polmonare.

La pericolosità di questo tipo di inquinamento aumenta per i soggetti più deboli (anziani, bambini, soggetti asmatici). Per tali motivi, durante i fenomeni più acuti di inquinamento da ozono (ore più calde e soleggiate del periodo estivo) occorre limitare, per tali soggetti, l'esposizione.

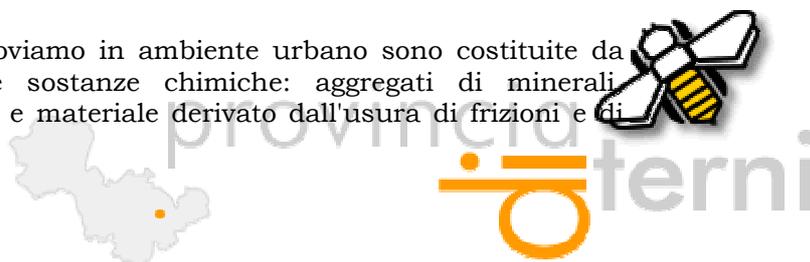
Quadro normativo

TABELLA II-1 - QUADRO NORMATIVO PER L'OZONO			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 , 25/11/94 e 16/5/96)	Media oraria	1 ora	180 µg/m ³
LIVELLO DI ALLARME (D.M.15/4/94, 25/11/94 e 16/5/96)	Media oraria	1 ora	360 µg/m ³
VALORE LIMITE (D.P.C.M. 28/3/83)	Media oraria	1 mese	200 µg/m ³
LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (D.M. 16/5/96)	Media mobile trascinata calcolata su 8 ore	8 ore	110 µg/m ³
LIVELLO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (D.M. 16/5/96)	Media oraria	1 ora	200 µg/m ³
	Media giornaliera	ogni giorno	65 µg/m ³
VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (Dir. 2002/03 CE)	Media massima giornaliera su 8 ore		120 µg/m ³ da non superare per più di 25 giorni per anno civile (2010)
VALORE BERSAGLIO PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (Dir. 2002/03 CE)	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio		18 000 µg/m ³ ·h come media su 5 anni (2010)
OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (Dir. 2002/03 CE)	Media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile		120 µg/m ³
OBIETTIVO A LUNGO TERMINE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (Dir. 2002/03 CE)	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio		6000 µg/m ³ ·h
SOGLIA DI INFORMAZIONE (Dir. 2002/03 CE)	Media di 1 ora		180 µg/m ³
SOGLIA DI ALLARME (Dir. 2002/03 CE)	Media di 1 ora		240 µg/m ³

Poveri totali sospese (PTS)

Descrizione

Le polveri sospese che troviamo in ambiente urbano sono costituite da minuscole particelle di diverse sostanze chimiche: aggregati di minerali fuliggine, gomma dei pneumatici e materiale derivato dall'usura di frizioni e di



freni dei veicoli. Nelle polveri si trovano inoltre cristalli di nitrato d'ammonio e solfato di ammonio.

Le particelle sospese in aria sono composte da granuli di varia grandezza. Si va da granuli di diametro aerodinamico di circa 0.5 mm fino a granuli aventi diametro aerodinamico minore di 0.1 μm (ovvero 0.0001 mm). I granuli delle polveri di piccole dimensione restano sospesi a lungo nell'atmosfera, in quanto la forza di gravità non riesce a vincere l'effetto turbolento della massa gassosa atmosferica (le polveri fini infatti sono costituite da particelle di massa molto piccola).

Per "polveri totali sospese" (PTS) si intende l'insieme di polveri presenti in atmosfera aventi granulometria (diametro aerodinamico) fino a 100-150 μm ; con il termine "PM₁₀" si indica invece la frazione di polvere avente granulometria (diametro aerodinamico) inferiore a 10 μm .

Origini

Come si può dedurre da quanto sopra riportato le polveri hanno sia origine naturale che antropica; le polveri vengono infatti prodotte da fenomeni di combustione (polveri fini) e da lavorazioni di varia natura (metallurgia, edilizia, trasporti, agricoltura ecc.). Le caratteristiche chimiche e fisiche delle polveri dipendono pertanto dal processo che le ha generate e quindi dalle sostanze che le costituiscono e che vengono successivamente adsorbite sulla loro superficie.

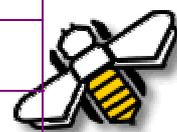
Tossicità

Gli effetti dannosi delle polveri si manifestano principalmente sull'apparato respiratorio dell'uomo. Le particelle più grandi, cioè con diametro maggiore a 5-10 μm , si fermano nelle parti meno profonde dell'apparato respiratorio e vengono quindi espulse, insieme al muco, dall'azione delle cellule ciliate. Sono invece molto più pericolose le particelle di diametro minore di 5-10 μm perché sono in grado di giungere fino agli alveoli polmonari e da qui vengono espulse molto più lentamente, dando luogo a un possibile assorbimento nel sangue delle particelle e dei composti adsorbiti, con conseguente possibile intossicazione. Alcune sostanze cancerogene, come il benzene, il benzopirene e le diossine, hanno una grande tendenza ad essere adsorbite dalle polveri in particolare quando le polveri vengono prodotte dalla combustione di benzine o di sostanze organiche in generale.

Nelle polveri si trovano anche tracce di metalli, per esempio il piombo prodotto nella combustione di benzine additivate con sostanze organiche contenenti piombo (piombo tetraetile e piombo tetrametile venivano usati come antidetonanti; nella benzina verde tali sostanze sono state sostituite dal metil-terbutil-etero o MTBE). I danni prodotti dalle particelle sospese sono amplificati nei fumatori perché il fumo inibisce e rallenta l'attività di pulizia delle cellule ciliate (che vengono letteralmente bruciate dal calore e dagli acidi del fumo) con conseguente accumulo delle polveri stesse nei polmoni.

Quadro normativo

TABELLA II-2 - QUADRO NORMATIVO PER LE POLVERI TOTALI SOPESE (PTS)			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
LIMITI MASSIMI (D.P.C.M. 28/3/83)	media giornaliera	annuale	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	95° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore	annuale	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media giornaliera	1 aprile - 31 marzo	40 - 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



	media giornaliera	ogni giorno	100 - 150 µg/m ³
LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 25/11/94)	media giornaliera	ogni giorno	150 µg/m ³
LIVELLO DI ALLARME (D.M. 25/11/94)	media giornaliera	ogni giorno	300 µg/m ³

Polveri fini - PM10

Descrizione

Con la sigla PM10 si definisce la frazione delle polveri che ha un diametro aerodinamico inferiore ai 10 micrometri. Essa rappresenta la parte più insidiosa della polverosità, in quanto resta più a lungo sospesa in aria e viene inalata con estrema facilità.

Origini

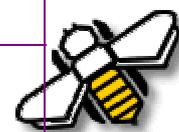
La frazione fine delle polveri nei centri urbani viene prodotta essenzialmente da fenomeni di combustione (traffico autoveicolare, impianti di riscaldamento, emissioni da impianti industriali con sistemi di abbattimento inefficaci).

Tossicità

Le polveri PM10 entrano facilmente negli alveoli polmonari a causa delle loro piccole dimensioni; gli effetti tossici di maggior rilievo si hanno quindi a livello delle vie respiratorie e dei polmoni (asma, bronchiti, irritazioni bronchiali e polmonari). La loro pericolosità è esaltata dal fatto che queste polveri fini spesso contengono, adsorbiti, numerosi microinquinanti molto nocivi per l'uomo, come ad esempio metalli pesanti ed idrocarburi policiclici aromatici, che possono provocare effetti tossici a breve termine (irritazioni e infiammazioni) o a lungo termine (cancro).

Quadro normativo

TABELLA II-3			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/96 al 31/12/98) (D.M. 25/11/94)	Media mobile valori giornalieri	annuale	60 µg/ m ³
OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/99) (D.M. 25/11/94)	Media mobile valori giornalieri	annuale	40 µg/ m ³
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 DEL 02/04/2002)	Media giornaliera	ogni giorno	50 µg/ m ³ ⁽¹⁾ da non superare più di 35 volte in un anno
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 DEL 02/04/2002)	Media annuale	annuale	40 µg/ m ³ ⁽²⁾



VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 DEL 02/04/2002)	Media giornaliera	ogni giorno	50 µg/ m³ ⁽³⁾ da non superare più di 7 volte in un anno
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 DEL 02/04/2002)	Media annuale	annuale	20 µg/ m³ ⁽³⁾

- (1) Il valore limite è in vigore a partire dal 2005. Dal 2001 al 2005 è ammesso un margine di tolleranza di 25 µg/m³ decrescenti, ogni anno, di 5 µg/m³. Il limite per il 2002 è quindi di 65 µg/m³.
- (2) Il valore limite è in vigore a partire dal 2005. Dal 2001 al 2005 è ammesso un margine di tolleranza di 8 µg/m³ decrescenti, ogni anno, secondo percentuali uguali;
- (3) Valore limite in vigore dal 2010 (fase 2).

Ossidi di azoto (NO_x, NO₂, NO)

Descrizione

Gli ossidi di azoto, comunemente detti NO_x, sono costituiti da una miscela di composti in cui l'azoto è presente in vari stati di ossidazione. Il biossido di azoto rappresenta la forma più ossidata di tali composti.

L'NO₂ è un gas di colore rosso-bruno, di odore pungente, soffocante, e altamente tossico. Insieme all'anidride solforosa contribuisce alla formazione delle piogge acide che danneggiano boschi e monumenti. Il gas NO₂ è un corrosivo per i metalli e le fibre tessili.

Il colore rosso-bruno della cappa di smog talvolta presente sopra le aree urbane inquinate, è indice di presenza di questo inquinante.

Nelle aree urbane le concentrazioni medie NO₂ sono generalmente inferiori ai 100 µg/m³, con qualche eccezione (superamento dei livelli di attenzione o allarme) soprattutto durante il periodo invernale, in concomitanza di condizioni meteorologiche che favoriscono la stazionarietà atmosferica.

Concentrazioni elevate di ossidi di azoto conferiscono acidità all'atmosfera, causa di danni anche alla vegetazione e ai materiali (monumenti e manufatti).

Origini

Gli ossidi di azoto (NO_x) vengono immessi nell'atmosfera da sorgenti naturali (scariche elettriche atmosferiche, processi biologici, eruzioni vulcaniche, incendi, etc..) e antropiche (prodotti di combustione), soprattutto nelle zone ad alta densità di urbanizzazione e di industrializzazione.

Qualunque tipo di combustione (o fiamma) che avvenga in presenza di aria produce varie forme di ossidi di azoto (principalmente NO ma anche NO₂ e N₂O) a causa della reazione dell'azoto (N₂) con l'ossigeno (O₂) contenuti nell'aria stessa.

Tossicità

Gli NO_x (ed in particolare l'NO₂) agiscono sulle mucose dell'apparato respiratorio provocando la diminuzione delle difese polmonari (bronchiti, allergie, irritazioni)

Nell'apparato cardio-vascolare l'NO₂ agisce sull'emoglobina, infatti questo gas ossida il ferro dell'emoglobina producendo metaemoglobina che inibisce il trasporto dell'ossigeno. Una esposizione a concentrazioni dell'ordine di 500 ppm (950.000 µg/m³) per pochi minuti è mortale. Una esposizione a concentrazioni dell'ordine di 10-40 ppm (19.000-76.000 µg/m³) per pochi minuti può causare fibrosi ed enfisema polmonare. Esposizioni continuative a concentrazioni dell'ordine di 1000 µg/m³ aumentano la probabilità di contrarre infezioni polmonari ed esasperano i sintomi dei soggetti asmatici.



Quadro normativo

TABELLA II-4			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
LIMITI MASSIMI (D.P.C.M. 28/03/83)	Media oraria	ogni giorno	200 µg/mc da non superare più di una volta al giorno
VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	200 µg/mc
VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	50° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	50 µg/mc
	98° percentile delle concentrazioni medie di 1 ora	1 gennaio - 31 dicembre	135 µg/mc
LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e 25/11/94)	Media oraria	Ogni giorno	200 µg/mc
LIVELLO DI ALLARME (D.M.25/11/94 e 25/11/94)	Media oraria	Ogni giorno	400 µg/mc
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (DM 60 del 02/04/2002)	Media oraria	Ogni anno	200 µg/mc ⁽¹⁾ da non superare più di 18 volte in un anno
VALORE LIMITE *PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (DM 60 del 02/04/2002)	Media annuale	Ogni anno	40 µg/mc ⁽²⁾
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (DM 60 del 02/04/2002)	Media annuale	Ogni anno	30 µg/mc (dal 19/07/2001)
SOGLIA DI ALLARME (DM 60 del 02/04/2002)	Media oraria	Ogni giorno	400 µg/mc misurati su 3 ore consecutive
SOGLIA DI VALUTAZIONE SUPERIORE – PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 del 02/04/2002)	Media oraria	Ogni giorno	140 µg/mc da non superare più di 18 volte l'anno
SOGLIA DI VALUTAZIONE SUPERIORE – PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 del 02/04/2002)	Media annuale	Ogni anno	32 µg/mc
SOGLIA DI VALUTAZIONE SUPERIORE – PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (DM 60 del 02/04/2002)	Media annuale	Ogni anno	24 µg/mc (NO _x)
SOGLIA DI VALUTAZIONE INFERIORE – PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 del 02/04/2002)	Media oraria	Ogni giorno	100 µg/mc da non superare più di 18 volte l'anno
SOGLIA DI VALUTAZIONE INFERIORE – PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 del 02/04/2002)	Media annuale	Ogni anno	26 µg/mc
SOGLIA DI VALUTAZIONE INFERIORE – PROTEZIONE DELLA VEGETAZIONE (DM 60 del 02/04/2002)	Media annuale	Ogni anno	19,5 µg/mc (NO _x)

(1)- Valore da raggiungere nel 2010. Dal 2000 al 2010 è consentito un margine di tolleranza pari al 50%, decrescente ogni anno secondo una percentuale costante. Nel 2002, quindi, il limite è di 280 µg/mc.

(2)- Valore da raggiungere nel 2010. Dal 2000 al 2010 è consentito un margine di tolleranza pari al 50%, decrescente ogni anno secondo una percentuale costante. Nel 2002, quindi, il limite è di 56 µg/mc.

Monossido di carbonio (CO)

Descrizione

Il monossido di carbonio è un gas tossico, incolore e inodore; esso ha un lungo tempo di persistenza nell'aria. Le fonti di rimozione del CO dall'atmosfera sono l'ossidazione a CO₂ ad opera di altri composti chimici e l'assorbimento da parte delle piante.

Origini

Questo inquinante si genera nei processi di combustione, soprattutto in condizioni di rapporti non ottimali tra combustibile e comburente. A causa delle emissioni di monossido di carbonio originato dalla combustione interna dei motori, nelle aree urbane si possono raggiungere elevati livelli di questo gas tossico soprattutto nelle ore di punta e in zone direttamente esposte al traffico autoveicolare. Le atmosfere urbane, pertanto, possono avere livelli medi di monossido di carbonio dell'ordine di diversi ppm (parti per milione), livelli nettamente maggiori rispetto a quelli delle aree remote.

Tossicità

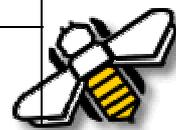
Il CO ha una grande tendenza a legarsi con il gruppo prostetico dell'emoglobina, proteina adibita al trasporto di ossigeno nel sangue verso i tessuti. Il CO, in particolare, legandosi al Ferro dell'emoglobina, trasforma la proteina in carbossiemoglobina; quando la proporzione di carbossiemoglobina rispetto all'emoglobina è alta, i tessuti non vengono più ossigenati a sufficienza. Gli effetti dannosi della esposizione al CO sono quindi da imputare a una carenza di ossigeno nel sangue. Molte malattie cardiache sono aggravate da una esposizione al gas CO.

Una esposizione a concentrazioni dell'ordine di 2000 ppm (2300 mg/m³) per 15 minuti è mortale. Una esposizione prolungata per diverse ore a concentrazioni dell'ordine di 50-100 ppm (57-115 mg/m³) causa vertigine, cefalea e indebolimento generale, ma non è mortale. Una esposizione prolungata per diverse ore a concentrazioni dell'ordine di 10-30 ppm (11-34 mg/m³) causa allungamento dei tempi di reazione e difficoltà a svolgere attività fisica impegnativa.

Gli effetti nocivi del monossido di carbonio sono amplificati nei fumatori.

Quadro normativo

TABELLA II-5 - QUADRO NORMATIVO PER IL MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
LIMITE MASSIMO (D.P.C.M. 28/3/83)	Media di 8 ore	8 ore	10 mg/m ³
	Media oraria	1 ora	40 mg/m ³
LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M. 15/4/94 e D.M. 25/11/94)	Media oraria	1 ora	15 mg/m ³
LIVELLO DI ALLARME (D.M. 15/4/94 e D.M. 25/11/94)	Media oraria	1 ora	30 mg/m ³
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (D.M. 60 del 02/04/2002)	Media di 8 ore	8 ore	10 mg/m ³ (¹)



SOGLIA DI VALUTAZIONE SUPERIORE (D.M. 60 del 02/04/2002)	Media di 8 ore	8 ore	7 mg/m³
SOGLIA DI VALUTAZIONE INFERIORE (D.M. 60 del 02/04/2002)	Media di 8 ore	8 ore	5 mg/m³

(1)- Valore da raggiungere nel 2005. Dal 2000 al 2005 è consentito un margine di tolleranza pari a 6 mg/m³ fino al 2003 e decrescente nei tre anni successivi secondo una percentuale costante. Nel 2002, quindi, il limite è di 16 mg/m³.

Benzene

Descrizione

Il benzene è un idrocarburo aromatico immesso nell'atmosfera da fonti inquinanti di origine antropica. Il benzene nell'aria ha un tempo di dimezzamento della concentrazione di circa 1 giorno, in presenza però non di aria pura ma di aria inquinata da ossidi di azoto e ossidi di zolfo (che fungono da iniziatori della decomposizione). Negli anni '80 la produzione mondiale di benzene era stimata in 14 milioni di tonnellate. Dato l'ampio uso che ne viene fatto, il benzene si trova nell'aria in concentrazioni che vanno da 3 a 160 µg/m³. I valori più alti vengono trovati in città.

Origini

Non esiste una fonte naturale rilevante di benzene; esso ha un'origine industriale di sintesi o di estrazione insieme al petrolio. Viene immesso nelle atmosfere urbane dalle operazioni di trasporto dei combustibili, nonché dallo stesso traffico autoveicolare. Il benzene infatti, per la sua volatilità, si sprigiona facilmente dalle benzine.

Tossicità

Il benzene è una sostanza tossica e cancerogena. E' mortale una dose di 63.800 mg/m³ per 5-10 minuti. Causa sintomi neurotossici a concentrazioni maggiori di 3.200 mg/m³. Esposizioni a concentrazioni dell'ordine di 100 mg/m³ causano gravi danni al midollo osseo con conseguente diminuzione nel sangue di leucociti e linfociti e anemia.

Il benzene ha effetti cancerogeni. In questo caso non esiste una soglia di sicurezza, cioè una concentrazione al di sotto della quale si possano escludere effetti: qualunque dose con tempi di esposizione più o meno lunghi può causare un tumore. Il cancro indotto dall'esposizione ad agenti tumorali generalmente ha dei tempi di latenza di 15 o 30 anni. Si deve però tenere presente che esiste una relazione dose-effetto, nel senso che esposizioni a dosi sempre più alte aumentano sempre più la probabilità di sviluppare un tumore. E' stato stimato che l'esposizione continua per tutta la durata di vita media alla dose di 1 µg/m³ produce una probabilità di contrarre un tumore di 4x10⁻⁶, ovvero se 1 milione di persone fossero esposte durante la loro vita continuamente al benzene con una concentrazione di 1 µg/m³ allora 4 di esse contrarrebbero un tumore dovuto al benzene.

