Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

REGIONE DEL VENETO

La qualità dell'aria in Comune di Padova nell'anno 2013. Sintesi dei risultati del monitoraggio

RELAZIONE TECNICA

ARPAV
Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

Centr. +39 049 8239301-303
Codice Fiscale 92111430283
Partita IVA 03382700288
e-mail: urp@arpa.veneto.it
www.arpa.veneto.it

Direzione Generale
Via Matteotti 27
35137 Padova - Italy
Tel. +39 049 8239341-354
Fax +39 049 660966

Direzione Area Amministrativa
Tel. +39 049 8239302
Fax +39 049 660966

Direzione Area Tecnico-Scientifica
Direzione Area Ricerca e Informazione
Tel. +39 049 8767610-633
Fax +39 049 8767670

Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto

REGIONE DEL VENETO

ARPAV

Dipartimento Provinciale di Padova

Loris Tomiato

Progetto e realizzazione

Servizio Stato dell'Ambiente

Ilario Beltramin

Alberto Dalla Fontana, Antonella Pagano, Enrico Cosma

Indice generale

1Introduzione....4
2Quadro di riferimento normativo: Il D.Lgs. N. 155/2010....5
3Presentazione dei risultati....7
3.1Ossidi di azoto....8
3.2Biossido di azoto....8
3.3Ozono....8
3.4Monossido di Carbonio....9
3.5Biossido di Zolfo....9
3.6Particolato PM 10....9
3.7Particolato PM 2.5....10
3.8Benzene....10
3.9Benzo(a)pirene....10
3.10Piombo....11
3.11Arsenico, Cadmio, Nichel e Mercurio....11
4Commento meteorologico....11
5Effetti sulla salute....13
6Sintesi Conclusiva....15

1 Introduzione

Il rapporto presenta la valutazione dei livelli di inquinanti atmosferici nel territorio del comune di Padova relativamente all'anno 2013 e li inserisce nell'andamento storico a partire dal 2008. L'analisi è condotta sulla base delle misure di concentrazione delle centraline fisse di monitoraggio gestite da ARPAV dislocate sul territorio comunale e le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella:

stazione	Tipologia	Inquinanti monitorati								
		NOx/NO_2	CO	SO_2	O_3	PM10	PM2.5	Bap	C_6H_6	Metalli
Mandria	B.U.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Arcella	T.U.	x	x	x		x		x		x
Granze	I.U.					x		x		x
APS1	I.U.	x	x	x	x	x	x	x		x
APS2	I.U.	x	x	x	x	x	x	x		x

Legenda
NOx: ossidi di azoto. Costituiti dalla somma di Biossido di azoto (NO_2) e Monossido di azoto (NO)
NO_2: biossido di azoto
CO: monossido di carbonio
SO_2: biossido di zolfo
O_3: ozono
PM10: particolato con diametro inferiore a 10 µm
PM2.5: particolato con diametro inferiore a 2.5 µm
Bap: Benzo(a)pirene, fa parte degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
C_6H_6: Benzene
Metalli: Pb (Piombo) + Hg (Mercurio) + Cd (Cadmio) + Ni (Nichel) + As (Arsenico)
T.U. : stazione di traffico urbano
B.U. : stazione di fondo urbano
I.U. : stazione industriale in ambito urbano

Arcella e Mandria sono le stazioni che rilevano gli inquinanti, gassosi e particolato, da più lunga data. In seguito alla riorganizzazione della rete regionale, a partire dal 2012 ad Arcella sono stati dismessi il monitoraggio dell'ozono e del benzene. La stazione di Granze rileva, a partire dal 2006, le polveri fini e i microinquinanti veicolati dalle polveri. Infine, le due stazioni APS rilevano, oltre agli inquinanti gassosi, le polveri fini e relativi microinquinanti a partire dal 2009. Gli inquinanti gassosi sono misurati da analizzatori automatici, mentre per il particolato si utilizzano sia dei misuratori automatici, ad assorbimento di radiazione beta, che gravimetrici. Il Benzo(a)pirene, rappresentante degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA), e i metalli (Pb, As, Cd, Ni, Hg) sono determinati dalla caratterizzazione chimica in laboratorio del particolato PM10. Per il mercurio la norma prevede il monitoraggio, ma non stabilisce un valore obiettivo. Per gli altri inquinanti i valori di riferimento sono riportati nel capitolo 2. La figura seguente illustra l'ubicazione delle centraline.

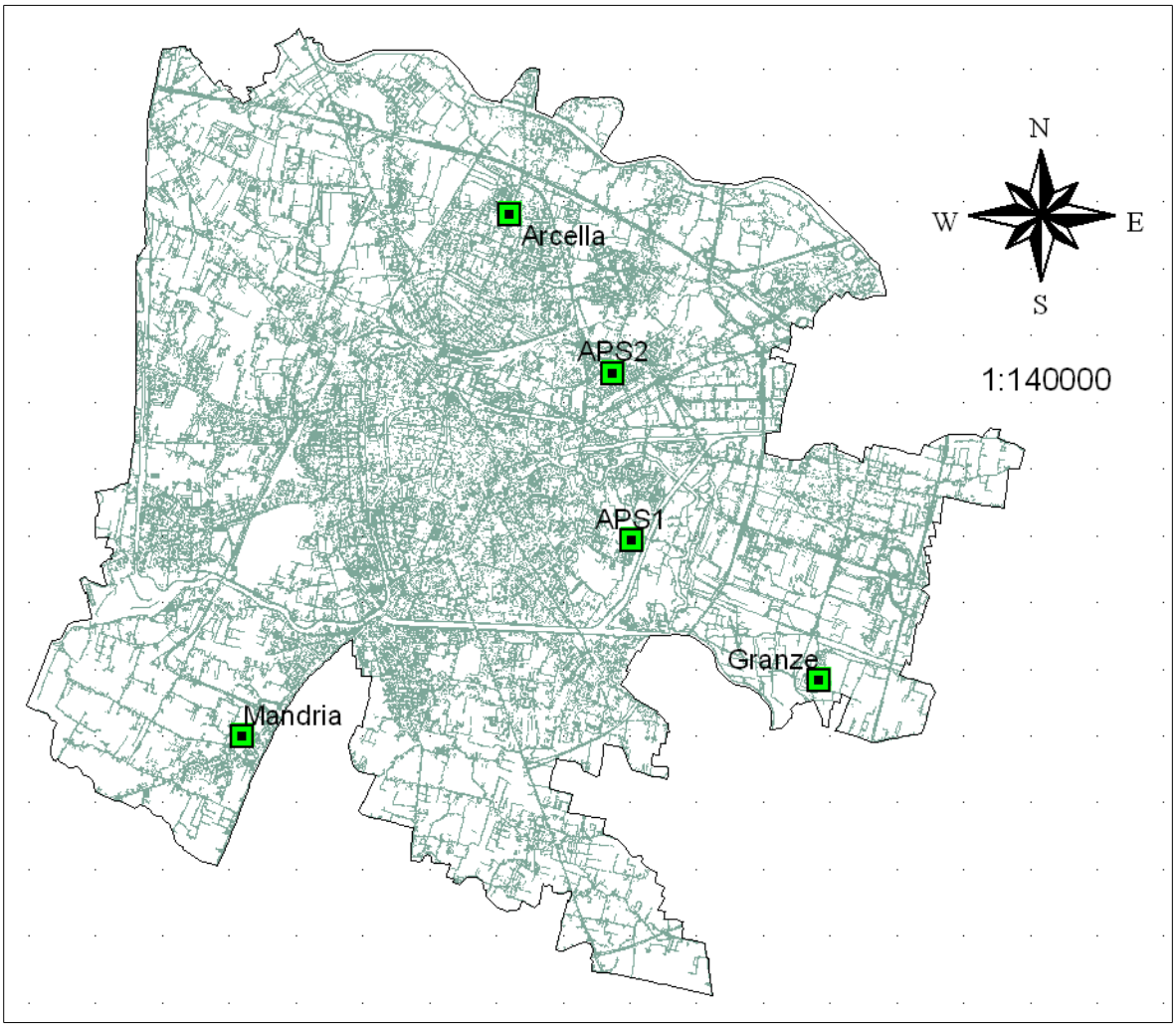


Figura 1. Ubicazione delle centraline fisse nel Territorio comunale di Padova.

Nel capitolo 2 è presentato il quadro di riferimento normativo per la qualità dell'aria con i limiti di legge, nel capitolo 3 sono illustrati i risultati delle elaborazioni statistiche delle misure; ad ogni inquinante è riservato un paragrafo in cui i risultati del monitoraggio sono commentati e inseriti nella serie storica. Il capitolo 4 descrive le condizioni meteo-diffusive in base ai dati rilevati dalla stazione meteorologica di Legnaro. Il capitolo 5 include una breve descrizione degli effetti sulla salute provocate dall'esposizione in eccesso ai vari inquinanti, evidenziandone la pericolosità in particolare per i gruppi più vulnerabili della popolazione. Infine il capitolo 6 sintetizza le conclusioni più significative dell'indagine.

2 Quadro di riferimento normativo

Per tutti gli inquinanti considerati risultano in vigore i limiti individuati dal Decreto Legislativo del 13 agosto 2010, n. 155. Gli inquinanti da monitorare e i limiti stabiliti sono rimasti invariati rispetto alla disciplina precedente, eccezion fatta per il particolato PM2.5, i cui livelli nell'aria ambiente sono stati per la prima volta regolamentati in Italia con detto decreto.
Nelle Tabelle seguenti si riportano, per ciascun inquinante, i limiti di legge suddivisi in limiti a mediazione di breve periodo e limiti a mediazione di lungo periodo.

