

**REPORT DEI DATI RILEVATI DALLE
STAZIONI DI MONITORAGGIO DI
VIA CARPE
E
PIAZZA ROMAGNA
A IMOLA**

Anno 2015

SOMMARIO

Introduzione.....	2
Parametri monitorati nelle stazioni di Via Carpe e Piazza Romagna.....	4
Riferimenti normativi.....	5
Analisi dei dati di qualità dell'aria.....	7
PM10 – Materiale Particolato con diametro inferiore a 10µm.....	7
PM2.5 – Materiale Particolato con diametro inferiore a 2.5µm.....	12
NO2 – Biossido di Azoto.....	16
CO – Monossido di Carbonio.....	20
CH4_NMHC – Metano e Idrocarburi non metanici.....	22
Analisi dei parametri meteorologici.....	24
Direzione e velocità del vento.....	24
Precipitazioni.....	27
Temperature.....	28
Stima dell'indice di Thom.....	29
Sintesi finale.....	31

Introduzione

La Centrale Termoelettrica di Hera S.p.A ad Imola occupa una superficie di 5.000 mq, è alimentata a gas metano e, mediante un ciclo combinato di tipo cogenerativo, è in grado di produrre contemporaneamente energia termica ed energia elettrica. Quest'ultima viene inviata alla rete di trasmissione nazionale, mentre quella termica viene utilizzata per alimentare la rete di teleriscaldamento della città di Imola. Il ciclo combinato, cuore della centrale, è composto da 2 turbine a gas, 2 caldaie a recupero (con relativi catalizzatori per la riduzione degli inquinanti prodotti dalla combustione del gas), 2 camini di scarico del diametro di tre metri con un'altezza di 50 metri, 1 turbina a vapore e in aggiunta tre sistemi: uno di produzione di acqua calda per il teleriscaldamento, uno di condensazione del vapore esausto allo scarico della turbina a vapore e uno di raffreddamento con torre evaporativa.

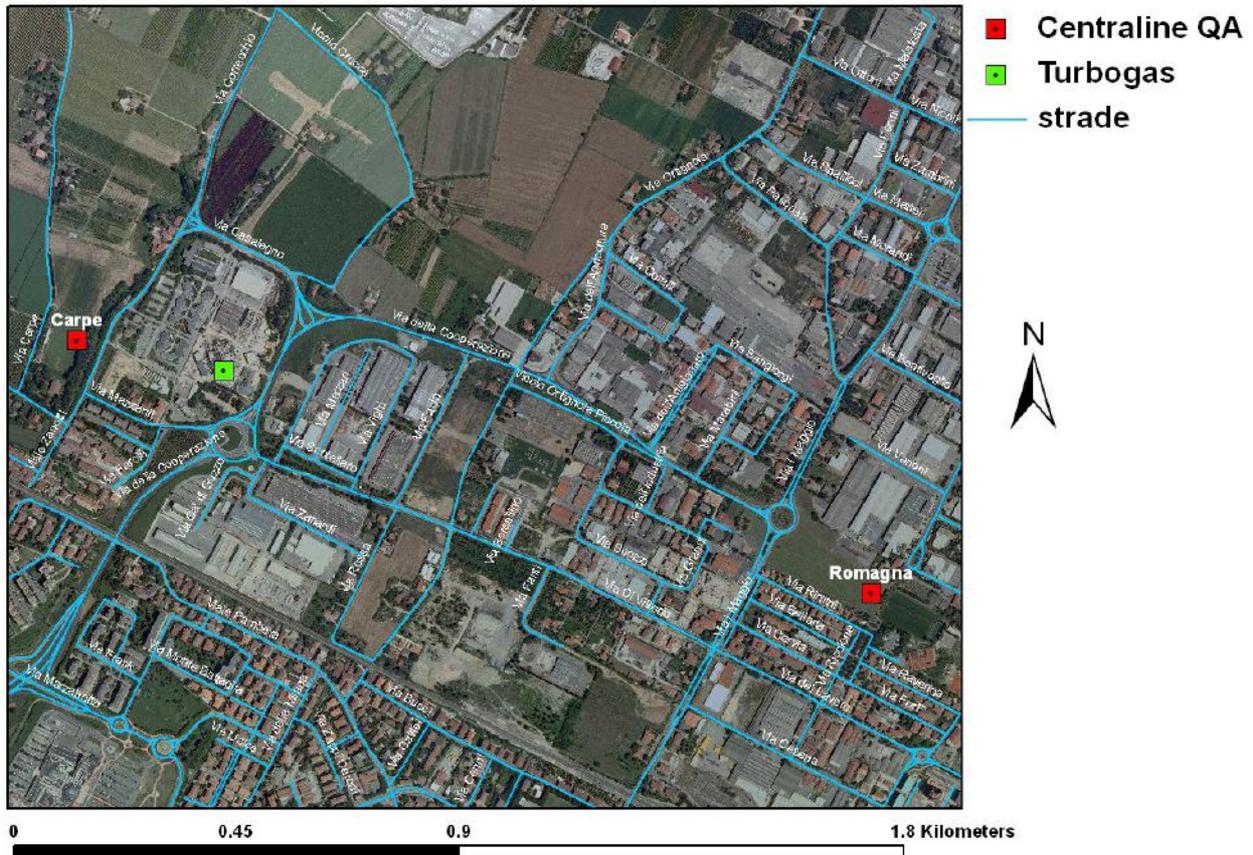
In ottemperanza al decreto di V.I.A 142 del 15/02/2006 è stato predisposto un piano di monitoraggio con due stazioni fisse posizionate in Via Carpe e Piazza Romagna, destinate a valutare la situazione nell'area circostante la centrale e le eventuali variazioni della qualità dell'aria. A tale scopo il monitoraggio è iniziato prima della costruzione della centrale ed è proseguito per tutta la durata dei lavori nonché nella successiva attivazione ed esercizio della stessa.

