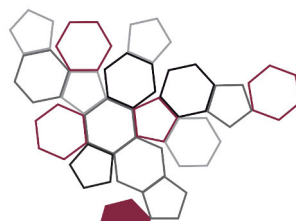




AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

U.O.C. - Struttura Territoriale di Ragusa
U.O.S. Monitoraggi

Viale Sicilia, 7 - 97100 Ragusa
Tel. 0932 234708 - Fax 0932 234722



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

RAPPORTO ANNUALE 2016 LA QUALITA' DELL'ARIA NEL COMUNE DI RAGUSA



Data di emissione: marzo 2017

a cura di:
Silvia Tormene
Responsabile U.O.S. Monitoraggi

Indice	pagina
1.0	Normativa di riferimento..... 3
2.0	Descrizione della rete di monitoraggio..... 6
3.0	Descrizione degli inquinanti..... 7
3.1	Biossido di Zolfo SO ₂ 7
3.2	Biossido di Azoto NO ₂ 7
3.3	Monossido di Carbonio CO..... 7
3.4	Ozono O ₃ 7
3.5	Metano CH ₄ ed Idrocarburi non metanici NMHC..... 7
3.6	Benzene C ₆ H ₆ 8
3.7	Particolato PM ₁₀ e PM _{2,5} 8
4.0	Elaborazione dei dati raccolti..... 9
4.1	Stazione Campo Atletica Petrulli RG01..... 10
4.2	Stazione Villa Archimede RG03..... 20
4.3	Stazione Marina di Ragusa RG05..... 32
5.0	Confronto tra i valori riscontrati nelle tre stazioni di monitoraggio..... 36
5.1	Biossido di zolfo (SO ₂)..... 36
5.2	Monossido di carbonio (CO)..... 36
5.3	Biossido d'azoto (NO ₂)..... 37
5.4	Ozono (O ₃)..... 37
5.5	Benzene (C ₆ H ₆)..... 38
5.6	Particolato PM ₁₀ e PM _{2,5} 39
5.7	Obiettivi per la qualità dei dati..... 41
6.0	Andamento e criticità al 2016 degli inquinanti monitorati..... 45
6.1	Biossido di zolfo (SO ₂)..... 45
6.2	Monossido di carbonio (CO)..... 46
6.3	Biossido d'azoto (NO ₂)..... 47
6.4	Ozono (O ₃)..... 49
6.5	Benzene (C ₆ H ₆)..... 51
6.6	Particolato (PM ₁₀ e PM _{2,5})..... 52
6.7	Piovosità..... 55
7.0	Valutazioni finali..... 56

1.0 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa vigente in materia di qualità dell'aria è rappresentata dal testo unico D.lgs. n. 155 del 13/08/2010, che istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione dell'aria ambiente. A tal fine il D.lgs. 155/2010 stabilisce i valori limite ed i valori obiettivo riportati nella sottostante tabella.

Tabella - Valori limite degli inquinanti atmosferici per la protezione della salute umana

Inquinante	Valore Limite	Periodo di mediazione	Legislazione
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite protezione salute umana, 10 mg/m ³	Max media giornaliera calcolata su 8 ore	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Biossido di Azoto (NO₂)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 18 volte per anno civile, 200 µg/m ³	1 ora	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m ³	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
	Soglia di allarme 400 µg/m ³	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.lgs. 155/2010 Allegato XII
Biossido di Zolfo (SO₂)	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile, 350 µg/m ³	1 ora	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile, 125 µg/m ³	24 ore	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
	Soglia di allarme 500 µg/m ³	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.lgs. 155/2010 Allegato XII
Particolato Fine (PM₁₀)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile, 50 µg/m ³	24 ore	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m ³	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Particolato Fine (PM_{2.5}) FASE I	Valore limite, da raggiungere entro il 1° gennaio 2015, 25 µg/m ³	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Particolato Fine (PM_{2.5}) FASE II	Valore limite, da raggiungere entro il 1° gennaio 2020, valore indicativo 20 µg/m ³	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Ozono (O₃)	Valore obiettivo per la protezione della salute umana, da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni, 120 µg/m ³	Max media 8 ore	D.lgs. 155/2010 Allegato VII
	Soglia di informazione, 180 µg/m ³	1 ora	D.lgs. 155/2010 Allegato XII
	Soglia di allarme, 240 µg/m ³	1 ora	D.lgs. 155/2010 Allegato XII
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, nell'arco di un anno civile.	Media max giorn.su 8 ore nell'arco di un anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato VII

	120 µg/m ³		
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari) come media su 5 anni: 18.000(µg/m ³ /h)	Da maggio a luglio	D.lgs. 155/2010 Allegato VII
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari) : 6.000(µg/m ³ /h)	Da maggio a luglio	D.lgs. 155/2010 Allegato VII
Benzene	Valore limite protezione salute umana, 5 µg/m ³	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo, 1 ng/m ³	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XIII
Piombo	Valore limite, µg/m ³ 0,5	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Arsenico	Valore obiettivo, ng/m ³ 6,0	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XIII
Cadmio	Valore obiettivo, ng/m ³ 5,0	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XIII
Nichel	Valore obiettivo, ng/m ³ 20,0	Anno civile	D.lgs. 155/2010 Allegato XIII

Livelli critici per la protezione della vegetazione

Inquinante	Livello critico annuale (anno civile)	Livello critico invernale (1° ottobre – 31 marzo)	Legislazione
Biossido di Zolfo (SO₂)	µg/m ³ 20	µg/m ³ 20	D.lgs. 155/2010 Allegato XI
Ossidi di Azoto (NO_x)	µg/m ³ 30	-----	D.lgs. 155/2010 Allegato XI

Ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente il D.lgs. 155/2010 fissa per i diversi parametri la **soglia di valutazione superiore (S.V.S.)** e la **soglia di valutazione inferiore (S.V.I.)** (Allegato II del D.lgs. 155/2010).

Il superamento delle soglie di valutazione superiore ed inferiore deve essere determinato in base alle concentrazioni degli inquinanti nell'aria ambiente nei cinque anni civili precedenti.

Il superamento si realizza se la soglia di valutazione è stata superata in almeno tre sui cinque anni civili precedenti.

ZONE E AGGLOMERATI IN CUI	MISURAZIONI IN SITI FISSI
LIVELLI INQUINANTI > S. V. S.	OBBLIGATORIE
S.V.I. < LIVELLI INQUINANTI < S.V.S.	OBBLIGATORIE MA POSSONO ESSERE COMBinate CON TECNICHE DI MODELLIZZAZIONE
LIVELLI INQUINANTI < S.V.I.	SONO SUFFICIENTI TECNICHE DI MODELLIZZAZIONE O DI STIMA OBIETTIVA

Si applicano le seguenti soglie di valutazione (si riportano solo quelle relative agli inquinanti da noi attualmente monitorati):

SO2	Protezione salute umana	Protezione vegetazione
S.V.S.	60% del valore limite sulle 24 ore (75 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile)	60% del livello critico invernale (12 µg/m³)
S.V.I.	40% del valore limite sulle 24 ore (50 µg/m³ da non superare più di 3 volte per anno civile)	40% del livello critico invernale (8 µg/m³)

NO2	Protezione della salute umana	
S.V.S.	70% del valore limite orario (140 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile)	80% del valore limite annuale (32 µg/m³)
S.V.I.	50% del valore limite orario (100 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile)	65% del valore limite annuale (26 µg/m³)

PM₁₀ e PM_{2,5}	Media su 24 ore PM ₁₀	Media annuale PM ₁₀	Media annuale PM _{2,5}
S.V.S.	70% del valore limite (35 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile)	70% del valore limite (28 µg/m³)	70% del valore limite (17 µg/m³)
S.V.I.	50% del valore limite (25 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile)	50% del valore limite (20 µg/m³)	50% del valore limite (12 µg/m³)

C₆H₆	Media su 8 ore
S.V.S.	70% del valore limite (3.5 µg/m³)
S.V.I.	40% del valore limite (2 µg/m³)

CO	Media su 8 ore
S.V.S.	70% del valore limite (7 mg/m³)
S.V.I.	50% del valore limite (5 mg/m³)

2.0 DESCRIZIONE DELLA RETE DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito l'elenco degli analizzatori chimici e dei sensori meteo installati nelle 3 stazioni di monitoraggio per il rilevamento della qualità dell'aria.

RG01 CAMPO DI ATLETICA	RG03 VILLA ARCHIMEDE	RG05 MARINA DI RAGUSA
Stazione di fondo suburbana	Stazione di fondo urbana	Stazione di fondo suburbana
Ossidi di azoto NO- NO₂-NO_x	Ossidi di azoto NO- NO₂-NO_x	Ossidi di azoto NO- NO₂-NO_x
	Biossido di Zolfo SO₂	
	Monossido Carbonio CO	Monossido Carbonio CO
Idrocarburi non Metanici NMHC	Idrocarburi non Metanici NMHC	Idrocarburi non Metanici NMHC
	Benzene C₆H₆ (settembre 2013)	
Polveri PM₁₀ PM_{2,5} (nov. 2012)	Polveri PM₁₀	Polveri PM₁₀
Ozono O₃	Ozono O₃	
Radiazioni Solari U.V.	Radiazioni Solari U.V.	
Pluvio	Pluvio	
Direzione Vento	Direzione Vento	
Velocità Vento	Velocità Vento	
Umidità Relativa	Umidità Relativa	
Pressione	Pressione	
Temperatura	Temperatura	



RG01 CAMPO D'ATLETICA



RG03 VILLA ARCHIMEDE



RG05 MARINA DI RAGUSA

3.0 DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI

3.1 Biossido di Zolfo SO_2

È un gas incolore dall'odore pungente, tossico. Si forma con la combustione di carbone, gasolio, olio. In città il biossido di zolfo proviene principalmente dai gas di scarico dei veicoli a motore, dagli impianti termici a gasolio e a carbone, dalle emissioni delle industrie.

- **Effetti sulla salute:** irritante per gli occhi e per le vie respiratorie.
- **Effetti sull'ambiente:** il biossido di zolfo è il principale responsabile delle piogge acide.

3.2 Biossido di Azoto NO_2

È un gas di colore rosso scuro, di odore pungente e soffocante, altamente tossico e forte ossidante. Si forma per effetto naturale ed antropico, sia dai processi di combustione, sia dai fertilizzanti azotati.

- **Effetti sulla salute:** è altamente tossico. Irritante per le vie respiratorie e per gli occhi. Può provocare edema polmonare e problemi al sangue. Se inalato, in dosi elevate è letale.
- **Effetti sull'ambiente:** favorisce il formarsi delle piogge acide che danneggiano boschi e monumenti, genera smog fotochimico, corrode ed eutrofizza.

3.3 Monossido di Carbonio CO

È un gas incolore e inodore infiammabile, e molto tossico. Si sviluppa con la combustione incompleta di carburanti e combustibili. In città, il monossido di carbonio proviene principalmente dai gas di scarico dei veicoli con motore a idrocarburi, dagli impianti di riscaldamento, e dagli scarichi industriali.

- **Effetti sulla salute:** altamente tossico. Se respirato, il monossido di carbonio impedisce l'ossigenazione del sangue provocando mal di testa, problemi di respirazione, senso di debolezza. Se inalato, in grande quantità è letale. La sua pericolosità è dovuta alla formazione con l'emoglobina del sangue di un composto fisiologicamente inattivo, la **carbossi-emoglobina**, che impedisce l'ossigenazione dei tessuti.
- **Effetti sull'ambiente:** il monossido di carbonio è uno dei gas responsabili dell'effetto serra.

3.4 Ozono O_3

L'ozono presente negli strati inferiori dell'atmosfera è un inquinante secondario, formato da reazioni fotochimiche (indotte dalla luce ultravioletta) che coinvolgono gli ossidi di azoto e i composti organici volatili. L'ozono presente negli strati superiori dell'atmosfera (stratosfera), aiuta a ridurre l'ammontare di radiazioni ultraviolette che raggiungono la superficie terrestre. Tuttavia l'ozono presente nella bassa atmosfera è un gas irritante e può causare problemi alla respirazione.

- **Effetti sulla salute:** l'ozono è dannoso per l'uomo e le altre specie animali in quanto è un irritante polmonare. Causa diversi problemi respiratori, riduce le funzioni dei polmoni e aumenta la vulnerabilità dell'organismo nei confronti delle infezioni dell'apparato respiratorio.
- **Effetti sull'ambiente:** come costituente dello smog fotochimico è tossico non solo per gli esseri umani, ma anche per animali e vegetali.

3.5 Metano CH_4 ed Idrocarburi non metanici NMHC

Il metano, oltre a non essere tossico, è normalmente presente nell'aria e quindi non viene classificato come inquinante. Con la dizione "idrocarburi non metanici" si intende indicare tutti gli idrocarburi presenti nell'aria ad esclusione del metano. Esistono decine di migliaia di composti organici noti ed usati dall'industria che possiamo ritrovare nell'aria sotto forma di gas o vapore. Non è chiaramente possibile descrivere sommariamente questa classe di composti, però generalmente nell'aria inquinata da idrocarburi non metanici troviamo le benzine e i solventi usati nell'industria.

Nell'aria è presente un fondo naturale di idrocarburi costituiti principalmente da metano, ma anche da idrocarburi non metanici.

- **Effetti sulla salute:** dipendono dal tipo di idrocarburi presenti. Gli alcani presenti nelle benzine sono poco o per niente tossici. Sono tossici e/o cancerogeni buona parte degli idrocarburi aromatici. Lo stesso dicasi per i composti organo-clorurati usati come pesticidi o come base dei polimeri industriali.
- **Effetti sull'ambiente:** gli idrocarburi non metanici hanno una spiccata tendenza a reagire, in presenza di luce, con gli ossidi d'azoto e con l'ossigeno per dare origine allo smog fotochimico. (tanto che il limite riportato dal DPCM 28/03/1983 non aveva un significato sanitario, ma doveva essere considerato un riferimento da non superare per limitare il fenomeno dello smog fotochimico e contenere la produzione di ozono).
Il metano invece è fotochimicamente inerte e non partecipa quindi ai cicli di reazioni radicaliche in cui sono coinvolti gli altri idrocarburi nei fenomeni di formazione dello smog fotochimico.

3.6 Benzene C₆H₆

Il benzene è un idrocarburo aromatico, tipico costituente delle benzine. Gli autoveicoli rappresentano quindi la principale fonte di emissione: in particolare circa l'85% è immesso nell'aria con i gas di scarico, mentre il 15% per evaporazione del combustibile e durante le operazioni di rifornimento. La concentrazione in aria ambiente nell'arco della giornata è collegata principalmente ai flussi di traffico presenti.

- **Effetti sulla salute:** l'inalazione di un tasso molto elevato di benzene può portare al decesso. Dei tassi più bassi possono generare sonnolenza, vertigini, tachicardia, mal di testa, tremori, stato confusionale o perdita di conoscenza. Il benzene, oltre che essere una sostanza tossica, è anche stato classificato dall'IARC come agente cancerogeno del gruppo I.
- **Effetti sull'ambiente:** le emissioni di benzene sono correlate principalmente alla percentuale di composti aromatici presenti nelle benzine. Per contenere le emissioni di benzene possono essere adottate misure preventive sia durante i processi industriali di raffinazione dei combustibili liquidi che nelle tecnologie di contenimento di tali emissioni allo scarico dei veicoli automobilistici.

3.7 Particolato PM₁₀ e PM_{2,5}

Le polveri sospese in atmosfera sono costituite da un insieme estremamente eterogeneo di sostanze la cui origine può essere primaria (emesse come tali: processi di erosione, attività estrattive, edilizie, ecc.) o secondaria (derivate da una serie di reazioni fisiche e chimiche). Una caratterizzazione esauriente del particolato sospeso si basa, oltre che sulla misura della concentrazione e l'identificazione delle specie chimiche coinvolte, anche sulla valutazione della dimensione media delle particelle. La dimensione media delle particelle determina il tempo medio di permanenza in aria, il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana.

Nel particolato sono presenti inquinanti come gli idrocarburi policiclici aromatici (benzene, benzo(a)pirene, ecc.), metalli (cromo, nichel, cadmio) e minerali (silice, asbesto) che, facilmente, vengono trasportati nell'aria. In città il particolato si diffonde nell'aria principalmente dai veicoli, in particolare dai gas di scarico e dall'usura di freni e pneumatici.

- **Effetti sulla salute:** Una delle principali espressioni di tossicità conseguente all'esposizione ripetuta per via inalatoria a polveri ultrafini è riferita al tratto respiratorio. Recenti studi hanno dimostrato anche l'associazione tra i livelli di particolato ambientale (misurati per lo più come PM10 o PM2.5) e l'aumentata mortalità e morbosità cardiovascolare. Le polveri sottili trasportano anche virus e batteri.
- **Effetti sull'ambiente:** Il particolato atmosferico ha effetti nella propagazione e nell'assorbimento delle radiazioni solari, sulla visibilità atmosferica e nei processi di condensazione del vapore acqueo (favorendo smog e nebbie).

4.0 ELABORAZIONE DEI DATI RACCOLTI

L'unità di acquisizione dati, ha raccolto ed elaborato i valori istantanei rilevati dagli analizzatori chimici, calcolando le medie orarie. Tali medie sono state successivamente validate tenendo conto dei risultati della calibrazione e della loro congruenza con i dati meteo (velocità del vento, piovosità).

Si riportano di seguito per ciascuna stazione e per ciascun parametro monitorato i grafici rappresentanti il confronto tra i dati registrati (massimo orario - massima media 8 ore giornaliera - media giornaliera) ed i rispettivi limiti di legge.

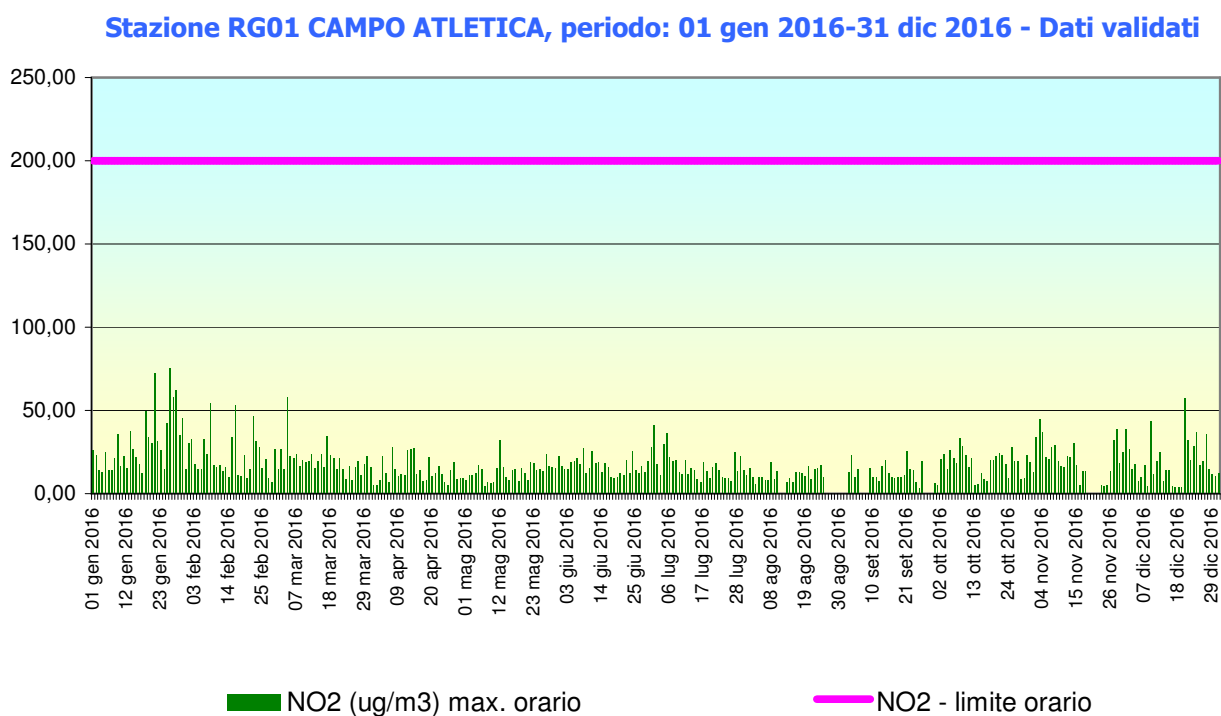
Successivamente sono stati messi a confronto i valori riscontrati nelle diverse stazioni di monitoraggio, sia per quanto riguarda il numero di superamenti relativi a ciascun parametro nell'arco dell'anno di riferimento, che per quanto riguarda le medie annuali ed i rispettivi limiti di legge.

Infine sono stati messi a confronto i dati registrati dal 2009 al 2016, in modo da evidenziare l'andamento temporale degli inquinanti ed effettuare delle valutazioni di tendenza sul lungo periodo.