Inquinante	Tipologia	Valore
SO_2	Soglia di allarme (*)	**500** µg/m^3
	Limite orario da non superare più di 24 volte per anno civile	**350** µg/m^3
	Limite di 24 h da non superare più di 3 volte per anno civile	**125** µg/m^3
NO_2	Soglia di allarme (*)	**400** µg/m^3
	Limite orario da non superare più di 18 volte per anno civile	**200** µg/m^3
PM10	Limite di 24 h da non superare più di 35 volte per anno civile	**50** µg/m^3
CO	Massimo giornaliero della media mobile di 8 h	**10** mg/m^3
O_3	Soglia di informazione (Media 1 h)	**180** µg/m^3
	Soglia di allarme (Media 1 h)	**240** µg/m^3
	Valore obiettivo per la protezione della salute umana da non superare per più di 25 giorni all'anno come media su 3 anni (altrimenti su 1 anno) Media su 8 h massima giornaliera	**120** µg/m^3
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana Media su 8 h massima giornaliera	**120** µg/m^3

(*) misurato per 3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria in un'area di almeno 100 Km^2, oppure in un'intera zona o agglomerato nel caso siano meno estesi.

Tabella 1 - Limiti di legge a mediazione di breve periodo

Inquinante	Tipologia	Valore
NO_2	Valore limite annuale	**40** µg/m^3
PM10	Valore limite annuale	**40** µg/m^3
PM2.5	Valore limite annuale	**27** µg/m^3 (per il 2013)
Piombo	Valore limite annuale	**0.5** µg/m^3
Arsenico	Valore obiettivo (media su anno civile)	**6.0** ng/m^3
Cadmio	Valore obiettivo (media su anno civile)	**5.0** ng/m^3
Nichel	Valore obiettivo (media su anno civile)	**20.0** ng/m^3
Benzene	Valore limite annuale	**5.0** µg/m^3
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo (media su anno civile)	**1.0** ng/m^3

Tabella 2- Limiti di legge a mediazione di lungo periodo

Inquinante	Tipologia	Valore
SO_2	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile e inverno (01/10 – 31/03)	**20** µg/m^3
NO_X	Livello critico per la protezione della vegetazione Anno civile	**30** µg/m^3
O_3	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio Da calcolare come media su 5 anni (altrimenti su 3 anni)	**18000** µg/m^{3}h
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione AOT40 su medie di 1 h da maggio a luglio	**6000** µg/m^{3}h

Tabella 3 – Limiti di legge per la protezione degli ecosistemi.

Si sottolinea che per il mercurio il D. Lgs. 155/2010 prevede il monitoraggio, ma non stabilisce un valore obiettivo.

3 Risultati

In questo capitolo si presentano le elaborazioni statistiche delle misure degli inquinanti atmosferici per le stazioni ubicate in comune di Padova. Le tabelle seguenti riportano per ogni inquinante gli indicatori statistici relativi all'anno 2013.

	NO_2		**O_3**			**CO**	**SO_2**
Nome stazione	**N. sup. limite orario 200 ug/m3**	**media anno (ug/m3)**	**N. sup. soglia informazione 180 ug/m3**	**N. sup. soglia allarme 240 ug/m3**	**N. sup. obiettivo a lungo termine 120 ug/m3**	**N. sup. val. limite protez. salute umana (media mob 8h)**	**N. sup. limite giornaliero 125 ug/m3**
Mandria	0	38	2	0	41	0	0
Arcella	9	45	nd	nd	nd	0	0
Granze	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
APS1	0	38	15	0	47	0	0
APS2	0	39	16	0	44	0	0

Tabella 1: indicatori statistici di NO2, O3, CO e SO2. Nd indica dato non disponibile.

	PM 10		**PM 2.5**	**C_6H_6**	**Ba P**
Nome stazione	**N. sup. limite giornaliero**	**media anno (µg/m3)**	**media anno (µg/m3)**	**media anno (µg/m3)**	**media anno (ng/m3)**
Mandria	68	34	28	1.6	1.3
Arcella	62	33	nd	nd	1.0
Granze	66	36	nd	nd	1.2
APS1	63	34	27	nd	1.3
APS2	62	33	26	nd	1.0

Tabella 2: indicatori statistici del particolato, benzene e benzo(a)pirene. Nd indica dato non disponibile.

	Pb	As	Ni	Cd	Hg
Nome stazione	**media anno (µg/m3)**	**media anno (ng/m3)**	**media anno (ng/m3)**	**media anno (ng/m3)**	**media anno (ng/m3)**
Mandria	0.008	0.8	4.0	0.4	<1
Arcella	0.009	0.9	4.2	0.4	<1
Granze	0.028	1.5	7.6	0.7	<1
APS1	0.010	1.0	3.8	0.5	<1
APS2	0.009	1.0	3.9	0.4	<1

Tabella 3: indicatori statistici dei Metalli.

Nei paragrafi successivi si commentano i risultati del monitoraggio per ogni inquinante in relazione ai limiti di legge. I parametri statistici vengono inseriti nella tendenza rilevata a partire dall'anno 2008 in modo da visualizzare, contestualmente al dato aggiornato al 2013, anche l'evoluzione nel corso degli ultimi anni di ogni parametro.

3.1 Ossidi di azoto

L'unico limite riguardante gli ossidi di azoto (NOx) è quello annuale di 30 µg/m^3 relativo alla protezione della vegetazione. Tale limite non è applicabile in quanto esso è previsto solo per le stazioni di background rurale e quindi di tipologia diversa da quelle esaminate in questa relazione.

3.2 Biossido di azoto

Il valore limite annuale (40 µg/m3) è stato superato solo ad Arcella (45 µg/m^3), mentre Mandria e le due stazioni APS hanno rilevato livelli simili tra loro (38, 38 e 39 µg/m3). Rispetto al 2012 la situazione è stazionaria, tranne che per Mandria che registra un aumento (Figura 2). Il valore limite orario di 200 µg/m3 è stato superato solo ad Arcella per 9 volte.

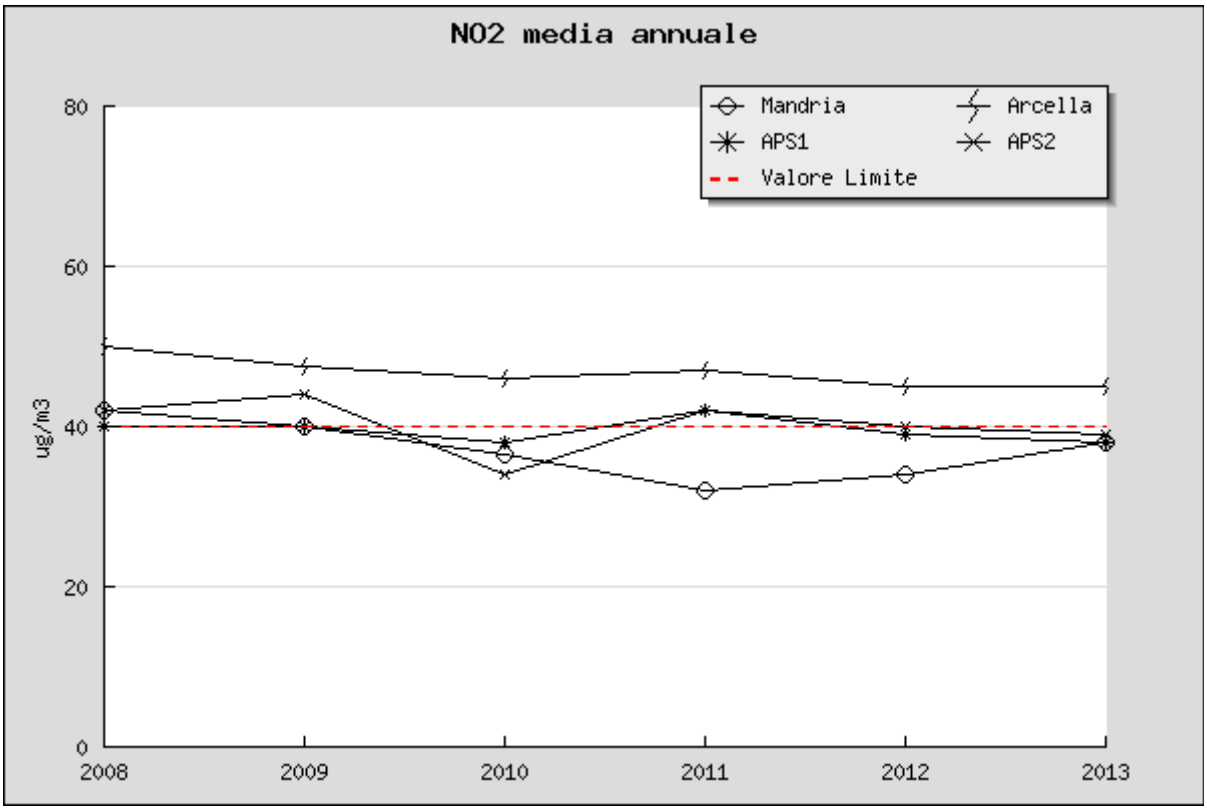


Figura 2. Media annuale di NO_2 a confronto con il valore limite vigente (linea orizzontale).

Per questo inquinante la situazione è stabilizzata su livelli prossimi al limite, superiori ad esso solo ad Arcella che risente direttamente del traffico stradale. E' quindi un inquinante che in ambito urbano rimane sotto sorveglianza.

3.3 Ozono

La soglia di allarme (240 µg/m^3), definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata (D.Lgs. 155/2010, art.2, comma 1) non è mai stata superata. La soglia di informazione (180 µg/m^3), definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata e per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione, è stata superata solo 2 volte a Mandria, in sensibile diminuzione rispetto al 2012, mentre le due stazioni APS non variano apprezzabilmente (Figura 3).