I lavori di realizzazione della centrale sono terminati nel 2009 e l'impianto è entrato in esercizio dal 1 Ottobre dello stesso anno con lo scopo di produrre energia elettrica (80 MW) ed energia termica per la città di Imola mediante un circuito di teleriscaldamento civile (circa 65 MW).

Le attività di monitoraggio, iniziate nel Maggio 2007 e tuttora in corso, sono proseguite durante tutto il 2015, anno cui si riferisce il presente documento.

Dai dati forniti da Hera risulta che nell'anno in esame le ore di funzionamento complessive degli impianti della centrale sono state superiori rispetto a quelle del 2014 (risultando maggiormente confrontabili con quelle del 2013). Come già per gli anni precedenti anche per il 2015 il funzionamento delle caldaie a turbogas non è stato sempre costante e, in controtendenza con quanto osservato nell'arco dell'ultimo triennio, risulta in media fortemente aumentato. Le caldaie di soccorso hanno invece funzionato per un numero decisamente inferiore di ore e sono state attivate in modo continuativo da Marzo a Ottobre in supporto delle turbogas ed in pressoché totale sostituzione di queste solo nei mesi di Maggio-Giugno e Settembre.

Nella mappa a pagina seguente è riportata l'esatta ubicazione sul territorio del Comune di Imola delle stazioni di Via Carpe e Piazza Romagna (in rosso) e della Centrale di Cogenerazione di Hera (in verde). Per contestualizzare i dati relativi all'area oggetto d'indagine alcuni parametri sono stati messi in relazione, dove disponibili, con i valori rilevati dalle stazioni dell'attuale Rete Regionale di Monitoraggio e Valutazione della Qualità dell'Aria (in seguito RRQA).



Nello specifico sono state considerate come riferimento le stazioni da traffico di Viale De Amicis (unica postazione attualmente presente sul territorio imolese a seguito della revisione della rete regionale attuata nel 2012) e di Porta San Felice (situata in area urbana a Bologna) e la stazione di fondo rurale di San Pietro Capofiume (nel comune di Molinella, provincia di Bologna).