Il fumo di sigaretta contiene benzene nella concentrazione variabile da 150.000 a 204.000 µg/m³.

Quadro normativo

TABELLA II-6			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO



OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/96 al 31/12/98) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	15 µg/m ³
OBIETTIVO DI QUALITA' (dal 1/1/99) (D.M. 25/11/94)	media mobile valori giornalieri	annuale	10 µg/m ³
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 DEL 02/04/2002)	Media annuale (anno civile)	annuale	5 µg/m ³ (*)

(*) Fino al 2005 è consentita una tolleranza di 5 µg/m³; dal 2006 la tolleranza è ridotta di 1 µg/m³ ogni anno, fino al 2010, quando sarà a pieno regime il limite di 5 µg/m³

Biossido di zolfo (SO₂)

Descrizione

Questo inquinante tossico si presenta sotto forma di gas incolore, ed è caratterizzato da un odore pungente. Tende ad accumularsi nei bassi strati dell'atmosfera a causa dell'elevato peso molecolare. La soglia olfattiva è 0.3 ppm (780 µg/m³).

Questo inquinante, causa primaria della formazione di piogge acide e oggetto di grande preoccupazione negli scorsi decenni, non rappresenta ormai un problema ambientale prioritario, in quanto l'introduzione del metano in luogo dei combustibili fossili (dove lo zolfo è presente in varie forme) ne ha determinato una consistente limitazione.

Origini

L'SO₂ si forma principalmente durante la combustione di sostanze organiche che contengono zolfo. Per esempio, il carbone, l'olio combustibile e il gasolio per autotrazione o per riscaldamento sono prodotti caratterizzati dalla presenza di percentuali di zolfo nell'ordine di 0,1-1% e oltre che, durante la combustione, si trasforma in SO₂.

Approssimativamente vengono immesse ogni anno nell'atmosfera 100 milioni di tonnellate di zolfo principalmente come SO₂.

Come molti altri inquinanti gassosi, il biossido di zolfo reagisce con altre specie presenti nell'atmosfera formando acidi, sali (solfati di ammonio) che tendono ad aggregarsi in materiale particolato, rimosso dall'atmosfera attraverso pioggia o altri processi di deposizione. Questo processo è all'origine delle piogge acide, che sono frequenti in atmosfere contaminate da SO₂.

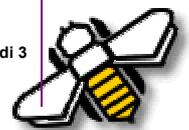
Tossicità

Esposizioni prolungate a questo gas in concentrazioni di 2 ppm (5.200 µg/m³) possono provocare irritazione alle mucose nasali, bronchiti, tracheiti, malattie polmonari in genere e l'aggravamento di malattie cardiovascolari. L'anidride solforosa in presenza di nebbia amplifica i suoi effetti tossici. Infatti questa anidride si solubilizza velocemente 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. L'anidride solforosa aumenta i suoi effetti tossici anche in presenza di particelle sospese (polveri): è stato dimostrato l'aumento della mortalità nelle città dove l'anidride solforosa ha raggiunto concentrazioni maggiori di 0.1 ppm (260 µg/m³) e contemporaneamente le polveri hanno raggiunto una concentrazione superiore a 250 µg/m³. L'esposizione a livelli di concentrazione anche più bassi, per esempio 0.01 ppm (26 µg/m³), ma protratta per lungo tempo, per esempio circa un anno, comporta un aumento dei ricoveri ospedalieri e delle malattie cardiovascolari. I danni dovuti alla esposizione alla SO₂ sono amplificati nei fumatori e nei soggetti asmatici.



Quadro normativo

TABELLA II-7 - QUADRO NORMATIVO PER IL BISSIDO DI ZOLFO (SO ₂)			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
LIMITI MASSIMI (D.P.C.M. 28/03/1983)	mediana delle concentrazioni medie di 24 ore	annuale	80 µg/m ³
	98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore	Annuale	250 µg/m ³
VALORE LIMITE (D.P.R. 203/88)	mediana delle concentrazioni medie di 24 ore	1 aprile - 31 marzo	80 µg/m ³
	98° percentile delle concentrazioni medie di 24 ore	1 aprile - 31 marzo	250 µg/m ³
	mediana delle concentrazioni medie di 24 ore	1 ottobre - 31 marzo	130 µg/m ³
VALORE GUIDA (D.P.R. 203/88)	media giornaliera	1 aprile - 31 marzo	40 - 60 µg/m ³
	valore medio delle 24 ore	Ore 00 - 24 di ogni giorno	100 - 150 µg/m ³
LIVELLO DI ATTENZIONE (D.M.15/4/94 e 25/11/94)	media giornaliera	Ogni giorno	125 µg/m ³
LIVELLO DI ALLARME (D.M.15/4/94 e 25/11/94)	media giornaliera	Ogni giorno	250 µg/m ³
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (DM 60 del 02/04/2002)	Media oraria	Ogni anno	350 µg/m ³ ⁽¹⁾ da non superare più di 24 volte in un anno
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (DM 60 del 02/04/2002)	Media giornaliera	Ogni anno	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte in un anno
VALORE LIMITE PER LA PROTEZIONE DELGLI ECOSISTEMI (DM 60 del 02/04/2002)	Media annuale	Ogni anno e inverno (1ottobre-31 marzo)	20 µg/m ³ (dal 19/07/2001)
SOGLIA DI VALUTAZIONE SUPERIORE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 del 02/04/2002)	Media giornaliera	Ogni anno	75 µg/m ³ da non superare più di 3 volte in un anno



SOGLIA DI VALUTAZIONE SUPERIORE PER LA PROTEZIONE DELL'ECOSISTEMA (DM 60 del 02/04/2002)	Media invernale	Inverno (1ottobre-31 marzo)	12 µg/m³
SOGLIA DI VALUTAZIONE INFERIORE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 del 02/04/2002)	Media giornaliera	Ogni anno	50 µg/m³ da non superare più di 3 volte in un anno
SOGLIA DI VALUTAZIONE INFERIORE PER LA PROTEZIONE DELL'ECOSISTEMA (DM 60 del 02/04/2002)	Media invernale	Inverno (1ottobre-31 marzo)	8 µg/m³

(1) I valori limite saranno pienamente attuativi a partire dal 2005. Entro tale data tale limite viene applicato con un margine di tolleranza pari a 150 µg/m³ nel 2000 e decrescente a partire dal 2001 fino al raggiungimento dell'obiettivo previsto per il 2005. Per il 2002, quindi, il valore limite ammesso è pari a 440 µg/m³.

Piombo (Pb)

Descrizione

Il piombo è un metallo che si trova nell'atmosfera adsorbito sulle particelle di polvere.

Origini

La principale fonte di inquinamento da piombo è rappresentata dalla combustione delle benzine non "ecologiche"; il piombo veniva infatti usato, negli anni passati, come additivo nelle benzine (piombo tetraetile e piombo tetrametile), per aumentare il numero di ottano di questo combustibile (azione antidetonante nella camera di combustione). Nei centri urbani questa sorgente rappresenta pressoché la totalità delle emissioni di piombo e la granulometria dell'aerosol che lo contiene si colloca quasi interamente nella frazione respirabile.

Gli interventi normativi in campo ambientale, riguardanti la riduzione del contenuto di piombo nelle benzine, hanno prodotto gli effetti attesi; con la cessazione della vendita della benzina additivata con piombo, avvenuta al termine del 2001, dovrebbe essere definitivamente eliminato il contributo alla immissione di tale inquinante in aria da parte del traffico cittadino.

Tossicità

L'esposizione prolungata a questo metallo, a causa del fenomeno dell'accumulo all'interno degli organismi viventi (bioaccumulo), può provocare effetti registrabili come forme patologiche.

Quadro normativo

TABELLA II-8 - QUADRO NORMATIVO PER IL PIOMBO			
RIFERIMENTO NORMATIVO	PARAMETRO DI CONTROLLO	PERIODO DI OSSERVAZIONE	VALORE DI RIFERIMENTO
VALORE LIMITE DPCM 28/03/83	Media aritmetica delle concentrazioni medie di 24 ore	1 anno	2 µg/m³



VALORE LIMITE ANNAULE PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (DM 60 DEL 02/04/2002)	Media annuale	1 anno	0,5 µg/m ³
SOGLIA DI VALUTAZIONE SUPERIORE (DM 60 DEL 02/04/2002)	Media annuale	1 anno	0,35 µg/m ³
SOGLIA DI VALUTAZIONE INFERIORE (DM 60 DEL 02/04/2002)	Media annuale	1 anno	0,35 µg/m ³

III. Analisi delle condizioni meteo-climatiche

La caratterizzazione e lo studio delle condizioni meteorologiche rivestono una particolare importanza nello studio dei fenomeni di inquinamento atmosferico; è noto infatti che la persistenza degli inquinanti nei bassi strati dell'atmosfera e l'insorgenza di particolari fenomeni di inquinamento, come gli episodi di smog fotochimico, sono favoriti da particolari condizioni meteo-climatiche (stabilità atmosferica, situazioni di inversione termica al suolo, elevata insolazione associata ad assenza di vento ecc.).

In questo capitolo vengono presentati i risultati delle misurazioni effettuate sulle condizioni meteo-climatiche nella "Conca Ternana", che risulta una zona di particolare interesse sia per le sue caratteristiche orografiche (presenza di catene montuose che condizionano il clima) sia per l'elevato grado di attività antropiche che vengono svolte al suo interno.

Le elaborazioni sono state effettuate a partire dai dati raccolti dall'Osservatorio Meteorologico "Federico Cesi", situato nel centro della città di Terni e gestito dal Servizio Ambiente della Provincia di Terni.

L'Osservatorio "Federico Cesi" rappresenta ormai un punto di osservazione storico per la città; i dati vengono raccolti sin dagli anni '50, e risulta quindi possibile confrontare le misurazioni con le serie storiche dei dati rilevati. L'osservatorio, dotato di strumentazione automatica e di strumentazione meccanica classica, fornisce, in tempo reale, i valori di temperatura, pressione atmosferica, umidità relativa, piovosità, direzione e velocità del vento, radiazione solare ed eliofanìa. I dati vengono raccolti con dettagli sufficienti per effettuare analisi anche particolareggiate dei fenomeni atmosferici.

In questa trattazione vengono presentati i dati elaborati relativi al monitoraggio delle temperature al suolo, delle precipitazioni atmosferiche, del regime dei venti e della radiazione solare. Questi parametri sono infatti i più significativi nella interpretazione dei fenomeni di inquinamento; variazioni di tali parametri nel corso degli anni possono avere una grande influenza sugli andamenti annuali dell'inquinamento.

Per quanto riguarda gli altri punti di monitoraggio dei parametri meteorologici (Narni Scalo, Feronia, Orvieto - Ciconia) va precisato che tali stazioni sono state installate ed attivate tra il 2000 e il 2001; non si dispone quindi ancora di un numero sufficiente di misurazioni per effettuare una comparazione almeno su 2 anni, indispensabile per stabilire la tendenza dei fenomeni meteo-climatici.

Per la zona di Narni (versante Sud), tuttavia, si può ritenere che le condizioni meteorologiche siano assimilabili a quelle di Terni, come confermano anche i dati rilevati dalle 2 stazioni meteorologiche di Narni Scalo e Feronia.

La zona di Orvieto invece dovrà essere oggetto di studi più approfonditi, che saranno possibili a partire dal prossimo anno.

Precipitazioni

La misurazione dell'entità delle precipitazioni viene effettuata con un pluviometro installato presso l'Osservatorio Meteorologico "F.Cesi" di Terni. Il pluviometro fornisce in tempo reale il totale orario delle precipitazioni; a partire da questo dato sono stati calcolati i valori giornalieri, mensili e annuali necessari per le elaborazioni.

I dati pluviometrici mensili (totale delle precipitazioni, espresse in mm lineari) relativi agli anni 2001 e 2002 vengono riportati nella TABELLA III-1 e nella Figura III-1.

Il dato più rilevante che emerge dall'analisi dei dati pluviometrici riguarda il notevole aumento della piovosità estiva registrata nel 2002 rispetto al 2001 (incrementi del 103% per il mese di Luglio e del 359% per il mese di Agosto). La



maggiore piovosità estiva ha determinato senza dubbio un contenimento dell'ozono, per il quale (come si vedrà più avanti) si registrano meno episodi di superamento delle soglie orarie di attenzione. Il risultato dell'ozono va quindi letto in relazione alla maggiore piovosità e non alle mutate condizioni ambientali (peraltro gli ossidi di azoto si evidenziano in aumento).

Per quanto riguarda gli altri mesi dell'anno, emerge il dato in contro tendenza di Marzo, da classificare come notevolmente siccitoso. Tale situazione può aver influito sui valori degli inquinanti urbani del periodo primaverile (benzene, ossido di carbonio e ossidi di azoto) e delle polveri.

La variazione annua è risultata del +15% rispetto all'anno precedente; tale indice complessivo ha influito sicuramente nei valori medi annui degli inquinanti.

TABELLA III-1 - PIOVOSITÀ NELLA CITTÀ DI TERNI - TOTALI MENSILI E ANNUALE - ANNI: 2001/2002			
	2001 (mm)	2002 (mm)	Variazione (%)
Gennaio	104.2	18.4	-82
Febbraio	26	62	138
Marzo	78.4	8.2	-90
Aprile	74.2	39	-47
Maggio	33.6	97.6	190
Giugno	18.4	20.8	13
Luglio	32.2	65.4	103
Agosto	39.4	181	359
Settembre	74.8	34.2	-54
Ottobre	22.2	42.8	93
Novembre	76	64.6	-15
Dicembre	17.6	51	190
TOTALE	597	685	15

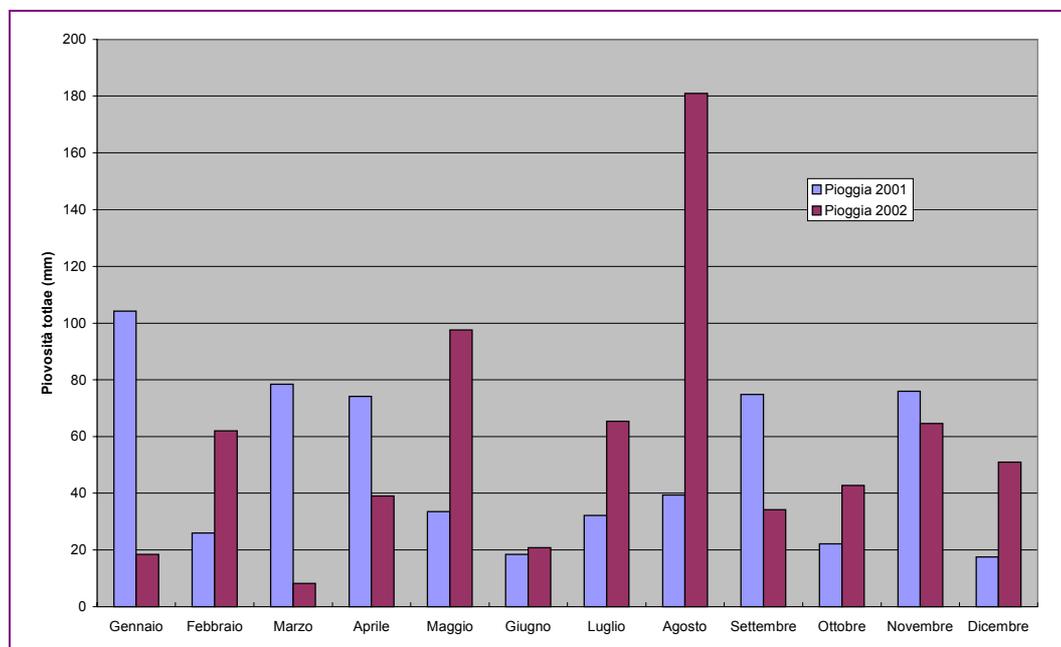


Figura III-1: Piovosità totale mensile registrata presso l'Osservatorio "F.Cesi" - Centro città di Terni - negli anni 2001 e 2002.

La tabella seguente mostra il riepilogo statistico dei giorni delle giornate di pioggia del 2002; i valori vengono confrontati con quelli del 2001. Si può



osservare come vi sia stato un aumento (di circa il 20%) dei giorni di pioggia nell'anno e un aumento ancora più consistente (circa del 66%) sul massimo della pioggia caduta in 24 ore. I dati indicano, ancora una volta, il carattere decisamente fuori media della pioggia nell'anno 2002, caratterizzato da eventi intensi di precipitazione soprattutto nel periodo estivo. Anche questi dati (soprattutto il maggior numero di giorni di pioggia) hanno sicuramente influito sull'andamento degli inquinanti, determinando una minore tendenza all'accumulo degli stessi nei bassi strati dell'atmosfera, con conseguente contenimento delle specie chimiche secondarie.

TABELLA III-2 - ELABORAZIONE DEI DATI PLUVIOMETRICI

	2001	2002	Variazione (%)
Giorni di pioggia	101	122	20,7
Minimo giornaliero	0,2 mm	0,2 mm	0,0
Massimo giornaliero	30,8 mm	51,2 mm	66,2
Media	5,9 mm	5,6 mm	-5,1

Temperatura

Nella TABELLA III-3 viene riportato il riepilogo dei valori annuali delle temperature registrate negli anni 2001 e 2002. Si può notare come i abbiano subito, nel 2002, una lieve flessione sia nella media annuale (circa -4%) che nel valore minimo orario (di circa 1 °C) e massimo orario (poco meno di 1°C).

I valori medi mensili, calcolati a partire dai valori minimi, massimi e medi giornalieri, vengono riportati nella TABELLA III-4.

Nella Figura III-2 vengono riportati gli andamenti medie mensili registrati negli anni 2000 e 2001.

Si può osservare come le temperature mensili abbiano subito una apprezzabile diminuzione nei mesi estivi; tale fenomeno ha determinato certamente un contenimento dei fenomeni di smog fotochimico.

Le escursioni medie mensili oscillano tra i 5°C e i 15°C; le massime escursioni si osservano durante il periodo estivo, anche se in altri mesi possono verificarsi fenomeni di escursione termica considerevole (Marzo, Novembre e Dicembre 2001). Le escursioni termiche durante i mesi invernali e primaverili, spesso associate a condizioni di cielo sereno e bassa umidità relativa, possono determinare l'insorgenza di fenomeni di inversione termica al suolo durante le prime ore della giornata. Tali condizioni determinano condizioni favorevoli al ristagno degli inquinanti negli strati bassi dell'atmosfera.