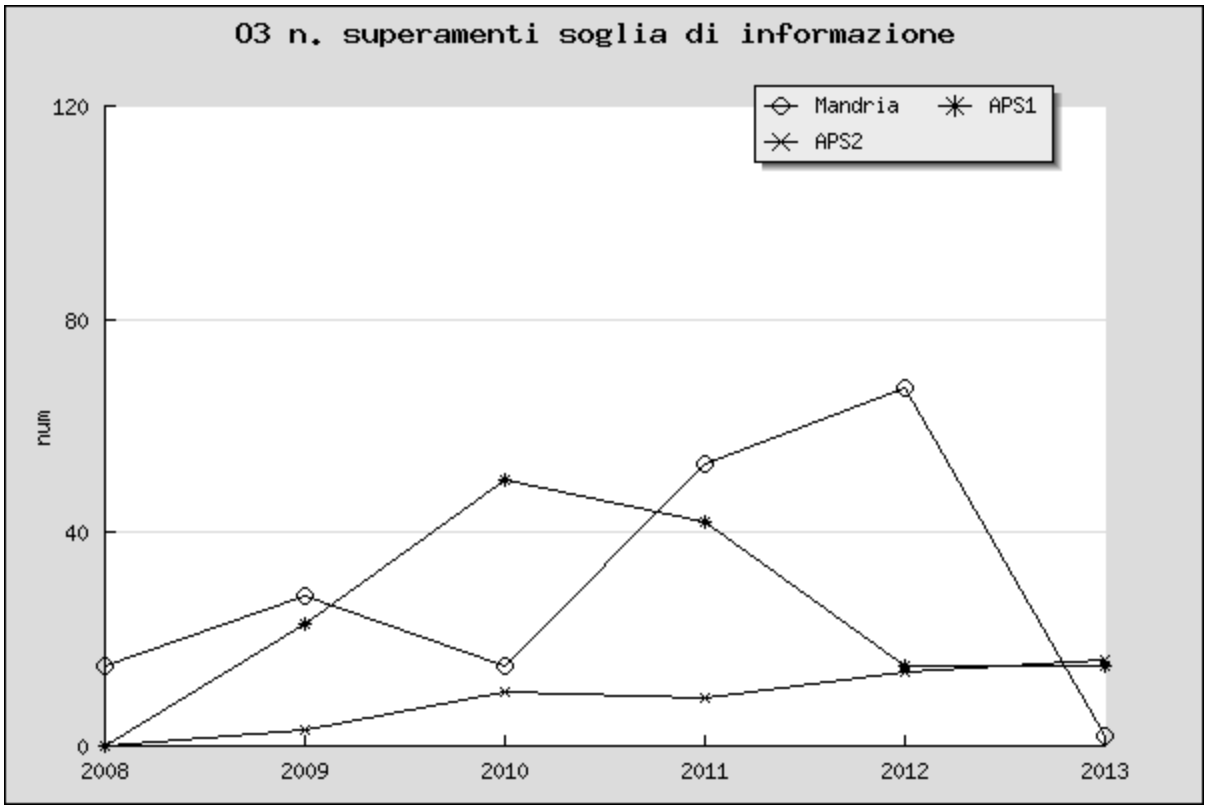


Figura 3. Numero di superamenti della soglia di informazione di 180 µg/m^3 dell'ozono.

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana si considera superato quando la massima media mobile giornaliera su otto ore supera 120 µg/m^3. In questo caso si nota una diminuzione rispetto al 2012 per tutte le stazioni, ma soprattutto per Mandria (Figura 4). Inoltre il numero di superamenti è maggiore del limite di 25 all'anno (come media su tre anni) previsto dal Dlgs 155/2010.

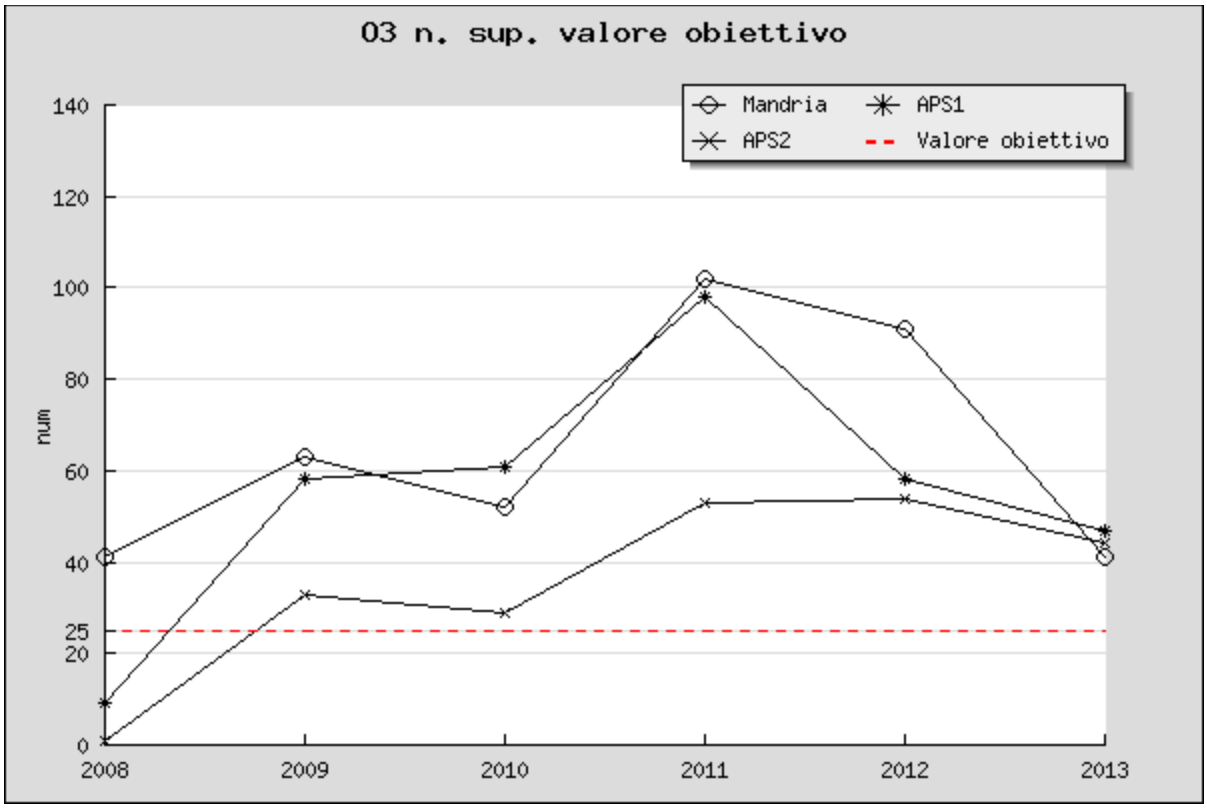


Figura 4. Numero di superamenti del valore obiettivo di 120 µg/m^3 dell'ozono a confronto con l'obiettivo di 25 superamenti/anno (come media su tre anni).

L'ozono, in ambito urbano, si conferma quindi come un'inquinante di moderata criticità.

3.4 Biossido di Zolfo

Per il biossido di zolfo (SO2) non vi sono stati superamenti della soglia di allarme di 500 µg/m3, né superamenti del valore limite orario (350 µg/m3) e del valore limite giornaliero (125 µg/m3). Il biossido di zolfo si conferma un inquinante primario non critico; ciò è stato determinato dalle sostanziali modifiche dei combustibili avvenute negli ultimi decenni (da gasolio a metano, oltre alla riduzione del tenore di zolfo in tutti i combustibili, in particolare nei combustibili diesel).

3.5 Monossido di Carbonio

Analogamente al biossido di zolfo non destano preoccupazione le concentrazioni di monossido di carbonio (CO) rilevate: in tutti i punti di campionamento non ci sono stati superamenti del limite di 10 mg/m3, calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore.

3.6 Particolato PM 10

Tutte le centraline hanno oltrepassato il valore limite di 35 superamenti/anno del limite giornaliero di 50 µg/m3, anche se rispetto al 2012 si registra una sensibile diminuzione (Figura 5). Per questo indicatore è importante mantenere una sorveglianza puntuale sul territorio.