4.1 - STAZIONE CAMPO D'ATLETICA PETRULLI (RG01)



Biossido di azoto NO₂
- Valore limite orario per la protezione della salute umana -



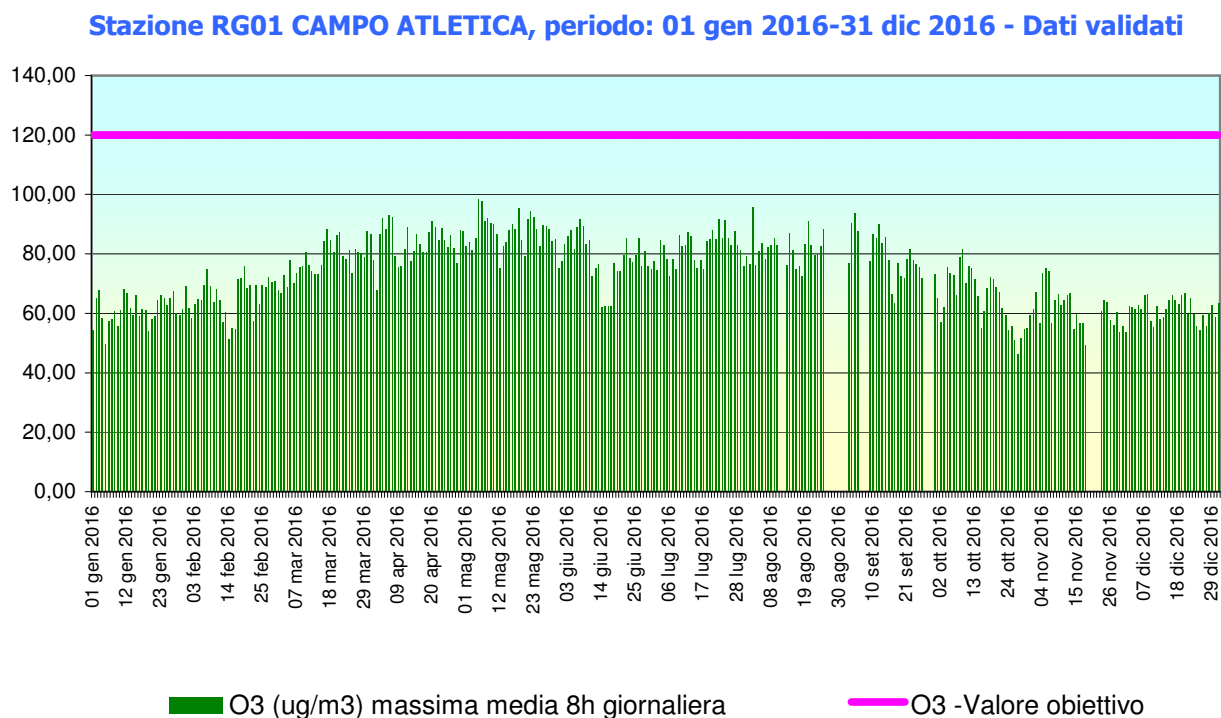
Dall'elaborazione dei dati validati del biossido d'azoto non si rilevano superamenti del valore limite di 200 µg/m³.

I valori di massima media oraria si collocano al di sotto della **soglia di valutazione inferiore** per la protezione della salute umana corrispondente al 50% del valore limite orario (100 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile) (Allegato II del D.lgs. 155/2010).

La **media annuale** è pari a 6,9 µg/m³, a fronte di un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³ NO₂, tale valore viene a collocarsi al di sotto della soglia di valutazione inferiore per la protezione della salute umana (65% del valore limite annuale, cioè 26 µg/m³).

La **percentuale di dati validi** dell'anno 2016 è del 95%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90%, è stato raggiunto.

Ozono O₃
-Obiettivo a lungo termine e Valore bersaglio per la protezione della salute umana –

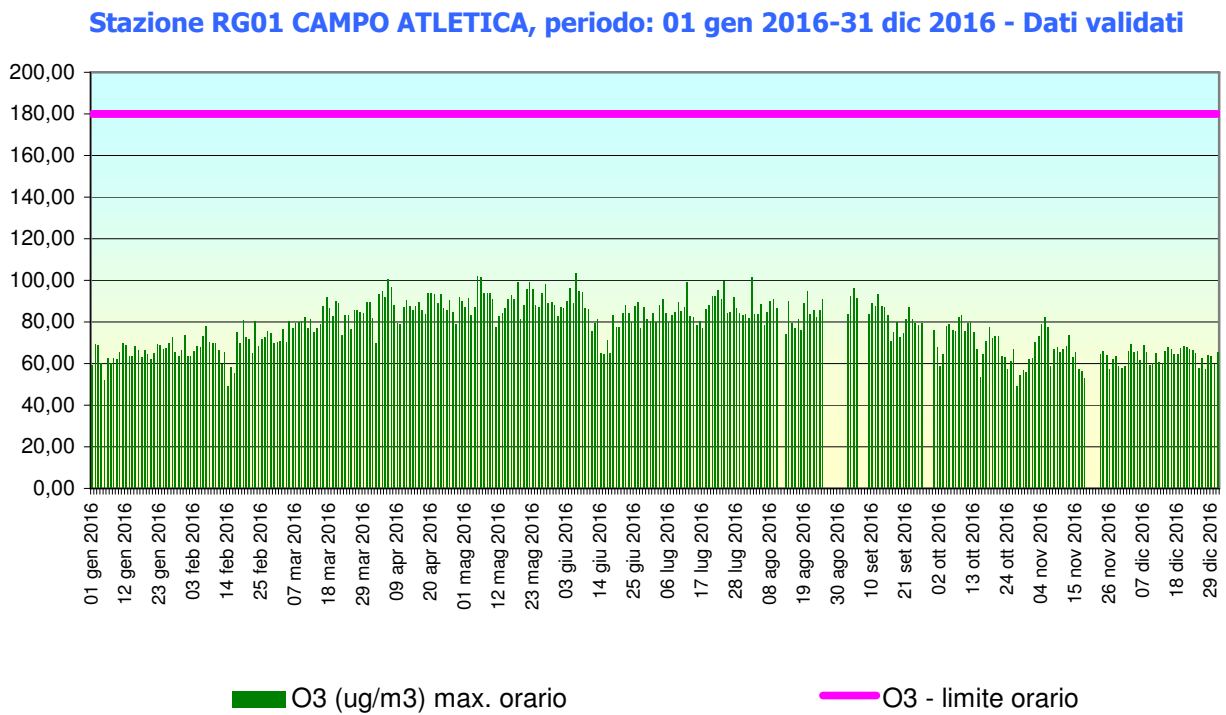


Dall'elaborazione dei dati validati dell'O₃ non si rilevano superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana, da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni.

L'**obiettivo a lungo termine** per la protezione della salute umana, calcolato come media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile risulta essere pari a 74 µg/m³, a fronte di un limite di 120 µg/m³.

La **percentuale di dati validi** dell'anno 2016 è pari a 95%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90%, è stato raggiunto.

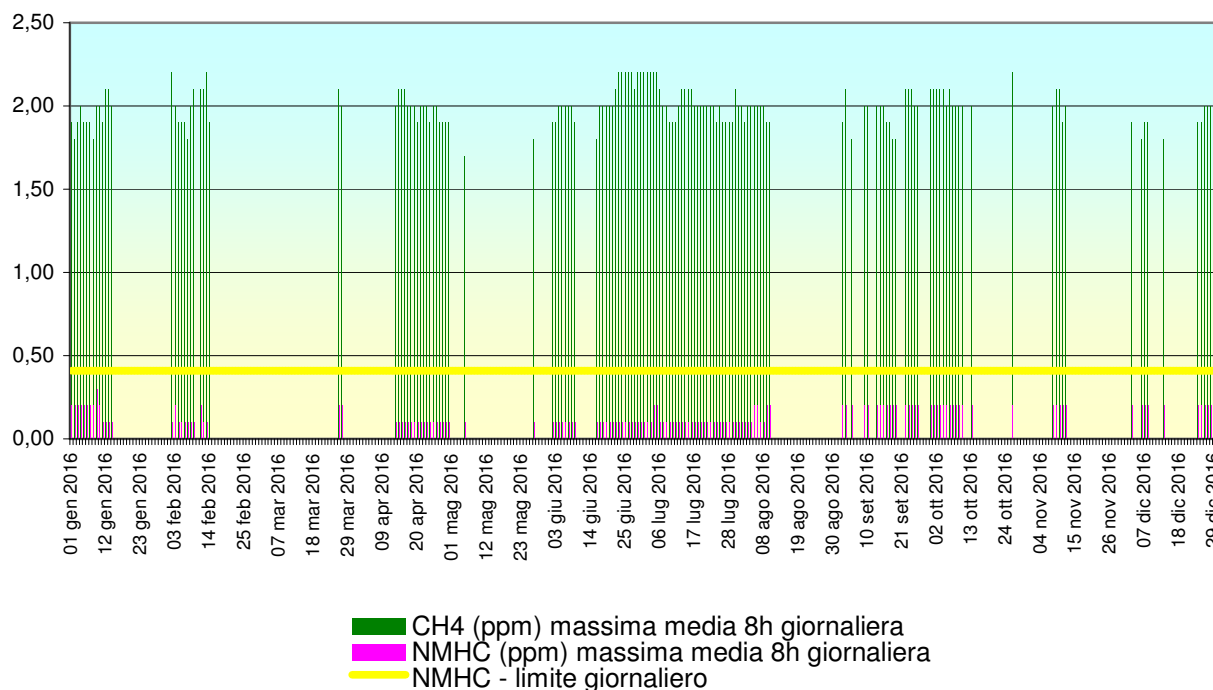
Ozono O₃ - Soglia di informazione e soglia di allarme -



Durante l'anno 2016 non si è riscontrato alcun superamento né della soglia di allarme di $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, né della soglia di informazione di $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Allegato XII del D.lgs. 155/2010).

Idrocarburi non metanici (NMHC) e metano (CH4)

Stazione RG01 CAMPO ATLETICA, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati



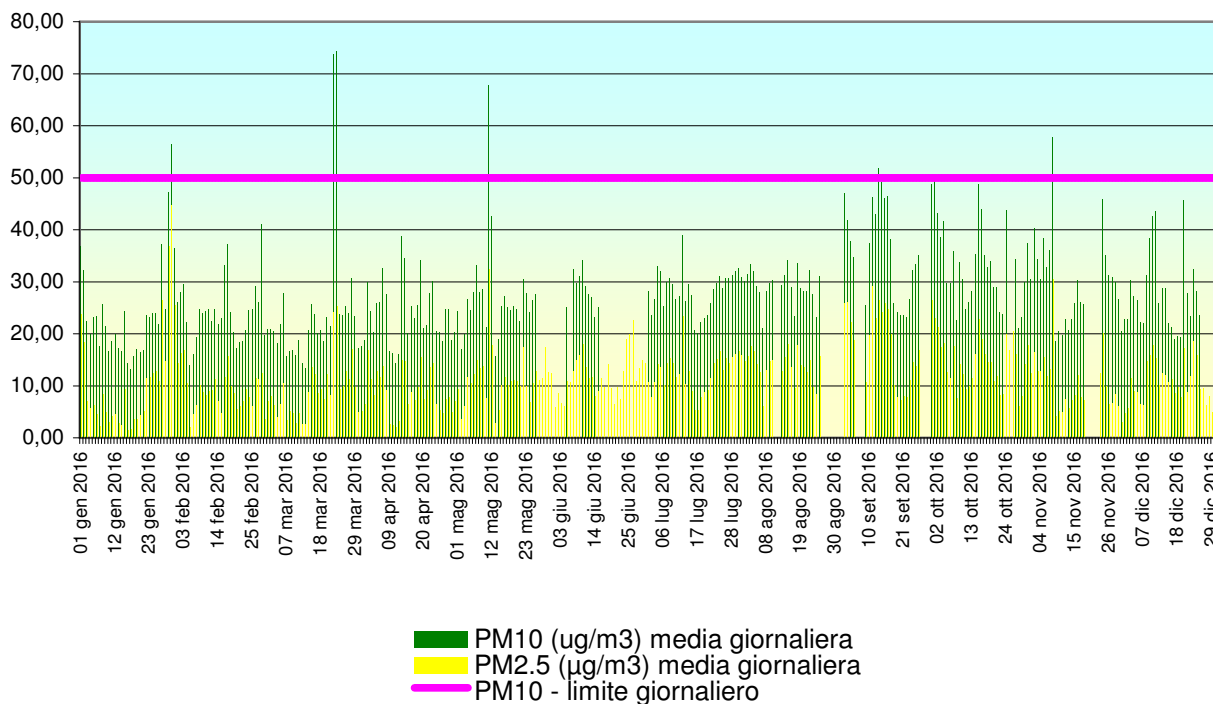
Indicativamente si rappresentano in grafico i dati relativi agli idrocarburi metanici e non metanici, il cui limite riportato dal DPCM 28/03/1983, ora non più in vigore, è rappresentato dalla linea gialla (N.B. i valori sono espressi in ppm e non in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La **percentuale di dati validi** è pari a 43%.

I livelli di NMHC rilevati durante l'anno 2016 sono risultati di media entità (media annuale 0,14 ppm).

Particolato PM₁₀ e PM_{2.5}
PM₁₀ - Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana –

Stazione RG01 CAMPO ATLETICA, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati



Dall'elaborazione dei dati validati del PM₁₀ si rilevano sei superamenti del valore limite pari a 50 µg/m³:

Data	PM10 µg/m ³
30 gen 2016	56,4
22 mar 2016	73,6
23 mar 2016	74,3
11 mag 2016	67,7
13 set 2016	51,8
08 nov 2016	57,7

Nel 2016 le medie giornaliere hanno superato per 43 volte la **soglia di valutazione superiore** per la protezione della salute umana (35 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile - Allegato II del D.lgs. 155/2010). Tale superamento si realizza solo se la soglia di valutazione è stata superata in almeno tre dei cinque anni civili precedenti:

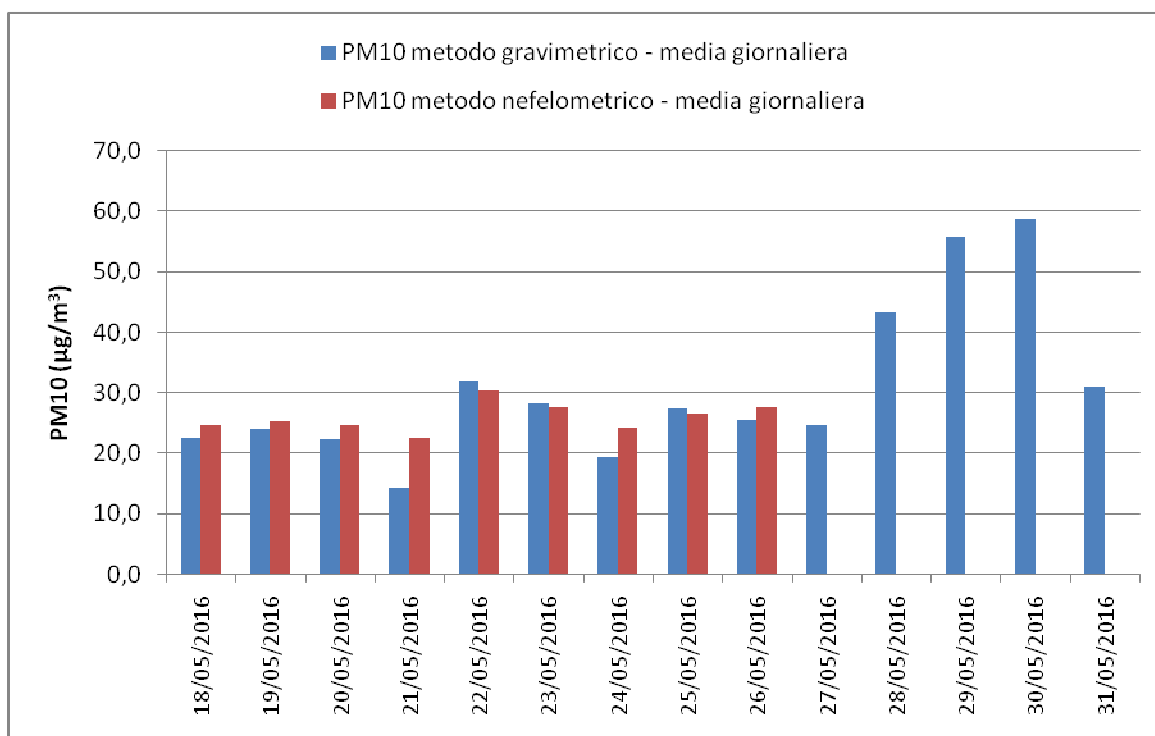
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Superamento S.V.S. PM10 RG01	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI

La **media annuale** è pari a $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di un valore limite annuale di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} . Il valore coincide con la soglia di valutazione superiore pari a $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La **percentuale di dati validi** dell'anno 2016 è dell'86%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90%, non è stato raggiunto.

Nel mese di maggio, presso la stazione RG01 Campo d'Atletica, è stata condotta una campagna di misure al fine di confrontare i valori di PM_{10} letti dallo strumento in dotazione, l'LSPM10, basato sul principio di "light scattering" e indicato nel grafico sottostante come metodo nefelometrico, con quelli misurati gravimetricamente (metodo di riferimento).

Grafico 1: Campagna di misure di PM_{10} del periodo 18–31 maggio 2016:



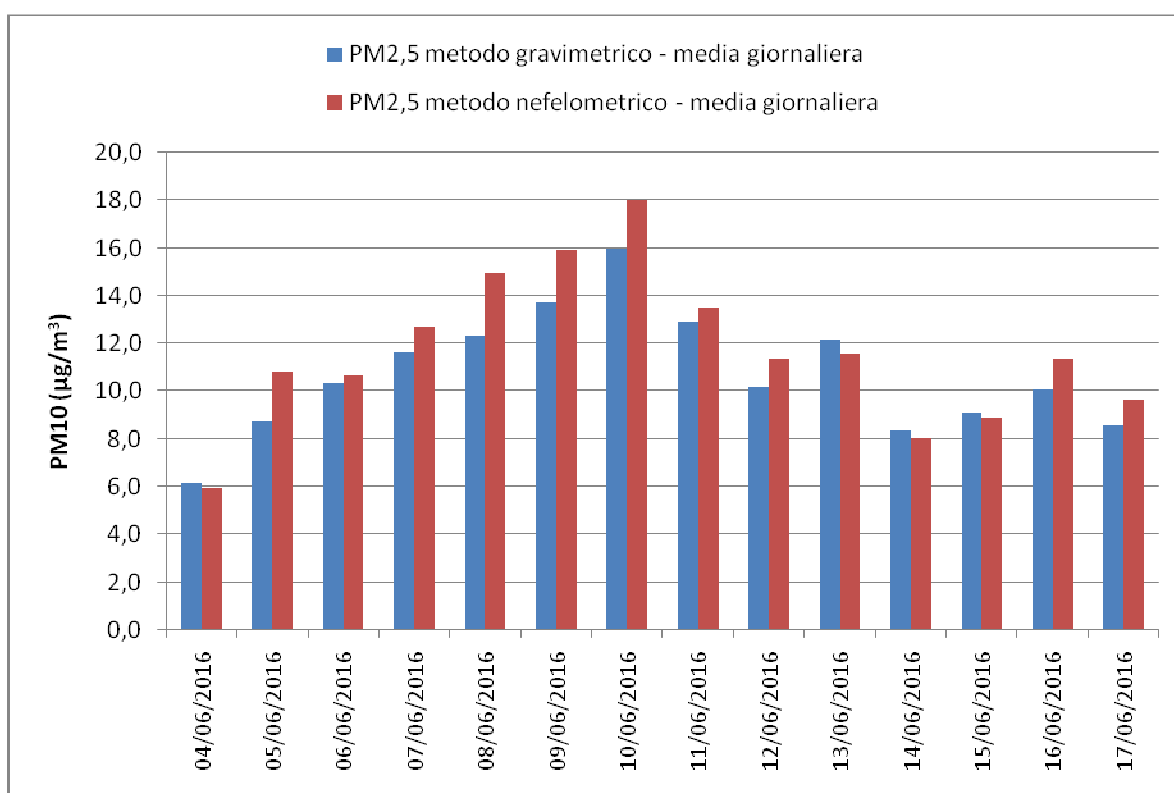
Tale campagna ha consentito di ottenere un coefficiente di correlazione lineare R^2 tra le due serie di misure pari a **0,90** (misure effettuate tra il 18 ed il 26 maggio, in quanto dal 27 maggio l'LSPM10 non ha registrato un numero sufficiente di dati validi).

Dall'elaborazione dei dati validati del PM_{2,5} si rileva una **media annuale** pari a 11,6 µg/m³ a fronte di un valore limite annuale di 25 µg/m³. Tale valore si colloca al limite della soglia di valutazione inferiore, corrispondente a 12 µg/m³ (pari al 50% del valore limite annuale).

La **percentuale di dati validi** dell'anno 2016 è del 95%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo è stato raggiunto.

Così come fatto per il PM₁₀, anche per il PM_{2,5} è stata condotta una campagna di misure al fine di confrontare i valori di PM_{2,5} letti dall' LSPM₁₀ con quelli misurati gravimetricamente.

Grafico 2: Campagna di misure di PM_{2,5} del periodo 4–17 giugno 2016



Tale campagna ha consentito di ottenere un coefficiente di correlazione lineare **R²** tra le due serie di misure pari a **0,92**.

Si deve peraltro precisare che gli analizzatori di PM₁₀ e PM_{2,5}, in dotazione alle Centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria del Comune di Ragusa, sono privi della certificazione di equivalenza necessaria quando si utilizzano dei metodi di misura diversi da quelli di riferimento, ai fini dell'applicazione del D.Lgs. 155/2010.

Le verifiche strumentali con il campionatore gravimetrico mostrano una buona correlazione tra i due metodi di misura. Comunque, i valori di PM₁₀ e PM_{2,5} registrati con gli analizzatori nefelometrici in dotazione alle cabine, devono essere considerati solo indicativi di un andamento.

Report meteo annuale

Si riporta infine, il grafico del vento, il grafico dei dati pluviometrici e la tabella riassuntiva dei valori mensili di temperatura, umidità relativa, precipitazioni, pressione atmosferica e radiazione solare.