Per quanto riguarda i parametri di qualità dell'aria monitorati, le medie mensili sono state messe a confronto per il solo anno in esame mentre l'analisi dei valori annuali è stata estesa all'andamento temporale sugli ultimi cinque anni (2011-2015). Per alcuni parametri è stata inoltre effettuata un'analisi più approfondita, in riferimento ai superamenti dei limiti indicati dalla normativa o finalizzata all'individuazione di un ipotetico andamento giornaliero medio stagionale (giorno tipo).

Il criterio adottato per l'analisi dati è stato di ritenere sufficientemente rappresentativa del periodo considerato (anno, mese, ecc) una percentuale di dati validi almeno del 75%. Si precisa quindi che nei grafici riportati e nelle relative tabelle non è indicato alcun valore nel caso in cui non si raggiunga la percentuale di dati validi sufficiente ad effettuare il calcolo dei parametri statistici, a causa di problemi tecnici alla strumentazione o per mancanza di dati legata ad analizzatori non attivi nel periodo in esame.

Parametri monitorati nelle stazioni di Via Carpe e Piazza Romagna

I parametri rilevati presso le due stazioni nell'anno 2015 sono:

- valori orari dei gas
 - NO₂ – Biossido di azoto [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
 - CO – Monossido di carbonio [mg/m^3]
 - CH₄_NMHC – Metano e idrocarburi non metanici [$\mu\text{g-C}/\text{m}^3$]
- valori giornalieri di materiale particolato
 - PM10 – Polveri inalabili (con diametro aerodinamico < 10 μm) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
 - PM2.5 – Polveri respirabili (con diametro aerodinamico < 2.5 μm) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

La stazione di Via Carpe è inoltre dotata di sensori meteorologici per la misura oraria di: **direzione e velocità del vento, pioggia, temperatura, umidità relativa, radiazione solare e pressione atmosferica.**



Stazione di Via Carpe



Stazione di Piazza Romagna

Riferimenti normativi

Per quanto riguarda i principali parametri di qualità dell'aria l'attuale inquadramento normativo è costituito dal **DECRETO LEGISLATIVO 13 Agosto 2010, n°155** ("Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa") il quale indica i valori di riferimento di seguito definiti:

D.Lgs. n. 155/2010	NO ₂	200 µg/m ³	Valore limite orario da non superare più di 18 volte nell'anno
		400 µg/m ³	Soglia di allarme da misurare su 3 ore consecutive
		40 µg/m ³	Valore limite annuale
	CO	10 mg/m ³	Valore limite della media massima giornaliera calcolata su 8 ore
	PM10	50 µg/m ³	Valore limite giornaliero da non superare più di 35 volte nell'anno
		40 µg/m ³	Valore limite annuale
	PM2.5	25 µg/m ³	Valore limite annuale, da raggiungere al 1 Gennaio 2015

Valore limite: livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato.

Soglia di allarme: livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

E' necessario precisare che per le centraline di Via Carpe e Piazza Romagna i limiti posti dalla normativa vigente sono da considerare solo come indici rappresentativi della criticità della zona oggetto di indagine, in quanto ai fini della verifica del rispetto di tali limiti devono essere esclusivamente analizzati i dati rilevati dalla rete regionale di monitoraggio, di cui le due stazioni non fanno parte.

Per quanto riguarda gli altri parametri monitorati, il **CH₄** oltre a non essere tossico è normalmente presente nell'aria e non viene classificato come inquinante; per **NMHC** si intende invece l'insieme degli "idrocarburi non metanici" che in presenza di radiazione solare possono reagire con gli ossidi di azoto e con l'ozono dando origine allo smog fotochimico.

Per queste classi di idrocarburi non è stato fissato un valore limite. Non essendo sottoposti a normativa, tali parametri non vengono correntemente rilevati dalla rete di monitoraggio sul territorio provinciale di Bologna.