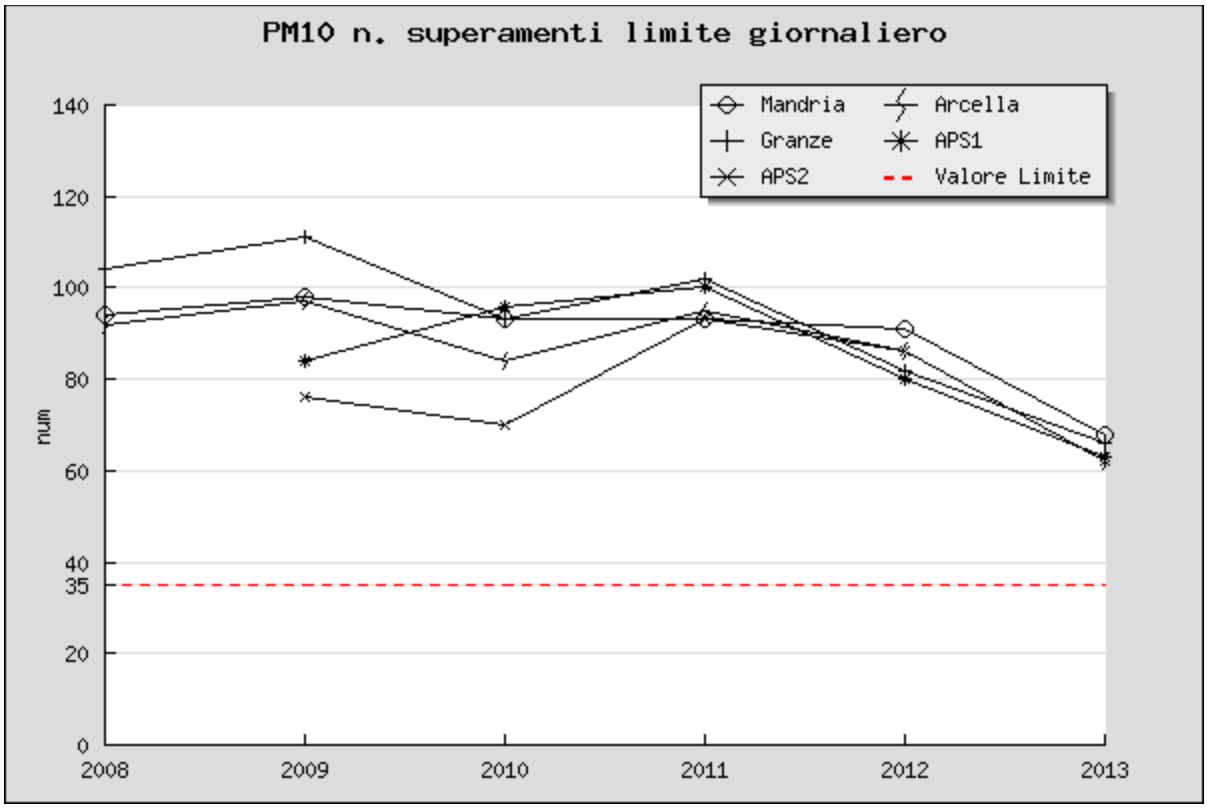


Figura 5. Numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m^3 del PM10 a confronto con il valore limite di 35 superamenti /anno.

Come tendenza degli ultimi anni tale parametro manifesta una generale diminuzione con valori sempre meno differenziati tra una centralina e l'altra.
Nel grafico successivo (Figura 6), che riporta le concentrazioni medie annuali, si osserva la generale diminuzione rispetto al 2012, che prosegue una tendenza iniziata nel 2011. Anche in questo caso i valori sono sempre meno differenziati tra una centralina e l'altra.

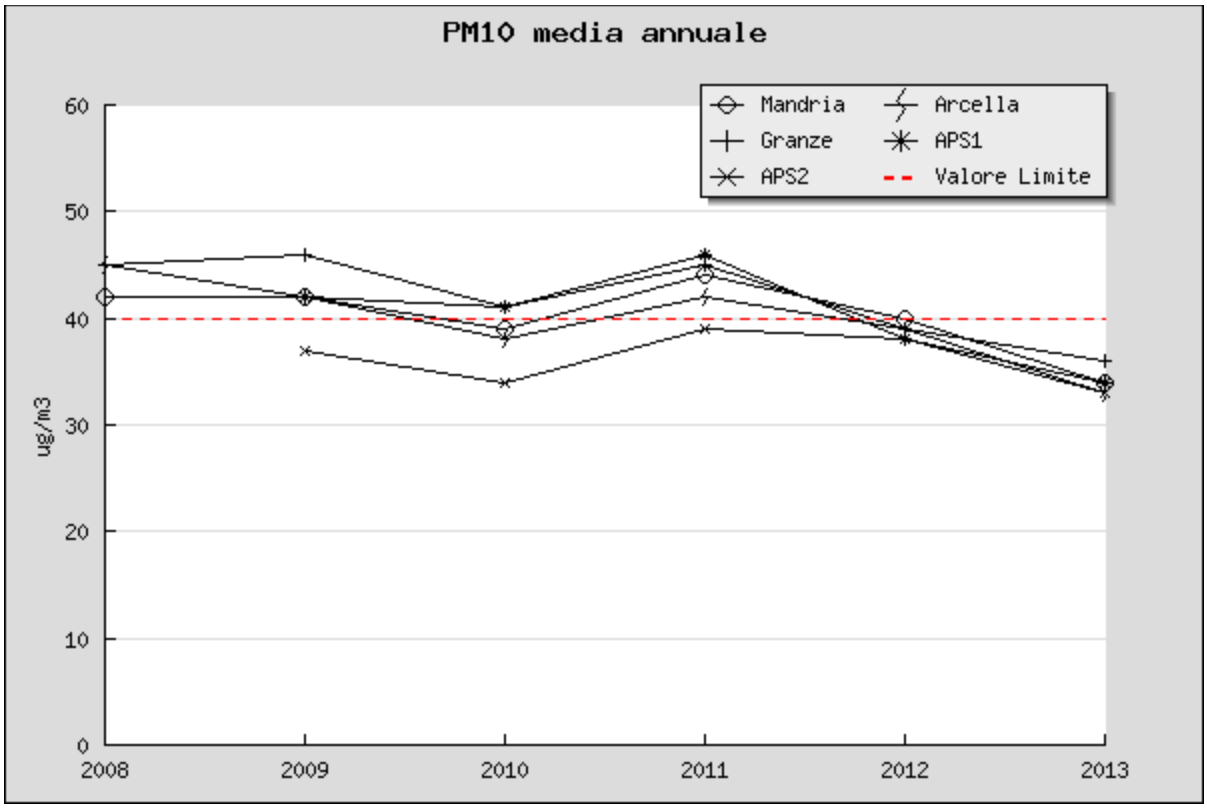


Figura 6. Media annuale del PM10 a confronto con il limite annuale di 40 µg/m^3.

3.7 Particolato PM 2.5

Il particolato PM2.5 è costituito dalla frazione delle polveri di diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm. Tale parametro ha acquisito negli ultimi anni una notevole importanza nella valutazione della qualità dell'aria, soprattutto in relazione agli aspetti sanitari legati a questa frazione di aerosol, in grado di giungere fino al tratto inferiore dell'apparato respiratorio (trachea e polmoni). Con l'emanazione del D.Lgs.155/2010 il PM2.5 si inserisce tra gli inquinanti per i quali è previsto un valore limite (25 µg/m3), calcolato come media annua, da raggiungere entro il 1° gennaio 2015. Inoltre, la Decisione 850/UE del 16 dicembre 2011, all'Allegato 1, punto 5, definisce in maniera univoca il margine di tolleranza da applicare al valore limite fino al 2015 e stabilito per il 2013 pari a 2 µg/m3. La concentrazione di 25 µg/m3 è stata fissata come valore obiettivo da raggiungere al 1° gennaio 2015. Nel grafico seguente sono riportate le medie annuali registrate nel 2013.

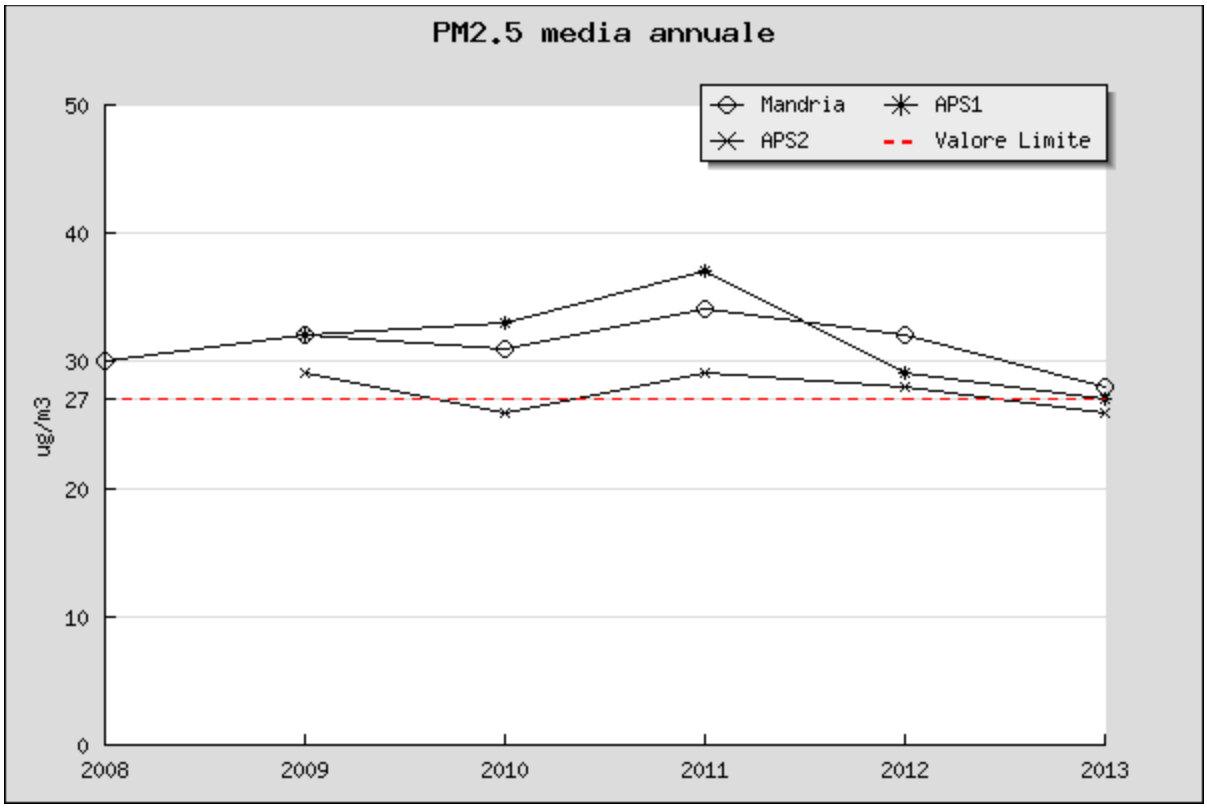


Figura 7. Media annuale del PM2.5 a confronto con valore limite (27 µg/m3) .