TABELLA III-3 - VALORI MEDI ANNUALI ED ELABORAZIONI ANNUALI – 2001/2002

	2001 (°C)	2002 (°C)
Media annuale	16,6	15,9
Minimo annuale	-4,3	-5,3
Massimo annuale	38,0	37,2
Escursione media giornaliera	10,6	10,2
Massima escursione diurna	18,4	18,7
Minima escursione diurna	1,4	1

TABELLA III-4 - VALORI MEDI MENSILI DELLE TEMPERATURE RILEVATE NEL 2001 E 2002 (°C)						
Mese	MEDIA T MIN 2001 (°C)	MEDIA T MAX 2001 (°C)	MEDIA T MED 2001 (°C)	MEDIA T MIN 2002 (°C)	MEDIA T MAX 2002 (°C)	MEDIA T MED 2002 (°C)
Gennaio	6,7	13,1	9,6	-5,3	16,6	4,2
Febbraio	4,7	14,0	9,0	0,8	17,7	9,6
Marzo	10,6	18,9	14,3	1,7	22,9	11,8
Aprile	8,0	19,0	13,3	4,3	23,7	13,3
Maggio	14,4	26,3	20,1	7,8	29,3	17,9
Giugno	17,2	29,9	23,6	12,4	37,2	23,8
Luglio	19,7	32,9	26,1	17,3	36,7	25,3
Agosto	20,7	34,7	27,2	15,4	34,7	23,8
Settembre	13,8	25,2	19,1	8,7	30,8	19,6
Ottobre	13,8	25,8	18,9	8,0	25,3	17,0
Novembre	6,9	15,8	10,9	1,5	25,8	14,7
Dicembre	1,9	10,4	6,0	0,4	16,5	9,9

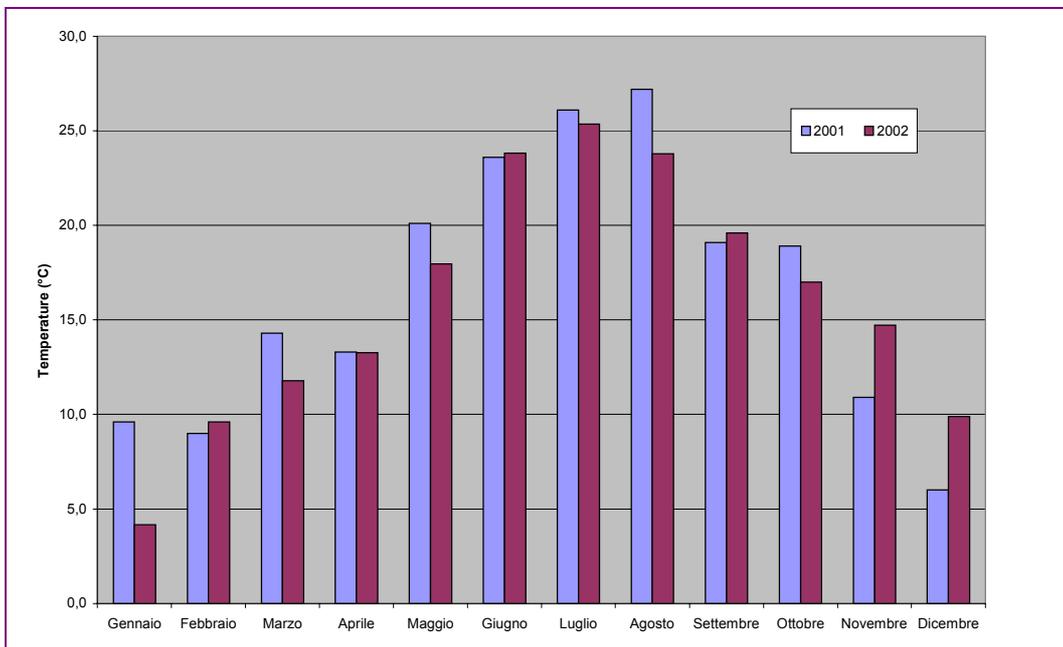


Figura III-2: Andamento delle temperature medie mensili rilevate a Terni negli anni: 20001 e 2002

Vento

L'analisi del regime dei venti ha una grande importanza nello studio dei fenomeni di inquinamento atmosferico; il vento infatti influenza la presenza e la persistenza degli inquinanti e determina lo spostamento di masse inquinanti anche a lunga distanza. La caratteristica che contraddistingue il regime dei venti nella Conca Ternana emerge dall'analisi delle direzioni prevalenti, che vengono rappresentate nella Figura III-3. Si può notare come i venti prevalenti provengono dai settori di N-NE (Nord-NordEst), NE (NordEst) e S-SO (Sud-SudOvest), mentre le altre direzioni risultano poco frequenti. In particolare risultano particolarmente assenti regimi ventosi provenienti da NordOvest e da Est. La Conca Ternana è infatti riparata da barriere montuose che condizionano fortemente il regime dei venti, che tendono ad orientarsi lungo il corso del fiume Nera, nelle due direzioni. La frequenza delle direzioni dei venti non subisce grandi variazioni da un anno all'altro. La Figura III-3 mostra le rose dei venti tracciate a partire dai dati ottenuti, rispettivamente, nel 2000 e nel 2001. Si può notare come i due grafici risultano praticamente sovrapponibili.



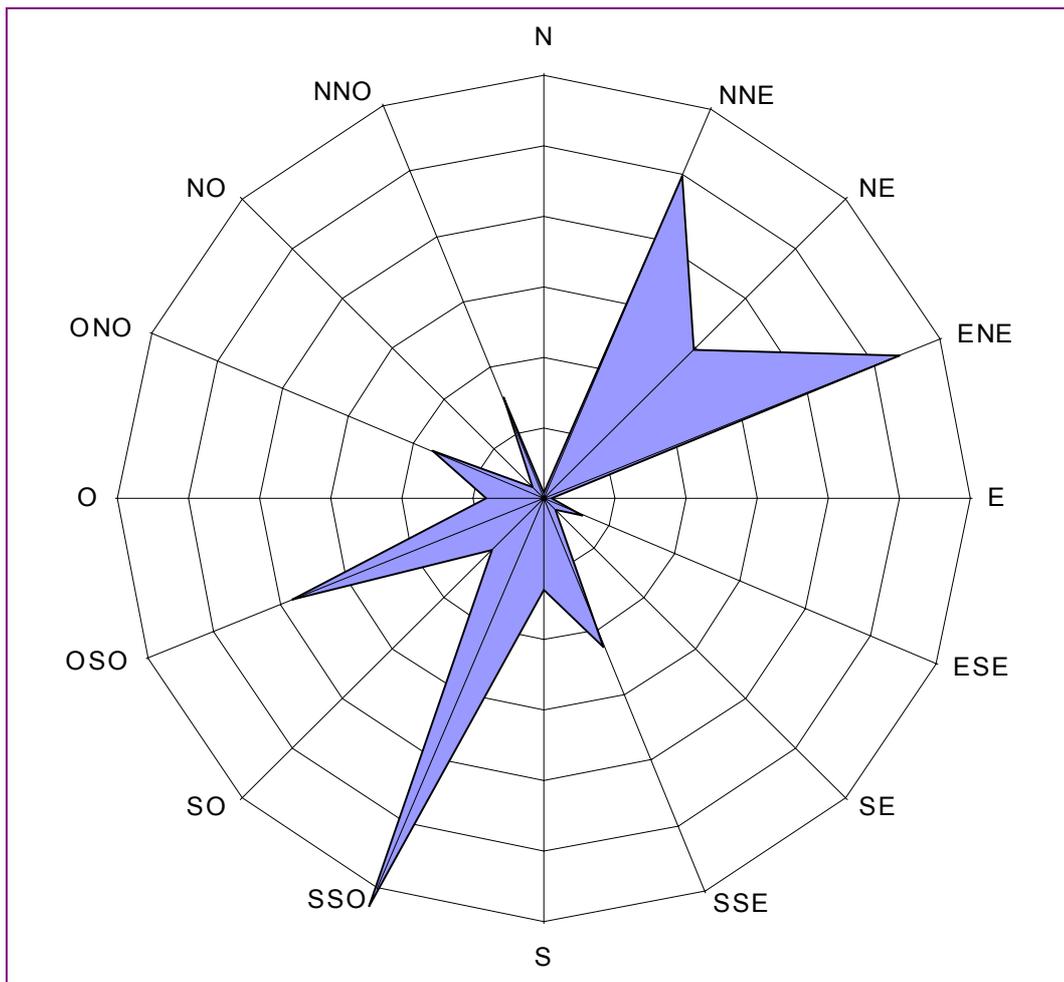


Figura III-3 - Rosa dei venti calcolata su base annuale, che mostra le frequenze delle direzioni dei venti (in 16 settori) NEL 2002.

Gli andamenti delle direzioni prevalenti dei venti che caratterizzano la Conca Ternana forniscono degli elementi utili per l'interpretazione di alcuni fenomeni di inquinamento atmosferico. Il fenomeno delle polveri di Prisciano, ad esempio, risulta favorito dai venti provenienti da Sud-Ovest, mentre i venti provenienti Nord Est tendono a far spostare la polvere generata dall'insediamento industriale nella direzione opposta.

Anche il territorio comunale di Narni (versante Sud) è influenzato fortemente dal regime dei venti che caratterizzano la Conca Ternana. I venti provenienti dai quadranti settentrionali, in particolare, tendono a far spostare il carico inquinante generato dall'insediamento urbano di Terni verso la zona di Narni Scalo, dove gli inquinanti tendono ad accumularsi. Nel periodo estivo si notano nella zona di Narni episodi di smog fotochimico di entità superiore rispetto agli eventi registrabili a Terni; i precursori dell'ozono (ossidi di azoto e idrocarburi generati dal traffico automobilistico e dalle industrie) vengono sospinti verso Narni dai venti settentrionali che, seppur di minore frequenza rispetto al periodo invernale, si manifestano anche durante i mesi estivi.

Per quanto riguarda gli andamenti delle velocità del vento, sono state effettuate alcune elaborazioni su base annuale, che vengono riepilogate nella TABELLA III-5.

Si osserva come l'anno 2002 sia stato caratterizzato da una velocità media annuale del vento inferiore rispetto a quella registrata nell'anno precedente.



In particolare, la velocità media annuale (calcolata a partire dalle velocità medie orarie registrate) ha fatto registrare una flessione pari al 10%, mentre il valore massimo raggiunto (come valore medio orario) è risultato inferiore del 8% rispetto al valore massimo del 2001.

Risultano inferiori anche il numero delle medie orarie caratterizzate da velocità del vento superiori a 0,5m/s (al di sotto di tale valore si parla di calma di vento), sia in termini assoluti (+4%) che relativi (+4%), mentre il valore del 95°percentile dei valori medi orari, calcolato per il 2002, mostra una flessione del 7% rispetto al valore dell'anno precedente.

Le condizioni di ventosità hanno favorito decisamente, rispetto al 2001, la dispersione degli inquinanti.

TABELLA III-5 - RIEPILOGO ANNUALE DEI VALORI DI VELOCITA' DEL VENTO			
	2001 (m/s)	2002 (m/s)	Variazione (%)
Media annuale	1,4	1,2	-10
Valore massimo media oraria	6,4	5,9	-8
Medie orarie > 0,5	7509	7226	-4
Percentuale medie orarie > 0,5	86%	82%	-4
95°Percentile delle medie orarie	2,9	2,7	-7

Radiazione solare

L'analisi degli andamenti della radiazione solare che raggiunge il suolo fornisce delle importanti indicazioni nella interpretazione dei fenomeni di smog fotochimico che si determinano durante le giornate calde e soleggiate dei mesi estivi, soprattutto se in concomitanza di condizioni di stazionarietà atmosferica (assenza di vento e assenza di precipitazioni). Come noto, infatti, gli episodi di smog fotochimico, e la conseguente formazione di ozono, vengono innescati dall'energia che la radiazione solare è in grado di fornire ai precursori.

La Figura III-4 mostra l'andamento della radiazione solare durante il giorno tipo annuale calcolato per gli anni 2001 e 2002. Si osserva una sensibile diminuzione della radiazione solare nel 2002, soprattutto nelle ore coincidenti con i massimi valori.

La TABELLA III-6 riporta un riepilogo annuale dei valori della radiazione solare. Il valore medio registrato nel 2002 ha subito una diminuzione del 1% rispetto al valore dell'anno precedente. Il massimo orario ha invece registrato un valore maggiore rispetto all'anno precedente (+4%), mentre è marcata la diminuzione del 95° percentile dei valori orari (-8%), segno di un'estate meno soleggiata.

TABELLA III-6 - RIEPILOGO ANNUALE DELLA RADIAZIONE SOLARE NEGLI ANNI 2000-2001			
	2001 (kJ/m ²)	2002 (kJ/m ²)	Variazione (%)
Valore medio	508	503	-1
Valore massimo	3152	3284	4
95°percentile dei valori orari	2496	2300	-8

La diminuzione della radiazione solare estiva ha contribuito sicuramente al contenimento dei fenomeni di smog estivo.

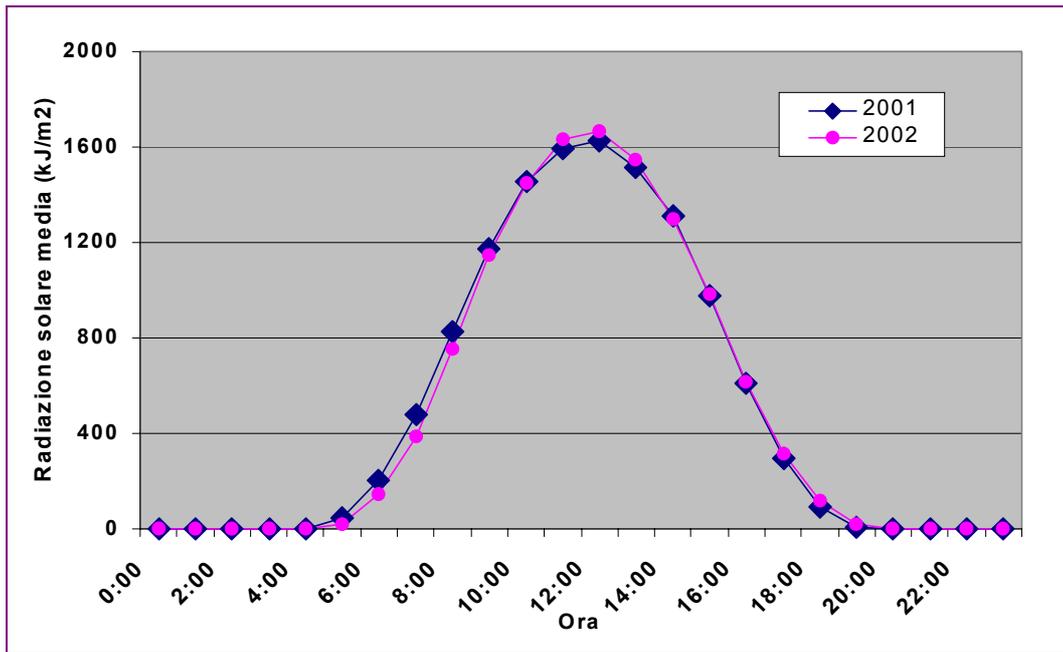


Figura III-4: Andamento della radiazione solare durante il giorno tipo annuale negli anni 2001 e 2002

IV. I risultati del monitoraggio

Ozono (O₃)

Comune di Terni

Il monitoraggio dell'ozono nella città di Terni ha avuto inizio nel 1996, con la costituzione del sistema automatico di rilevamento della Provincia di Terni. Le stazioni della sottorete di Terni dotate di analizzatori automatici per l'analisi in continuo dell'ozono atmosferico sono 6: Polymer, Prisciano, Carrara e Verga, Maratta e Borgo Rivo.

La Tabella IV-I riporta il riepilogo dei criteri di qualità dell'ozono e il confronto rispetto ai valori dell'anno precedente: media annuale, massimo orario e numero dei valori medi orari superiori a 180 µg/m³.

La Figura IV-1 mostra l'andamento dell'ozono nel "giorno tipo" calcolato sull'intero periodo annuale.

TABELLA IV-I - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - OZONO TERNI								
Stazione	Dati validi 2002 (%)	Dati validi 2001 (%)	Media 2002 (µg/m ³)	Media 2001 (µg/m ³)	Massimo 2002 (µg/m ³)	Massimo 2001 (µg/m ³)	Sup ₁₈₀ 2002	Sup ₁₈₀ 2001
Carrara	95	94	32.8	42.0	173.2	159.3	0	0
Polymer	91	91	34.6	40.1	161.8	147.3	0	0
Prisciano	91	93	46.2	43.6	145.0	149.2	0	0
Verga	93	46	30.8	35.1	149.9	145.8	0	0
Borgo Rivo	94	16	52.3	32.8	192.8	87.6	2	0
Maratta	80	17	41.9	30.8	168.8	98.4	0	0

I nuovi criteri per l'ozono previsti dalla normativa europea (Direttiva 2002/03/CE) vengono riportati in Tabella IV-II (Valori massimi registrati sulle 8 ore, numero di medie mobili su 8 ore superiori a 120 µg/m³ e AOT40).

TABELLA IV-II - NUOVI CRITERI DI QUALITA' - OZONO TERNI - 2002			
	Max 8h (µg/m ³)	N>120	AOT40 (µg/m ³)
Polymer	115,6	0	7011
Carrara	129,9	23	12498
Prisciano	130,9	23	17964
Verga	120,8	2	6507
Maratta	142,7	67	29296
Borgo Rivo	163,6	225	48184

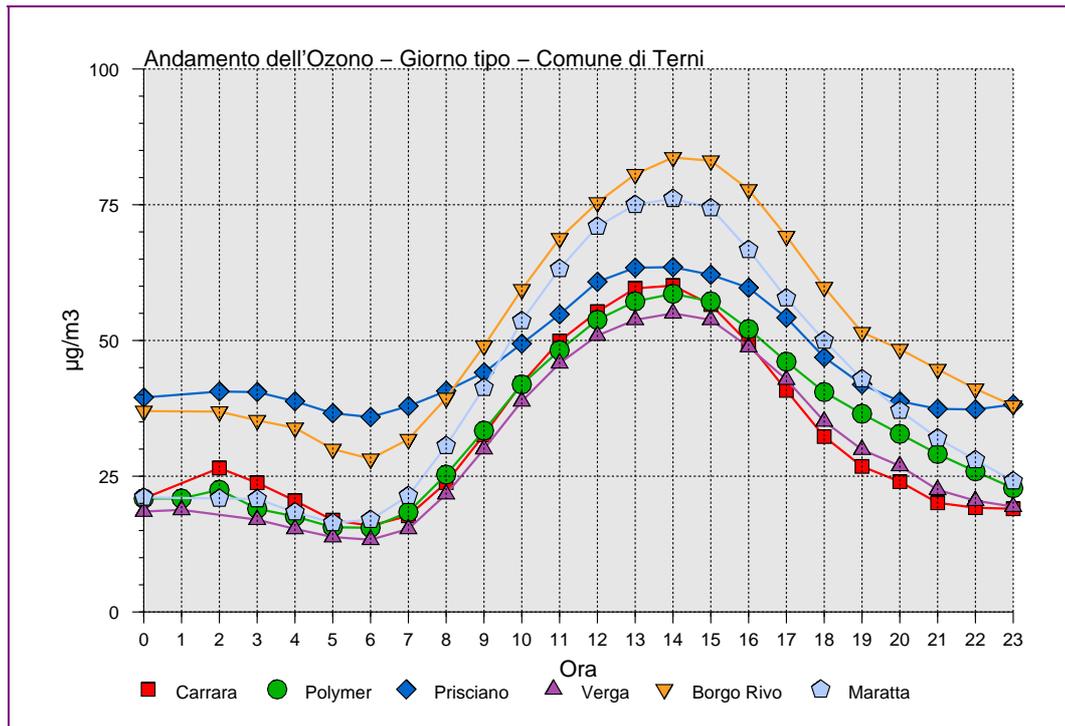


Figura IV-1: Andamento dell'ozono durante il "giorno tipo", calcolato su base annuale, nell'anno 2002

Comune di Narni

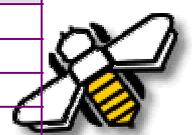
Le stazioni della sottorete di Narni dotate di analizzatori automatici per l'analisi in continuo dell'ozono atmosferico sono 5: Narni Scalo, San Girolamo, Feronia, Montoro e San Liberato.

Nella Tabella IV-III vengono riportati i risultati delle elaborazioni annuali relative all'anno 2002; i dati vengono confrontati con quelli dell'anno precedente.