Grafico del vento

Grafico del vento

Periodo: 01/01/2016-31/12/2016

Stazione: RG01 CAMPO ATLETICA

Classe di stabilità: Tutte

Numero di ore: 8784

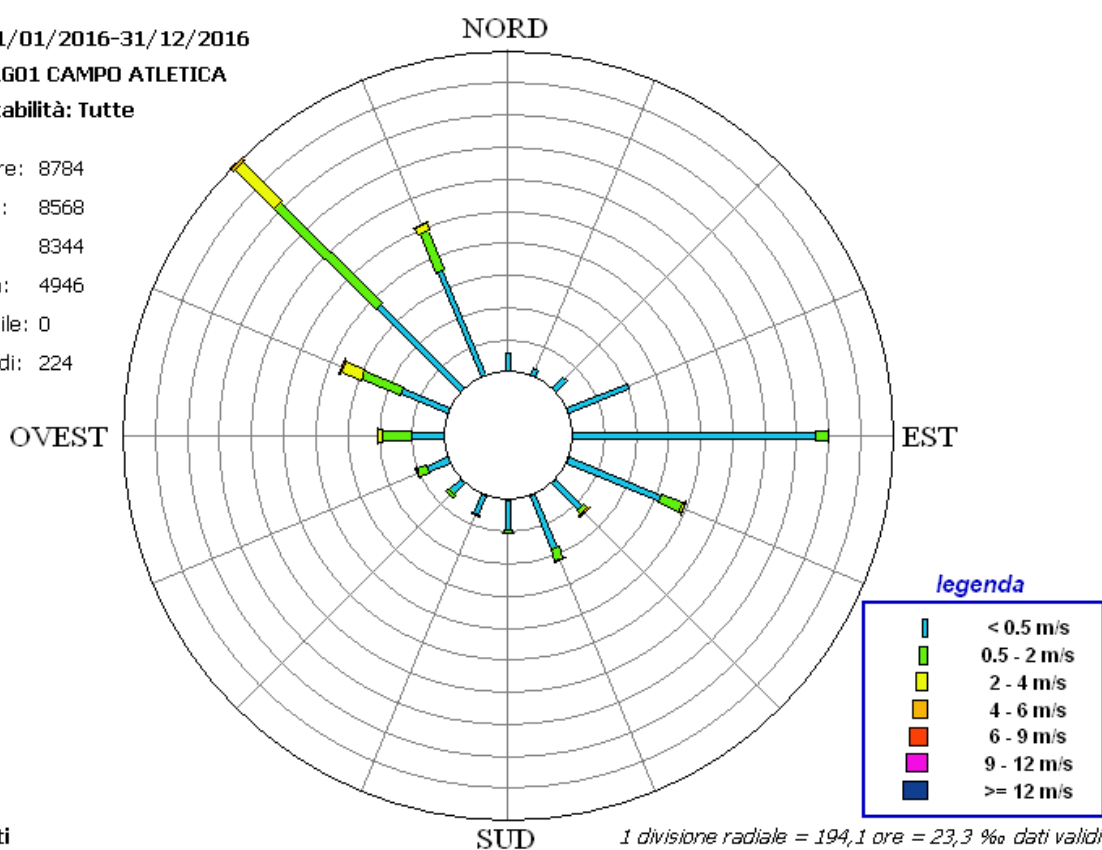
Dati presenti: 8568

Dati validi: 8344

Ore di calma: 4946

Vento variabile: 0

Dati non validi: 224



Dati validati

Classi	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
< 0.5	115	47	98	396	1476	606	228	347	181	126	93	139	196	309	718	688
0.5 - 2	0	0	0	0	72	135	25	72	15	4	24	62	177	254	865	255
2 - 4	0	0	0	0	1	19	10	6	1	0	0	2	31	127	334	45
4 - 6	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	12	24	4
6 - 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9 - 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>= 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dati pluviometrici

Nel corso dell'anno 2016 la stazione RG01 Campo d'Atletica ha registrato in totale 164 mm di pioggia.

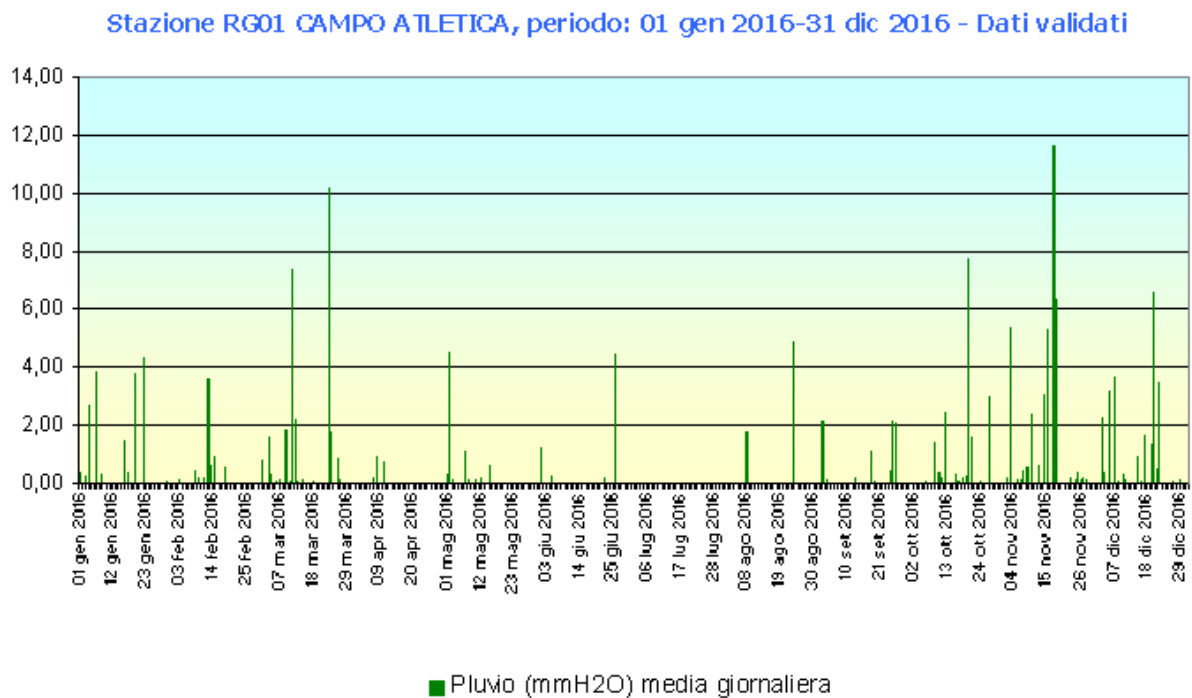


Tabella riassuntiva dei dati meteorologici

GRANDEZZE CLIMATICHE - valori mensili
postazione: RG01 CAMPO ATLETICA - Dati validati

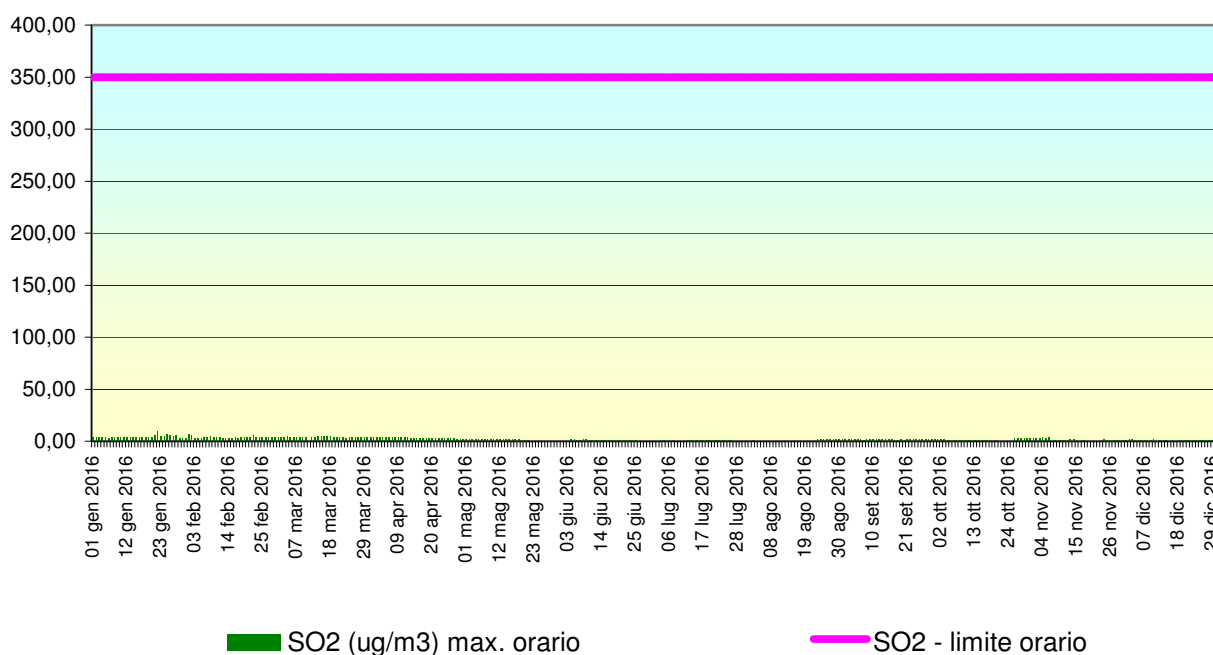
Mese	Temperatura dell'aria °C			Umidità relativa %		Precipitaz. mm	Pressione mbar	Radiazione solare W/m ²
	Min	Max	Media	Media	casi>95%			
gen-2016	3,2	14,4	9,5	76,7	0	17,7		91,3
feb-2016	8,4	15,3	11,4	76,0	0	6,8		108,0
mar-2016	6,7	15,7	10,5	75,5	0	27,8		145,4
apr-2016	10,8	23,0	15,9	56,2	0	1,9		193,1
mag-2016	10,5	25,6	17,6	59,0	0	7,2		198,6
giu-2016	18,2	28,1	22,3	53,3	0	6,3		204,2
lug-2016	19,8	28,4	25,1	44,5	0	0,0		214,1
ago-2016	20,8	29,1	23,9	56,8	0	6,6		187,3
set-2016	16,2	23,5	20,7	72,7	0	8,4		152,5
ott-2016	14,2	24,5	18,9	77,7	0	17,8		121,4
nov-2016	7,2	18,5	14,0	85,0	0	38,5		82,2
dic-2016	4,5	12,9	9,9	80,1	0	25,0		73,5
Val. assoluto	0,4	35,3						
Val. medio	11,7	21,6	16,6	67,8	0			147,6
Val. totale						164,0		

4.2 - STAZIONE VILLA ARCHIMEDE (RG03)



Biossido di zolfo SO₂
- Valore limite orario per la protezione della salute umana-

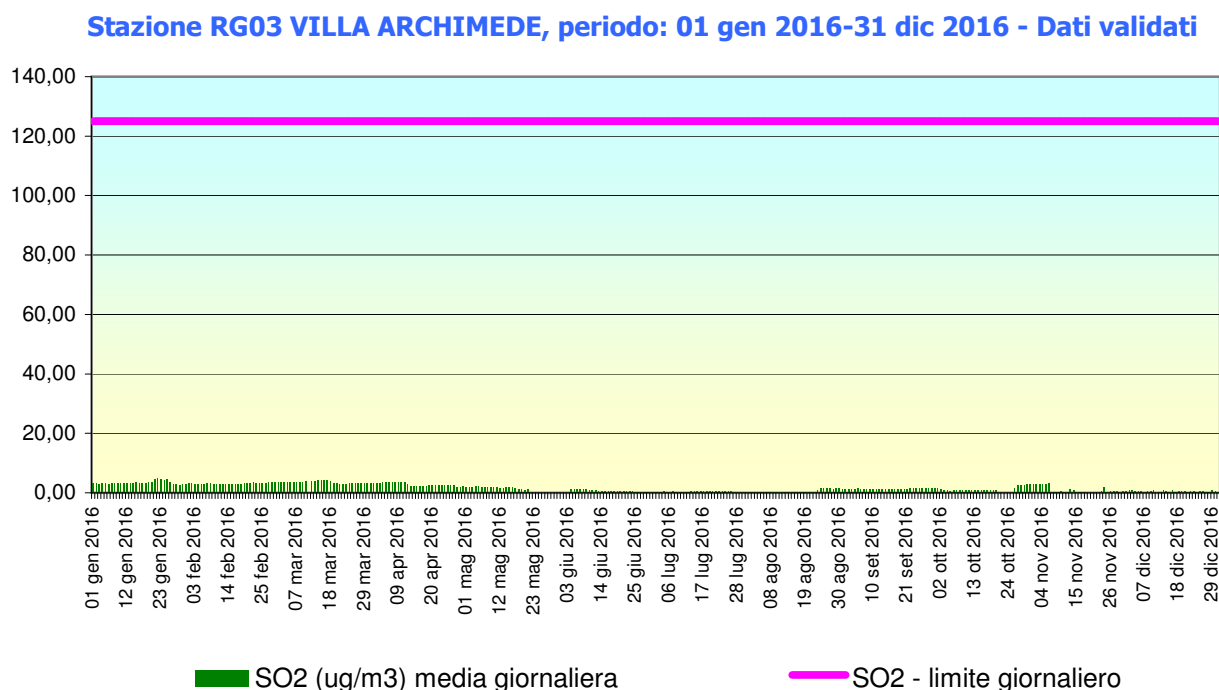
Stazione RG03 VILLA ARCHIMEDE, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati



Non ci sono superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana (350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). I valori registrati sono di bassa entità.

La **percentuale di dati validi** dell'anno 2016 è pari al 93%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90%, è stato raggiunto.

Biossido di zolfo SO₂
- Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana -



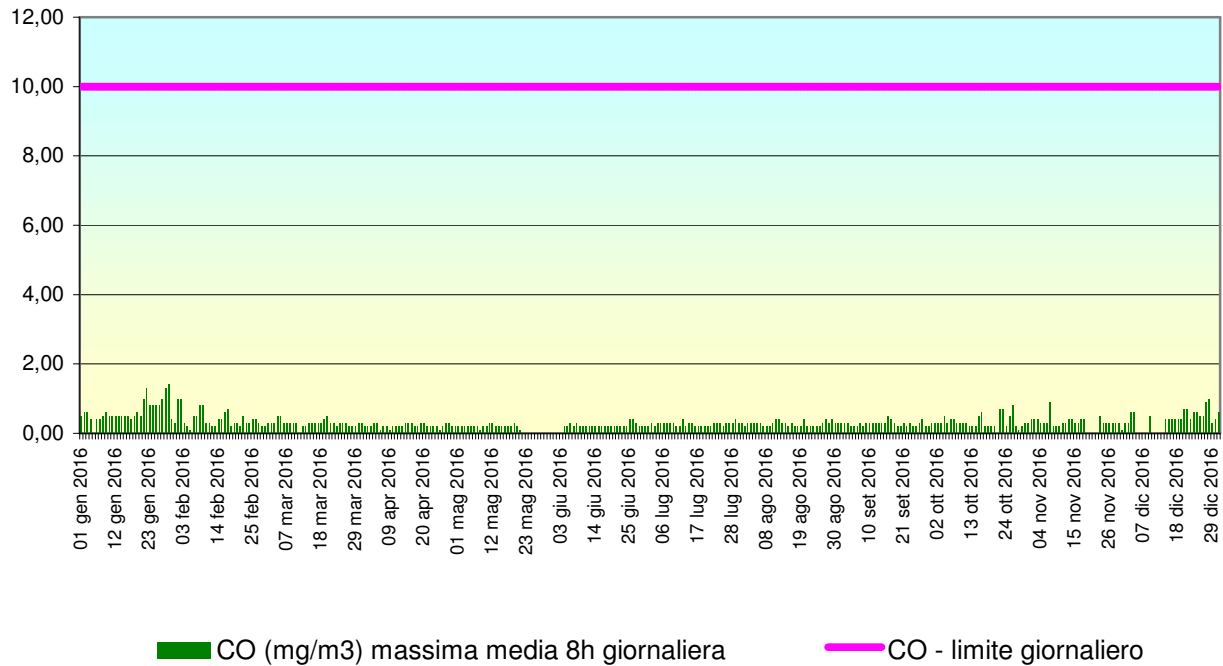
Non ci sono superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana (125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). I valori registrati sono di bassa entità.

La **media annuale** è pari a 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; la **media invernale** (1° ottobre – 31 marzo) è pari a 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a fronte di un valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi di 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Si può quindi affermare che il biossido di zolfo risulta essere un inquinante primario non critico in quanto le concentrazioni medie giornaliere risultano essere inferiori alla **soglia di valutazione inferiore per la protezione della salute umana** (pari a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e la media invernale risulta essere inferiore alla **soglia di valutazione inferiore per la protezione della vegetazione** (pari a 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Allegato II del D.lgs. 155/2010).

Monossido di carbonio CO

Stazione RG03 VILLA ARCHIMEDE, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati



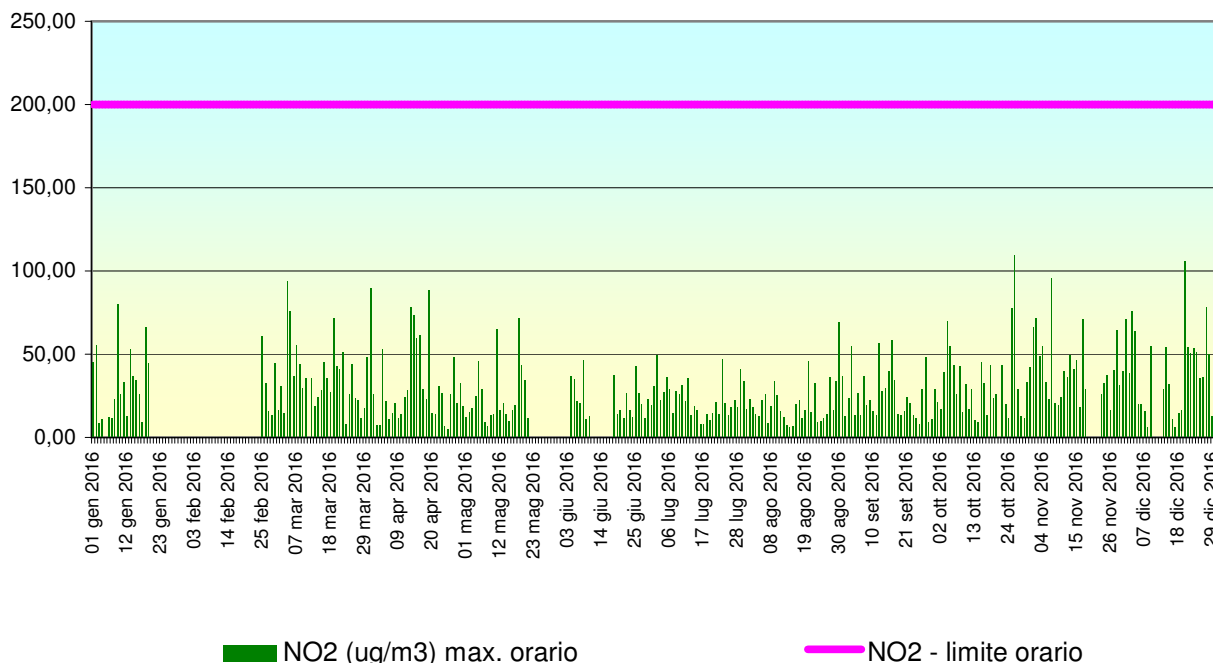
Non ci sono superamenti del valore limite per la protezione della salute umana (10 mg/m^3). I valori registrati sono di bassa entità (media su 8 ore pari a $0,4 \text{ mg/m}^3$), si può quindi affermare che il monossido di carbonio risulta essere un inquinante primario non critico.

Le concentrazioni medie su 8 ore giornaliere risultano essere inferiori alla **soglia di valutazione inferiore** pari a 5 mg/m^3 (Allegato II del D.lgs. 155/2010).

La **percentuale di dati validi** è pari a 92%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90%, è stato raggiunto.

Biossido d'azoto NO₂
- Valore limite orario per la protezione della salute umana -

Stazione RG03 VILLA ARCHIMEDE, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati



Dall'elaborazione dei dati validati del biossido d'azoto non si rilevano superamenti del valore limite di 200 µg/m³:

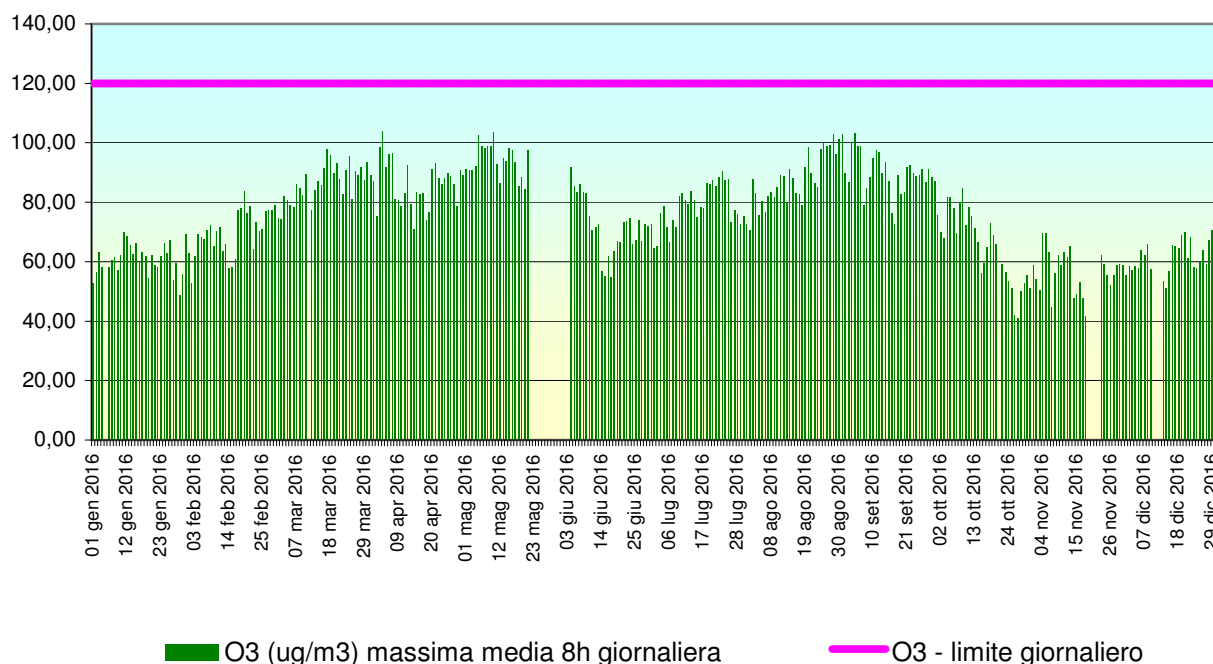
I valori di massima media oraria si collocano al di sotto della **soglia di valutazione inferiore** per la protezione della salute umana corrispondente al 50% del valore limite orario (100 µg/m³ da non superare più di 18 volte per anno civile) con 2 superamenti durante l'anno 2016 (Allegato II del D.lgs. 155/2010).

La **media annuale** è pari a 11 µg/m³, a fronte di un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³ NO₂, tale valore viene a collocarsi al di sotto della soglia di valutazione inferiore per la protezione della salute umana (65% del valore limite annuale pari a 26 µg/m³ - Allegato II del D.lgs. 155/2010).

La **percentuale di dati validi** dell'anno 2016 è pari all'82%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90%, non è stato raggiunto.