Il valore limite aumentato del margine di tolleranza viene superato a Mandria mentre le stazioni APS rilevano valori molto vicini al limite. Si può quindi affermare che il PM2.5 presenta una situazione di criticità piuttosto diffusa, almeno in ambito urbano. Tuttavia rispetto al 2012, come per il PM10, si osserva una diminuzione.

3.8 Benzene

Al 2013 l'unica stazione che misura il Benzene è quella di Mandria che ha rilevato una media annuale di 1.6 µg/m^3, sensibilmente inferiore al valore limite di 5.0 µg/m3. Dal 2008 il livello di questo inquinante si è stabilizzato su valori non preoccupanti.

3.9 Benzo(a)pirene

Il grafico di Figura 8 riporta le medie annuali di benzo(a)pirene determinate in laboratorio sul PM10. Presso tutte le stazioni si osserva il raggiungimento o il superamento del valore obiettivo di 1.0 ng/m3 stabilito dal D.Lgs. 155/2010. Rispetto al 2012 si nota però una diminuzione.

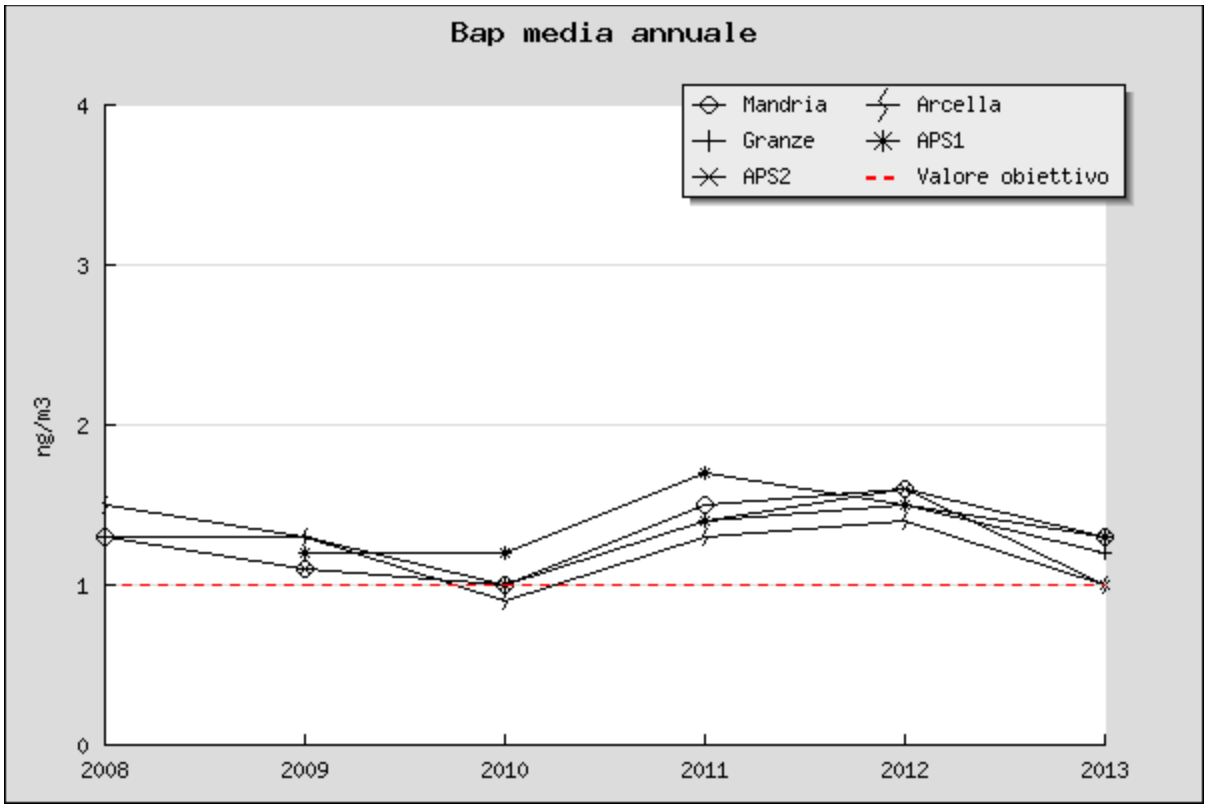


Figura 8. Media annuale del Benzo(a)pirene a confronto con il valore obiettivo.

Nonostante il calo, dovuto senz'altro anche alle condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli, il Bap si mantiene comunque su livelli che necessitano una sorveglianza continua.

3.10 Piombo ed elementi in tracce (Arsenico, Cadmio, Nichel e Mercurio)

Le concentrazioni medie rilevate presso le stazioni sono ampiamente inferiori al valore limite di 0.5 µg/m3 per il Piombo e ai valori obiettivo di 6, 20 e 5 ng/m3 rispettivamente per Arsenico, Nichel e Cadmio. Ormai da diversi anni questi inquinanti si mantengono su livelli sensibilmente inferiori ai rispettivi limiti.
Si precisa che per il mercurio il D.Lgs. 155/2010 prevede il monitoraggio, ma non stabilisce un valore obiettivo da rispettare; le concentrazioni medie annuali rilevate sono comunque state sempre inferiori al limite di rilevabilità di 1.0 ng/m^3.

4 Commento meteorologico

La concentrazione di inquinanti in atmosfera è fortemente influenzata dalle condizioni meteorologiche; alta pressione e assenza di vento favoriscono il ristagno e l'aumento delle concentrazioni, al contrario bassa pressione, con ventilazione e precipitazioni, favoriscono la dispersione e la rimozione degli inquinanti dall'aria con una conseguente diminuzione delle concentrazioni. Il 2013 è stato un anno molto piovoso nella prima parte; a confronto con i valori del periodo 2002-12, i mesi da gennaio a maggio del 2013 si posizionano infatti presso e oltre i massimi assoluti come quantità di precipitazione accumulata (Figura 9).

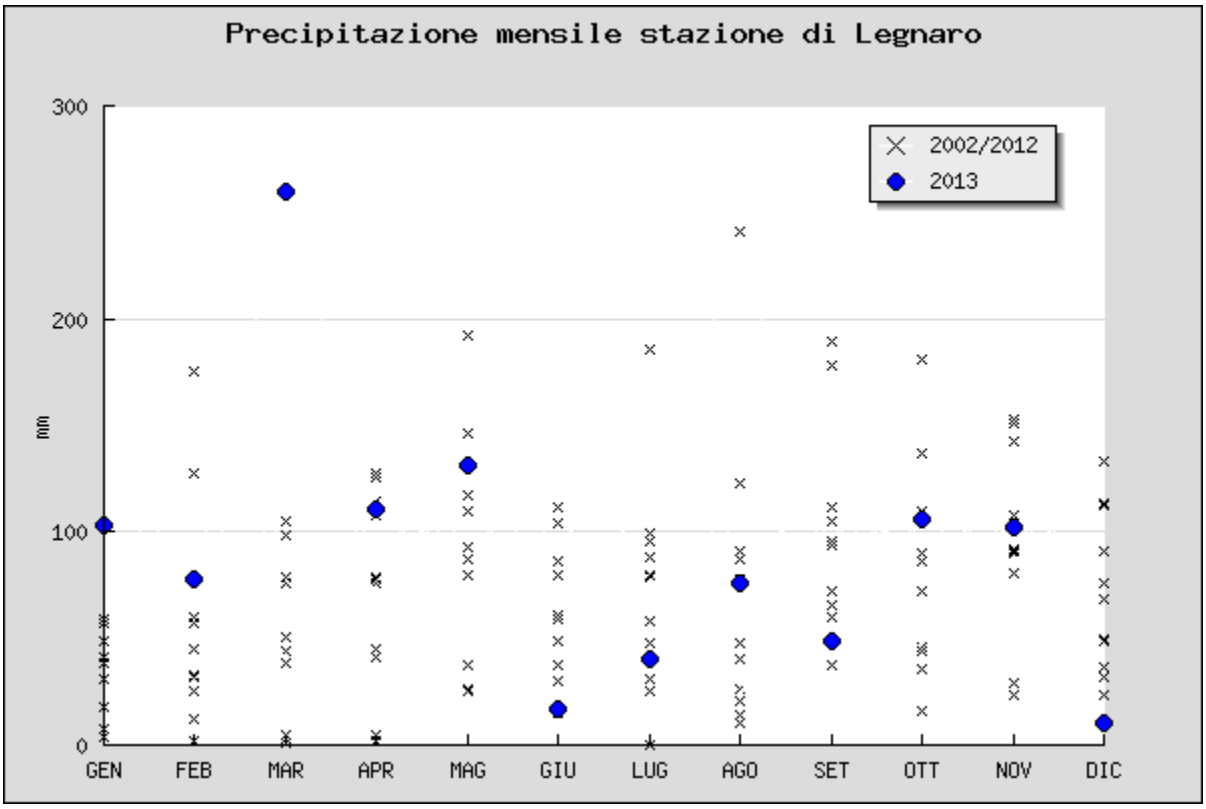
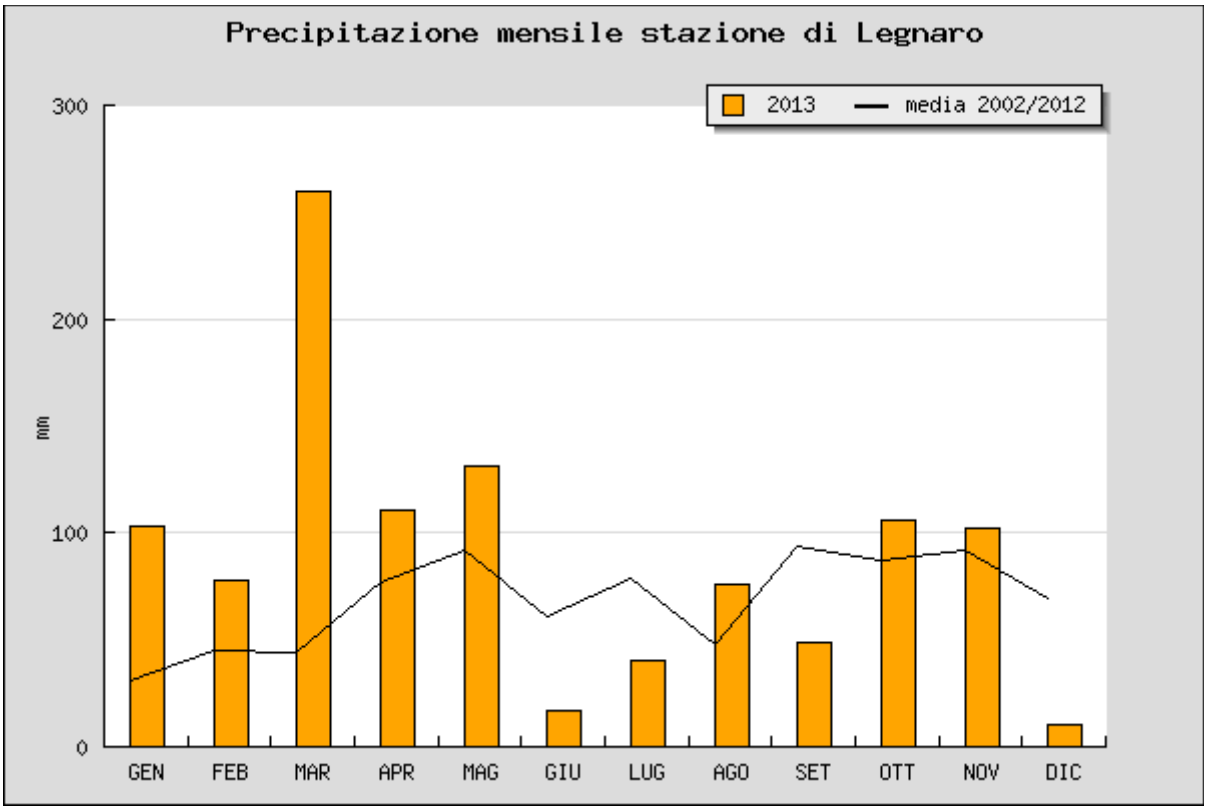