TABELLA IV-III - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - OZONO NARNI								
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media 2002 (µg/m³)	Media 2001 (µg/m³)	Massimo 2002 (µg/m³)	Massimo 2001 (µg/m³)	Sup ₁₈₀ 2002	Sup ₁₈₀ 2001
Narni Scalo	92	91	48.0	54.9	183.4	206.1	3	9
San Girolamo	90	92	52.9	59.9	193.7	213.9	2	17
Feronia	87	67	47.1	66.4	158.5	200.2	0	6
Montoro	88	89	57.1	51.8	192.1	210.2	13	5
San Liberato	70	0	50.1		175.7		0	0

I nuovi criteri per l'ozono previsti dalla normativa europea (Direttiva 2002/03/CE) vengono riportati in Tabella IV-IV (Valori massimi registrati sulle 8 ore, numero di medie mobili su 8 ore superiori a 120 µg/m³ e AOT40).

TABELLA IV-IV - NUOVI CRITERI DI QUALITA' - OZONO NARNI - 2002			
	Max 8h (µg/m³)	N>120	AOT40 (µg/m³)
Feronia	132,5	23	15298
Narni Scalo	157,2	202	44784
San Girolamo	163,4	323	52401
Montoro	177,9	360	58671
San Liberato	162,4	180	39733



La Figura IV-2 mostra l'andamento dell'ozono nel "giorno tipo" calcolato sull'intero periodo annuale.

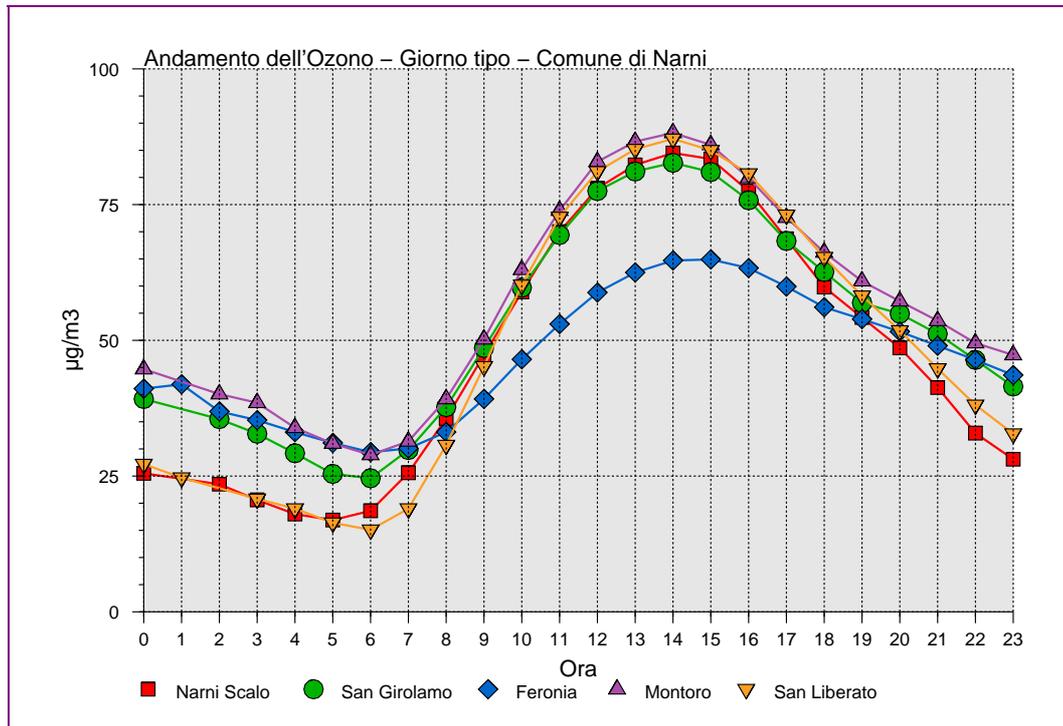


Figura IV-2: Andamento dell'ozono durante il "giorno tipo", calcolato su base annuale, nell'anno 2002

Comune di Orvieto

L'ozono viene monitorato in continuo anche nel Comune di Orvieto, nella stazione di Ciconia (Orvieto Scalo).

Nella Tabella IV-V vengono riportati i risultati delle elaborazioni annuali relative all'anno 2002; i dati vengono confrontati con quelli dell'anno precedente.

I nuovi criteri per l'ozono previsti dalla normativa europea (Direttiva 2002/03/CE) vengono riportati in Tabella IV-VI (Valori massimi registrati sulle 8 ore, numero di medie mobili su 8 ore superiori a 120 µg/m³ e AOT40).

La Figura IV-3 mostra l'andamento dell'ozono nel "giorno tipo" calcolato sull'intero periodo annuale.

TABELLA IV-V - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - OZONO ORVIETO								
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media 2002 (µg/m³)	Media 2001 (µg/m³)	Massimo 2002 (µg/m³)	Massimo 2001 (µg/m³)	Sup ₁₈₀ 2002	Sup ₁₈₀ 2001
Ciconia	85	86	38.5	39.8	180.6	160.6	1	0

TABELLA IV-VI - NUOVI CRITERI DI QUALITA' - OZONO ORVIETO - 2002			
	Max 8h (µg/m³)	N>120	AOT40 (µg/m³)
Ciconia	150,6	62	22593



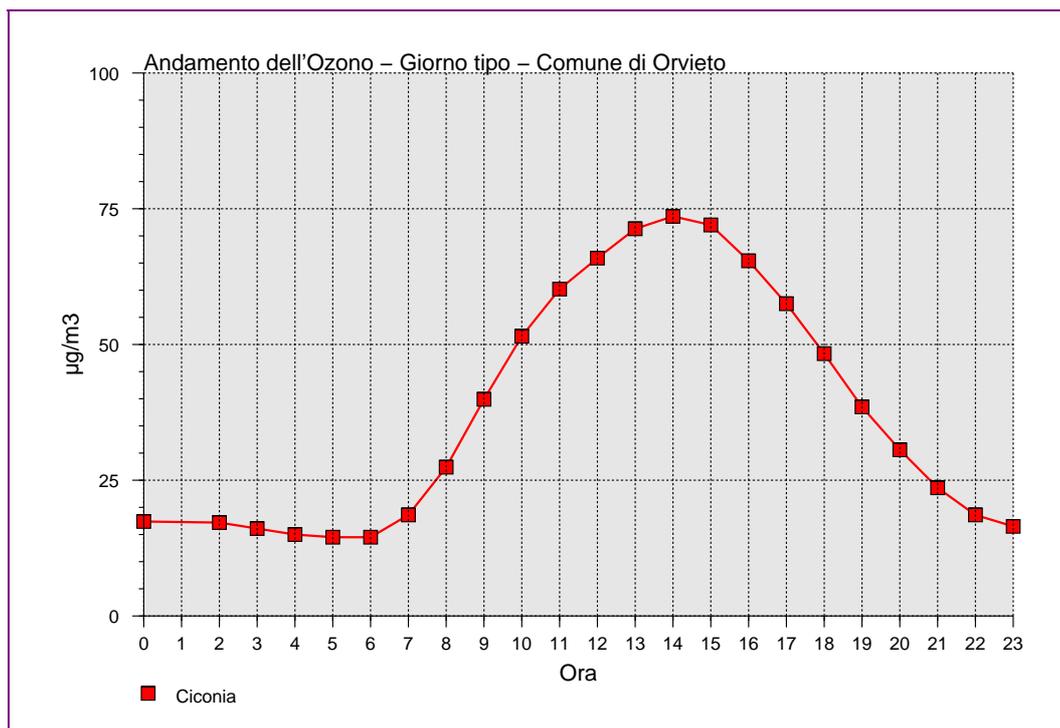


Figura IV-3: Andamento dell'ozono durante il "giorno tipo", calcolato su base annuale, nell'anno 2002

Discussione dei risultati

I risultati del monitoraggio da ozono evidenziano, anche quest'anno, una situazione di criticità generale estiva, accentuata nell'area comunale di Narni. La diminuzione degli eventi di punta (numero di valori orari maggiori a $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) rispetto all'anno precedente sono da ricondurre al carattere di elevata piovosità registrata nei mesi di Luglio e Agosto 2002, a fronte dei quali, tuttavia, non si registrano diminuzioni particolarmente apprezzabili nei valori medi dell'inquinante. Con tutta probabilità, a parità di condizioni meteorologiche i valori registrati sarebbero risultati in aumento; ciò trova conferma anche dal generale aumento degli ossidi di azoto che, come noto, rappresentano dei precursori degli inquinanti fotochimici.

Per quanto riguarda i nuovi criteri previsti dalla normativa europea, il dato di maggior rilievo risulta la difficoltà nel rispettare gli obiettivi a lungo termine. In particolare, l'obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione non viene rispettato in nessuna stazione ($\text{AOT}_{40} > 6000$) mentre il valore bersaglio per la protezione della vegetazione non viene rispettato, a Terni, nelle stazioni di Borgo Rivo e Maratta, a Narni nelle stazioni di Narni Scalo, San Girolamo, Montoro e San Liberato, e a Orvieto nella stazione di Ciconia ($\text{AOT}_{40} > 18000$).

Per quanto riguarda il valore bersaglio per la protezione della salute umana (medie di 8 ore superiori a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 25 volte l'anno), le situazioni più critiche si evidenziano a Terni nelle stazioni di Borgo Rivo (225 superamenti nel 2002) e Maratta (67 superamenti) e a Narni nelle stazioni di San Girolamo (323 superamenti), Narni Scalo (202) e Montoro (360). Fuori limite bersaglio anche la stazione di Orvieto Ciconia, dove si sono registrati 60 valori medi / 8 ore superiori a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'inquinamento da ozono presenta pertanto caratteristiche tali da dover necessariamente richiamare l'attenzione della comunità, anche in termini di interventi di contenimento che, a causa della complessità dei fenomeni di smog fotochimico, non possono prescindere dal controllo di tutti gli inquinanti



primari, ed in particolar modo degli ossidi di azoto e degli idrocarburi insaturi (traffico autoveicolare, impianti di riscaldamento ed emissioni industriali)

L'area maggiormente penalizzata risulta, come detto, il Comune di Narni; i fenomeni fotochimici, tuttavia, sono da inquadrare su scala più vasta, e richiedono interventi concertati almeno a livello provinciale. E' fuori da ogni dubbio (anche sulla base dell'analisi delle circolazioni atmosferiche e delle prevalenze dei venti estivi) che le emissioni della conca ternana abbiano un ruolo determinante sui fenomeni fotochimici registrati nel narnese. In quest'area possono inoltre esservi fattori locali attivanti, come la presenza di idrocarburi derivanti anche da alcune tipologie di vegetazione. La situazione di maggiore criticità si manifesta nelle zone periferiche ed extraurbane, dove è maggiore l'effetto dell'insolazione estiva (Borgo Rivo e Maratta per il Comune di Terni, Montoro e San Liberato per il Comune di Narni).

Per quanto riguarda il punto di monitoraggio di Orvieto Ciconia, si osserva come anche quest'area si presenti caratterizzata da fenomeni fotochimici estivi di un certo rilievo, risentendo probabilmente degli effetti del traffico autoveicolare (anche derivante dall'asse autostradale che attraversa la zona) e delle emissioni provenienti dall'agglomerato urbano di Orvieto.

L'inquinamento da ozono, in conclusione, interessa tutti i punti di monitoraggio e, soprattutto nel periodo estivo, determina una situazione che può presentare alcuni rischi per la vegetazione e per la fascia più sensibile della popolazione. Il carattere di estrema diffusione di questo tipo di inquinamento e, soprattutto, la complessità dei precursori che possono originarlo rendono non facili gli interventi di contenimento.

Polveri totali sospese (PTS)

Comune di Terni

Il monitoraggio delle polveri totali sospese nell'area cittadina di Terni viene effettuato con l'ausilio di 3 strumenti automatici di rilevamento collocati nelle 3 stazioni: Carrara, Prisciano e Polymer e con metodi manuali presso il laboratorio ARPA di Via F.Cesi. Gli analizzatori misurano in continuo le concentrazioni delle polveri totali sospese presenti nell'atmosfera, fornendo dettagli orari che consentono di studiare l'andamento dell'inquinante nel corso della giornata. Nella Tabella IV-VII sono riportati i dati relativi ai criteri di qualità annuali calcolati sulla base dei rilevamenti da PTS effettuati nelle 3 stazioni dotate di analizzatore automatico in continuo. Nella Figura IV-4 viene invece riportato l'andamento delle polveri totali sospese durante il giorno tipo annuale calcolato per i 3 punti di monitoraggio.

TABELLA IV-VII : RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - PTS TERNI - ANNO 2002								
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media annuale 2002 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annuale 2001 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massimo giornaliero 2002 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massimo giornaliero 2001 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sup ₁₅₀ 2002	Sup ₁₅₀ 2001
Carrara	89	93	44	36	180	174	1	1
Polymer	99	95	32	33	111	71	0	0
Prisciano	96	97	46	46	235	243	3	3
Via F.Cesi(*)	36	43	59	45	199	143	3	0

(*) Monitoraggio ARPA relativo ai mesi invernali; le medie sono probabilmente sovrastimate

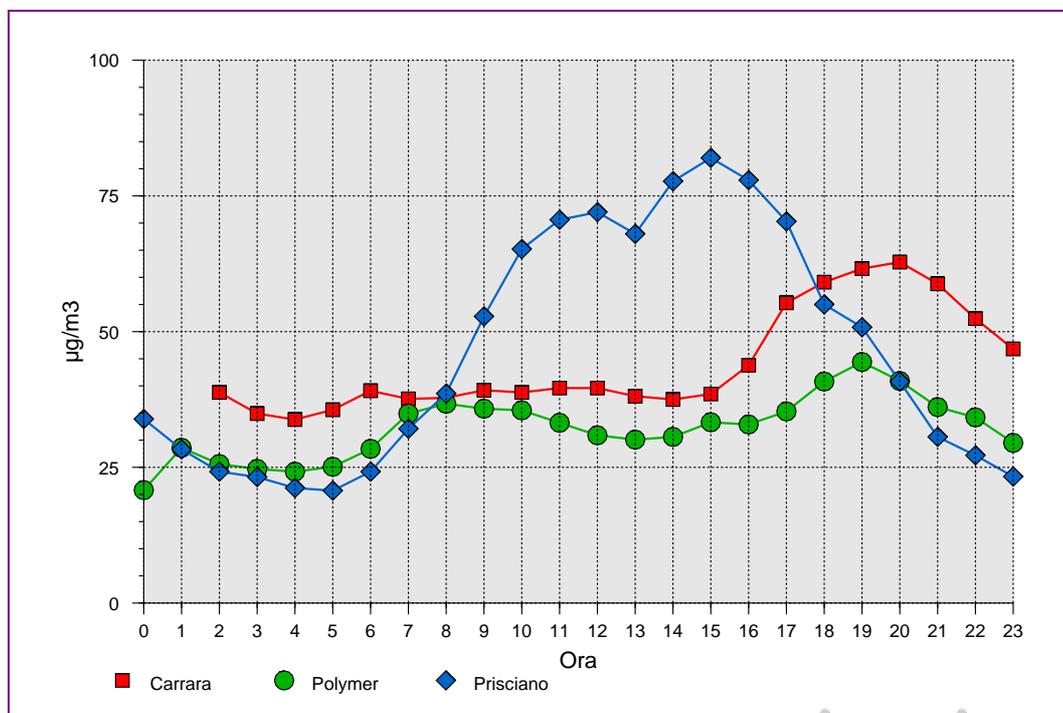
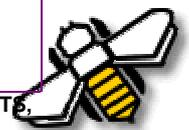


Figura IV-4: Andamento delle polveri, nelle stazioni di Terni dotate di analizzatore automatico PTS, durante il giorno tipo calcolato su tutto l'anno 2002



Comune di Narni

Le polveri totali sospese (PTS) vengono monitorate anche a Narni, dove sono presenti due analizzatori automatici installati presso le stazioni di Narni Scalo e Feronia. Nella Tabella IV-VIII sono riportati i dati relativi ai criteri di qualità annuali calcolati sulla base dei rilevamenti da PTS effettuati nelle stazioni di Narni. Nella Figura IV-5 viene invece riportato l'andamento delle polveri totali sospese durante il giorno tipo annuale calcolato per i 3 punti di monitoraggio.

TABELLA IV-VIII : RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - PTS NARNI - ANNO 2002								
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media annuale 2002 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annuale 2001 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massimo giornaliero 2002 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massimo giornaliero 2001 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sup ₁₅₀ 2002	Sup ₁₅₀ 2001
Narni Scalo	97	94	34	27	124	73	0	0
Feronia	69	61	34	30	98	80	0	0

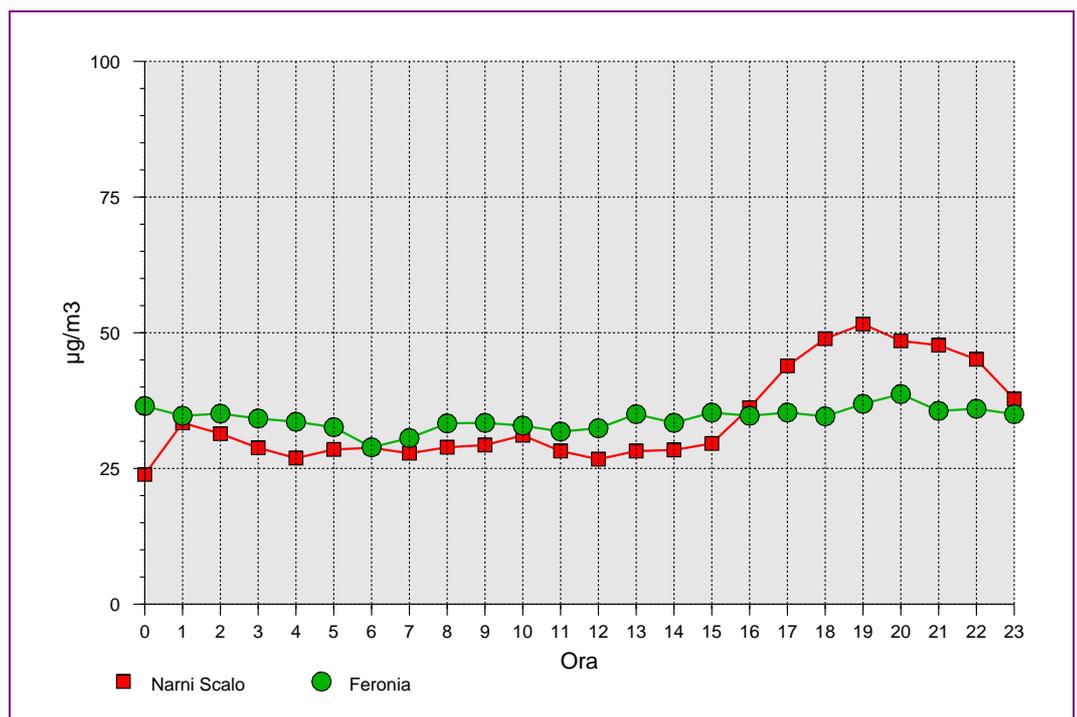
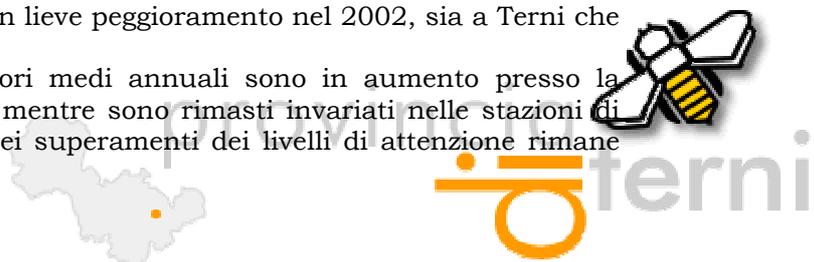


Figura IV-5: Andamento delle polveri, nelle stazioni di Narni dotate di analizzatore automatico PTS, durante il giorno tipo calcolato su tutto l'anno 2002

Discussione dei risultati

Si registra, mediamente, un lieve peggioramento nel 2002, sia a Terni che a Narni.