Ozono O₃
-Obiettivo a lungo termine e Valore bersaglio per la protezione della salute umana -

Stazione RG03 VILLA ARCHIMEDE, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati

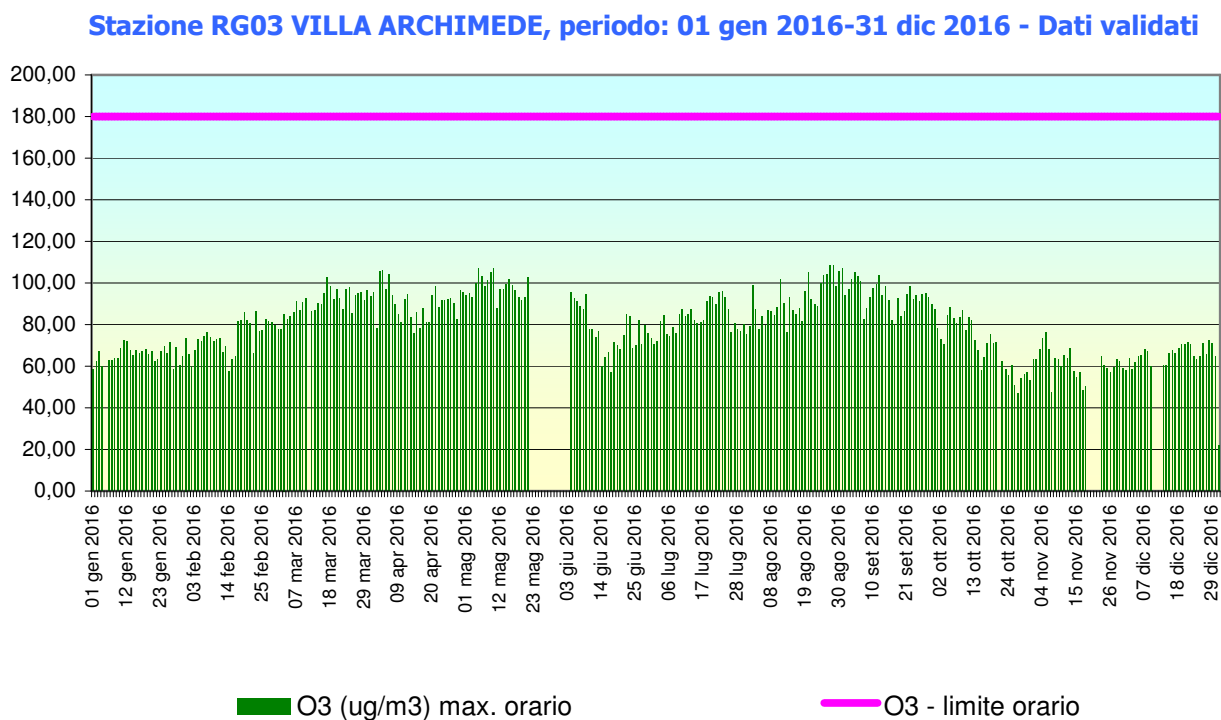


Non ci sono superamenti del **valore obiettivo per la protezione della salute umana** pari a 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superare più di 25 volte per anno civile come media su 3 anni (Allegato VII del D.lgs. 155/2010).

Non è superato nemmeno l'**obiettivo a lungo termine** per la protezione della salute umana, calcolato come media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile che risulta essere pari a 76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di un limite di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

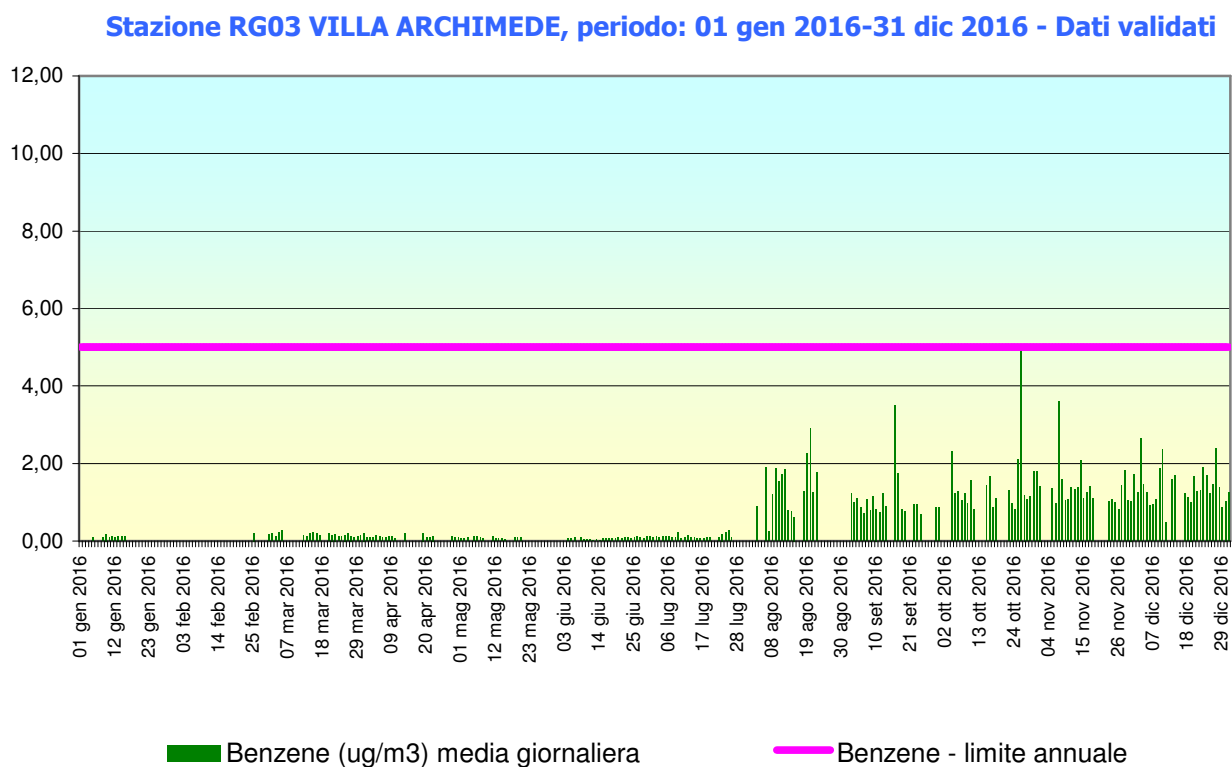
La **percentuale di dati validi** è pari a 94%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90%, è stato raggiunto.

Ozono O₃ –Soglia di informazione e soglia di allarme -



Durante l'anno 2016 non si è riscontrato alcun superamento né della soglia di allarme di 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, né della soglia di informazione di 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Allegato XII del D.lgs. 155/2010).

Benzene C₆H₆
- Valore limite annuale per la protezione della salute umana-

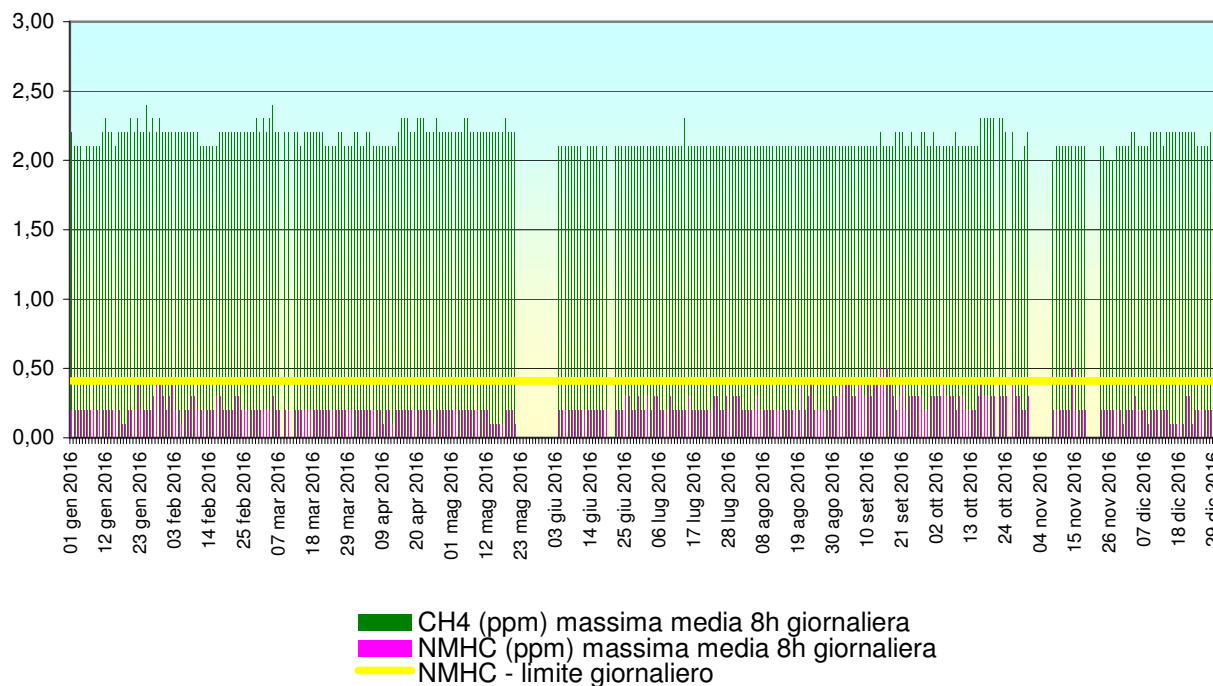


I valori registrati sono di entità medio bassa, infatti la **media annuale** è pari a $0,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di un valore limite annuale per la protezione della salute umana di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore viene a collocarsi al di sotto della soglia di valutazione inferiore, pari a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (40% del valore limite annuale - Allegato II del D.lgs. 155/2010).

La **percentuale di dati validi** è pari a 62%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90%, non è stato raggiunto.

Idrocarburi non metanici (NMHC) e metano (CH4)

Stazione RG03 VILLA ARCHIMEDE, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati



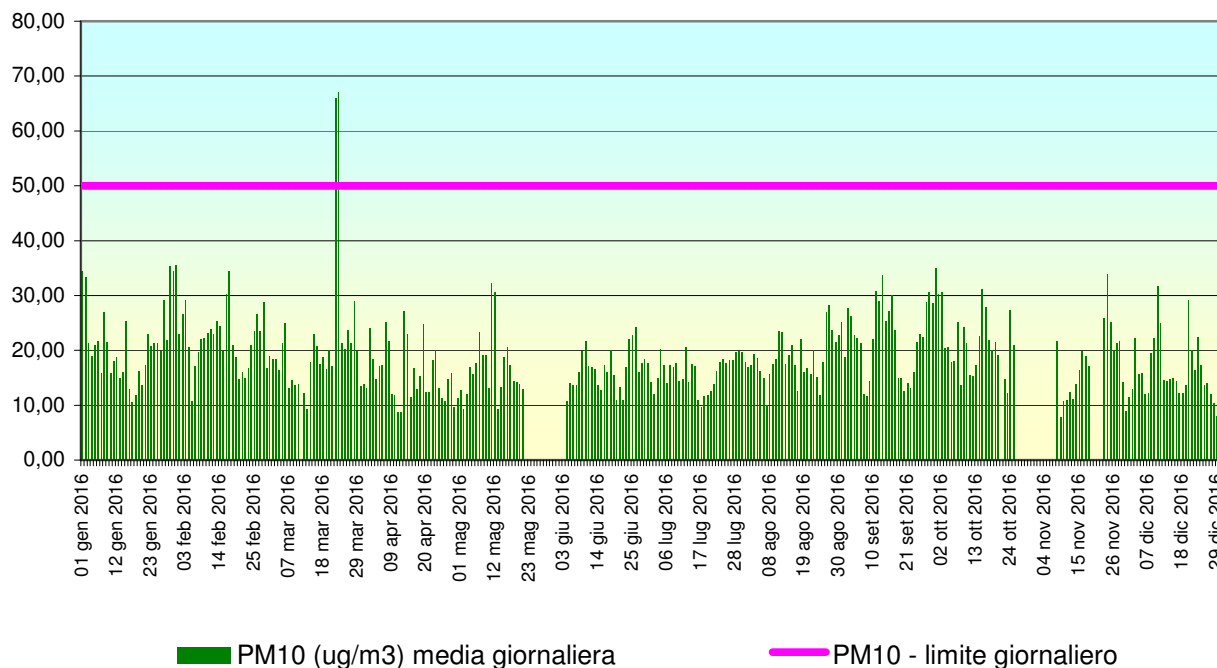
Indicativamente si rappresentano in grafico i dati relativi agli idrocarburi metanici e non metanici, il cui limite riportato dal DPCM 28/03/1983, ora non più in vigore, è rappresentato dalla linea gialla (N.B. i valori sono espressi in ppm e non in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La **percentuale di dati validi** è pari a 92%.

I livelli di NMHC rilevati durante l'anno 2016 sono risultati di media entità (media annuale 0.23 ppm).

Particolato PM₁₀
- Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana -

Stazione RG03 VILLA ARCHIMEDE, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati



Dall'elaborazione dei dati validati del PM₁₀ si rilevano due superamenti del valore limite pari a 50 µg/m³ (da non superare più di 35 volte per anno civile):

DATA	PM10 µg/m ³
22 mar 2016	65,9
23 mar 2016	67,0

Le medie giornaliere si collocano al di sotto della **soglia di valutazione superiore** per la protezione della salute umana (35 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile) con 2 superamenti durante l'anno 2016.

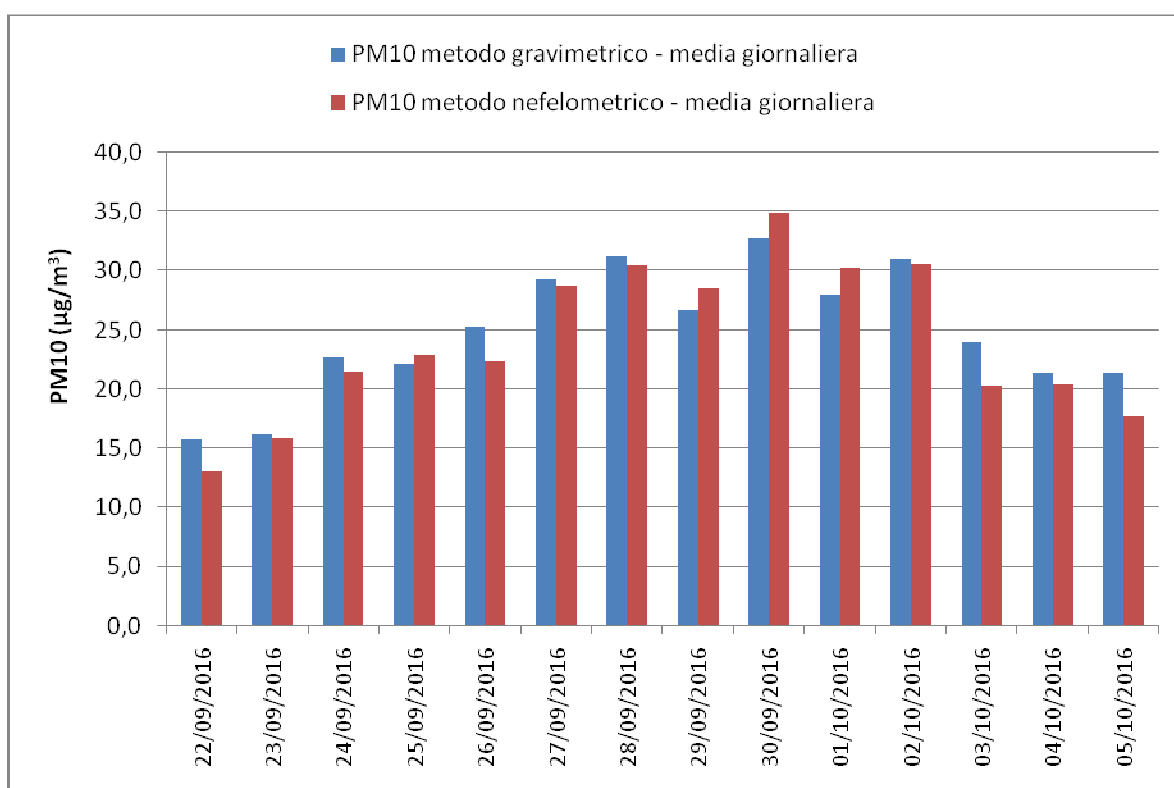
La **media annuale** è pari a 19 µg/m³, a fronte di un valore limite annuale di 40 µg/m³ di PM₁₀. Tale valore si colloca al di sotto della soglia di valutazione inferiore corrispondente al 50% del valore limite (20 µg/m³) (Allegato II del D.lgs. 155/2010).

La **percentuale di dati validi** dell'anno 2016 è pari al 91%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90%, è stato raggiunto.

Dal 22 settembre al 5 ottobre, presso la stazione RG03 Villa Archimede, è stata condotta una campagna di misure al fine di confrontare i valori di PM10 letti dallo strumento in dotazione, l'LSPM10, basato sul principio di "light scattering" e indicato nel grafico come metodo nefelometrico, con quelli misurati gravimetricamente (metodo di riferimento).

Tale campagna ha consentito di ottenere un coefficiente di correlazione lineare R^2 tra le due serie di misure pari a **0,92**.

Il grafico sottostante riporta le coppie di misure:



Come già precisato a proposito della centralina di Campo d'Atletica, gli analizzatori di PM10 e PM2,5 in dotazione alle Centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria del Comune di Ragusa, sono privi della certificazione di equivalenza ai fini dell'applicazione del D.Lgs. 155/2010.

Report meteo annuale

Si riporta infine il grafico dei dati pluviometrici e la tabella riassuntiva dei valori mensili di temperatura, umidità relativa, precipitazioni, pressione atmosferica e radiazione solare:

Dati pluviometrici

Nel corso dell'anno 2016 la stazione RG03 Villa Archimede ha registrato in totale 203 mm di pioggia.

Stazione RG03 VILLA ARCHIMEDE, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati

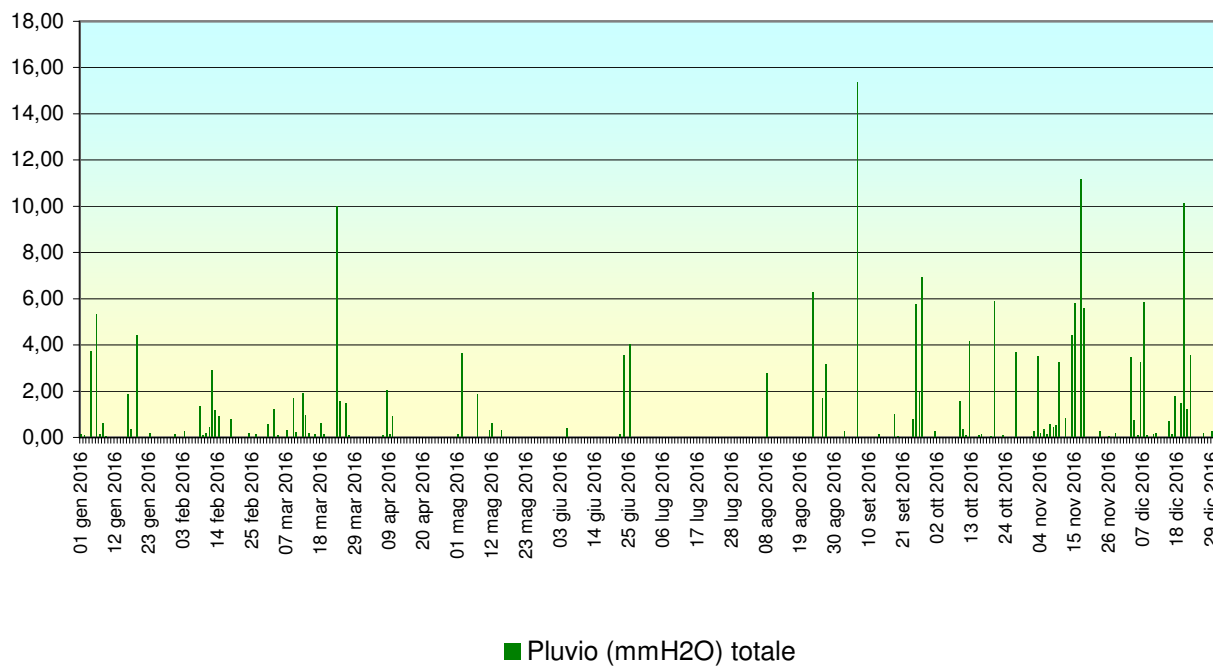


Tabella riassuntiva dei dati meteorologici

GRANDEZZE CLIMATICHE - valori mensili
postazione: RG03 VILLA ARCHIMEDE - Dati validati