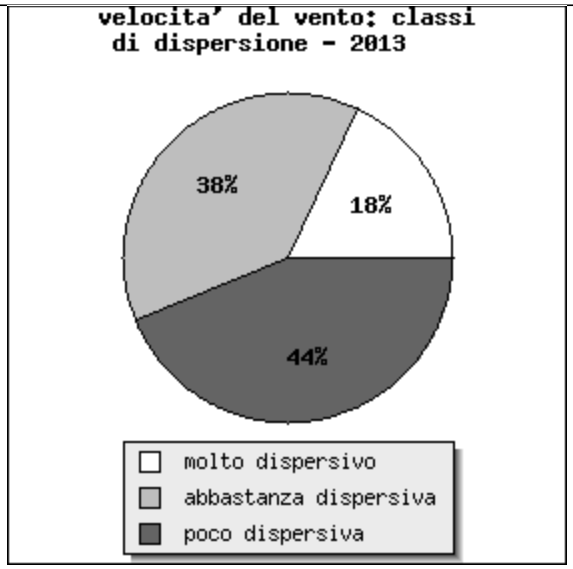
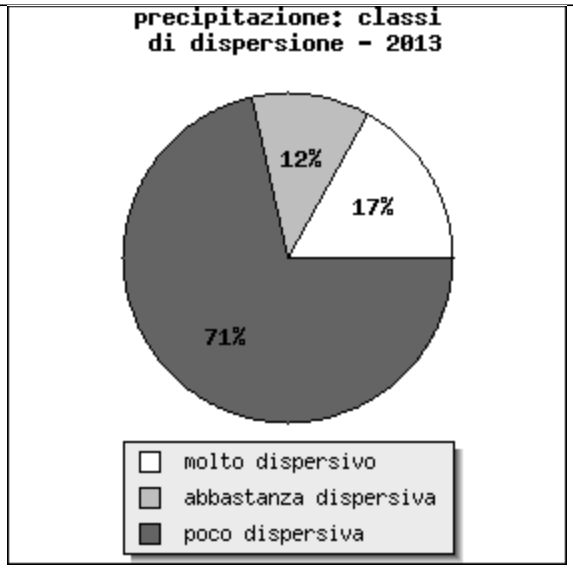
Figura 9 Precipitazione mensile: confronto tra il 2013 e il periodo 2002-2012 (dati della stazione meteorologica di Legnaro).



Dopo un giugno molto secco le precipitazioni si riportano nella norma, settembre risulta molto secco e infine nel mese di dicembre si registra il minimo assoluto di precipitazione.

Valutazione delle condizioni di dispersione

Come riportato nella "Relazione regionale della qualità dell'aria– Anno 2013: Commento Meteo Climatologico", la tendenza dell'atmosfera a disperdere e rimuovere gli inquinanti può essere descritta in termini di diagrammi che riportano la percentuale di giornate più o meno favorevoli in funzione della ventosità e della piovosità. Ogni diagramma circolare riporta la percentuale di giornate caratterizzate da diversi livelli di ventosità o piovosità. Come nella Relazione Regionale, le classi utilizzate per la classificazione sono tre per ognuno dei due parametri meteorologici: classe "poco dispersiva" (vento <= 1.5 m/s o pioggia <= 1 mm), classe "abbastanza dispersiva" (vento tra 1.5 e 3 m/s o pioggia tra 1 e 6 mm), classe "molto dispersiva" (vento > 3 m/s o pioggia > 6 mm). La figura seguente riporta i diagrammi del periodo più critico ai fini dell'inquinamento di PM10, ossia il periodo di sei mesi formato dal primo trimestre (gennaio-marzo) e dall'ultimo trimestre (ottobre-dicembre).

2013		

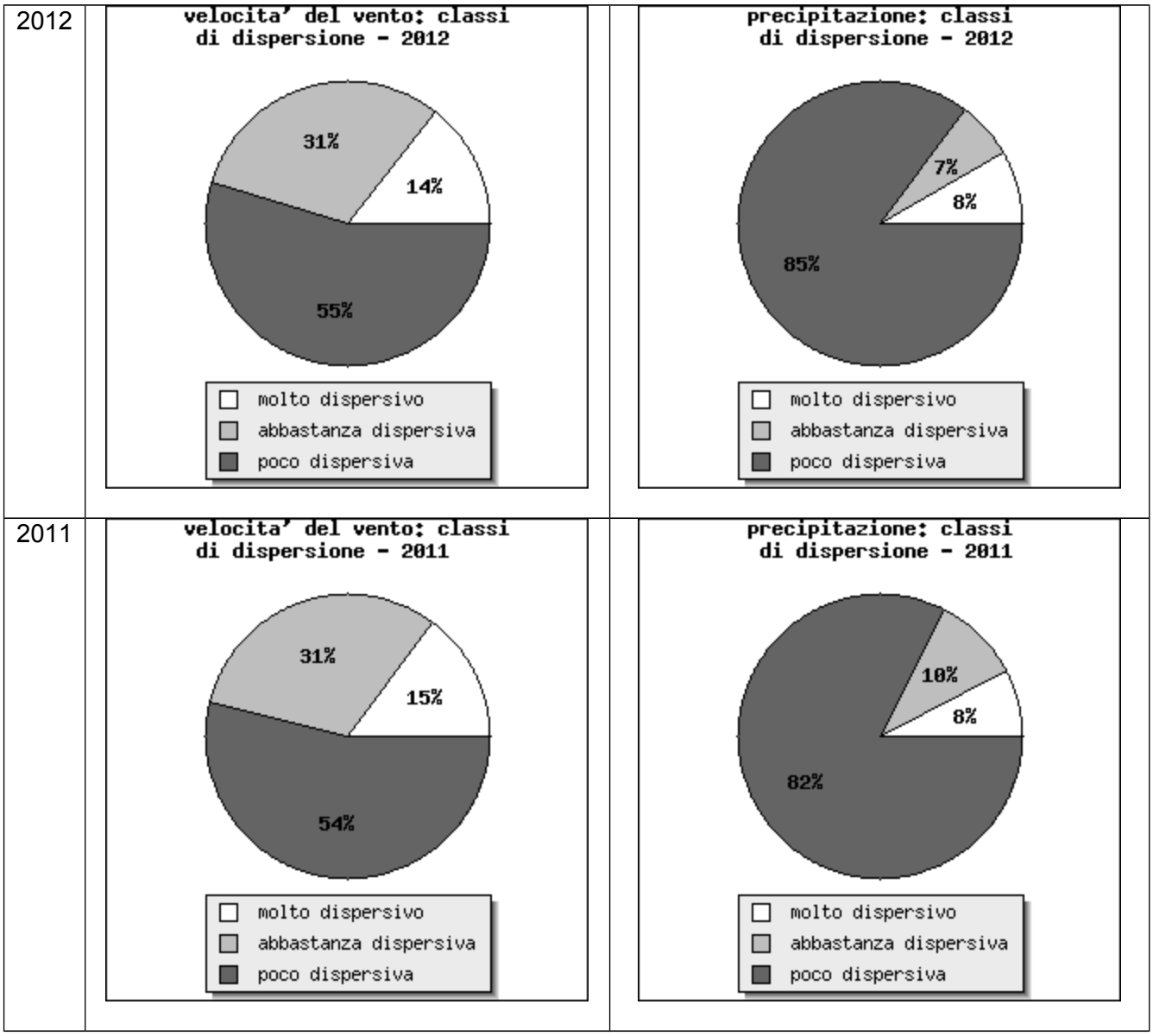
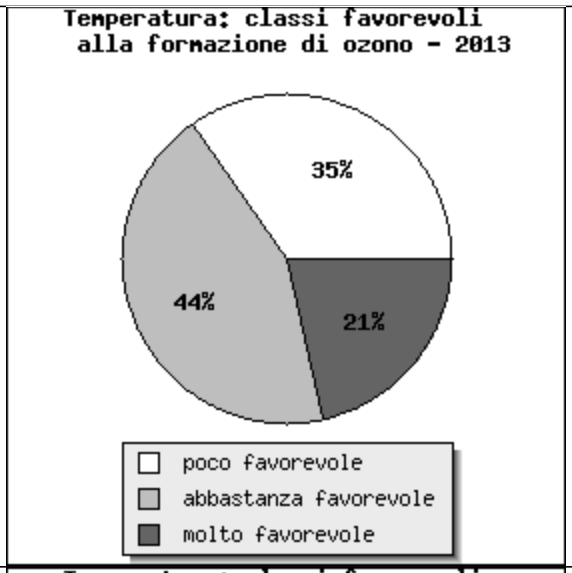