Nella città di Terni, i valori medi annuali sono in aumento presso la stazione di Carrara (circa +22%) mentre sono rimasti invariati nelle stazioni di Polymer e Prisciano. Il numero dei superamenti dei livelli di attenzione rimane



immutato, mentre sembrano in lieve diminuzione gli eventi di punta a Prisciano, anche se in misura molto contenuta. In lieve aumento, invece i valori di punta registrati nelle stazioni di Carrara e Polymer. La zona maggiormente interessata da fenomeni di polverosità sospesa rimane il quartiere Prisciano.

Nel Comune di Narni si registrano lievi aumenti dei valori medi annuali, mentre non si registrano eventi di superamento dei valori giornalieri.



Polveri respirabili (PM10)

Comune di Terni

La frazione respirabile delle polveri sospese (PM10) è stata rilevata, nel 2002, da 3 analizzatori automatici per l'analisi in continuo collocati in 3 stazioni di monitoraggio della sottorete di Terni: Verga, Borgo Rivo e Maratta.

Nella Tabella IV-IX vengono riportati i dati relativi alle elaborazioni annuali effettuate per le polveri PM10 a Terni.

I nuovi criteri di riferimento stabiliti dal DM 60/02 vengono riportati nella Tabella IV-X (media annuale, numero di medie giornaliere superiori a 65 µg/m³, 50 µg/m³ e 30 µg/m³). Nella Figura IV-6 viene invece riportato l'andamento del PM10 durante il "giorno tipo" calcolato su base annuale.

TABELLA IV-IX - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - PM10 TERNI - ANNO 2002						
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media 2002 (µg/m ³)	Media annuale 2001 (µg/m ³)	Massimo giornaliero 2002 (µg/m ³)	Massimo giornaliero 2001 (µg/m ³)
Verga	98	96	22	24	82	74
Borgo Rivo	96	60	34	31	151	87
Maratta	74	16	37	34	151	74

TABELLA IV-X - NUOVI CRITERI DI QUALITA' - PM10 TERNI - ANNO 2002				
	Media 2002 (µg/m ³)	N>65	N>50	N>30
Verga	22	4	10	60
Borgo Rivo	34	16	45	184
Maratta	37	22	44	166

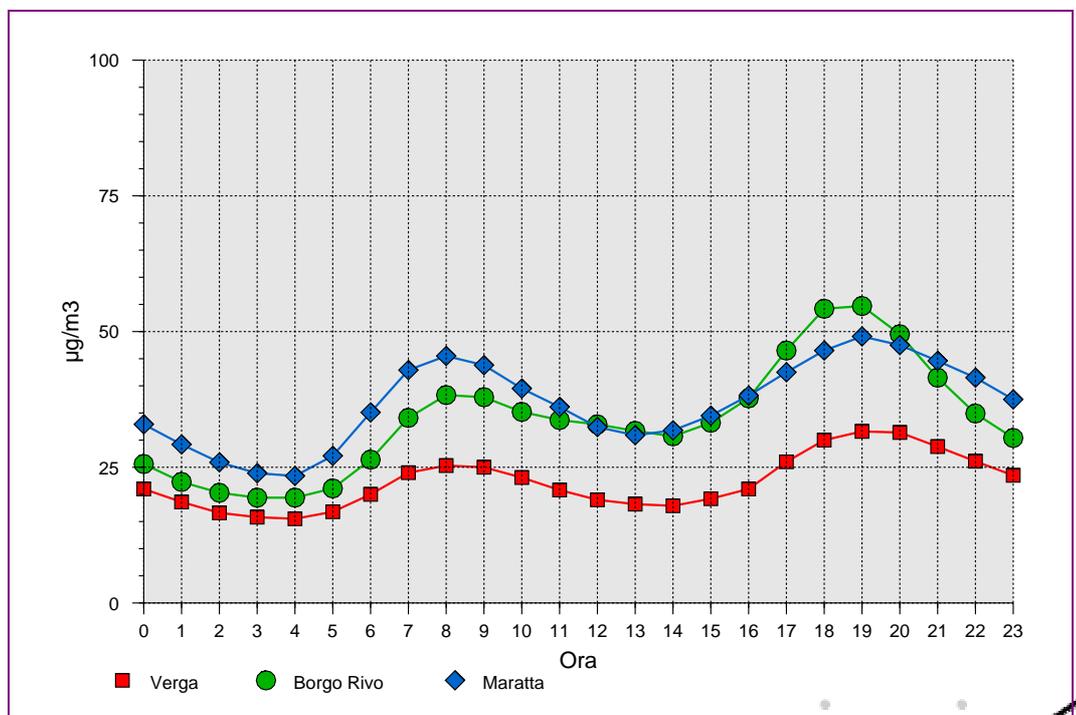
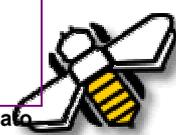


Figura IV-6: Andamento del PM10 nelle stazioni Verga e Borgo Rivo durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2002).



La tabella seguente mostra i valori della frazione PM10 misurata dall'ARPA presso la postazioni di Via Federico Cesi. L'analisi è stata condotta, in questo caso, per via gravimentrica. I risultati sono espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

TABELLA IV-XI - PM10 CON METODI MANUALI - TERNI VIA F.CESI 24- ANNO 2002													
Giorno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	
1			37	34	28	17	33	21	15	46	28	28	
2			42	85	35	17	56	31	29	50	24	37	
3			42	40	40	18	54	40	33	49	33	40	
4		66	34	41	30	20	31	40	25	43	23	41	
5		68	45	60	30	29	25	67	31	37	26	44	
6		27	42	38	23	23	34	54	38	37	43	25	
7		41	42	38	22	12	34	32	30	37	22	19	
8		60	40	57	19	13	24	50	30	30	24	19	
9		53	28	32	19	13	27	58	43	27	22	45	
10		53	28	33	25	15	45	45	35	23	22	42	
11		51	26	64	18	16	30	45	40	31	45	67	
12		42	47	68	18	19	47	36	38	24	33	32	
13		42	47	46	20	20	50	29	29	24	43	52	
14		42	44	46	20	20	17	30	26	28	53	66	
15		41	52		27	12	18		26	35	88	66	
16		37	33		28	12	25		35	39	91	77	
17		37	33		27	21	12		27	33	91	50	
18		35	30		17	27	30		23	33		22	
19		34	28	35	17	24	28		32	24		44	
20		32	25	15	19	19	16		37	24	40	68	
21		51	31	15	18	18	16	25	24	30	48	57	
22		25	30	37	24	10	17	26	24	26	33	57	
23		22	21	68	24	10	39	19	31	27	37	73	
24	43	22	21	73	24	30	13	24	29	31	37	39	
25	37	17	18	73	24	27	13	24	31	27	59	39	
26	28	21	37	33	24	32	15	30	42	25	39	39	
27	28	44	31	23	17	32	30	17	45	25	33	60	
28	30	37	41	23	18	40	30	20	19	44	31	22	
29	49		41	28	15	18	31	24	19	48	28	55	
30			34	28	15	18	29	36	28	44	28	55	
31			34		14		27	15		28		20	
Media	36	40	35	44	23	20	29	34	30	33	40	45	33
N >50	0	7	1	8	0	0	3	4	0	0	5	12	40

Comune di Orvieto

Anche la stazione di Orvieto Ciconia è dotata di analizzatore automatico per la misurazione in continuo del PM10.

Nella Tabella IV-XII vengono riportati i dati relativi alle elaborazioni annuali effettuate per le polveri PM10 a Terni.

I nuovi criteri di riferimento stabiliti dal DM 60/02 vengono riportati nella Tabella IV-XIII (media annuale, numero di medie giornaliere superiori a $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nella Figura IV-7 viene invece riportato l'andamento del PM10 durante il "giorno tipo" calcolato su base annuale.



TABELLA IV-XII - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - PM10 ORVIETO - ANNO 2002						
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media annuale 2002 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media annuale 2001 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massimo giornaliero 2002 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massimo giornaliero 2001 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ciconia	97	85	29	30	95	73

TABELLA IV-XIII - NUOVI CRITERI DI QUALITA' - PM10 ORVIETO - ANNO 2002				
	Media 2002 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N>65	N>50	N>30
Ciconia	29	6	22	144

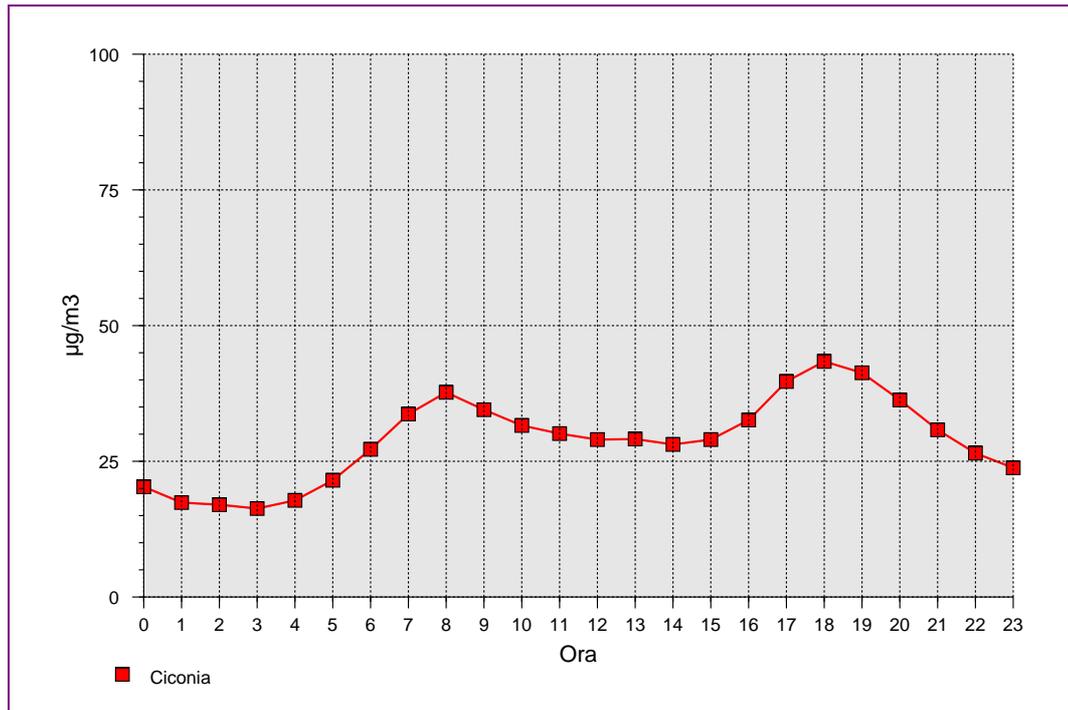
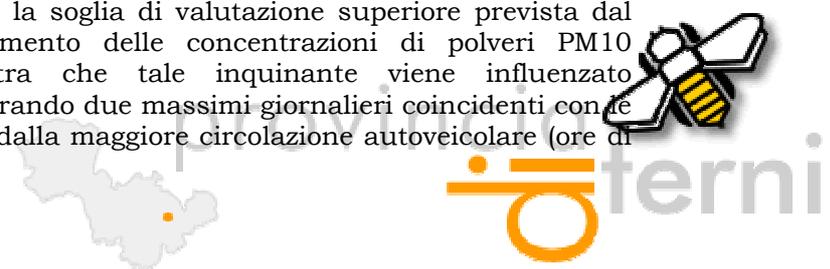


Figura IV-7: Andamento del PM10 nella stazione di Orvieto Ciconia durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2002).

Discussione dei risultati

Il monitoraggio del PM10 nel Comune di Terni mostra valori molto vicini tra gli anni 2002 e 2001. Si registrano lievi aumenti nei valori medi annuali nelle stazioni di Borgo Rivo e Maratta e una lieve flessione del valore medio annuale nella stazione Verga. I massimi giornalieri, invece, mostrano un deciso aumento nei 3 punti di monitoraggio. Per quanto riguarda i nuovi criteri stabiliti dal DM 60/02, viene rispettato il valore limite di 24 ore per la protezione della salute con il margine di tolleranza previsto per il 2002 ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte l'anno), mentre non viene rispettato il limite previsto per il 2005 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ superati per più di 35 volte nelle stazioni di Borgo Rivo e Maratta). Il valore limite annuale per la protezione della salute umana previsto per il 2005, invece, è rispettato in tutte le stazioni, mentre il limite per il 2010 viene superato (sia per la media giornaliera che per la media annuale). I valori medi annuali e il numero delle medie giornaliere superiori a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ risultano tali da far scattare, per questo inquinante, la soglia di valutazione superiore prevista dal DM 60/02. L'analisi dell'andamento delle concentrazioni di polveri PM10 durante il giorno tipo mostra che tale inquinante viene influenzato dall'andamento del traffico, mostrando due massimi giornalieri coincidenti con le ore della giornata caratterizzate dalla maggiore circolazione autoveicolare (ore di



punta). Il massimo giornaliero viene raggiunto nella fascia oraria: 18:00-20:00. Il periodo dell'anno maggiormente interessato da questo tipo di inquinamento risulta essere quello invernale, caratterizzato da condizioni di stazionarietà atmosferica e/o inversione termica al suolo. Durante il periodo, inoltre, aumenta l'entità dei quantitativi di PM10 immessi nell'atmosfera; tale inquinante infatti viene generato nei processi di combustione, soprattutto con combustibili liquidi e solidi (carbone, legna, gasolio, benzine ecc.). Il confronto degli andamenti giornalieri tra Via Verga e Borgo Rivo mostra come tale punto di monitoraggio sia maggiormente influenzato dalle emissioni giornaliere; durante le ore notturne invece i due andamenti sono praticamente sovrapponibili. La zona di Borgo Rivo quindi risente particolarmente dell'accumulo degli inquinanti nel corso della giornata, anche in misura maggiore delle zone centrali della città. Questi risultati risultano in accordo con i dati relativi agli altri inquinanti misurati nella stessa stazione di Borgo Rivo (NO_x, e O₃). La stazione di Borgo Rivo, d'altra parte, è stata installata dall'ASM S.p.A. al fine di monitorare l'inquinamento dell'impianto di incenerimento dei rifiuti collocato nella zona di Maratta; la zona di Borgo Rivo era già stata individuata infatti come particolarmente sensibile alle ricadute degli inquinanti prodotti da tale impianto.

Migliore la situazione nel Comune di Orvieto, dove è stato rispettato il valore limite previsto per il 2002. Anche in questo caso sono tuttavia presenti fenomeni di rilievo tali da far scattare la soglia di valutazione superiore prevista dal DM 60/02.

La situazione generale dell'inquinamento da PM10 risulta appena accettabile; occorre limitare gli episodi di raggiungimento di valori giornalieri superiori a 50 µg/m³ (soprattutto nell'area ternana di Borgo Rivo – Maratta), in accordo anche con la nuova normativa. Azioni di contenimento di questo tipo di inquinante possono essere intraprese con provvedimenti sul traffico autoveicolare (fluidificazione del traffico, incentivazione all'uso dei mezzi pubblici), con incentivazioni alla metanizzazione (anche degli autoveicoli), con il controllo della corretta combustione degli impianti destinati alla climatizzazione degli edifici (corretta manutenzione) e con il controllo delle emissioni industriali.

Ossidi di azoto (NO_x)

Comune di Terni

Le stazioni della sottorete di Terni dotate di analizzatore automatico per l'analisi in continuo degli ossidi di azoto sono: Verga, Carrara, Polymer e Prisciano. Dall'Aprile 2001 sono disponibili anche i dati rilevati dalla stazione Borgo Rivo, e dall'inizio del 2002 anche della nuova stazione Maratta.

Nella Tabella IV-XIV sono riportati i valori relativi alla media annuale di NO₂, alla media annuale di NO_x, al valore massimo e al numero di medie orarie superiori ai 200 µg/m³.

Nella Tabella IV-XIV vengono riportati gli andamenti dell'inquinante NO₂ durante il "giorno tipo" annuale nei 6 punti di monitoraggio presenti nel Comune di Terni.

TABELLA IV-XIV - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - NO ₂ TERNI - ANNO 2002										
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media NO ₂ 2002 (µg/m ³)	Media NO ₂ 2001 (µg/m ³)	Media NO _x 2002 (µg/m ³)	Media NO _x 2001 (µg/m ³)	Massimo 2002 (µg/m ³)	Massimo 2001 (µg/m ³)	Sup ₂₀₀ 2002	Sup ₂₀₀ 2001
Carrara	90	91	40.4	35.2	77.8	65.5	120.6	117.8	0	0
Polymer	84	87	34.3	24.0	50.5	36.0	128.9	93.0	0	0
Prisciano	92	88	28.1	25.8	41.2	39.6	118.5	124.5	0	0
Verga	92	90	26.2	28.7	46.7	48.7	107.9	107.6	0	0
Borgo Rivo	88	60	33.6	37.0	54.7	54.1	145.9	117.1	0	0
Maratta	84	16	25.6	23.3	44.0	55.1	88.8	76.5	0	0

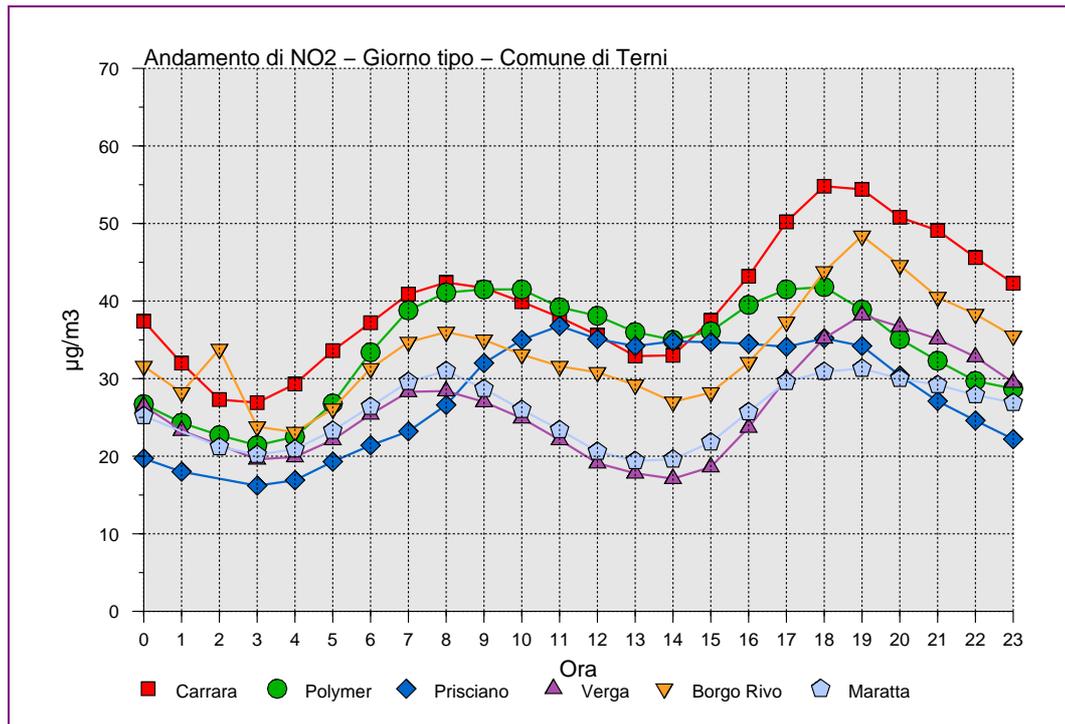


Figura IV-8: Andamento dell'inquinante NO₂ nelle 6 stazioni della sottorete di Terni (Carrara, Polymer, Prisciano, Verga, Borgo Rivo e Maratta) durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2002).