Analisi dei dati di qualità dell'aria

PM10 – Materiale Particolato con diametro inferiore a 10µm

Le medie annuali di PM10 relative alle postazioni di Via Carpe e Piazza Romagna sono state confrontate con quelle di due centraline della RRQA prese come riferimento: De Amicis (stazione da traffico, in area urbana ad Imola) e San Pietro Capofiume (stazione di fondo rurale, nella campagna di Molinella).

L'analisi degli ultimi cinque anni (Figura 1) mostra una graduale diminuzione complessivamente dell'ordine di 10 µg/m³ nell'arco dei primi quattro anni fino al 2014 (anno che costituisce il minimo storico delle concentrazioni medie annuali di PM10 degli ultimi dodici anni su tutto il territorio provinciale). Segue poi un incremento quantificabile in 4-5 µg/m³ per quanto riguarda l'anno in esame. Si evidenzia come tutte le stazioni considerate nella presente analisi, sia sul territorio imolese che non, facciano registrare valori medi annuali decisamente confrontabili tra loro; per il 2015 tale valore si attesta su 24-27 µg/m³.

Si conferma quindi che anche per l'anno 2015 tutti i siti di misura si collocano ampiamente entro il valore limite di 40 µg/m³ stabilito dal D.Lgs. 155/10, così come avviene dal 2008.