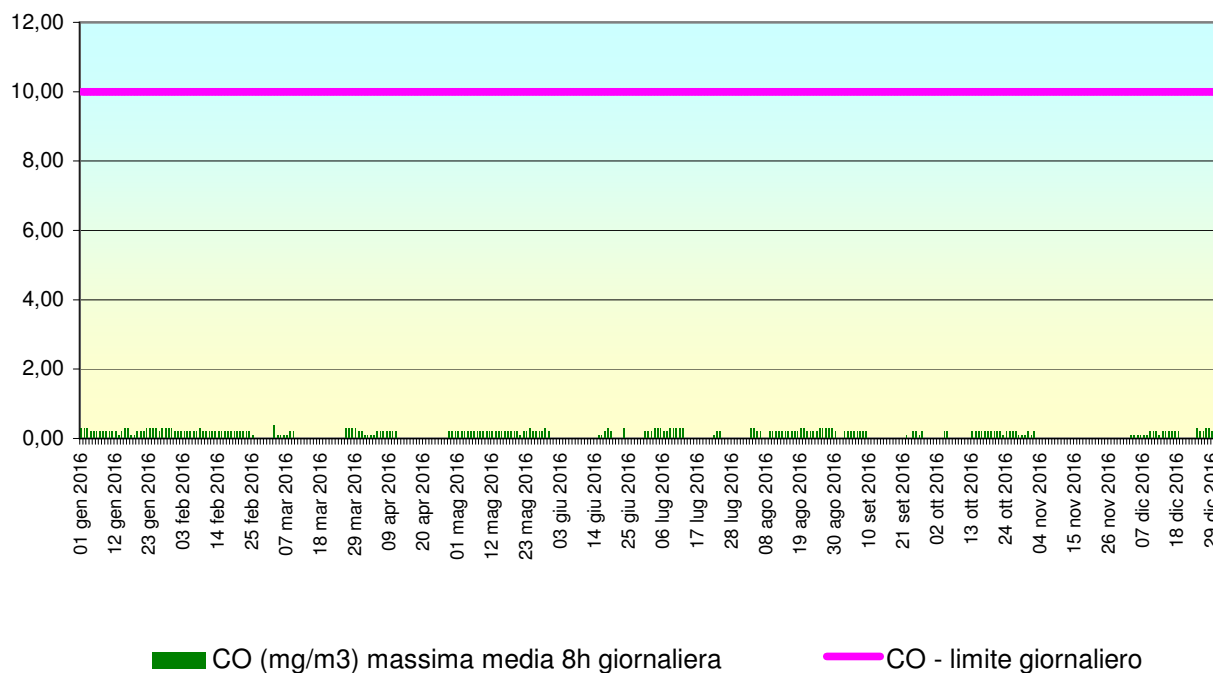
Mese	Temperatura dell'aria °C			Umidità relativa %		Precipitaz. mm	Pressione mbar	Radiazione solare W/m ²
	Min	Max	Media	Media	casi>95%			
gen-2016	2,3	13,7	9,0	69,1	0	17,1	950	69,0
feb-2016	7,8	15,4	11,3	67,6	0	8,5	948	101,4
mar-2016	6,4	16,4	10,7	70,1	0	24,7	943	143,5
apr-2016				58,0	0	3,2		201,4
mag-2016						7,0		
giu-2016	20,0	28,8	23,2	58,0	0	8,2		259,5
lug-2016	20,0	29,5	26,0	50,3	0	0,0		266,7
ago-2016	20,8	30,0	24,3	63,5	0	14,0		204,1
set-2016						32,4		151,0
ott-2016	13,5	22,5	18,6	78,4	0	16,5		119,5
nov-2016	6,3	17,7	13,3	86,3	0	38,0		67,5
dic-2016	3,8	12,2	9,2	82,0	0	33,3		45,3
Val. assoluto	-0,2	35,9						
Val. medio	8,4	15,5	12,1	56,9	0		237	135,7
Val. totale						202,9		

4.3 - STAZIONE MARINA DI RAGUSA (RG05)



Monossido di carbonio CO

Stazione RG05 MARINA DI RAGUSA, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati



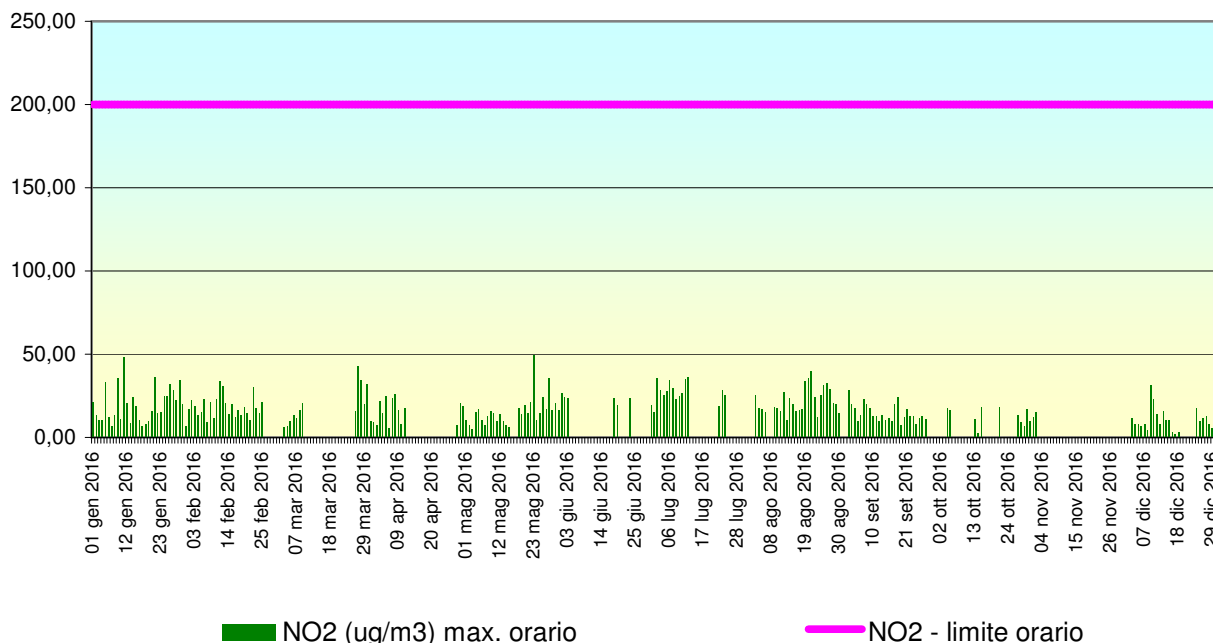
Non ci sono superamenti del valore limite per la protezione della salute umana (10 mg/m^3). I valori registrati sono di bassa entità (media su 8 ore pari a $0,2 \text{ mg/m}^3$), si può quindi affermare che il monossido di carbonio risulta essere un inquinante primario non critico.

Le concentrazioni medie su 8 ore giornaliere risultano essere inferiori alla **soglia di valutazione inferiore** pari a 5 mg/m^3 (Allegato II del D.lgs. 155/2010).

La **percentuale di dati validi** è pari al 60%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90% non è stato raggiunto.

Biossido d'azoto NO₂

Stazione RG05 MARINA DI RAGUSA, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati



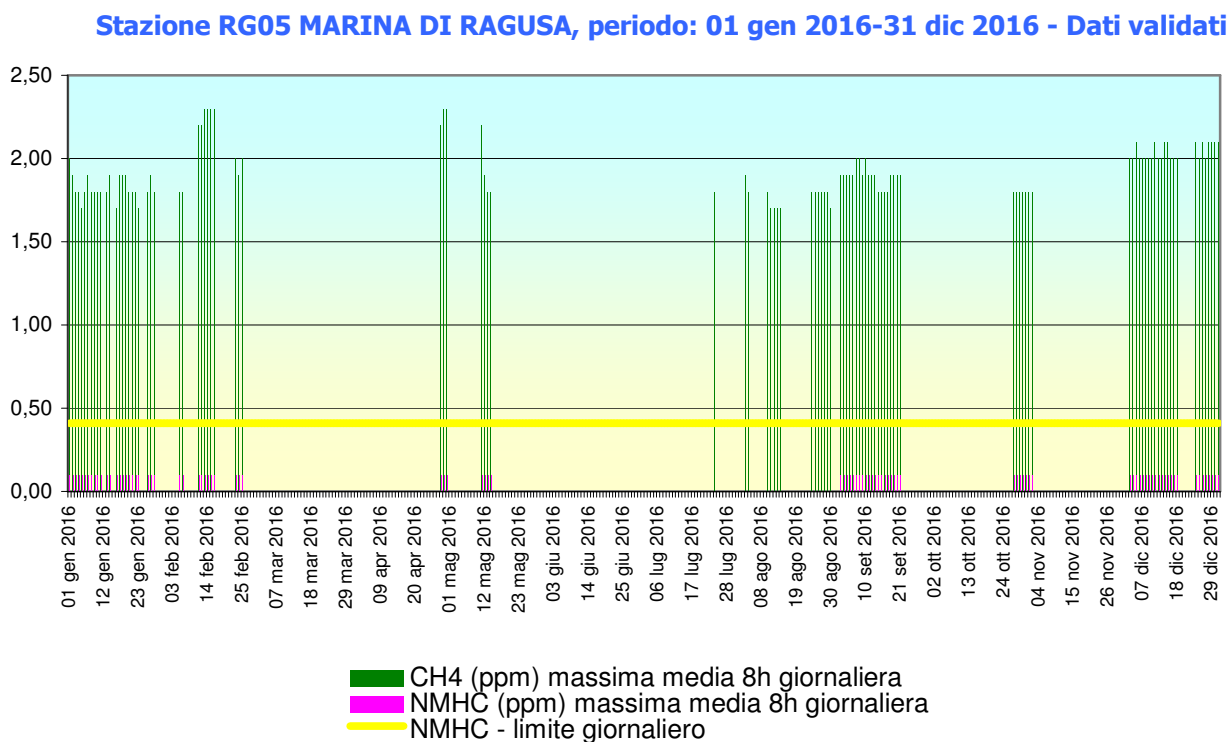
Dall'elaborazione dei dati validati del biossido d'azoto non si rilevano superamenti del valore limite di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

I valori di massima media oraria si collocano al di sotto della **soglia di valutazione inferiore** per la protezione della salute umana corrispondente al 50% del valore limite orario (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile) con 0 superamenti durante l'anno 2016 (Allegato II del D.lgs. 155/2010).

La **media annuale** è pari a 7,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a fronte di un valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂, tale valore viene a collocarsi al di sotto della soglia di valutazione inferiore per la protezione della salute umana (65% del valore limite annuale, cioè 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La **percentuale di dati validi** dell'anno 2016 è pari al 61%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90%, non è stato raggiunto.

Idrocarburi non metanici (NMHC) e metano (CH4)



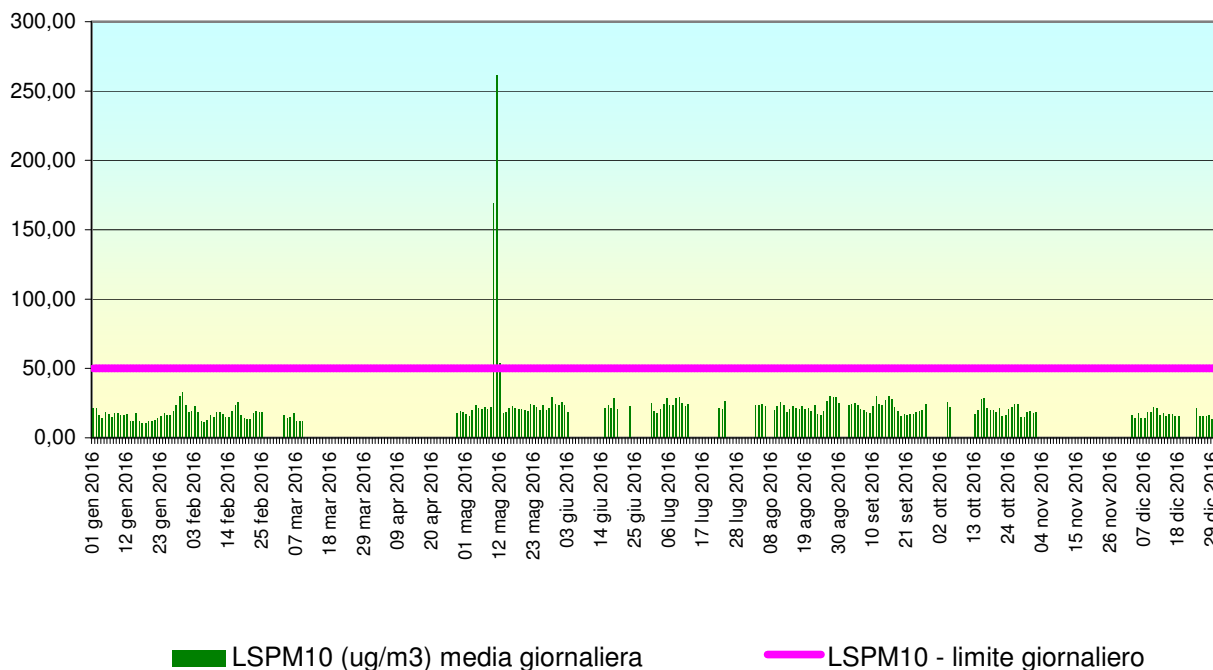
Indicativamente si rappresentano in grafico i dati relativi agli idrocarburi metanici e non metanici, il cui limite riportato dal DPCM 28/03/1983, ora non più in vigore, è rappresentato dalla linea gialla (N.B. i valori sono espressi in ppm e non in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La **percentuale di dati validi** è pari a 25%.

I livelli di NMHC rilevati durante l'anno 2016 sono risultati di bassa entità (media annuale 0,1 ppm).

Particolato PM10

Stazione RG05 MARINA DI RAGUSA, periodo: 01 gen 2016-31 dic 2016 - Dati validati



Dall'elaborazione dei dati validati del PM₁₀ si rilevano tre superamenti del valore limite pari a 50 µg/m³ (da non superare più di 35 volte per anno civile):

DATA	PM10 µg/m ³
10 mag 2016	169
11 mag 2016	261
12 mag 2016	54

L'analisi delle medie giornaliere mostra 3 superamenti della **soglia di valutazione superiore** (35 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile) e 22 superamenti della **soglia di valutazione inferiore** (25 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile) durante l'anno 2015 (Allegato II del D.lgs. 155/2010).

La **media annuale** è pari a 22 µg/m³, a fronte di un valore limite annuale di 40 µg/m³ PM₁₀: tale valore si colloca al di sotto della soglia di valutazione superiore (28 µg/m³).

La **percentuale di dati validi** dell'anno 2016 è pari al 60%: l'obiettivo di qualità dei dati per misurazioni in continuo (Allegato I del D.lgs. 155/2010) indicante come raccolta minima dei dati il 90%, non è stato raggiunto.

Come già precisato a proposito della centralina di Campo d'Atletica, gli analizzatori di PM₁₀ e PM_{2,5} in dotazione alle Centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria del Comune di Ragusa, sono privi della certificazione di equivalenza ai fini dell'applicazione del D.Lgs. 155/2010.

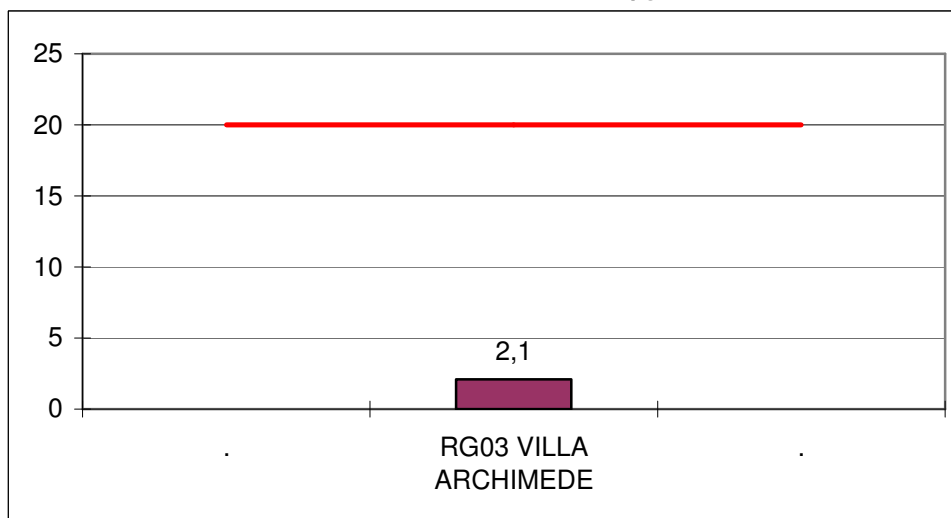
5.0 CONFRONTO TRA I VALORI RISCOINTRATI NELLE TRE STAZIONI DI MONITORAGGIO

5.1 Biossido di zolfo SO₂

Per il biossido di zolfo non vi sono stati superamenti della soglia di allarme di 500 µg/m³, né del valore limite orario (350 µg/m³), né del valore limite giornaliero (125 µg/m³).

La media invernale rilevata presso la stazione RG03 Villa Archimede è pari a 2,1 µg/m³ (la linea rossa indica il livello critico invernale per la protezione della vegetazione).

Grafico 1: medie invernali SO₂ (µg/m³)



Il biossido di zolfo è dunque un inquinante primario non critico, ciò è stato determinato in gran parte 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).

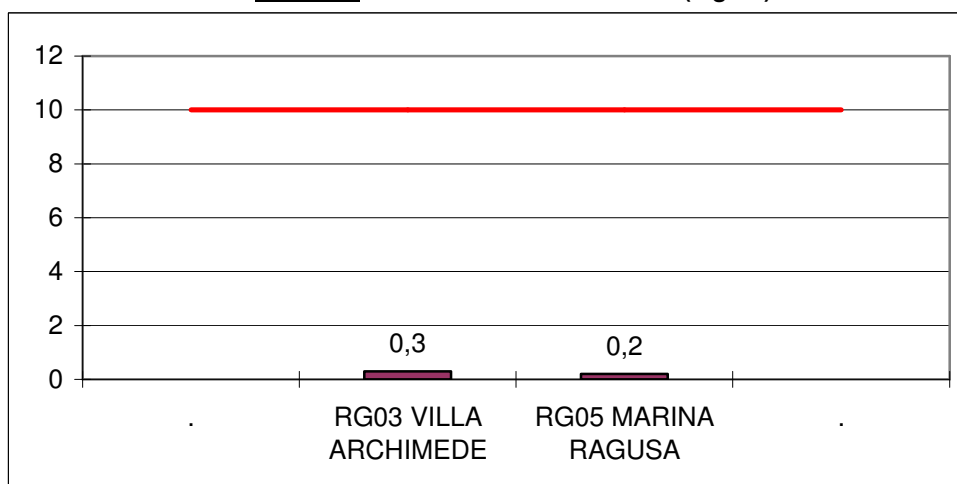
5.2 Monossido di carbonio CO

Analogamente al biossido di zolfo, non destano preoccupazione nemmeno le concentrazioni di monossido di carbonio: in tutti i punti di campionamento (RG03 Villa Archimede e RG05 Marina di Ragusa) non ci sono stati superamenti del valore limite di 10 mg/m³, calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore.

La media su 8 ore annuale rilevata presso la stazione RG03 Villa Archimede è pari a 0,3 mg/m³, quella rilevata presso la stazione RG05 Marina di Ragusa è pari a 0,2 mg/m³.

Il monossido di carbonio è dunque un inquinante primario non critico.

Grafico 2: medie su 8 ore annuali CO (mg/m³)

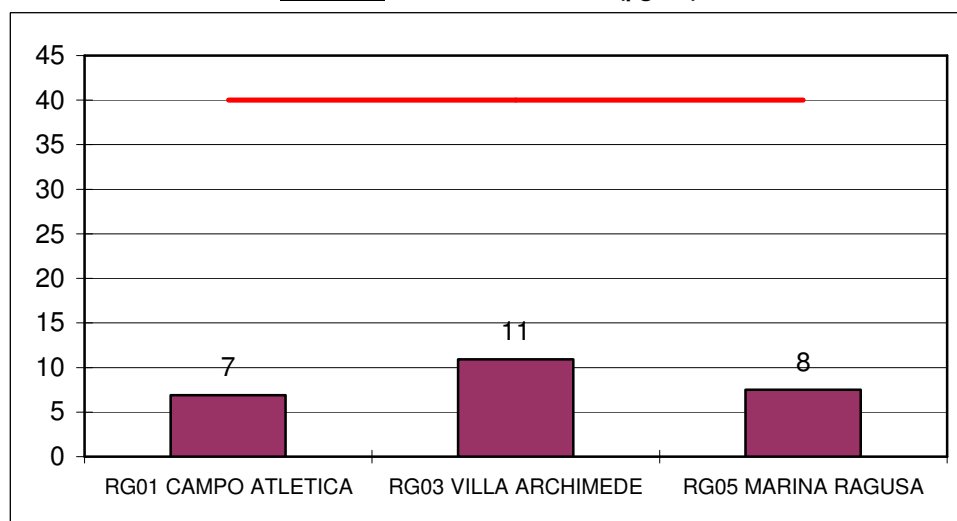


5.3 Biossido d'azoto NO₂

Per l'inquinante biossido d'azoto non si sono riscontrati superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana di 200 µg/m³.

Nel grafico sottostante si riportano le medie annuali di NO₂. Il valore limite annuale non viene superato in nessuna stazione.

Grafico 3: medie annuali NO₂ (µg/m³)



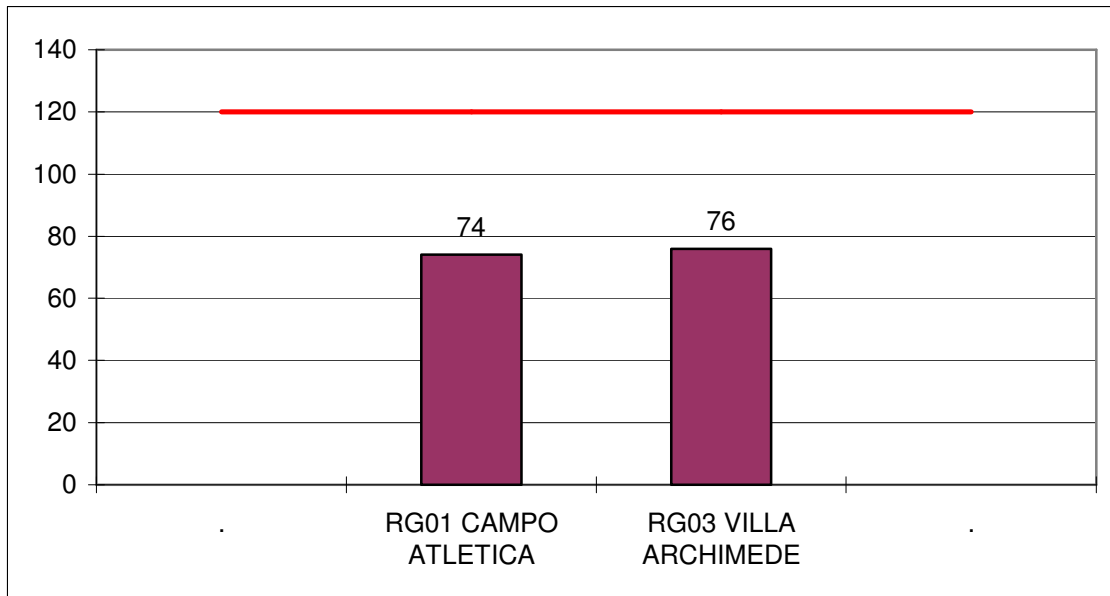
5.4 Ozono O₃

Per quanto riguarda l'ozono, non si evidenziano superamenti né della soglia di allarme (240 µg/m³), né della soglia di informazione (180 µg/m³) né del valore obiettivo per la protezione della salute umana.

Consideriamo ora l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile). Tale obiettivo rappresenta la concentrazione di ozono al di sotto della quale si ritengono improbabili effetti nocivi diretti sulla salute umana e deve essere conseguito nel lungo periodo, al fine di fornire un'efficace protezione della popolazione.