Comune di Narni

Le stazioni della sottorete di Narni dotate di analizzatore automatico per l'analisi in continuo degli ossidi di azoto sono: Narni Scalo, Feronia, Montoro e San Liberato.

Nella Tabella IV-XV sono riportati i valori relativi alla media annuale di NO₂, alla media annuale di NO_x, al valore massimo e al numero di medie orarie superiori ai 200 µg/m³.

Nella Figura IV-9 vengono riportati gli andamenti dell'inquinante NO₂ durante il "giorno tipo" annuale nei punti di monitoraggio siti nel territorio comunale di Narni.

TABELLA IV-XV - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - NO ₂ NARNI - ANNO 2002										
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media NO ₂ 2002 (µg/m ³)	Media NO ₂ 2001 (µg/m ³)	Media NO _x 2002 (µg/m ³)	Media NO _x 2001 (µg/m ³)	Massimo 2002 (µg/m ³)	Massimo 2001 (µg/m ³)	Sup ²⁰⁰ 2002	Sup ²⁰⁰ 2001
Narni Scalo	83	80	28.7	28.2	44.1	44.8	180.0	120.6	0	0
Feronia	88	61	24.3	19.2	31.0	25.7	104.2	61.9	0	0
Montoro	87	84	27.0	23.2	43.2	41.2	71.1	122.5	0	0
San Liberato	88	65	28.0	33.5	50.4	61.9	155.4	128.8	0	0



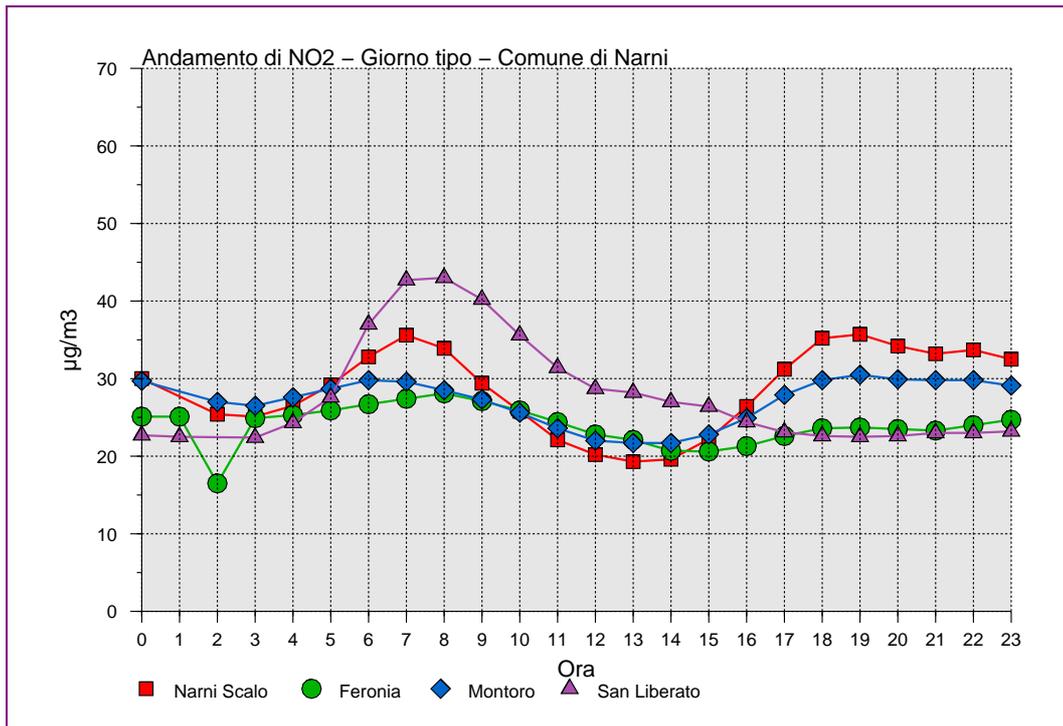


Figura IV-9: Andamento dell'inquinante NO₂ nelle 4 stazioni della sottorete di Narni durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2002).

Comune di Orvieto

Nel Comune di Orvieto è presente un punto di monitoraggio degli ossidi di azoto presso la stazione Cicoria di Orvieto Scalo.

Nella Tabella IV-XVI sono riportati i valori relativi alla media annuale di NO₂, alla media annuale di NO_x, al valore massimo e al numero di medie orarie superiori ai 200 µg/m³.

Nella Figura IV-10 vengono riportati gli andamenti dell'inquinante NO₂ durante il "giorno tipo" annuale.

TABELLA IV-XVI - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - NO ₂ ORVIETO - ANNO 2002										
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media NO ₂ 2002 (µg/m ³)	Media NO ₂ 2001 (µg/m ³)	Media NO _x 2002 (µg/m ³)	Media NO _x 2001 (µg/m ³)	Massimo 2002 (µg/m ³)	Massimo 2001 (µg/m ³)	Sup ₂₀₀ 2002	Sup ₂₀₀ 2001
Ciconia	92	87	36.6	34.1	77.7	73.3	126.4	125.9	0	0



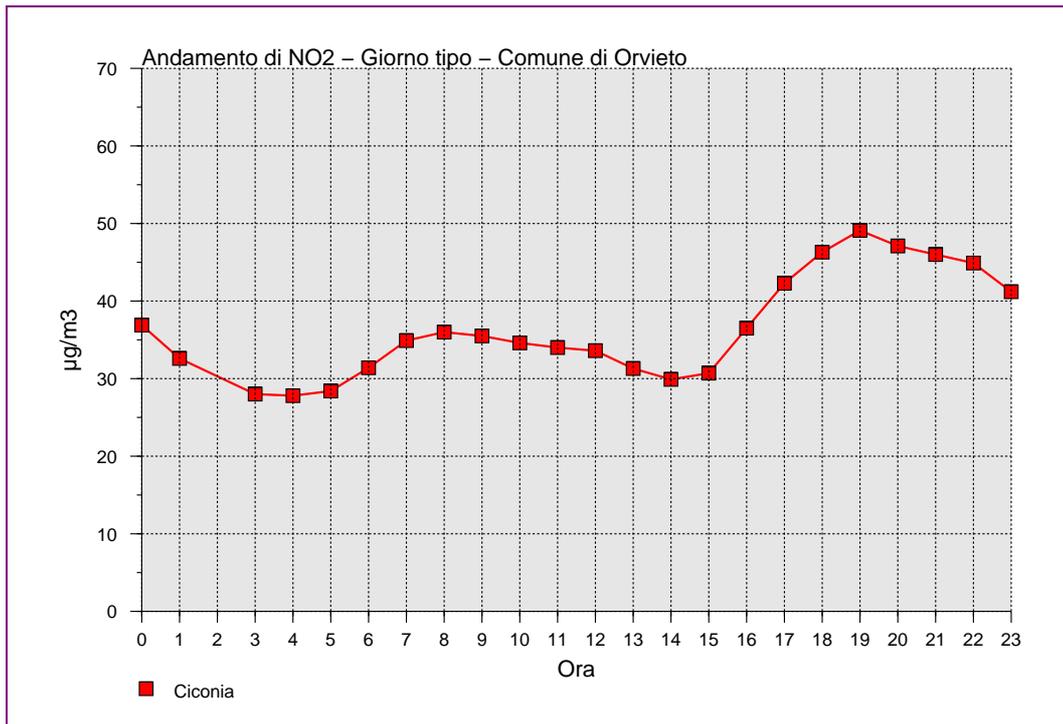


Figura IV-10: Andamento dell'inquinante NO₂ nella stazione di Orvieto Ciconia durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2002).

Discussione dei risultati

L'inquinamento da biossido di azoto si presenta in apprezzabile aumento nel Comune di Terni, nonostante la maggiore piovosità registrata nel 2002 rispetto all'anno precedente. Gli aumenti maggiori hanno riguardato i valori medi annuali e si sono verificati nelle stazioni di Carrara (+15% nel valore medio annuale del 2002 rispetto al 2001), Polymer (+ 43%), Prisciano (+ 9 %) mentre sembrano diminuire lievemente i valori di Borgo Rivo (-9%) e di Via Verga (-9% circa). Anche gli ossidi di azoto complessivi (NO_x) risultano in generale aumento, segno evidente dei processi di combustione crescenti nella conca ternana (emissioni industriali e traffico autoveicolare). La lieve diminuzione in sole due stazioni induce a pensare che vi siano stati, nel 2002, effetti di variazione sui flussi di traffico; in ogni caso l'inquinamento da ossidi di azoto è fortemente correlato con la circolazione autoveicolare, come mostrano gli andamenti del giorno tipo calcolato su base annuale, che evidenziano, in tutte le stazioni, le due fasce orarie di punta.

Aumenti di NO₂ e NO_x si registrano anche nel Comune di Narni (ad eccezione della stazione di San Liberato), sia nelle medie annuali che nei massimi orari.

Anche la stazione di Orvieto Ciconia mostra andamenti analoghi, con aumenti (contenuti) dei valori medi annuali e dei massimi orari.

L'inquinamento da ossidi di azoto deve essere tenuto sotto stretto controllo, con interventi mirati sulle origini, anche in relazione ai nuovi criteri imposti dalla normativa che in alcuni casi non sono stati rispettati nel corso del 2002 (il limite per la protezione della vegetazione in vigore dal 2001 e fissato in 30 µg/m³ di NO_x come media annuale, ad esempio, non viene rispettato in nessuna stazione). Per questo inquinante si supera ampiamente la soglia di valutazione superiore prevista dal DM 60/02, sia per la salute umana (32 µg/m³ come media annuale di NO₂) che per la vegetazione (19,5 µg/m³ come media annuale di NO_x). I valori medi orari registrati si collocano, mediamente, tra la soglia inferiore e la soglia superiore di valutazione per la protezione della salute umana.



Monossido di carbonio (CO)

Comune di Terni

I valori relativi alle elaborazioni annuali delle concentrazioni dell'inquinante CO monitorato nelle 2 stazioni della sottorete di Terni (PMP e Carrara nell'anno 2001 e Verga e Carrara nel 2002) vengono riportate nella Tabella IV-XVII .

TABELLA IV-XVII - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - CO TERNI - ANNO 2002								
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media 2002 (mg/m ³)	Media 2001 (mg/m ³)	Massimo 2002 (mg/m ³)	Massimo 2001 (mg/m ³)	Sup ₁₅ 2002	Sup ₁₅ 2001
Carrara	93	91	1.5	1.7	10.7	11.6	0	0
Verga	90	-	0.7	-	7.7	-	0	-
PMP	-	-	-	-	-	-	-	-

I nuovi criteri previsti dal DM 60/02 prevedono il calcolo delle medie mobili sulle 8 ore; i risultati di questa elaborazione vengono riportati nella Tabella IV-XVIII , che riporta i valori massimi raggiunti e il numero di valori medi sulle 8 ore superiori a 5, 7 e 10 mg/m³ (corrispondenti, rispettivamente, alla soglia inferiore di valutazione, alla soglia superiore di valutazione e al valore limite previsto per il 2005 (per il 2002 il limite è fissato in 16 mg/m³).

TABELLA IV-XVIII - MEDIE MOBILI SU 8 ORE - CO TERNI - ANNO 2002				
	Max (8h) (mg/m ³)	N>5 (8h)	N>7 (8h)	N>10 (8h)
Carrara	7,3	119	6	0
Verga	5,1	2	0	0

La Figura IV-11 mostra l'andamento dell'inquinante durante il giorno tipo calcolato su base annuale (anno 2002) per le 2 stazioni di Verga e Carrara.

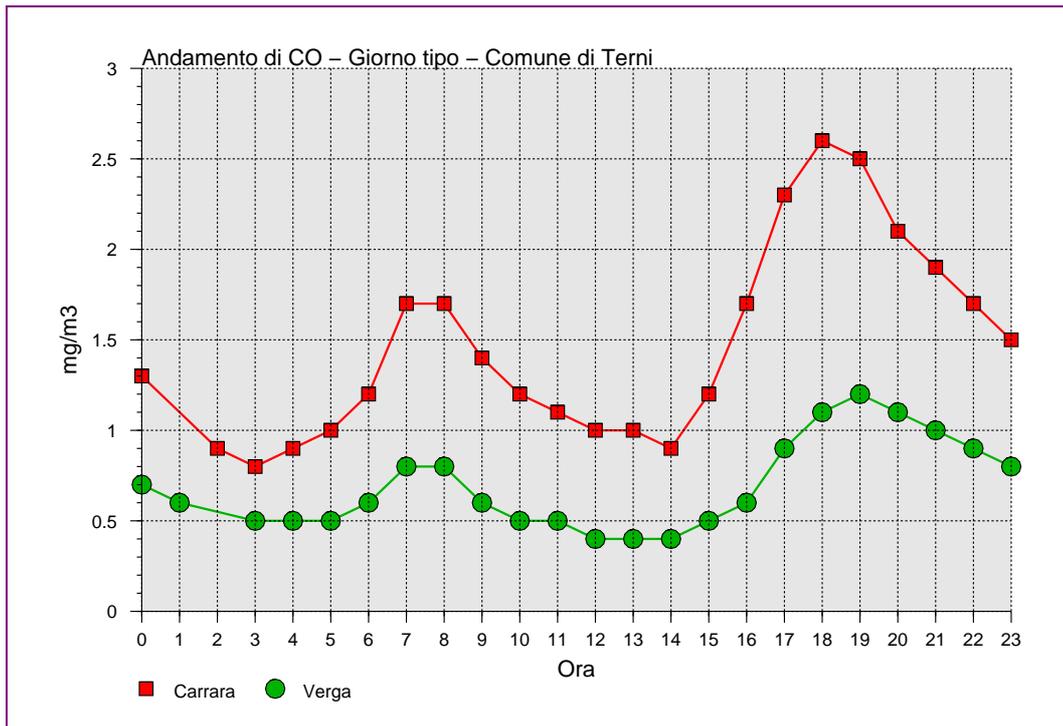


Figura IV-11: Andamento dell'inquinante CO presso le stazioni Carrara e Verga durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2002)

Comune di Orvieto

I valori relativi alle elaborazioni annuali relative alle concentrazioni dell'inquinante CO monitorato presso la stazione di Orvieto Cicoria vengono mostrati nella Tabella IV-XIX .

TABELLA IV-XIX - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - CO ORVIETO - ANNO 2002								
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media 2002 (mg/m ³)	Media 2001 (mg/m ³)	Massimo 2002 (mg/m ³)	Massimo 2001 (mg/m ³)	Sup ₁₅ 2002	Sup ₁₅ 2001
Ciconia	93	82	0.9	1.0	4.9	5.1	0	0

I risultati del calcolo delle medie mobili sulle 8 ore previste dal DM 60/02 vengono riportati nella Tabella IV-XX , che riporta i valori massimi raggiunti e il numero di valori medi sulle 8 ore superiori a 5, 7 e 10 mg/m³ (corrispondenti, rispettivamente, alla soglia inferiore di valutazione, alla soglia superiore di valutazione e al valore limite previsto per il 2005 (per il 2002 il limite è fissato in 16 mg/m³).

TABELLA IV-XX - MEDIE MOBILI SU 8 ORE - CO ORVIETO - ANNO 2002				
	Max (8h) (mg/m ³)	N>5 (8h)	N>7 (8h)	N>10 (8h)
Ciconia	3,1	0	0	0

La Figura IV-12 mostra l'andamento dell'inquinante durante il giorno tipo calcolato sull'intero anno 2002 presso la stazione Ciconia.



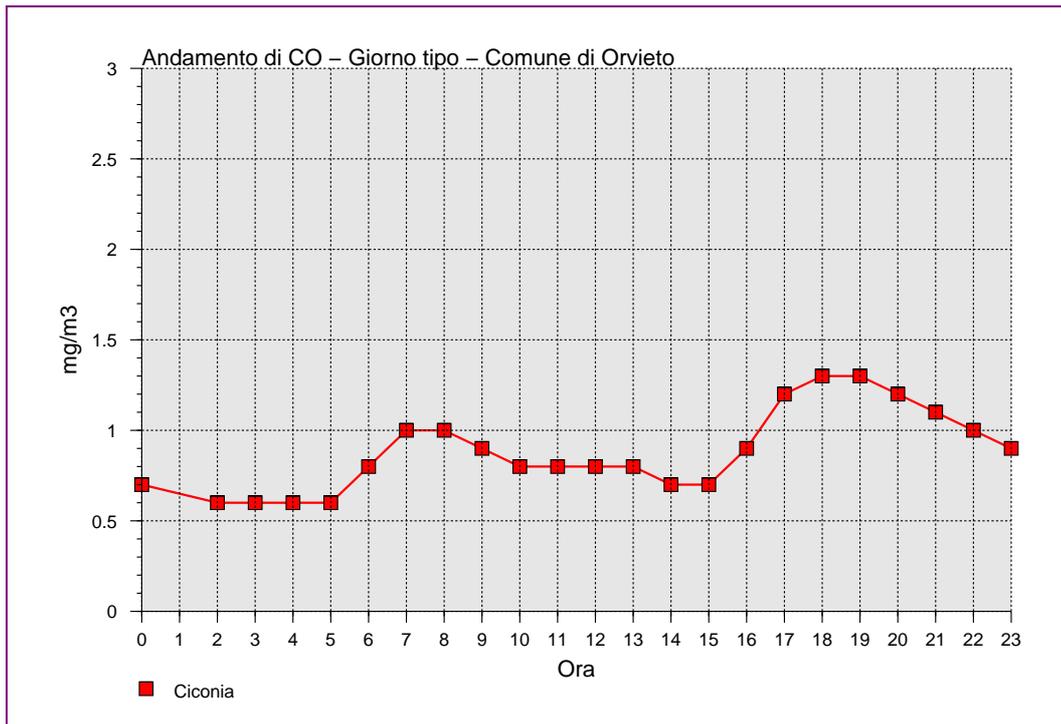


Figura IV-12: Andamento dell'inquinante CO presso la stazione di Orvieto Ciconia durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2002)

Discussione dei risultati

L'inquinamento da monossido di carbonio può essere ben compreso dall'esame dell'andamento della curva relativa al giorno tipo, che presenta due massimi corrispondenti alle due punte quotidiane di traffico autoveicolare: la prima tra le 7:00 e le 9:00 e la seconda, più accentuata, tra le 18:00 e le 20:00. I valori più alti si manifestano durante il periodo invernale, quando al contributo autoveicolare si aggiunge anche quello degli impianti di riscaldamento. Le condizioni meteorologiche di stazionarietà dell'aria (durante le giornate serene invernali) accentuano l'inquinamento da monossido di carbonio.

Risulta molto evidente la differenza di questo inquinante in zone direttamente interessate dal traffico autoveicolare, come la stazione di Terni – Carrara; i valori, in questo caso, permangono al di sopra di quelli registrate in altre zone (es. Terni - Via Verga) anche durante la notte. Durante le ore di punta i massimi giornalieri risultano notevolmente più marcati.

L'inquinamento da CO, quindi, varia notevolmente da un punto all'altro della città, e assume caratteristiche di rilievo solo in stretta prossimità di zone molto trafficate (incroci e semafori).