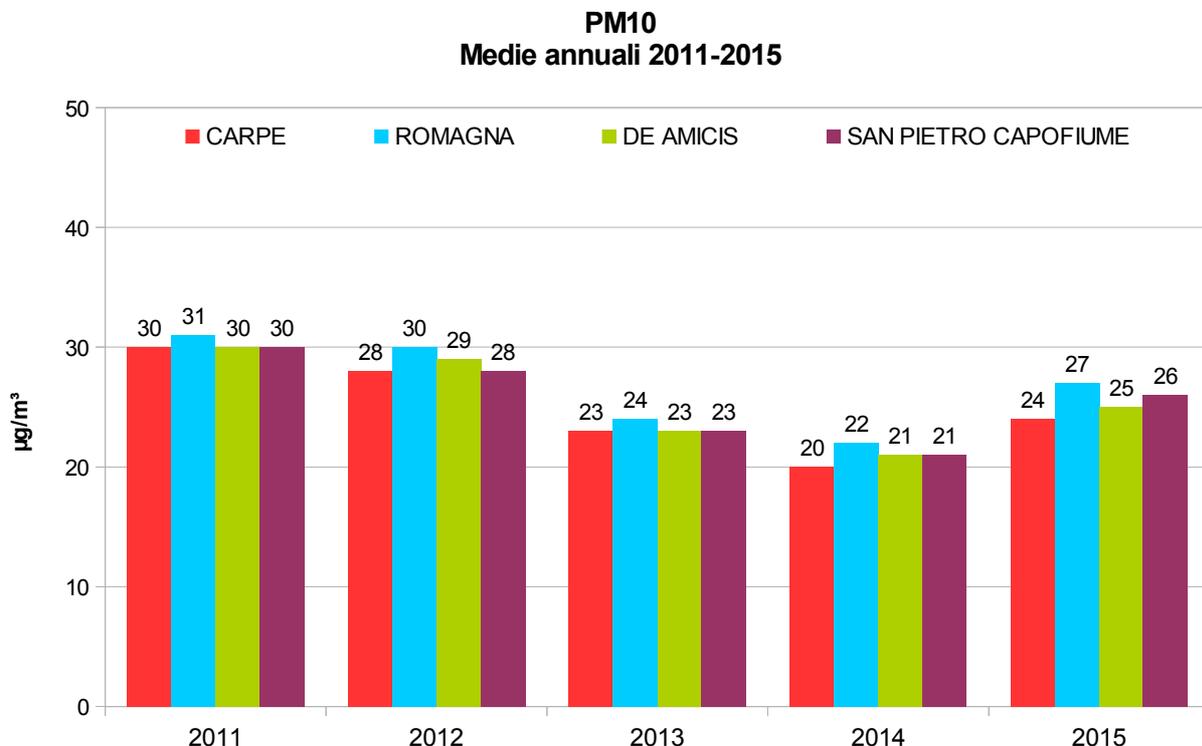


Figura 1

Le medie mensili dell'anno 2015 (Figura 2) presentano un andamento stagionale con concentrazioni più elevate nel periodo autunno-invernale per tutte le centraline. I valori relativi al primo e ultimo trimestre dell'anno risultano pressoché speculari e si osservano rispettivamente una drastica diminuzione nella transizione Marzo-Aprile ed una rapida crescita nel passaggio da Settembre a Ottobre. Da Aprile a Giugno e in Settembre sono raggiunti i valori più bassi, stabilmente compresi tra i 15 e i 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nel confronto tra i diversi siti si nota un buon accordo. Si hanno maggiori scostamenti sia tra le due postazioni adibite al monitoraggio della Centrale che rispetto alle stazioni della RRQA considerate proprio sulle concentrazioni più elevate (primo e ultimo trimestre), con differenze dell'ordine di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o superiori. Negli stessi periodi la stazione di Romagna è caratterizzata sempre dai valori più alti, mentre Carpe risulta maggiormente allineata con De Amicis.

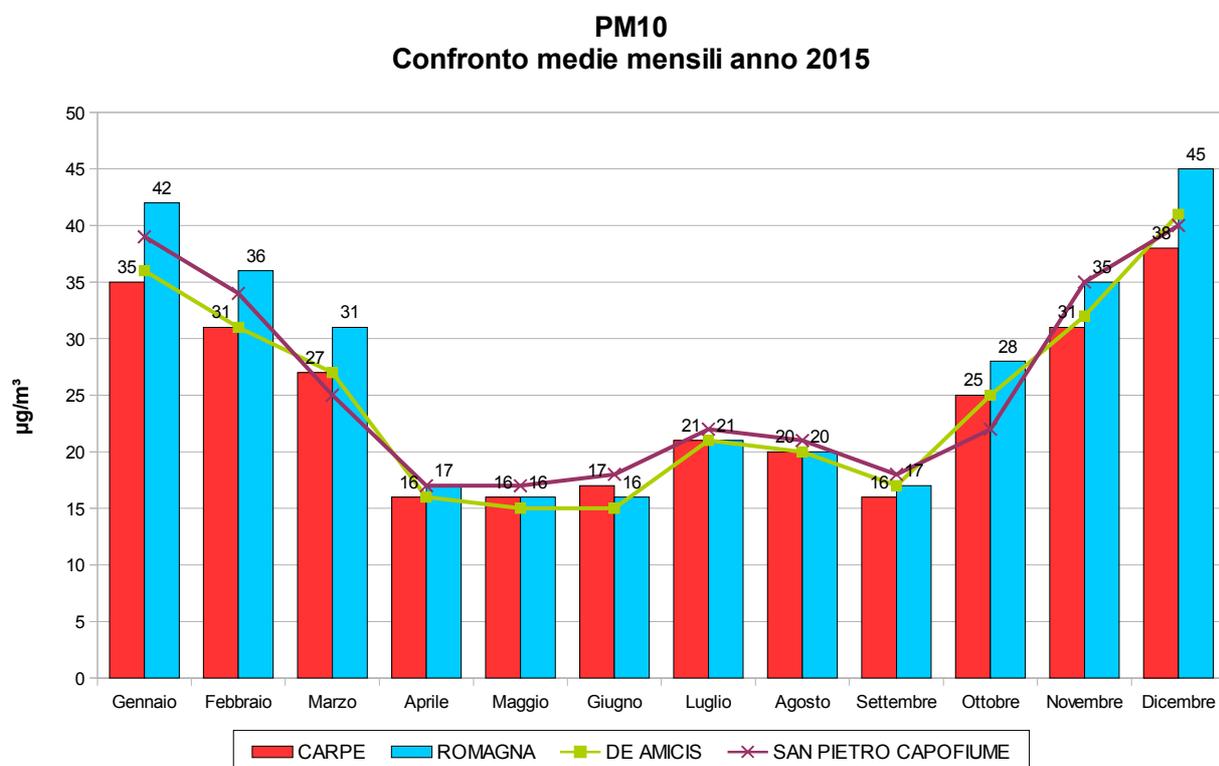


Figura 2

Per il parametro PM10 è stata poi fatta un'analisi più approfondita per quanto riguarda i superamenti del valore limite posto dalla normativa per la media giornaliera.