L'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana si considera superato, quando la massima media mobile giornaliera su otto ore nell'arco di un anno civile supera i $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (grafico 4).

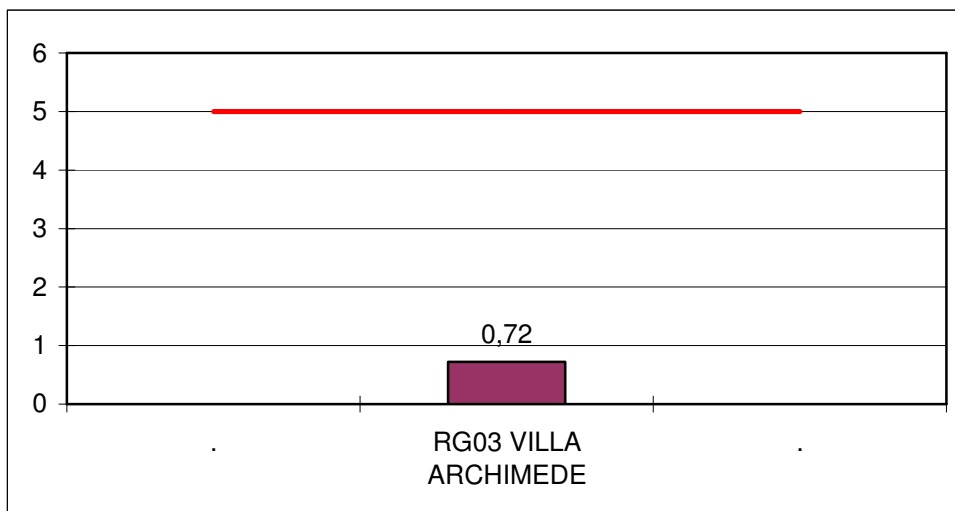
Grafico 4: Ozono - valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana calcolato come massima media mobile giornaliera su otto ore nell'arco di un anno civile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



5.5 Benzene C_6H_6

La concentrazione media annuale di questo inquinante è inferiore al valore limite indicato dalla linea rossa (grafico 5) ed anche alla soglia di valutazione inferiore, pari a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (40% del valore limite).

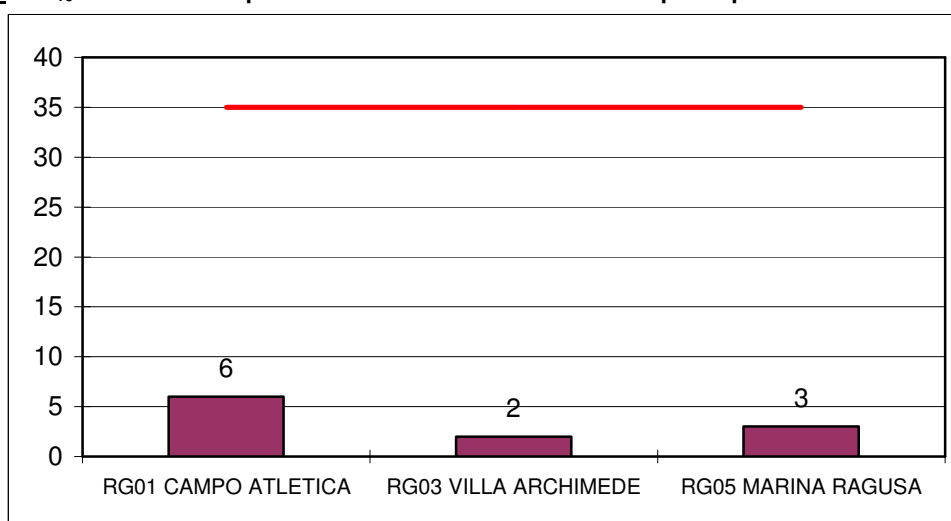
Grafico 5: media annuale C_6H_6 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



5.6 Particolato PM10 e PM2,5

Per il PM₁₀ il valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana, pari a 50 µg/m³, non deve essere superato più di 35 volte per anno civile. Il Grafico 6 riporta il numero di superamenti verificatisi nel corso del 2016.

Grafico 6: PM₁₀ - numero di superamenti del valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana



Prendendo in considerazione le medie annuali registrate, si osserva che il valore limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³ relativo al PM10, viene rispettato in tutte le stazioni, così come il limite relativo al PM2,5 della cabina di Campo d'Atletica pari a 25 µg/m³ (Grafici 7 e 8). Si ricorda però che gli analizzatori di PM10 e PM2,5 in dotazione alle Centraline, sono privi della certificazione di equivalenza ai fini dell'applicazione del D.Lgs. 155/2010, quindi tali considerazioni devono sempre essere verificate mediante analizzatori di tipo gravimetrico.

Grafico 7: medie annuali PM₁₀ (µg/m³)

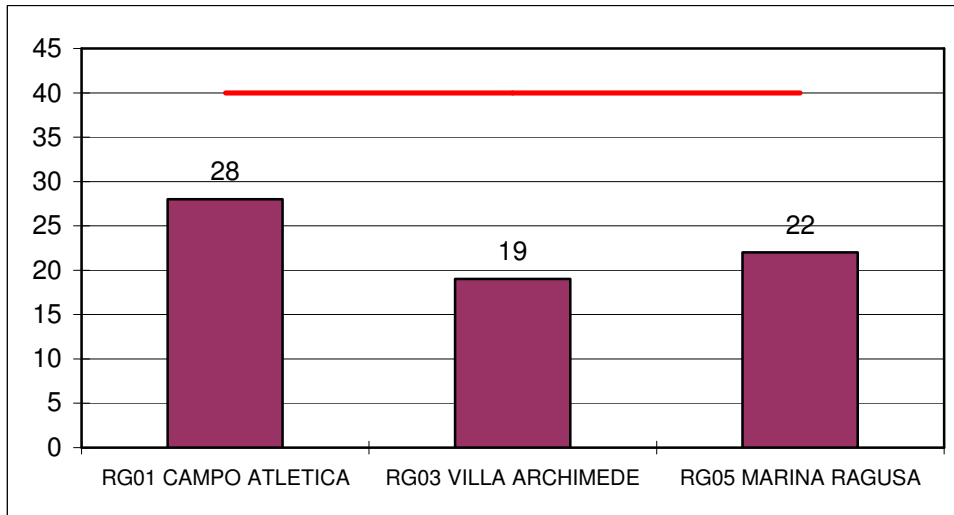
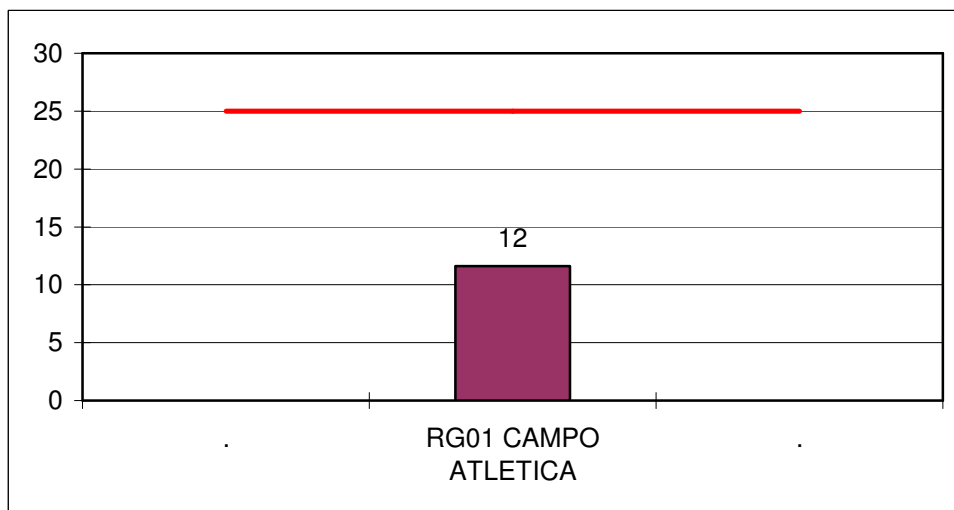


Grafico 8: medie annuali PM_{2,5} (µg/m³)



5.7 Obiettivi per la qualità dei dati

Prendiamo ora in esame la raccolta minima dei dati validi per ciascun parametro, per confrontarla con gli obiettivi di qualità dei dati per misurazioni in continuo e misurazioni in siti fissi dell'Allegato I del D.lgs. 155/2010.

Grafico 9: percentuale di dati validi nell'anno di riferimento per il parametro SO₂. La linea verde indica l'obiettivo per la qualità dei dati del D.lgs. 155/2010.

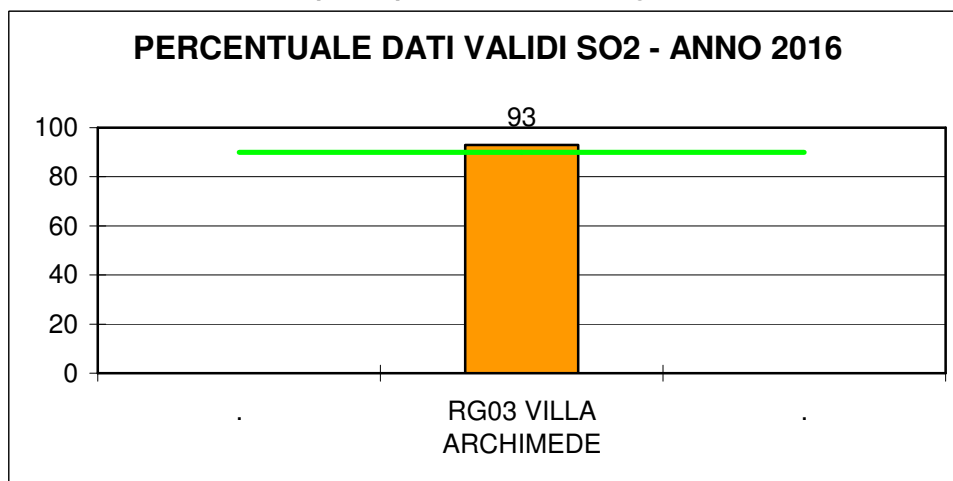


Grafico 10: percentuale di dati validi nell'anno di riferimento per il parametro CO. La linea verde indica l'obiettivo per la qualità dei dati del D.lgs. 155/2010.

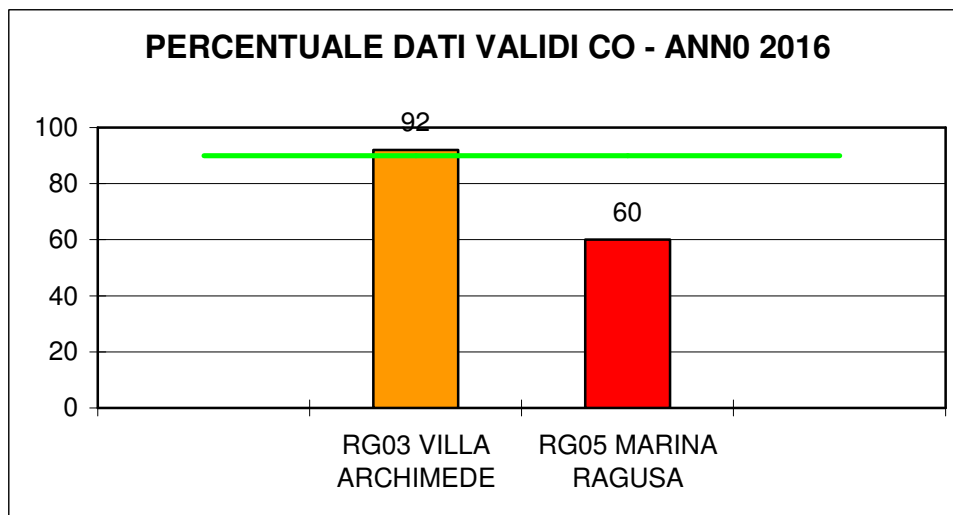


Grafico 11: percentuale di dati validi nell'anno di riferimento per il parametro NO₂. La linea verde indica l'obiettivo per la qualità dei dati del D.lgs. 155/2010

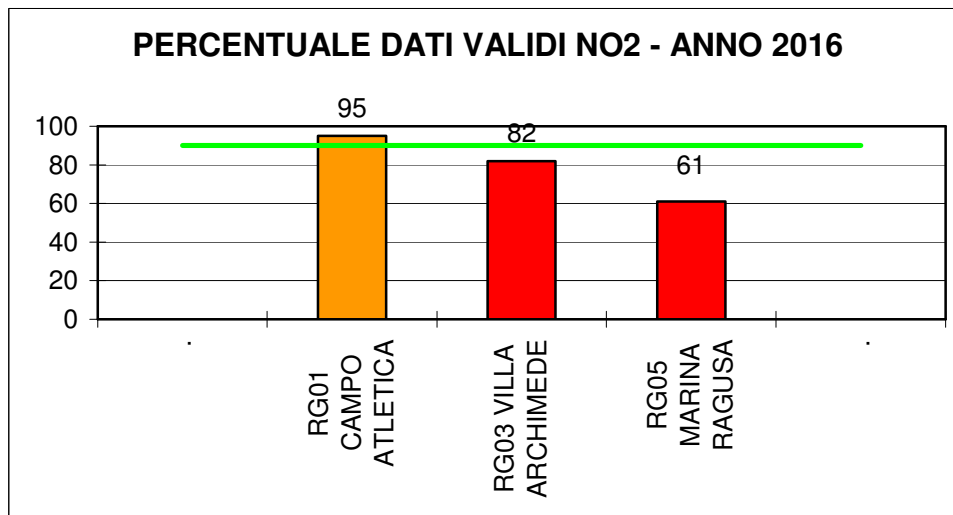


Grafico 12: percentuale di dati validi nell'anno di riferimento per il parametro O₃. La linea verde indica la percentuale minima di dati validi del D.lgs. 155/2010.

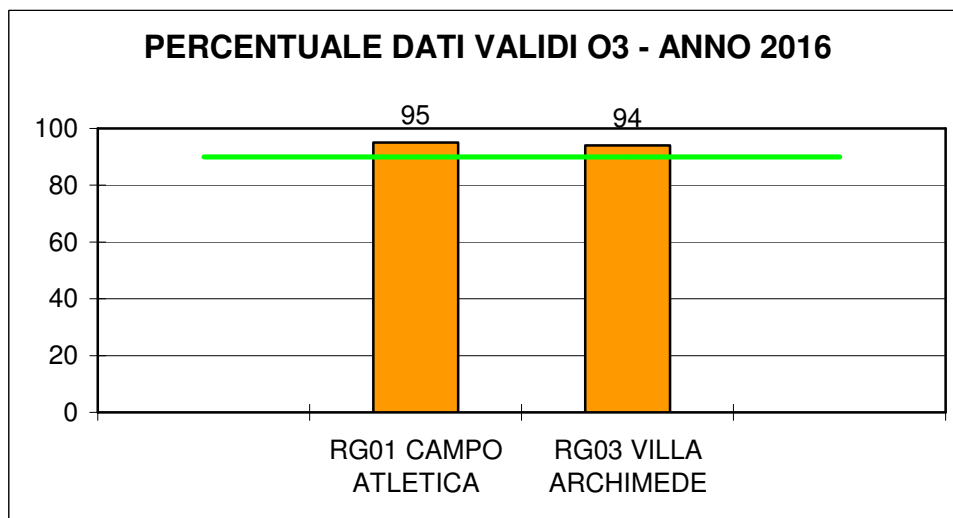


Grafico 13: percentuale di dati validi nell'anno di riferimento per il parametro C₆H₆. La linea verde indica la percentuale minima di dati validi del D.lgs. 155/2010.

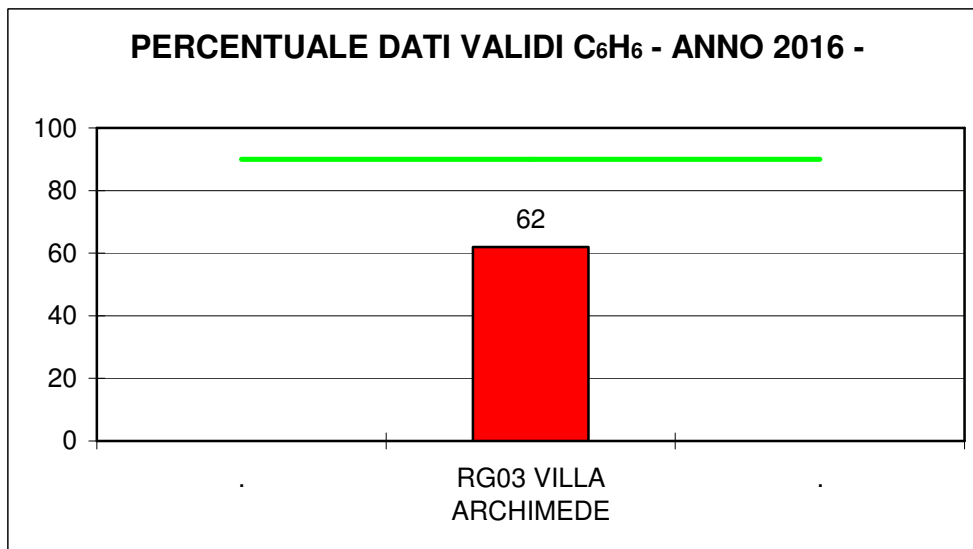


Grafico 14: percentuale di dati validi nell'anno di riferimento per il parametro Idrocarburi non metanici e metano (NMHC e CH₄).

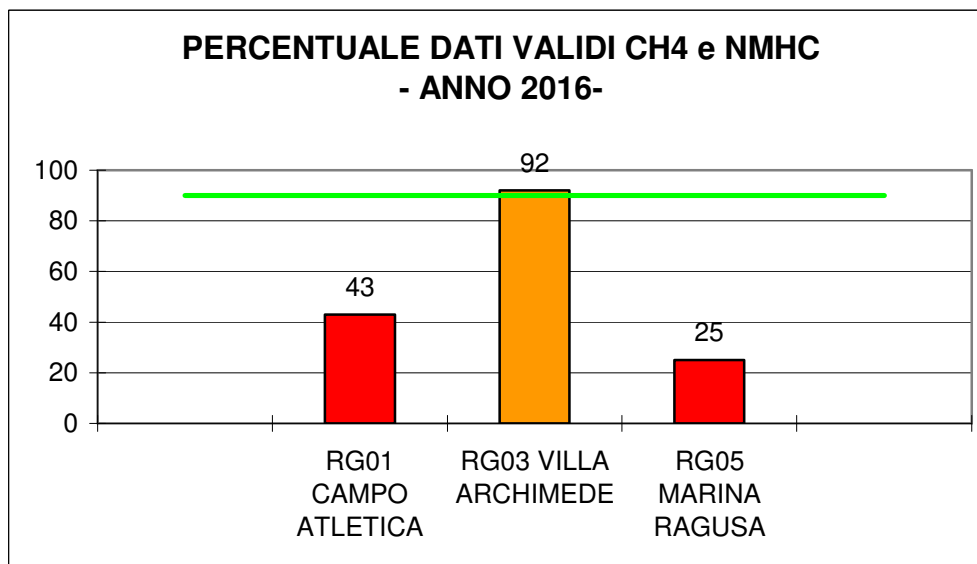


Grafico 15: percentuale di dati validi nell'anno di riferimento per il parametro PM₁₀. La linea verde indica l'obiettivo per la qualità dei dati del D.lgs. 155/2010.

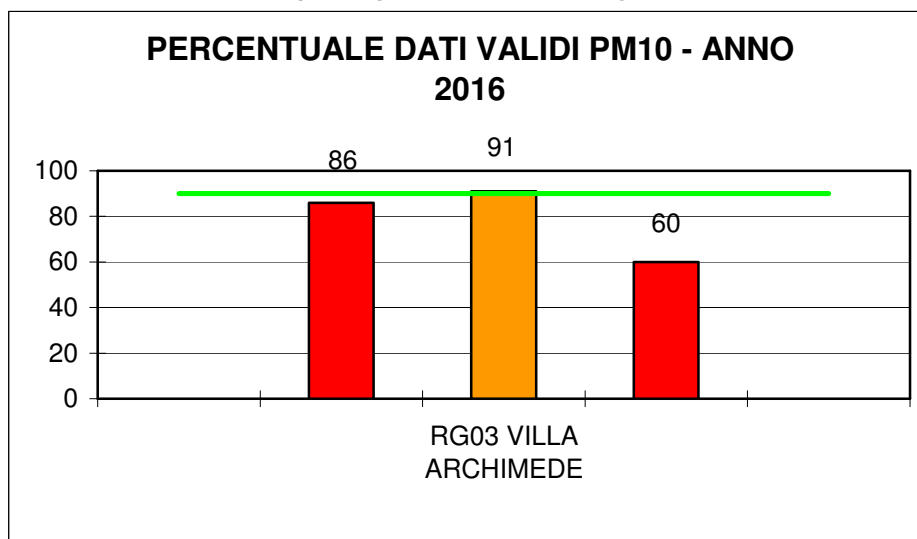
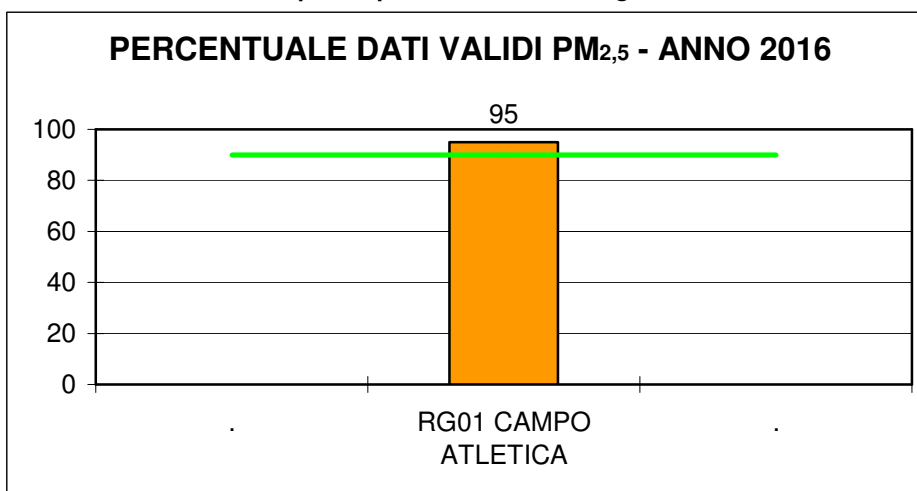


Grafico 16: percentuale di dati validi nell'anno di riferimento per il parametro PM_{2,5}. La linea verde indica l'obiettivo per la qualità dei dati del D.lgs. 155/2010.