Per quanto riguarda i criteri di qualità dell'aria, si nota come i limiti siano rispettati in entrambe le stazioni di monitoraggio di Terni e nella stazione di Orvieto Ciconia. In particolare, i massimi orari raggiunti si presentano molto al di sotto rispetto al limite in vigore prima del 2002 (15 mg/m³ corrispondente alla soglia di attenzione) e i massimi sulle 8 ore (calcolati sulla media mobile, come prevede la nuova normativa) si mantengono al di sotto del limite di 16 mg/m³ previsto per il 2002 (tale valore non è stato raggiunto durante l'anno). Risulta rispettato anche il limite sulle 8 ore previsto per il 2006 (10 mg/m³ – Valore limite per la protezione della salute umana).

Per quanto riguarda le soglie di valutazione previste dal DM 60/02, i calcoli relativi al 2002 mostrano per Terni il raggiungimento della soglia di valutazione superiore per 6 volte presso la stazione Carrara, mentre la soglia di valutazione inferiore viene superata per 2 volte presso la stazione di Verga e per



119 volte presso la stazione di Carrara. Nessun raggiungimento delle soglie è stato registrato presso la stazione di Orvieto - Ciconia, dove i valori medi sulle 8 ore si mantengono tutti al disotto della soglia di valutazione inferiore. Questi risultati evidenziano decisamente una maggiore criticità dell'inquinamento da traffico autoveicolare per la città di Terni rispetto ad Orvieto.

L'inquinamento da monossido di carbonio può considerarsi sotto controllo, anche se in zone prossime alla intensa circolazione veicolare (soprattutto se congestionata) possono verificarsi episodi acuti durante i periodi invernali.

Il *trend* dell'inquinante non mostra variazioni di rilievo rispetto all'anno precedente; i criteri di qualità si attestano tutti su valori molto simili, con una lieve flessione da ricondurre alla maggiore piovosità del 2002 rispetto al 2001.

Benzene

Comune di Terni

Il benzene viene misurato in continuo in due punti della città di Terni: Carrara e Polymer. I valori annuali dell'inquinante vengono riportati nella Tabella IV-XXI

TABELLA IV-XXI - MEDIE ANNUALI DEL BENZENE – TERNI - ANNO 2002						
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media 2002 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media 2001 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massimo 2002 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Massimo 2001 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Carrara	93	89	5,1	5,0	39,5	37,7
Verga	89	76	3,3	5,8	55,5	44,7

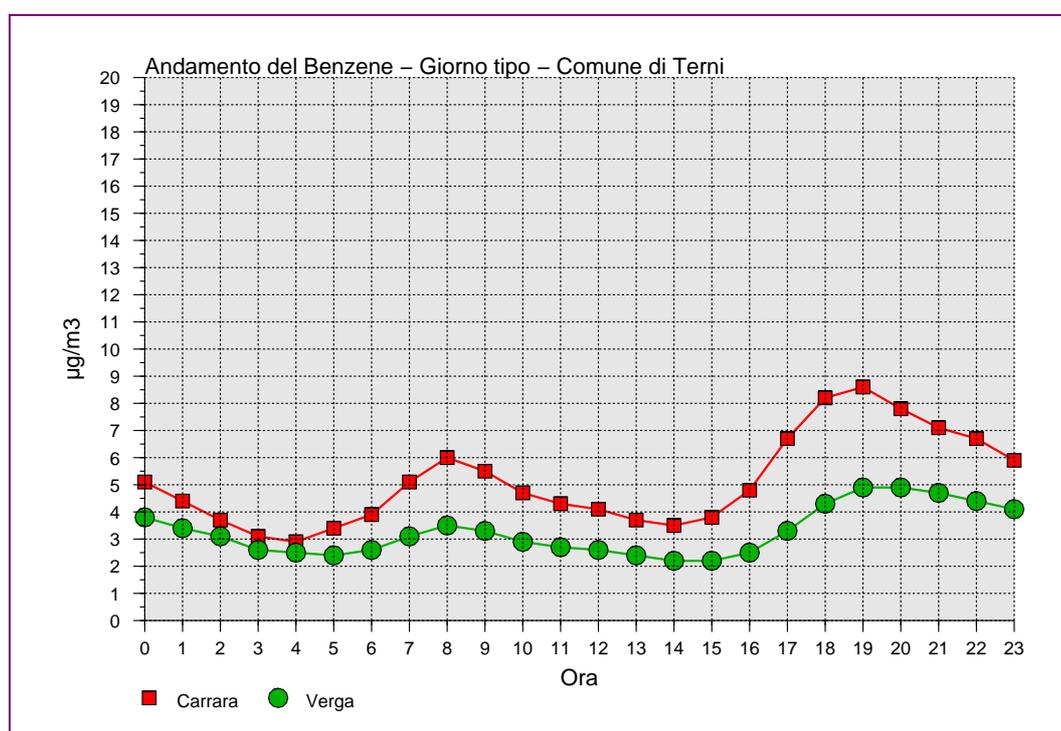
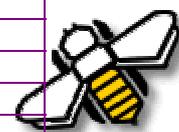


Figura IV-13: Andamento del Benzene presso le stazioni di Carrara e Verga durante il giorno tipo calcolato su base annuale (2002)

La Tabella IV-XXII riporta i risultati ottenuti dalla campagna condotta dall'ARPA con campionatori passivi in vari punti della città nel 2001; vengono riportati anche i dettagli relativi alle medie mensili

Le analoghe elaborazioni per l'anno 2002 vengono riportate nella Tabella IV-XXIII

TABELLA IV-XXII - MEDIE MENSILI E ANNUALI (CAMPIONATORI PASSIVI) – ANNO 2001									
	PMP LCA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P.te Carrara ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	V.Verga ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Vill.Polymer ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prisciano ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P.za Dalmazia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P.za Tacito ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	V.Turati ($\mu\text{g}/\text{m}$)	V.Borzacchini ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gennaio	3,0	5,7	3,3	3,1	2,3	5,9	5,8	12,9	9,6
Febbraio	2,7	5,3	3,3	3,2	2,4	5,2	6,0	11,2	8,4
Marzo	2,1	3,3	3,7	2,0	1,2	6,0	5,4	12,1	9,5
Aprile	1,3	2,8	1,3	1,4	0,9	3,6	4,2	9,1	6,7
Maggio	0,9	2,6	0,9	1,3	0,4	3,6	4,8	10,0	7,5
Giugno	0,9	1,9	0,7	1,4	0,6	3,4	2,6	8,2	6,2



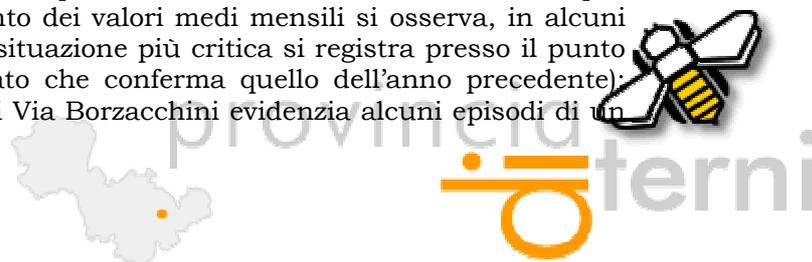
Luglio	1,0	1,9	0,8	1,2	-	3,3	4,2	8,0	6,5
Agosto	0,8	1,7	1,0	1,3	-	2,5	3,6	6,1	5,8
Settembre	1,6	3,8	2,1	1,8	1,6	3,4	5,4	11,7	7,0
Ottobre	2,3	6,2	3,2	2,5	1,6	5,6	6,2	10,8	9,6
Novembre	3,5	7,9	4,4	3,6	2,2	6,7	7,3	14,0	10,0
Dicembre	4,1	10,2	5,6	4,5	3,6	8,6	9,3	14,7	14,1
Media	2,0	4,4	2,5	2,3	1,7	4,8	5,4	10,7	8,4

TABELLA IV-XXIII - MEDIE QUINDICINALI E ANNUALI (CAMPIONATORI PASSIVI) – ANNO 2002											
	Lab. ARPA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ponte Carrara ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Via Verga ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Vill. Polymer ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Voc. Prisciano ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P.zza Dalmazia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P.zza Tacito ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Via Turati ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Via Turati n. 31A ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Via di Vittorio n. 57 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Via Borzacchini ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Gen1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gen2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feb1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Feb2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mar1	4,7	5,4	3,4	2,7	2,2	5,5	5	10,8	4,9	6,3	8,4
Mar2	3,5	4	2	2,2	1,5	4,2	5,2	8,9	4,1	5,2	7,2
Apr1	3	3,7	1,7	1,7	1,3	3,5	4,6	8,2	2,9	3,7	6,4
Apr2	3,4	3,7	1,5	1,3	0,9	3,7	4,2	7,3	2,9	3,7	5,8
Mag1	2,5	2,6	1,1	1,2	0,6	3,2	4	7,9	2,1	3,3	5,1
Mag2	2,6	2,4	<0,5	1,2	0,5	3	3,4	6,7	2,1	2,6	5,1
Giu1	2,6	2,6	1,1	1,1	0,7	3,2	3,6	7,8	2,3	2,9	6,3
Giu2	3,5	2,3	1	1,1	0,7	2,6	3,2	6,9	1,9	2,6	6,1
Lug1	3,8	2,4	1,1	1	0,7	2,5	3,3	6,6	2	2	5,2
Lug2	2,9	2,6	0,8	1	0,5	2,6	3,3	6,3	1,8	2,9	5,1
Ago1	2,5	1,9	<0,5	0,5	0,5	1,9	2,7	5,6	1,9	2,2	4,9
Ago2	3,3	3,3	1,7	2	1	3,2	4,3	6,6	3,9	2,9	5,1
Set1	3,8	4,4	2	2,3	1,1	4,7	4,3	7,8	3,3	4,5	-
Set2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ott1	-	3,3	1,9	1,6	0,9	3,6	3,7	7,5	3,1	4,2	5,3
Ott2	1	3,3	1,8	1,3	0,4	3,1	3,2	7,7	3,4	4,7	7,7
Nov1	1,2	6,1	-	1,9	1,1	5,6	5,1	11,2	4,5	5,9	7,9
Nov2	1	4,6	2,1	1,6	0,7	3,9	4	5	4	5,3	6,9
Dic	2,4	7,6	2,9	2,4	1,7	5	5,5	11,1	4,7	6,2	8,3
Media	2,8	3,7	1,7	1,6	0,9	3,6	4	7,8	3,1	4	6,3

Discussione dei risultati

I dati medi mensili e annuali, relativi al 2001, sono simili a quelli raccolti nell'anno precedente, e costituiscono, pertanto, una conferma di quanto era già stato evidenziato negli ultimi anni. Si nota un lieve aumento nei valori massimi orari del 2002 rispetto al 2001 (stazione Verga e Carrara) mentre si osserva un miglioramento nel valore medio annuale della stazione Verga.

Per quanto riguarda i valori registrati negli altri punti della città con metodi manuali (dati ARPA – Dip. Di Terni) si osservano valori in diminuzione nelle medie annuali; tale risultato, tuttavia, risente della mancanza dei valori di Gennaio e Febbraio 2002, mesi nei quali i valori del benzene sono al di sopra della media annuale. Dal confronto dei valori medi mensili si osserva, in alcuni casi, un lieve miglioramento. La situazione più critica si registra presso il punto di misurazione di Via Turati (dato che conferma quello dell'anno precedente); anche il punto di monitoraggio di Via Borzacchini evidenzia alcuni episodi di un certo rilievo.



L'obiettivo di qualità annuale (valore medio annuale di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ valido fino al 2006) è stato rispettato; i livelli di inquinamento da benzene raggiunti non destano, al momento, eccessive preoccupazioni, in quanto nelle 11 attuali stazioni di monitoraggio, significative per l'esposizione della popolazione, le medie annuali sono nel complesso piuttosto contenute. Se tali valori dovessero trovare conferma nei prossimi anni, occorrerà porre attenzione ai punti di monitoraggio di Via Turati e di Via Borzacchini, dove viene superato il limite medio annuale di riferimento per il 2010 ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Va comunque osservato come l'inquinante tenda molto rapidamente a diminuire allontanandosi (anche di poche decine di metri) dalla fonte di emissione; i due dati di Via Turati n.31A e di Via Di Vittorio n.57 ne costituiscono una conferma.

L'andamento dell'inquinante durante il giorno tipo (calcolato su base annuale) evidenzia come i valori massimi medi orari del benzene si ottengono durante le ore di punta, caratterizzate da traffico autoveicolare più intenso. La fascia oraria: 18:00 – 20:00 risulta maggiormente interessata da episodi di inquinamento da benzene.

L'analisi dell'andamento del benzene durante il giorno tipo può rappresentare un elemento determinante nell'adozione di eventuali provvedimenti sul traffico autoveicolare; l'andamento risulta in ottimo accordo con quello del CO e dell'NO₂.

Per quanto riguarda le soglie di valutazione previste dal DM 60/02, si evidenzia il superamento della soglia di valutazione superiore per le stazioni di Verga e Carrara (analizzatori automatici) e per 7 degli 11 punti di misurazione con campionatori passivi (Carrara, Piazza Dalmazia, Piazza Tacito, Via Turati 31, Via Turati – semaforo, Via Di Vittorio e Via Borzacchini).

Biossido di zolfo (SO₂)

Comune di Terni

Il biossido di zolfo viene monitorato presso la stazione Verga, dotata di analizzatore automatico per l'analisi in continuo. I risultati del monitoraggio condotto nel 2001 vengono riportati nella Tabella IV-XXV

TABELLA IV-XXIV - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - SO ₂ TERNI - ANNO 2002								
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media 2002 (µg/m ³)	Media 2001 (µg/m ³)	Massimo 1h 2002 (µg/m ³)	Massimo 1h 2001 (µg/m ³)	Sup ₃₅₀ 2002	Sup ₃₅₀ 2001
Verga	90	0	11,9	-	43,8	-	0	0

Per quanto riguarda le elaborazioni previste dalla nuova normativa europea recepita in Italia con il DM 60/02, sono state calcolate: la media invernale (Minv), il numero di valori medi giornalieri superiori a 50 µg/m³ (N>50) e il numero di medie giornaliere superiori a 75 µg/m³ (N>75). I risultati vengono riportati nella Tabella IV-XXV .

TABELLA IV-XXV - NUOVI CRITERI DI QUALITA' - SO ₂ TERNI - ANNO 2002				
	Minv (µg/m ³)	Max 24h(µg/m ³)	N>50	N>75
Verga	14,76	30,1	0	0

L'andamento dell'inquinante SO₂ durante il giorno tipo calcolato sul 2002 a partire dai valori medi orari viene mostrato in Figura IV-14.

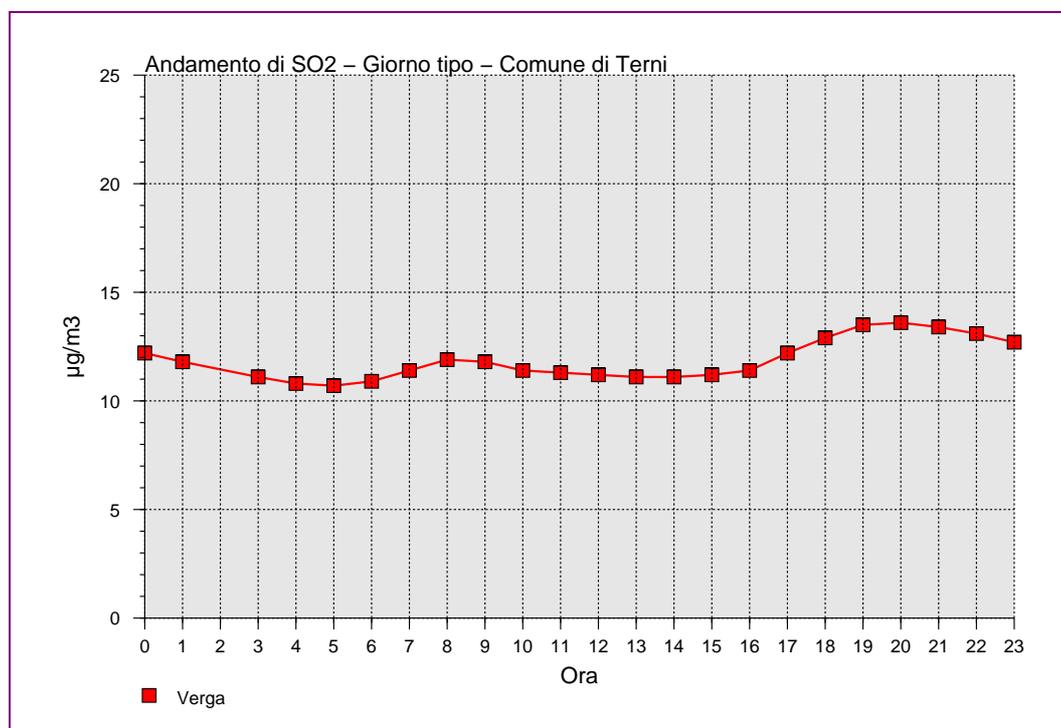


Figura IV-14: Andamento del biossido di zolfo a Terni durante il giorno tipo annuale (2002)

Comune di Narni

Il biossido di zolfo viene monitorato anche a Narni presso la stazione di San Girolamo. I risultati del monitoraggio condotto nel 2002 vengono riportati nella Tabella IV-XXVI .

TABELLA IV-XXVI - RIEPILOGO CRITERI DI QUALITA' - SO ₂ NARNI - ANNO 2002								
Stazione	Dati validi 2002	Dati validi 2001	Media 2002 (µg/m ³)	Media 2001 (µg/m ³)	Massimo 2002 (µg/m ³)	Massimo 2001 (µg/m ³)	Sup ₃₅₀ 2002	Sup ₃₅₀ 2001
San Girolamo	76	74	14,9	18,6	160,1	113,7	0	0

Le elaborazioni previste dalla nuova normativa europea recepita in Italia con il DM 60/02, sono state calcolate: la media invernale (Minv), il numero di valori medi giornalieri superiori a 50 µg/m³ (N>50) e il numero di medie giornalieri superiori a 75 µg/m³ (N>75). I risultati vengono riportati nella Tabella IV-XXVII .

TABELLA IV-XXVII - NUOVI CRITERI DI QUALITA' - SO ₂ NARNI - ANNO 2002				
	Minv (µg/m ³)	Max 24h (µg/m ³)	N>50	N>75
San Girolamo	17,2	43,9	0	0

L'andamento dell'inquinante SO₂ durante il giorno tipo calcolato sul 2002 a partire dai valori medi orari viene mostrato in Figura IV-15.