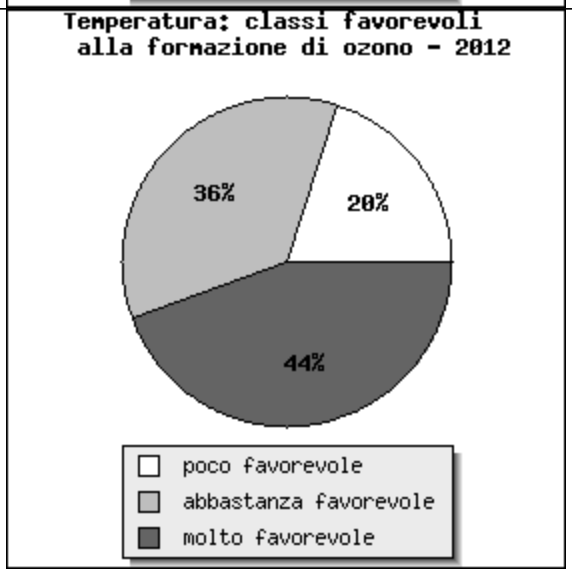
Figura 9: Diagrammi che illustrano la percentuale di condizioni più o meno favorevoli alla dispersione nel periodo più critico per gli anni 2011, 2012 e 2013 (dati della stazione meteorologica di Legnaro). A sinistra le classi di velocità media giornaliera del vento , a destra le classi della precipitazione giornaliera.

Il 2013 è l'anno con il maggiore numero di giorni piovosi e ventosi; la numerosità della classe "poco dispersiva" scende infatti dal 55% al 44% per il vento e dal 85% al 71% per la pioggia. L'andamento meteorologico spiega quindi, almeno in parte, la diminuzione osservata delle polveri e del benzo(a)pirene. Una valutazione analoga in termini di diagrammi circolari può essere effettuata per le concentrazioni di ozono in funzione della temperatura; in generale più la temperatura è elevata più è probabile la formazione di ozono. La figura seguente illustra i diagrammi relativi al periodo estivo degli anni 2011, 2012 e 2013 con la percentuale di giorni più o meno favorevoli alla formazione di ozono. Analogamente a quanto fatto nella Relazione Regionale già citata, le classi utilizzate sono: "poco favorevole" (temperatura massima <=28°C), "abbastanza favorevole" (28-32 °C) e "molto favorevole" (>32°C).

2013



2012



2011

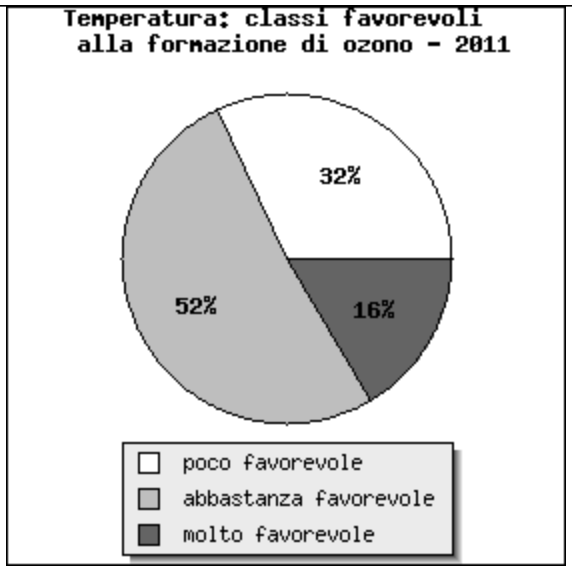


Figura 10. Diagrammi che illustrano la percentuale di condizioni più o meno favorevoli alla formazione di ozono nei mesi più critici per gli anni 2011, 2012 e 2013 (dati della stazione meteorologica di Legnaro).

Nel 2013 il numero di giornate con elevata temperatura è stato circa la metà rispetto all'anno precedente ed è all'incirca ai livelli del 2011. Occorre tuttavia sottolineare che nel processo di formazione di ozono intervengono numerose sostanze chimiche che interagiscono in modo complesso con la radiazione solare. L'aspetto legato alla temperatura è quindi solo uno tra quelli coinvolti nel processo.

5 Effetti sulla salute

Questo capitolo ha lo scopo di offrire una sintesi delle principali conoscenze riguardanti gli effetti sulla salute degli inquinanti atmosferici. Per maggiori approfondimenti si segnala il Quaderno edito dalla rivista Epidemiologia&Prevenzione: "Inquinamento Atmosferico e Salute Umana"che descrive in dettaglio l'esperienza del progetto EpiAir2.

Le emissioni di **biossido di zolfo (SO2)** di origine antropica, dovute prevalentemente all'utilizzo di combustibili solidi e liquidi, sono strettamente correlate al contenuto di zolfo, sia come impurezze, sia come costituenti nella formulazione molecolare del combustibile (olii). A causa dell'elevata solubilità in acqua SO_2 viene assorbito facilmente dalle mucose del naso e dal tratto superiore dell'apparato respiratorio (solo piccolissime quantità riescono a raggiungere la parte più profonda dei polmoni). Fra gli effetti acuti sono compresi un aumento delle secrezioni mucose, bronchite, tracheite, spasmi bronchiali e/o difficoltà respiratoria negli asmatici. Fra gli effetti a lungo termine sono da ricordare le alterazioni della funzionalità polmonare e l'aggravamento delle bronchiti croniche, dell'asma e dell'enfisema. I gruppi più sensibili sono costituiti dagli asmatici e dai bronchitici.

Gas incolore e inodore, il **monossido di carbonio (CO)**, viene prodotto dalla combustione incompleta delle sostanze contenenti carbonio. Le fonti antropiche sono costituite dagli scarichi delle automobili, dal trattamento e dallo smaltimento dei rifiuti, dalle industrie e dalle raffinerie di petrolio, dalle fonderie. CO raggiunge facilmente gli alveoli polmonari e il sangue dove compete con l'ossigeno per il legame con l'emoglobina (riducendo notevolmente la capacità di trasporto dell'ossigeno ai tessuti). Gli effetti sanitari sono essenzialmente riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare. I gruppi più sensibili sono gli individui con malattie cardiache e polmonari, gli anemici e le donne in stato di gravidanza.

L' **ozono (O3)** è un inquinante 'secondario' che si forma in seguito alle reazioni fotochimiche che coinvolgono inquinanti precursori prodotti dai processi di combustione (NO_x, idrocarburi, aldeidi). Le concentrazioni ambientali di O_3 tendono pertanto ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno. Nell'arco della giornata, i livelli di ozono risultano tipicamente bassi al mattino, raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare. Il bersaglio principale dell'ozono è l'apparato respiratorio.

Il **biossido di azoto (NO2)** è un gas caratterizzato ad alte concentrazioni da un odore pungente. Le fonti antropiche, rappresentate da tutte le reazioni di combustione, riguardano principalmente gli autoveicoli, le centrali termoelettriche e il riscaldamento domestico. Gli effetti acuti comprendono infiammazione delle mucose e diminuzione della funzionalità polmonare. Gli effetti a lungo termine includono l'aumento dell'incidenza delle malattie respiratorie e la maggiore suscettibilità alle infezioni polmonari batteriche e virali. I gruppi a maggior rischio sono costituiti dagli asmatici e dai bambini.