Nell'anno 2016 solo il 50% dei parametri raggiunge l'obiettivo di qualità dei dati indicato come raccolta minima dei dati pari al 90%. Non raggiungono l'obiettivo di qualità i seguenti parametri:

- 1) Monossido di carbonio (centralina RG05)
- 2) Biossido d'azoto (centraline RG03 ed RG05);
- 3) Benzene (centralina RG03);
- 4) Metano e idrocarburi non metanici (centraline RG01 ed RG05);
- 5) PM10 (centraline RG01 ed RG05).

Le maggiori criticità si riferiscono all'analizzatore del benzene della centralina di Villa Archimede, all'analizzatore di NMHC e CH₄ di Campo d'Atletica ed alla centralina di Marina di Ragusa nel suo complesso che, oltre ad aver fatto rilevare malfunzionamenti dell'analizzatore di NMHC e CH₄, ha anche risentito delle frequenti interruzioni nell'erogazione dell'energia elettrica e dei problemi relativi alla connessione del "nuovo" PC con il centro, per lo scarico dati in remoto.

6.0 ANDAMENTO E CRITICITA' AL 2016 DEGLI INQUINANTI MONITORATI

Dal mese di gennaio 2012 sono state disattivate le centraline RG02 Ragusa Ibla ed RG04 Piazza Sturzo, pertanto di queste due stazioni sono riportati solo i dati del triennio 2009-2011 per memoria storica.

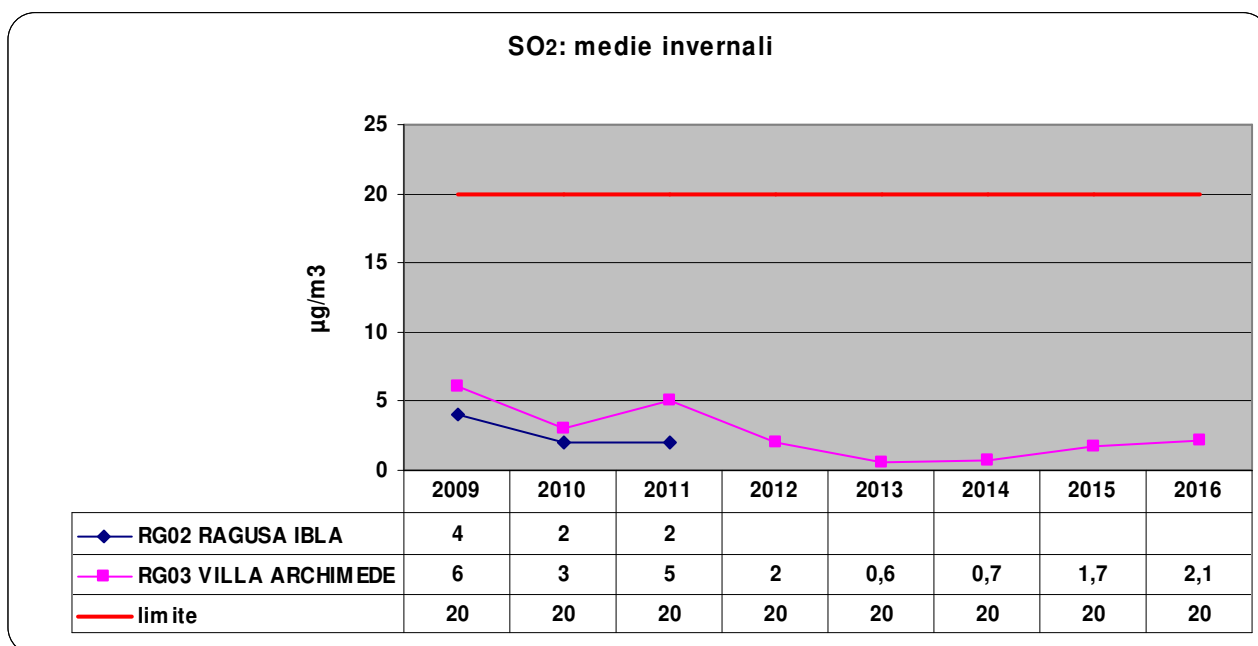
6.1 Biossido di zolfo SO₂

La tendenza è verso la stabilizzazione dei valori medi ambientali su concentrazioni non significative, confermando il fatto che il biossido di zolfo non costituisce un inquinante primario critico.

La sostituzione dei combustibili, quali gasolio o olio, con gas metano, unitamente alla riduzione del tenore di zolfo nei combustibili, hanno contribuito a ridurre le emissioni di questo gas a valori ampiamente inferiori ai limiti normativi.

La Figura 1 rappresenta il confronto delle medie invernali con il livello critico invernale per la protezione della vegetazione pari a 20 µg/m³

Figura 1

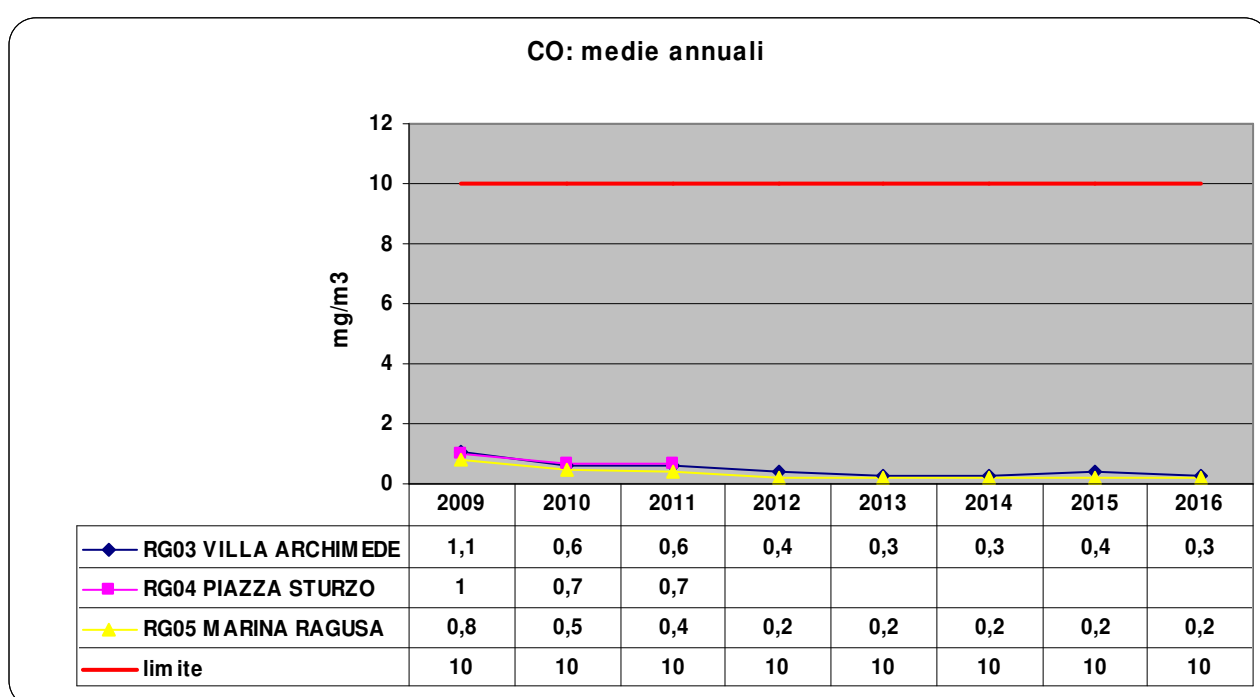


6.2 Monossido di carbonio CO

Dall'anno 2009 all'anno 2016 le concentrazioni di monossido di carbonio misurate nel Comune di Ragusa hanno sempre rispettato il valore limite di 10 mg/m³.

La tendenza è verso la stabilizzazione dei valori monitorati su concentrazioni medie inferiori a 1 mg/m³. Ad oggi il monossido di carbonio rappresenta un inquinante che non desta preoccupazione.

Figura 2



6.3 Biossido d'azoto NO₂

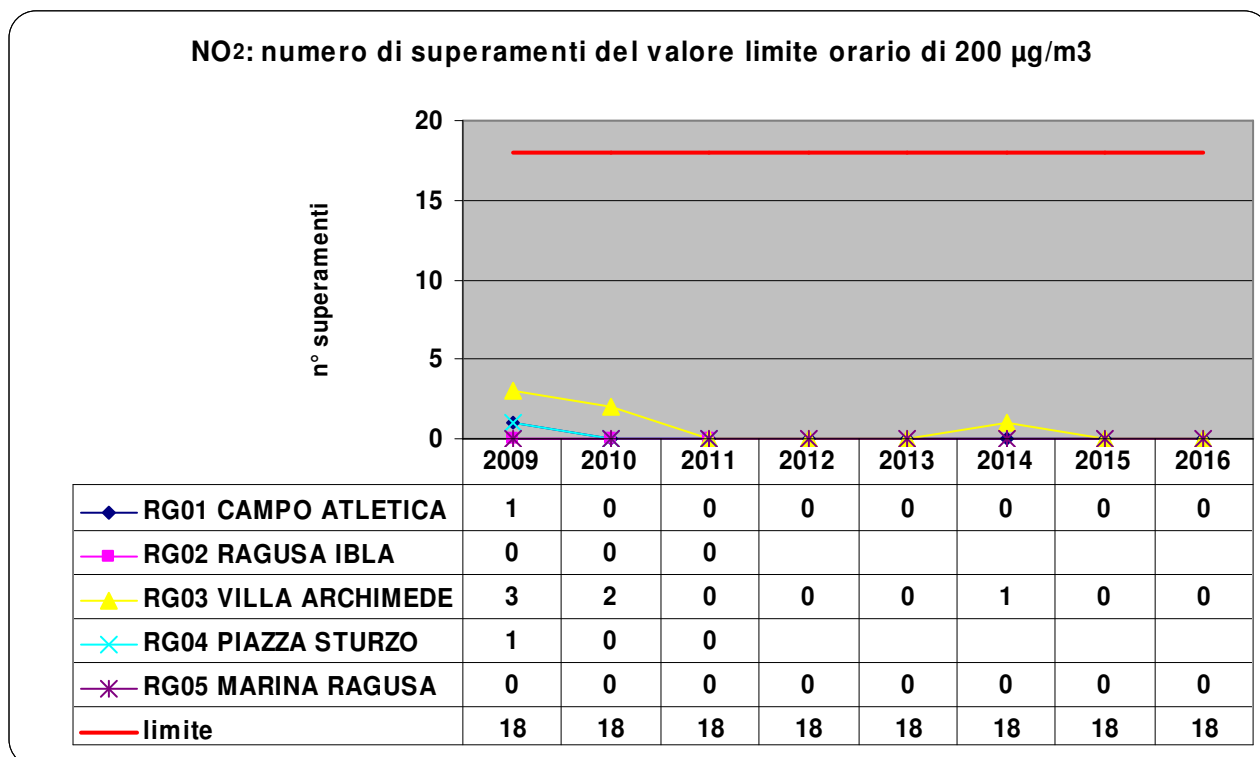
Le fonti antropiche, rappresentate da tutte le reazioni di combustione, comprendono principalmente gli autoveicoli (prevalentemente diesel), le centrali termoelettriche ed il riscaldamento domestico.

La concentrazione in aria ambiente nell'arco della giornata dipende da diversi parametri: flussi di traffico presenti, caratteristiche di dispersione dell'atmosfera e reazioni fotochimiche che avvengono in atmosfera.

Si esamineranno in sequenza due indicatori:

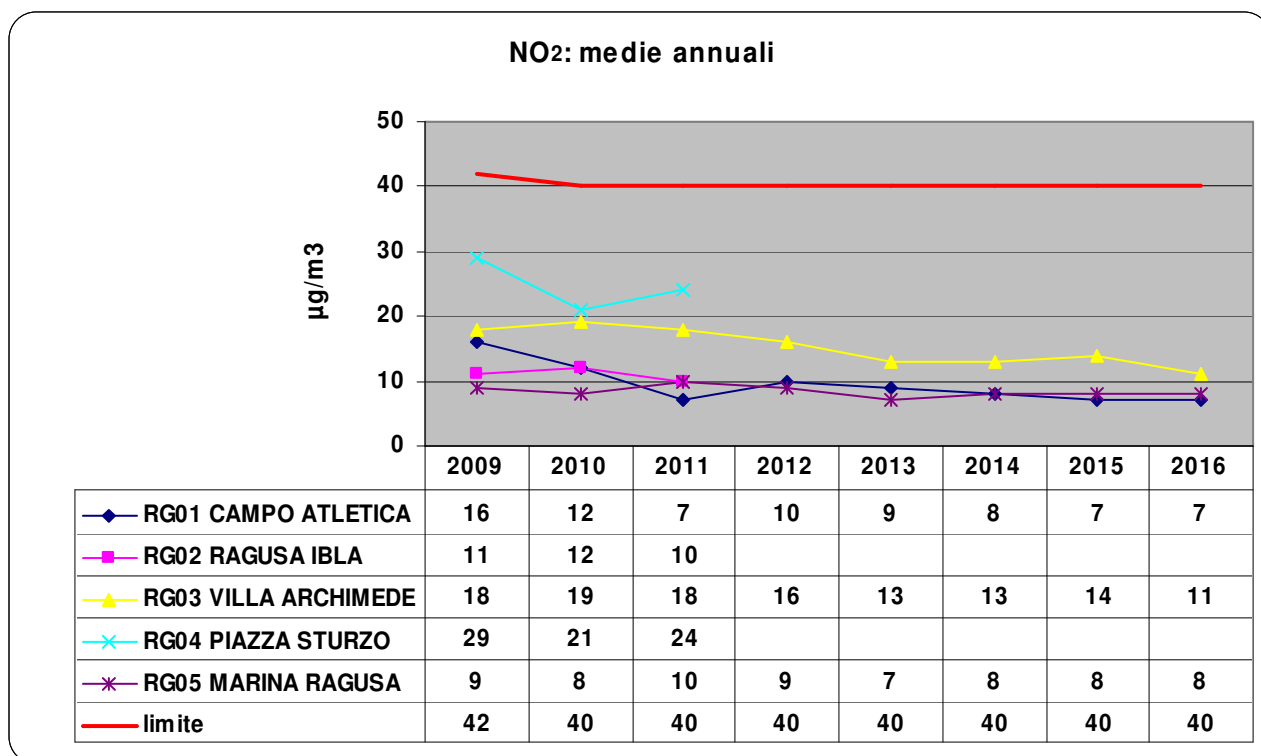
1. Numero di superamenti del valore limite orario di 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte all'anno, valido dal 2010 (Figura 3).
2. Confronto delle medie annuali con il limite annuale per la protezione della salute umana di 40 µg/m³, valido dal 2010 (Figura 4).

Figura 3



Con riferimento al primo indicatore, la serie riportata in Figura 3 evidenzia alcuni superamenti del valore limite di 200 µg/m³, valido dal 2010 (prima con un margine di tolleranza); si è trattato tuttavia solo di eventi sporadici e comunque sempre in numero inferiore al limite massimo consentito di 18 volte per anno. Nel 2016 non sono stati registrati superamenti.

Figura 4



Dal confronto delle concentrazioni medie annuali di NO₂, registrate dal 2009 al 2016, non si notano valori superiori al limite annuale di 40 µg/m³ (nel 2009 tale limite era aumentato del margine di tolleranza).

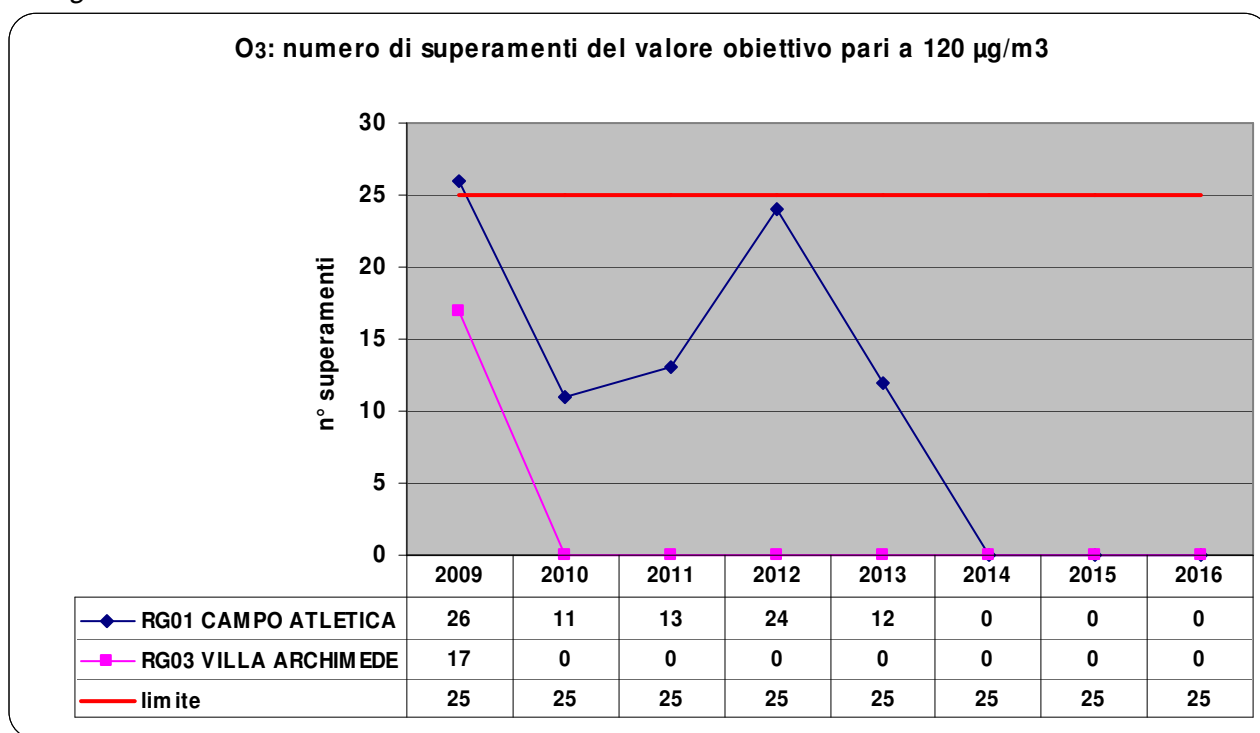
6.4 Ozono O₃

È un tipico inquinante secondario, che non viene direttamente prodotto dalle attività antropiche; si forma nell'atmosfera a seguito delle reazioni fotochimiche che interessano alcuni inquinanti precursori, prodotti dai processi di combustione (NO_x, idrocarburi, aldeidi). Le concentrazioni ambientali di O₃ tendono pertanto ad aumentare durante i periodi caldi e soleggiati dell'anno. Nell'arco della giornata, i livelli sono bassi al mattino, raggiungono il massimo nel primo pomeriggio e si riducono progressivamente nelle ore serali, con il diminuire della radiazione solare.

Si esamineranno due indicatori:

1. numero di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana di 120 µg/m³, come massimo giornaliero medie mobili su 8 ore (Figura 5);
2. Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana nell'arco di un anno civile (Figura 6).

Figura 5

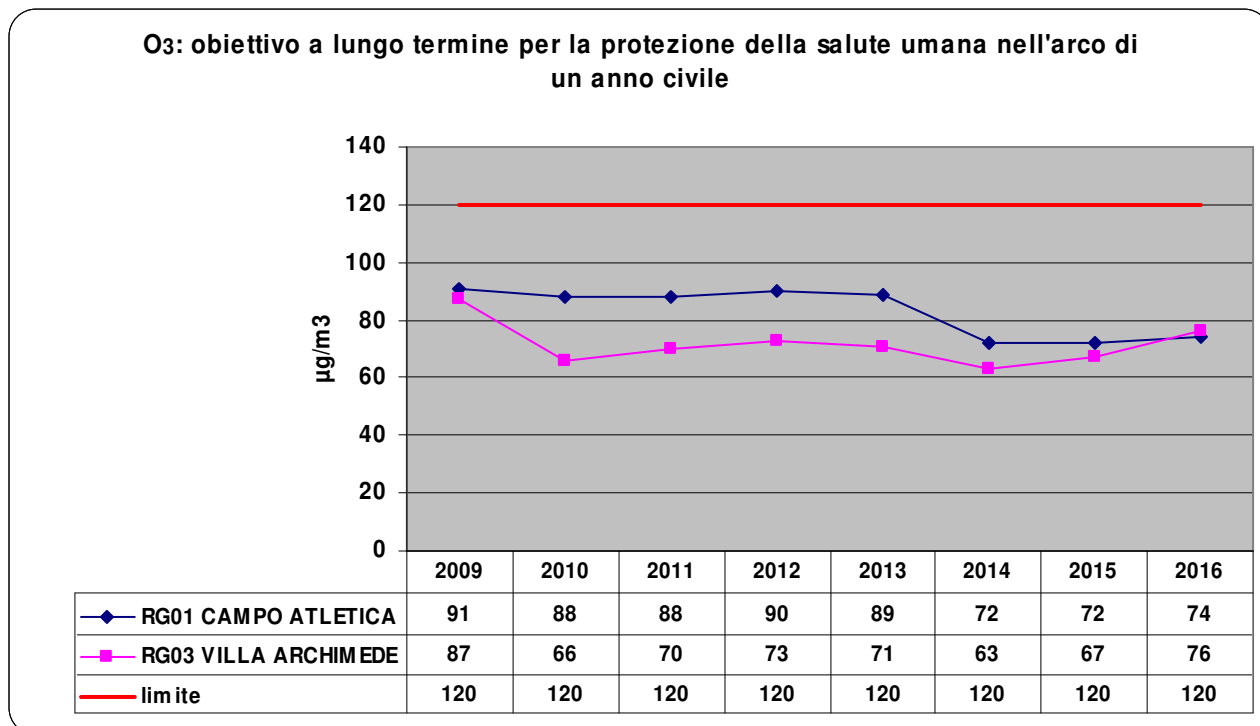


Per l'ozono dal 2009 non è mai stata superata né la soglia di allarme (pari a 240 µg/m³) né soglia di informazione (pari a 180 µg/m³).