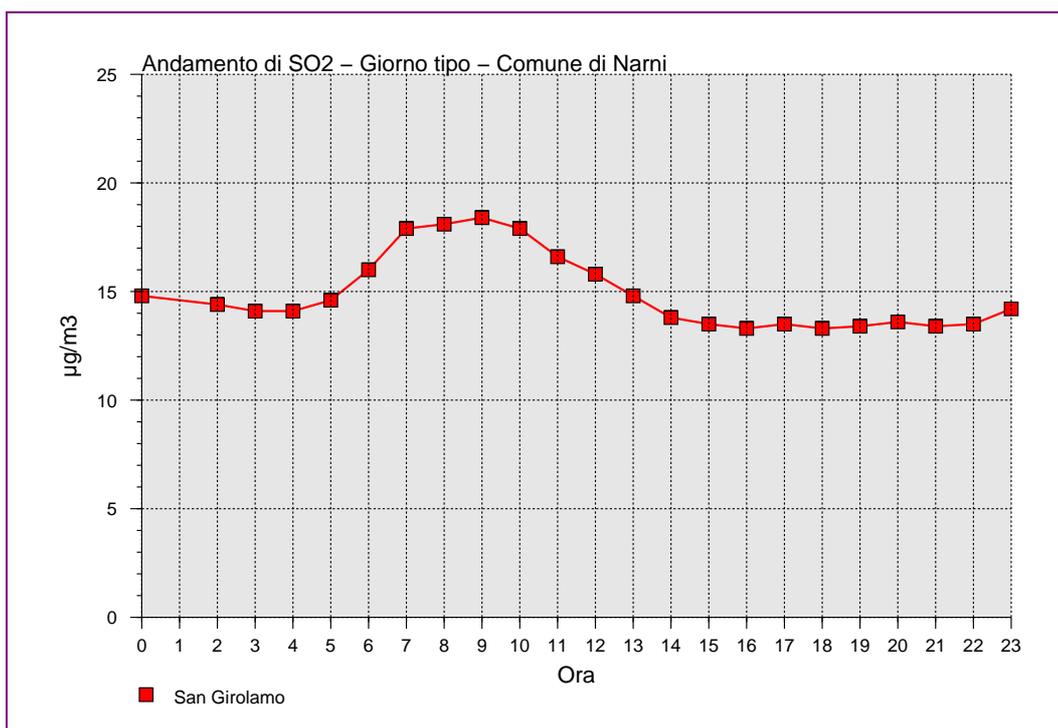


Figura IV-15: Andamento del biossido di zolfo a Narni durante il giorno tipo annuale (2002)

Discussione dei risultati

Da alcuni anni si osserva una progressiva diminuzione dell'inquinamento da SO₂; le cause vanno da ricercare nella sostituzione dei combustibili fossili, utilizzati nel passato come fonte energetica negli impianti di riscaldamento e nelle centrali termiche, con il gas naturale.



Il *trand* decrescente di questo inquinante viene confermato nel 2002 (nel precedente anno si era registrato un dato in contro tendenza, ma comunque ampiamente al di sotto dei valori di riferimento) sia a Terni che a Narni.

L'andamento dell'inquinante durante il giorno tipo calcolato su base annuale non mostra apprezzabili variazioni durante le ore di punta del traffico autoveicolare. Nel punto di monitoraggio di Narni si osserva un aumento dell'andamento nell'arco della mattinata; tale andamento indica l'influenza degli insediamenti industriali presenti nell'area di Narni Scalo.

Per quanto riguarda i criteri di qualità, i valori rimangono al disotto dei limiti stabiliti dalla legge (valore limite orario e giornaliero per la protezione della salute umana) sia a Terni che a Narni, dove però si raggiungono valori invernali molto vicini al valore limite per la protezione degli ecosistemi.

I valori medi invernali si collocano al di sopra della soglia di valutazione superiore stabilita dal DM 60/02 sia a Terni che a Narni; i valori medi giornalieri, invece, si collocano al di sotto della soglia inferiore di valutazione.

Piombo

Comune di Terni

Il monitoraggio del piombo viene eseguito dall'ARPA attraverso l'analisi delle polveri totali sospese nelle quali questo elemento è presente. Il monitoraggio del Piombo viene effettuato dal 1983; il punto di prelievo è localizzato a Terni in Via Federico Cesi 24.

Nella Tabella IV-XXVIII sono riportate le medie annuali di tale inquinante a partire dal 1983. La Figura IV-16 mostra l'andamento delle medie annuali misurate dal 1983 ad oggi.

TABELLA IV-XXVIII - RIEPILOGO MEDIE ANNUALI PER IL PIOMBO TERNI – VIA F.CESI			
Anno	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Anno	Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1983	0,347	1993	0,175
1984	0,243	1994	0,154
1985	0,189	1995	0,188
1986	-	1996	0,083
1987	0,493	1997	0,107
1988	0,406	1998	0,062
1989	0,348	1999	0,076
1990	0,232	2000	0,096
1991	0,169	2001	0,052
1992	0,195	2002	0,041

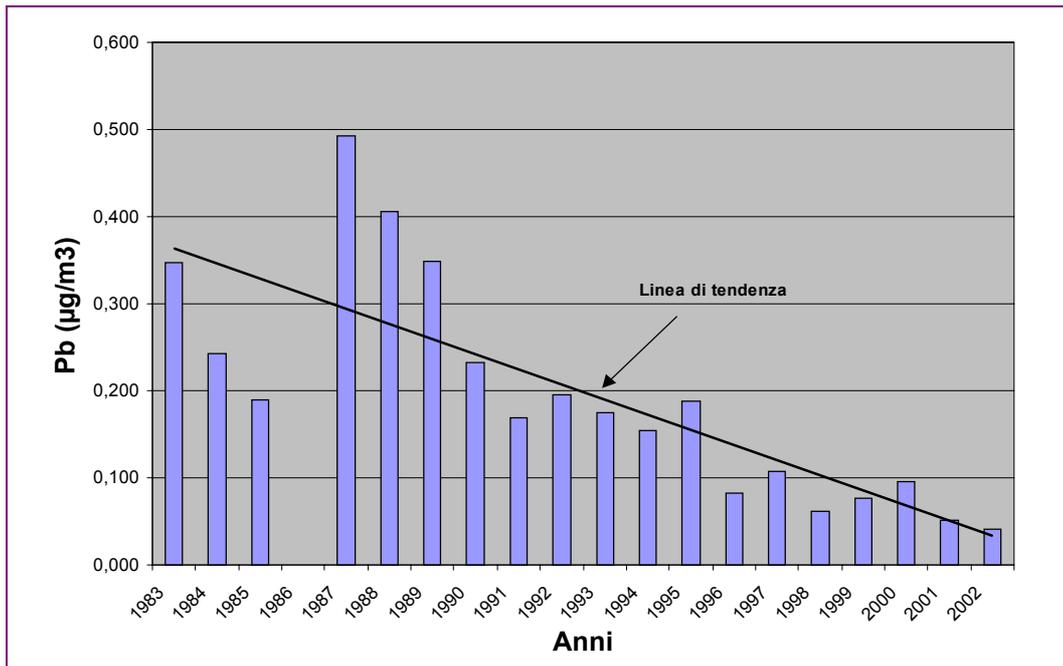


Figura IV-16: Andamento delle medie annuali del Piombo nel periodo: 1983 - 2002–punto di rilevamento: Terni – Via F.Cesi, 24.

Discussione dei risultati

Le concentrazioni di Piombo in aria sono andate generalmente diminuendo nel corso degli anni rimanendo sempre ampiamente al di sotto del limite annuale che, in base al nuovo DM 60/02, è fissato in $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore da raggiungere nel 2005; nel 2002, considerando i margini di tolleranza consentiti, il limite è di $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Anche nel 2002, le concentrazioni giornaliere si sono mantenute su valori piuttosto bassi e il dato medio cumulativo, pari a $0,041 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e conferma l'andamento di decrescita già riscontrato negli anni precedenti da ricondurre ai diversi provvedimenti messi in atto sia a livello nazionale che locale (principalmente produzione di benzine senza piombo).

I valori medi annuali registrati negli ultimi anni permangono al di sotto della soglia inferiore di valutazione prevista dal DM 60/02 (media annuale inferiore a $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Idrocarburi Policiclici Aromatici: Benzo(a)pirene

Comune di Terni

La concentrazione di questo inquinante viene dosata sulle polveri totali sospese (con metodi di prelievo e analisi manuali) presso la stazione PMP di Via Federico Cesi (Terni) dal 1986. Fino al 1993, i prelievi e le analisi sono stati fatti su tutti i mesi dell'anno. Dopo una sospensione del monitoraggio nel triennio 1994 - 1996, l'indagine è stata riattivata e continua a tutt'oggi, pur se con alcuni periodi dell'anno mancanti.

Nella Tabella IV-XXIX vengono riportati i valori delle concentrazioni medie annuali relative all'intero periodo di monitoraggio, mentre nella Figura IV-17 viene mostrato l'andamento dell'inquinante (tendenza).



TABELLA IV-XXIX - RIEPILOGO MEDIE ANNUALI PER IL BENZO(A)PIRENE - TERNI – VIA F.CESI			
Anno	Media annuale (ng/m ³)	Anno	Media annuale (ng/m ³)
1986	0,62	1993	0,48
1987	0,61	1997	0,19 (1)
1988	0,70	1998	0,24 (2)
1989	1,08	1999	0,50 (3)
1990	1,18	2000	0,35 (4)
1991	0,43	2001	0,88 (5)
1992	0,78	2002	0,40 (6)

- (1) Periodo di osservazione: Marzo – Agosto
 (2) Periodo di osservazione: Gennaio – Maggio
 (3) Periodo di osservazione: Marzo – Dicembre
 (4) Periodo di osservazione: Gennaio - Maggio e Agosto – Dicembre
 (5) Periodo di osservazione: Gennaio - Aprile e Novembre – Dicembre
 (6) Periodo di osservazione: Gennaio - Maggio e Novembre – Dicembre
 NB: LE MEDIE 2001 E 2002 NON COMPREDONO I MESI ESTIVI

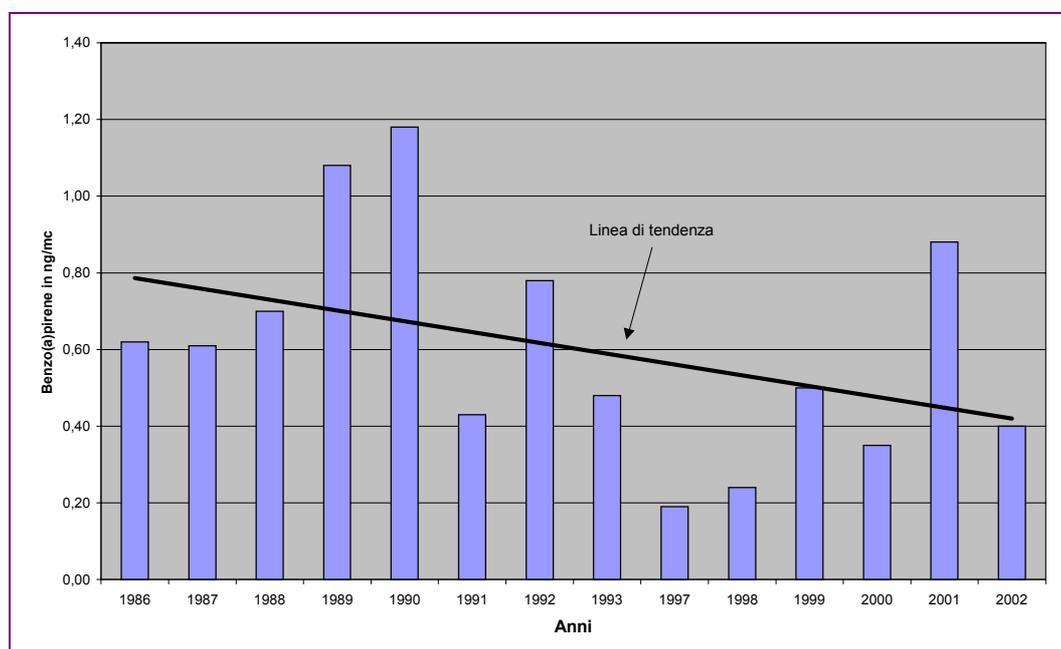


Figura IV-17: Andamento delle medie annuali del Benzo(a)pirene nel periodo: 1986 - 2002–punto di rilevamento: Terni – Via F.Cesi, 24.

Discussione dei risultati

Come mostrato chiaramente nel grafico, la concentrazione media annuale di questo inquinante mostra un andamento crescente fino al 1990, con valori di poco superiori all'attuale limite, per poi diminuire ed attestarsi su valori inferiori al limite stesso.

Il valore medio calcolato per l'anno 2002 risulta pari a 0,40 ng/m³; dopo il risultato in controtendenza del 2001, quindi, sembra riprendere il trend decrescente dell'inquinante, ben visibile dalla linea di tendenza calcolata sulle medie annuali disponibili. E' importante mettere in risalto inoltre che sia il valore del 2002 che quello del 2001 potrebbero essere sovrastimato rispetto alla media annuale reale, in quanto non sono stati inclusi nel calcolo i valori relativi ai mesi estivi. Nel periodo estivo, infatti, la concentrazione di questa sostanza si riduce sensibilmente, a causa dell'instaurarsi in atmosfera di reazioni chimiche con la radiazione solare e lo stesso ozono che ne provocano la distruzione.

Il valore medio annuale del 2002 risulta al di sotto della metà del limite in vigore per questo inquinante.



Conclusioni

Le indagini ambientali condotte permettono di trarre alcune valutazioni sullo stato generale della qualità dell'aria nella Provincia.

La città di Terni rappresenta sicuramente la realtà più complessa del territorio Provinciale, sia per la posizione geografica, che determina alcune particolarità nelle circolazioni atmosferiche, sia per l'elevato numero di attività antropiche che costituiscono un complesso sistema di fonti di inquinamento.

Terni (e l'intera conca ternana) è caratterizzata da un clima sub-continentale, con frequenti episodi di escursioni termiche di oltre 10°C, che possono causare fenomeni di inversione termica al suolo. Tali fenomeni, che rappresentano un grande ostacolo alla dispersione degli inquinanti, sono favoriti anche dalle caratteristiche orografiche della conca ternana, che impediscono totalmente l'ingresso dei venti da alcuni settori. Le condizioni meteo-climatiche sono quindi da considerarsi poco favorevoli alla dispersione degli inquinanti.

Per quanto riguarda la caratterizzazione delle fonti di emissione di origine industriale, si possono evidenziare due fenomeni di particolare rilevanza:

1. La polverosità della zona di Prisciano, dovuta alla presenza del limitrofo stabilimento siderurgico;
2. Le emissioni di biossido di azoto derivanti dal polo di incenerimento di Maratta.

Per quanto riguarda la polverosità della zona di Prisciano, va evidenziato come nel corso dell'anno 2001 vi erano stati evidenti segni di miglioramento (diminuzioni di circa il 20-30% rispetto al 2000) apportati dall'entrata in funzione dell'impianto di abbattimento presso il parco scorie dello stabilimento AST S.p.a. Nell'anno 2002 vengono sostanzialmente confermati i dati dell'anno precedente.

L'inquinamento da PM₁₀ si può considerare entro i limiti previsti dalla normativa europea in corso di recepimento, anche se risulta in lieve aumento; non si riscontrano in ogni caso situazioni di particolare criticità, né spaziale né temporale. Per tale inquinante si osservano andamenti fortemente dipendenti dal traffico autoveicolare. Leggeri peggioramenti si registrano anche nei valori medi delle Polveri Totali Sospese nella maggior parte dei punti di monitoraggio.

Per quanto riguarda le emissioni di biossido di azoto (imputabili alle emissioni diffuse e al polo di incenerimento di Maratta), si osserva la maggiore incidenza di tali emissioni sulla zona di Borgo Rivo, Maratta e Polymer dove si sono registrati sensibili aumenti dei valori medi. Le concentrazioni non raggiungono tuttavia i livelli di attenzione o di allarme previsti dalla normativa; la situazione quindi non è allarmante anche se i segnali di peggioramento impongono azioni di contenimento e di controllo delle emissioni nei prossimi anni. La campagna di monitoraggio del benzene ha fatto rilevare situazioni di lieve criticità (con valori annuali tuttavia al di sotto dell'obiettivo di qualità di 10 µg/m³) nelle zone più trafficate, in particolare: l'incrocio stradale tra Via Turati e Via Di Vittorio e l'asse viario di Via Borzacchini anche se si notano lievi miglioramenti rispetto all'anno precedente. Negli altri punti di monitoraggio i valori medi annuali si sono mantenuti ampiamente entro l'obiettivo di qualità.

Gli episodi di inquinamento fotochimico hanno risentito della anomala abbondanza delle piogge estive del 2002; l'area più critica è risultata quella di Borgo Rivo – Maratta, dove, pur non verificandosi fenomeni di punta, si sono registrati valori medi annuali superiori agli obiettivi di qualità fissati dalla recente normativa europea. L'inquinamento da ozono è da imputare alla presenza di precursori presenti nell'atmosfera della conca ternana (tra i quali gli ossi di azoto che, come visto, sono in aumento)

Il quadro complessivo che emerge dall'analisi ambientale può considerarsi ancora moderatamente discreto. Va detto tuttavia che oscillazioni a



breve termine (da un anno all'altro) possono risentire di fattori meteoroclimatici e quindi dovranno essere confermati con le indagini dei prossimi anni. Risulta in ogni caso opportuno, anche al fine del raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti tra il 2005 e il 2010, prestare particolare attenzione ai fenomeni inquinanti da combustione attraverso il controllo degli impianti termici, delle emissioni industriali e del traffico autoveicolare.

La situazione generale della qualità dell'aria nel territorio comunale di Narni si può considerare accettabile, anche se alcuni fenomeni di inquinamento appaiono significativi. Si conferma la tendenza della zona ad essere particolarmente sensibile a fenomeni fotochimici, che determinano valori di concentrazioni di ozono, durante il periodo estivo, più alti rispetto alle altre zone monitorate (Terni e Orvieto). Per questo inquinante non vengono rispettati alcuni valori limite previsti dalla normativa europea, come l'AOT40. La situazione, anche se non allarmante, deve essere seguita con attenzione durante i prossimi anni, cercando di correlare i fenomeni di inquinamento da Ozono con i fattori meteorologici e individuando le fonti principali che possono dare origine ai precursori scatenanti (inquinamento di origine industriale a livello locale o influenza dei flussi di traffico). Si è evidenziato, in ogni caso, che le circolazioni ventose durante il periodo estivo tendono a sospingere, durante la notte e nelle prime ore della giornata, i precursori dalla Conca Ternana verso Narni, dove si determinano, nelle ore più calde, le condizioni favorevoli all'instaurarsi delle reazioni fotochimiche. L'influenza delle emissioni industriali della zona possono contribuire significativamente a tali fenomeni. Per quanto riguarda l'inquinamento da ossidi di azoto, si ha conferma che la zona più sensibile risulta il versante Sud di Narni (Montoro – San Liberato); l'influenza delle emissioni industriali e il traffico del raccordo autostradale sono da considerare le cause di tale inquinamento.

La situazione generale che emerge dalla analisi dei dati rilevati nel Comune di Orvieto si può considerare discreta, anche se gli effetti del traffico autoveicolare sulle condizioni di inquinamento atmosferico assumono una certa rilevanza, soprattutto per quanto riguarda le polveri PM₁₀ e gli ossidi di azoto. In alcuni casi le concentrazioni di questi due inquinanti, pur rimanendo al di sotto dei limiti previsti dalla normativa (limite di attenzione, criteri annuali) assumono valori caratteristici di zone urbane interessate da elevato traffico o da zone suburbane soggette a ricadute al suolo degli inquinanti emessi anche a lunga distanza (comparabilmente a quanto si evidenzia ad esempio nel quartiere Borgo Rivo di Terni). Tali deduzioni sono supportate dall'analisi degli andamenti degli inquinanti durante il giorno tipo, che seguono l'andamento dei flussi di traffico.

Durante il periodo estivo anche la zona di Orvieto è interessata da fenomeni di smog fotochimico che tuttavia si mantengono al di sotto dei livelli di attenzione. Per tale inquinante non si può escludere, nel futuro, qualche evento di superamento, in concomitanza di situazioni meteo-climatiche favorevoli all'insorgenza dello smog fotochimico (ristagno di inquinanti primari durante il periodo estivo e radiazione solare particolarmente intensa). Le ore più critiche per tale inquinante risultano essere le prime ore pomeridiane delle giornate più calde e soleggiate dell'estate, soprattutto se caratterizzate da assenza di vento. Interventi di contenimento degli inquinanti monitorati (in particolare PM₁₀ e NO₂) andrebbero studiati soprattutto in relazione al traffico autoveicolare della zona, che ha mostrato di avere una prevalenza praticamente assoluta nell'instaurarsi di fenomeni inquinanti durante il periodo invernale.