Le **polveri** sospese in atmosfera sono costituite da un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali) o secondaria (derivata da reazioni chimico-fisiche successive alla fase di emissione). Una caratterizzazione esauriente del particolato atmosferico si basa oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. Quelle di dimensioni inferiori a 10 μm hanno un tempo medio di vita (permanenza in aria) che varia da pochi giorni fino a diverse settimane e possono essere veicolate dalle correnti atmosferiche anche per lunghe distanze. La dimensione media delle particelle determina il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana, come illustra la seguente figura (dal rapporto "Air Quality and Health" - European Respiratory Society):

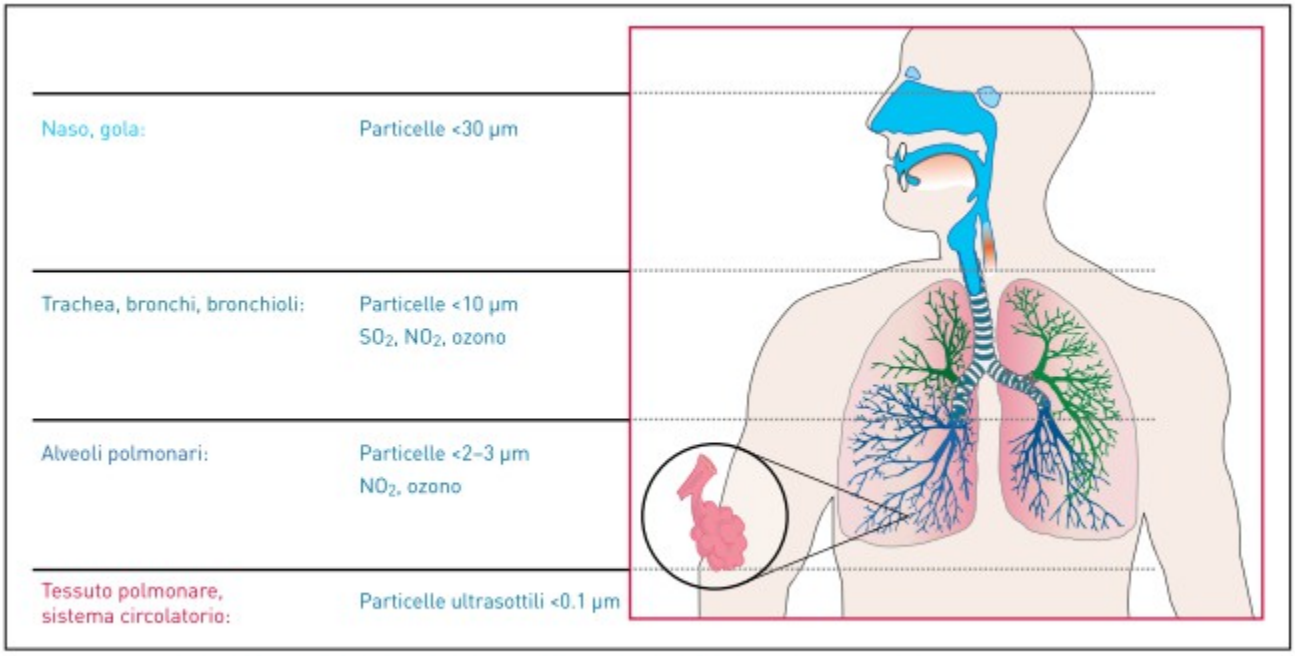


Figura A2.1. Profondità di penetrazione degli inquinanti nel tratto respiratorio

Il monitoraggio ambientale del particolato con diametro inferiore a 10 µm (PM_{10}) può essere considerato un indice della concentrazione di particelle in grado di penetrare nel torace (frazione inalabile). A sua volta il $PM_{2,5}$ (con diametro inferiore a 2.5 µm) rappresenta la frazione in grado di raggiungere la parte più profonda dei polmoni (frazione respirabile). Per valutare gli effetti sulla salute è, quindi, molto importante la determinazione delle dimensioni e della composizione chimica del particolato atmosferico. Le dimensioni determinano il grado di penetrazione all'interno del tratto respiratorio mentre le caratteristiche chimiche influenzano la capacità di reagire con altre sostanze inquinanti (quali ad esempio IPA, metalli pesanti, SO_2). Le polveri PM_{10} che si depositano nel tratto superiore o extratoracico (cavità nasali, faringe, laringe) possono causare effetti irritativi locali quali secchezza e infiammazione. Le polveri $PM_{2,5}$ che riescono a raggiungere la parte più profonda del polmone (bronchi e bronchioli) possono causare un aggravamento delle malattie respiratorie croniche (asma, bronchite ed enfisema). Le fonti antropiche di polveri atmosferiche sono rappresentate essenzialmente dalle attività industriali, dagli impianti di riscaldamento e dal traffico veicolare.
Gli **idrocarburi policiclici aromatici** (IPA) sono una classe di idrocarburi la cui composizione è data da due o più anelli benzenici condensati. La classe degli IPA è perciò costituita da un insieme piuttosto eterogeneo di sostanze, caratterizzate da differenti proprietà tossicologiche. Gli IPA sono composti persistenti, caratterizzati da un basso grado di idrosolubilità e da una elevata capacità di aderire al materiale organico; derivano principalmente dai processi di combustione incompleta dei combustibili fossili, e si ritrovano quindi nei gas di scarico degli autoveicoli e nelle emissioni degli impianti termici, delle centrali termoelettriche, degli inceneritori, ma non solo.
Gli idrocarburi policiclici aromatici sono molto spesso associati alle polveri sospese. In questo caso la dimensione delle particelle del particolato aerodisperso rappresenta il parametro principale che condiziona l'ingresso e la deposizione nell'apparato respiratorio e quindi la relativa tossicità. E' accertato il potere cancerogeno di tutti gli IPA e tra questi anche del **benzo(a)pirene** (BaP) a carico delle cellule del polmone (il BaP è inserito nel gruppo 1 della classificazione IARC -International Association of Research on Cancer- cioè tra le sostanze con accertato potere cancerogeno sull'uomo). Poiché è stato evidenziato che la relazione tra B(a)P e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di B(a)P viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.
Il **benzene (C_6H_6)** è un idrocarburo liquido, incolore e dotato di un odore caratteristico. In ambito urbano gli autoveicoli rappresentano la principale fonte di emissione: in particolare, circa l'85% è immesso nell'aria per combustione nei gas di scarico mentre il restante 15% per evaporazione del combustibile dal serbatoio e dal motore e durante le operazioni di rifornimento. L'intossicazione di tipo acuto dovuta a concentrazioni molto elevate è causa di effetti sul sistema nervoso centrale. Fra gli effetti a lungo termine sono note le interferenze sul processo emopoietico (produzione del sangue) e l'induzione della leucemia nei lavoratori maggiormente

esposti. Il benzene è stato inserito da International Agency for Research on Cancer (IARC) nel gruppo 1 cioè tra le sostanze che hanno un accertato potere cancerogeno sull'uomo.
Alla categoria dei **metalli pesanti** appartengono circa 70 elementi. Tra i più rilevanti da un punto di vista sanitario-ambientale quelli 'regolamentati' da una specifica normativa sono: il **piombo** (Pb), l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il nichel (Ni) e il mercurio (Hg). Le fonti antropiche responsabili dell'incremento della quantità naturale di metalli sono l'attività mineraria, le fonderie e le raffinerie, la produzione energetica, l'incenerimento dei rifiuti e l'attività agricola. I metalli pesanti sono diffusi in atmosfera con le polveri (le cui dimensioni e composizione chimica dipendono fortemente dalla tipologia della sorgente). La principale fonte di inquinamento atmosferico da piombo nelle aree urbane era un tempo costituita dagli scarichi dei veicoli alimentati con benzina 'rossa super' (il piombo tetraetile veniva usato come additivo antidetonante). Le altre fonti antropiche sono rappresentate dai processi di combustione, di estrazione e lavorazione dei minerali che contengono Pb, dalle fonderie, dalle industrie ceramiche e dagli inceneritori di rifiuti. I gruppi sensibili maggiormente a rischio sono i bambini e le donne in gravidanza.

6 Sintesi Conclusiva

L'anno 2013 è stato caratterizzato da livelli di inquinamento complessivamente inferiori a quelli del 2012, grazie alle condizioni meteorologiche particolarmente favorevoli della prima parte dell'anno. Biossido di zolfo e monossido di carbonio non hanno evidenziato nessun superamento dei valori limite e si confermano inquinanti non critici. Il particolato PM10 è diminuito ma il numero di superamenti del limite giornaliero rimane tuttavia superiore al limite di legge, mentre le medie annuali sono state inferiori al valore limite. Anche il PM2.5 è diminuito ma la media annuale è risultata comunque superiore al valore limite. Il biossido di azoto non ha subito apprezzabili variazioni rispetto al 2012 e risulta superiore al limite annuale solo nella stazione di traffico di Arcella, che ha registrato anche alcuni superamenti del limite orario. Per quanto riguarda l'ozono si registra una diminuzione dei superamenti della soglia di informazione, rispetto al 2012 e la soglia di allarme non è mai stata superata. Anche il Benzo(a)pirene è diminuito rispetto al 2012, ma è comunque risultato superiore o uguale al valore obiettivo presso tutte le stazioni. Il Benzene e i Metalli hanno confermato livelli ampiamente inferiori ai rispettivi valori limite. La tabella seguente sintetizza graficamente lo stato al 2013 e la tendenza valutata sugli ultimi anni per ogni inquinante monitorato, indipendentemente dalla stazione di misura. Rappresenta quindi una valutazione complessiva dell'inquinamento sul territorio comunale.

Indicatore di qualità dell'aria	**Giudizio**	**Tendenza**
Biossido di Zolfo (SO2)	☺	😐
Monossido di Carbonio (CO)	☺	😐
Ozono (O_3)	😐	😐
Biossido di azoto (NO_2)	😐	😐
*Polveri fini (PM_{10})**	☹	☺
Polveri fini ($PM_{2.5}$)	☹	😐
Benzo(a)pirene (IPA)	☹	😐
Benzene (C_6H_6)	☺	😐
Piombo (Pb)	☺	😐
Arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni), Mercurio (Hg)	☺	😐

**) il giudizio negativo dipende dal numero di superamenti del limite giornaliero, dato che la media annuale è risultata entro il limite.*

Legenda

Simbolo	Giudizio
☺	*Positivo/in miglioramento*
😐	*Intermedio/stazionario*
☹	*Negativo/in peggioramento*

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI PADOVA
Via Ospedale 22, 35121 Padova
tel.: 049 8227801 - fax: 049 8227810
e-mail: dappd@arpa.veneto.it