Nel triennio 2014-2016 non ci sono stati superamenti del valore obiettivo in nessuna delle due centraline.

La media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile registrata dalla centralina RG01 Campo d'Atletica (Figura 6) si stabilizza sui valori del biennio precedente, in leggero aumento invece quella di RG03 Villa Archimede.

Figura 6



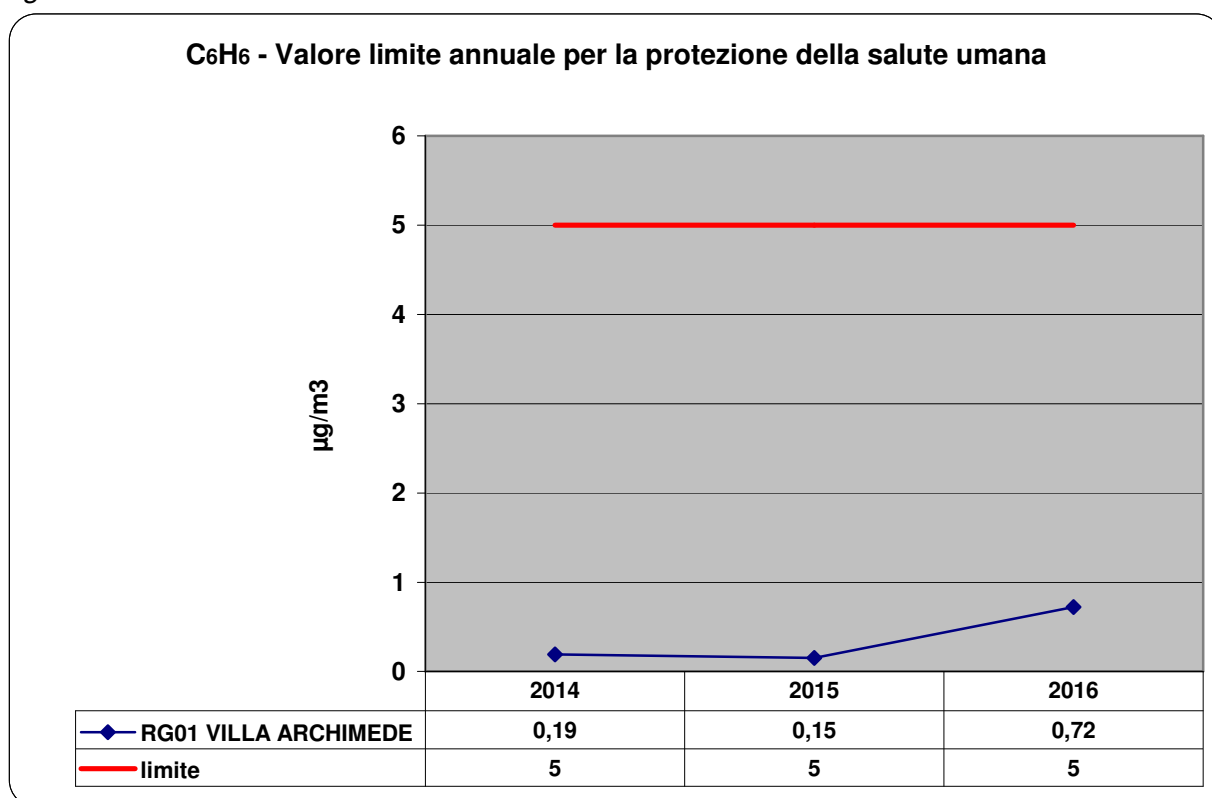
In entrambi i casi l'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, calcolato appunto come "Media massima giornaliera su 8 ore nell'arco di un anno civile", si mantiene al disotto del valore limite di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.5 Benzene C₆H₆

Il benzene è un idrocarburo aromatico, tipico costituente delle benzine. Gli autoveicoli rappresentano quindi la principale fonte di emissione: in particolare circa l'85% è immesso nell'aria con i gas di scarico, mentre il 15% per evaporazione del combustibile e durante le operazioni di rifornimento. La concentrazione in aria ambiente nell'arco della giornata è collegata principalmente ai flussi di traffico presenti.

Per la valutazione dell'inquinamento dovuto al benzene si fa riferimento al limite annuale per la protezione della salute umana pari a 5,0 µg/m³.

Figura 7



I valori registrati sono di bassa entità e si collocano al di sotto della soglia di valutazione inferiore, pari a 2 µg/m³, non destano quindi preoccupazione.

6.6 Particolato PM₁₀ e PM_{2,5}

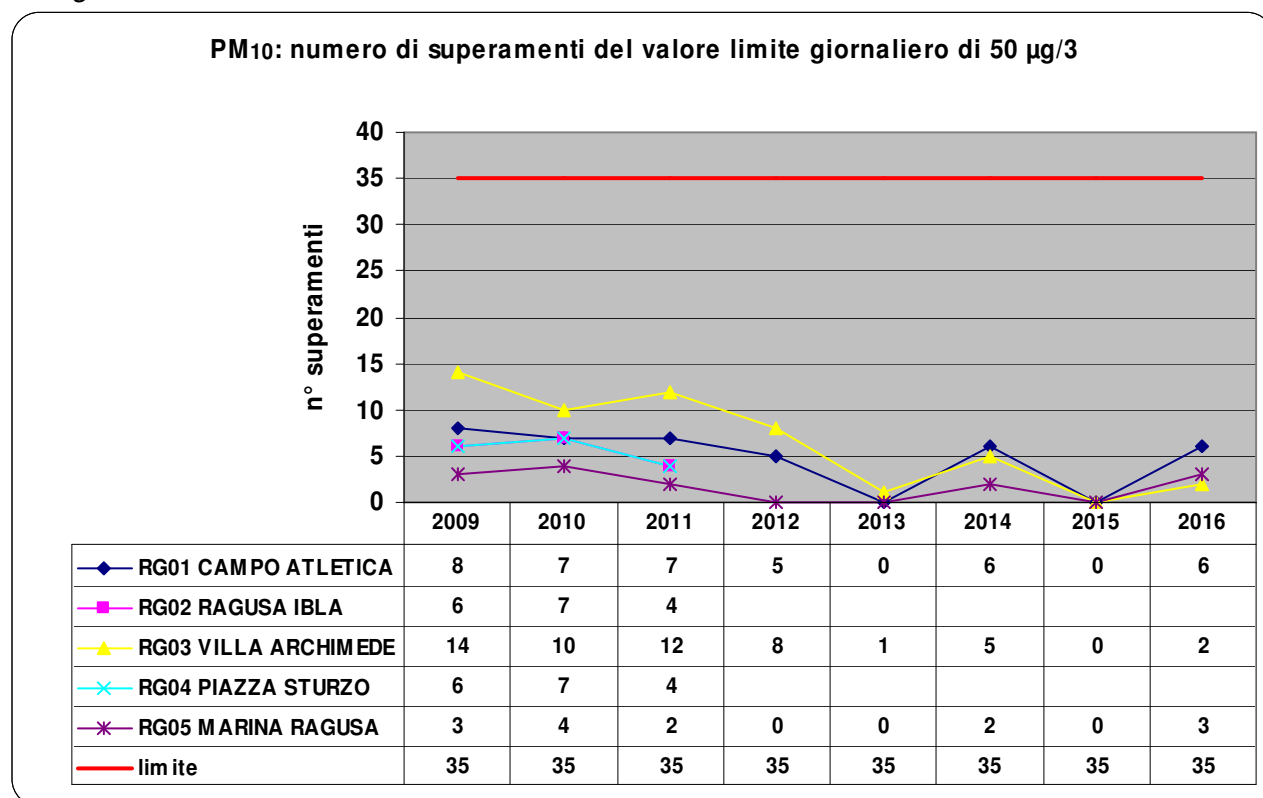
Le fonti antropiche di particolato sono essenzialmente le attività industriali, il traffico veicolare e gli impianti di riscaldamento.

La dimensione media delle particelle determina il tempo medio di permanenza in aria, il grado di penetrazione nell'apparato respiratorio e la conseguente pericolosità per la salute umana.

Si esamineranno due indicatori:

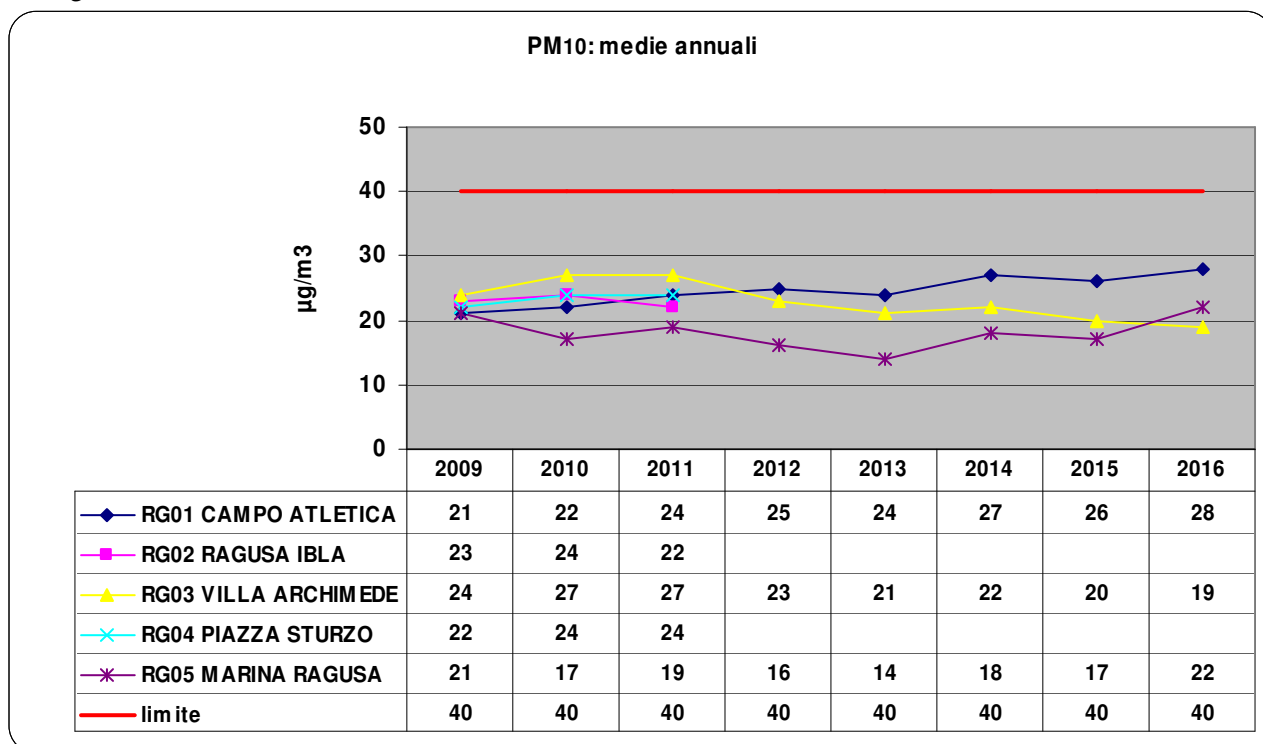
1. Numero di superamenti annui del valore limite giornaliero di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno (Figura 8).
2. Confronto delle medie annuali con il valore limite di 40 µg/m³ (Figura 9).

Figura 8



Dal confronto con il primo indicatore, la serie riportata in Figura 8 evidenzia un numero di superamenti sempre in numero inferiore al limite massimo consentito di 35 volte per anno.

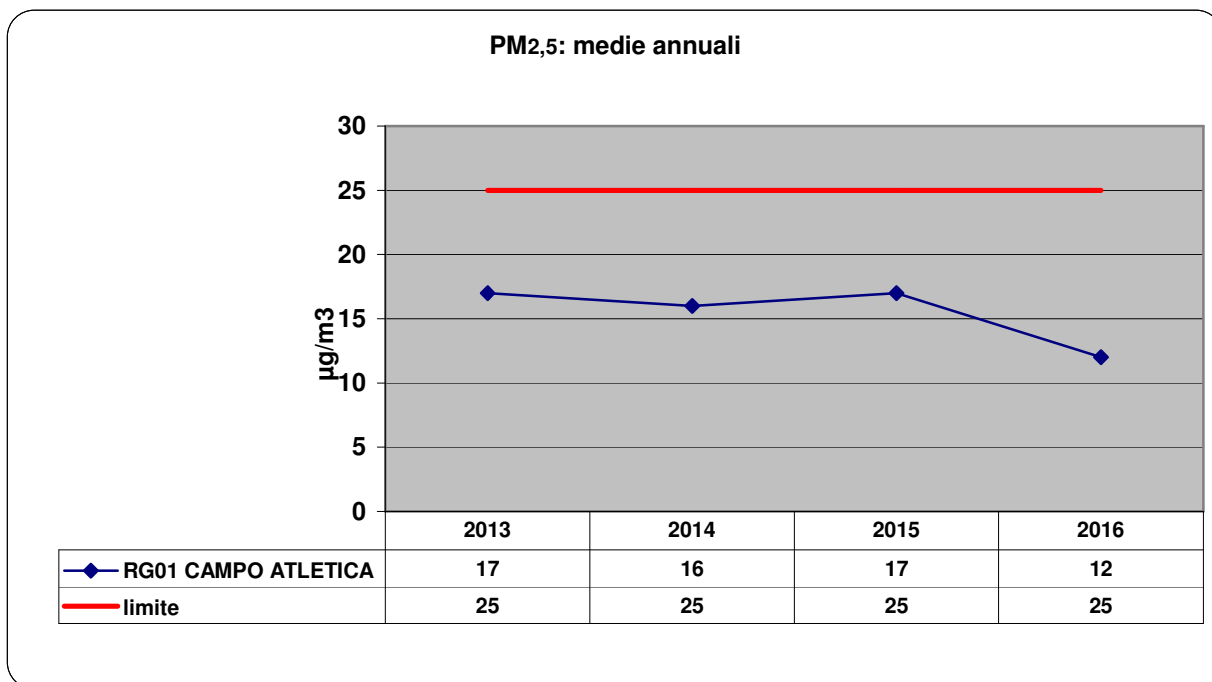
Figura 9



Anche dal confronto delle concentrazioni medie annuali di **PM10** registrate negli anni 2009-2016 non si notano valori superiori al limite annuale di 40 µg/m³. Nel 2016 le medie annuali oscillano intorno a valori compresi nell'intervallo 19-28 µg/m³.

La tabella seguente mostra il confronto delle medie annuali di **PM2,5** con il valore limite annuale pari a 25 µg/m3:

Figura 10



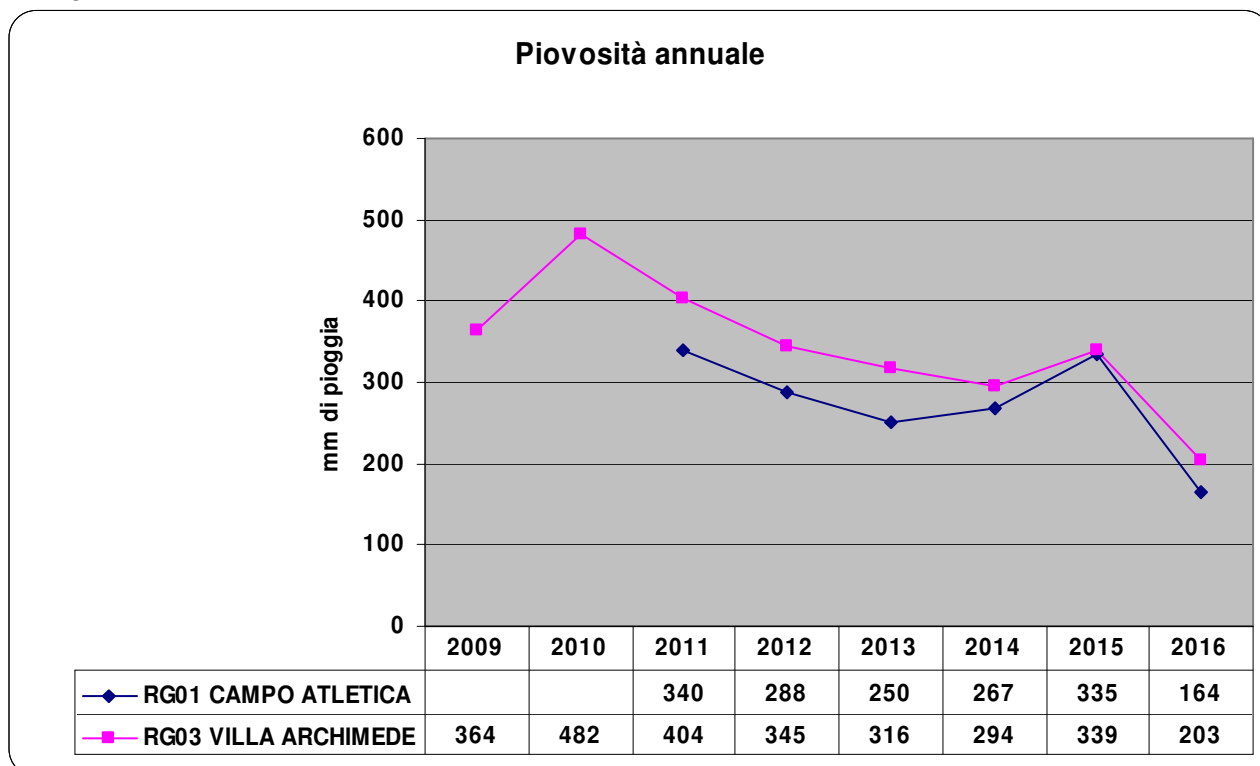
Le medie annuali di **PM2,5** riportate in Figura 10 sono tutte inferiori al valore limite indicato.

Si ribadisce peraltro che gli analizzatori di PM10 e PM2,5 marca UNITEC Light Scattering, installati nelle centraline, non risultano provvisti di certificato di equivalenza ai sensi della Normativa vigente (D.Lgs. n. 155/2010) e successive modifiche ed integrazioni.

6.7 Piovosità





































Si ritiene possa essere utile inserire anche il grafico rappresentante l'andamento della piovosità nel periodo 2009-2016.

Figura 11









Il 2016 è stato un anno di estrema siccità.

7.0 VALUTAZIONI FINALI

PARAMETRO	CENTRALINA	ANNI CONSIDERATI	TENDENZA	CRITICITA' AMBIENTALI	% DI DATI VALIDI 2016
SO ₂	RG03 VILLA ARCHIMEDE	2009-2016	→		
CO	RG03	2009-2016	→		
	RG05 MARINA DI RAGUSA	2009-2016	→		
NO ₂	RG01 CAMPO ATLETICA	2009-2016	→		
	RG03	2009-2016	→		
	RG05	2009-2016	→		
O ₃	RG01	2009-2016	→		
	RG03	2009-2016	→		
C ₆ H ₆	RG03	2014-2016	↘		
CH ₄ -NMHC	RG01	2009-2016	→		
	RG03	2009-2016	→		
	RG05	2009-2016	→		
PM _{2,5}	RG01	2013-2016	↗		
PM ₁₀	RG01	2009-2016	→		
	RG03	2009-2016	→		
	RG05	2009-2016	→		
PIOVOSITA'	RG01	2011-2016	↘		
	RG03	2009-2016	↘		

legenda:

tendenza in miglioramento	
tendenza stabile o oscillante	
tendenza in peggioramento	
criticità assente	
criticità moderata	
criticità elevata	

Le stazioni di misurazione presenti sul territorio comunale sono stazioni di fondo urbano (RG03 Villa Archimede) e suburbano (RG01 Campo d'Atletica, RG05 Marina di Ragusa), cioè stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato da emissioni da specifiche fonti, ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento.

Non risentendo quindi un modo diretto di industrie, traffico veicolare, ecc., i livelli di biossido di zolfo (SO₂) e monossido di carbonio (CO) riscontrati sono molto bassi: non sono stati rilevati superamenti dei valori limite e allo stato attuale questi inquinanti non presentano particolari criticità.

Nessun superamento del valore limite orario e medie annuali relativamente basse (comprese tra 7 e 11 µg/m³) per il biossido d'azoto (NO₂) anch'esso inquinante correlato al traffico veicolare: le medie annuali si mantengono ben al di sotto del limite annuale di 40 µg/m³.

Nessun superamento nemmeno per l'ozono (O₃), il cui valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, calcolato come "Media massima giornaliera nell'arco di un anno civile", si attesta intorno a 75 µg/m³, rispetto al valore limite di 120 µg/m³.

Il benzene (C₆H₆) ha registrato valori di bassa entità (circa 6 volte più bassi del "Valore limite annuale per la protezione della salute umana") che non destano preoccupazione. I valori registrati si collocano al di sotto della soglia di valutazione inferiore, pari a 2 µg/m³.

Particolato atmosferico (PM₁₀, PM_{2,5}): sono stati riscontrati superamenti nei giorni 22 e 23 marzo e 11 maggio (coincidenti in più stazioni di monitoraggio) presumibilmente riconducibili a cause naturali (trasporto di materiale particolato a causa del vento di scirocco).

Dal momento che il metodo di misura non è quello previsto dalla normativa in vigore, anche nel 2016 sono state eseguite campagne gravimetriche di confronto. Tali campagne hanno mostrato una buona correlazione tra le misure nefelometriche e quelle gravimetriche previste dalla normativa (coefficienti di correlazione lineare R² compresi tra 0,90 e 0,92) ed una differenza tra le coppie di misure prevalentemente inferiore al 10% del valore medio.

Una criticità rilevante è rappresentata dall'obiettivo di qualità dei dati indicato come "raccolta minima dei dati".

Le percentuali più basse di dati validi sono state riscontrate per l'analizzatore di idrocarburi metanici e non metanici di Campo d'Atletica, per l'analizzatore di BTX di Villa Archimede e per gli analizzatori della stazione di Marina di Ragusa nel loro complesso, in quanto la cabina ha risentito del guasto al PC e di probabili frequenti interruzioni dell'erogazione di corrente elettrica non supportati da un gruppo di continuità perfettamente funzionante.

La perdita di dati legati all'analizzatore di BTX di Villa Archimede è stata causata invece da frequenti disconnessioni con il PC di cabina, causate da un malfunzionamento al quale non si è trovata soluzione.

Tutto ciò, purtroppo, ha portato in molti casi al non raggiungimento di questo obiettivo di qualità.