Osservando i grafici a pagina seguente (Figura 3) che riportano gli andamenti dei dati giornalieri di PM10 acquisiti nel 2015 presso i due siti oggetto di studio, si evidenzia ancora una volta come il periodo più critico per il particolato risulti essere quello invernale (la linea indica il valore limite giornaliero di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Sull'intero periodo i valori più elevati di concentrazione giornaliera sono

stati rilevati in Gennaio, Febbraio e Dicembre. Da Aprile a Settembre sono stati rilevati i valori più bassi, tipici del periodo primaverile ed estivo, con l'eccezione di un caso isolato a inizio Maggio.

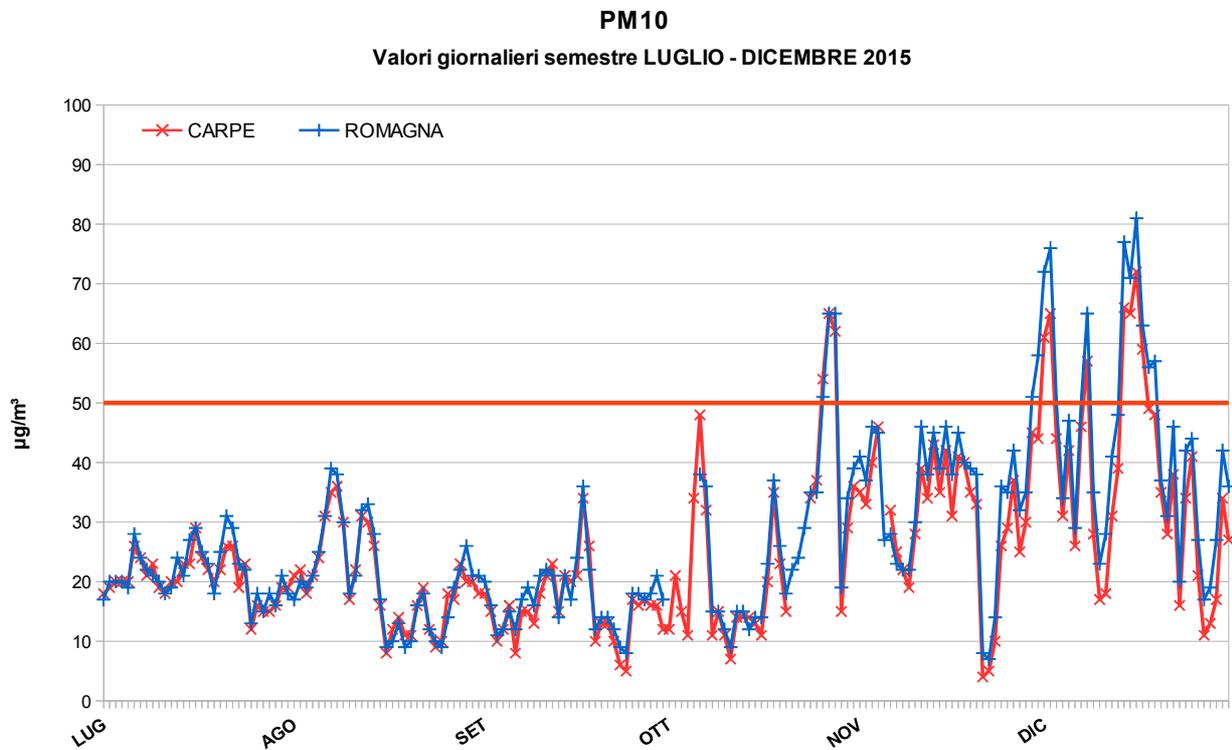
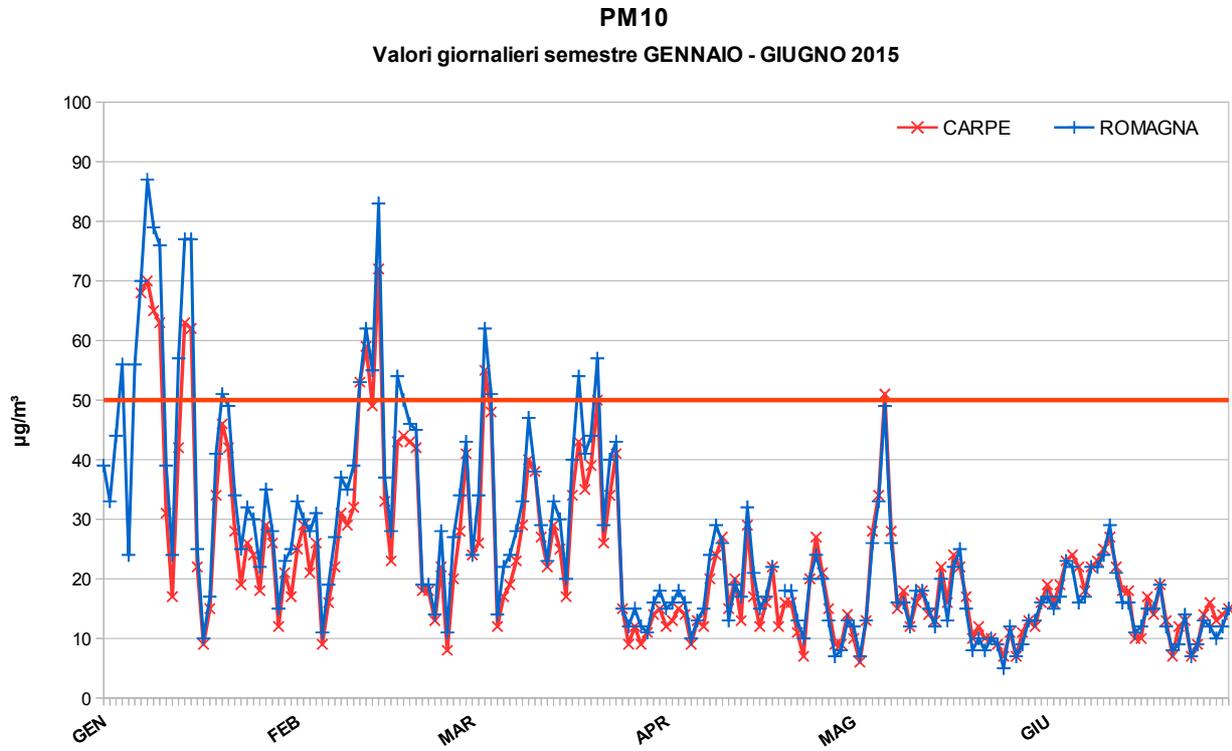


Figura 3

Le giornate con concentrazione media giornaliera di PM10 maggiore di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si sono verificate prevalentemente nei mesi da Gennaio a Marzo e da Ottobre a Dicembre (Figura 4). Le discrepanze che si osservano, specie a inizio anno, sono spesso riconducibili a casi in cui si ha superamento presso una delle due stazioni, mentre l'altra viene a trovarsi su valori prossimi al limite (vedi Figura 3) – l'informazione relativa a Gennaio per Carpe è inoltre parziale a causa della mancanza di alcuni dati a inizio periodo.

Gennaio e Dicembre sono i mesi che hanno fatto registrare il maggior numero di superamenti del valore limite e questo può trovare spiegazione in condizioni meteorologiche sfavorevoli alla rimozione/dispersione del particolato, tra le quali ad esempio la scarsità di precipitazioni. I mesi di inizio anno hanno visto più superamenti, facendo risultare la stagione invernale 2014-2015 in lieve controtendenza rispetto agli anni precedenti in termini di criticità.

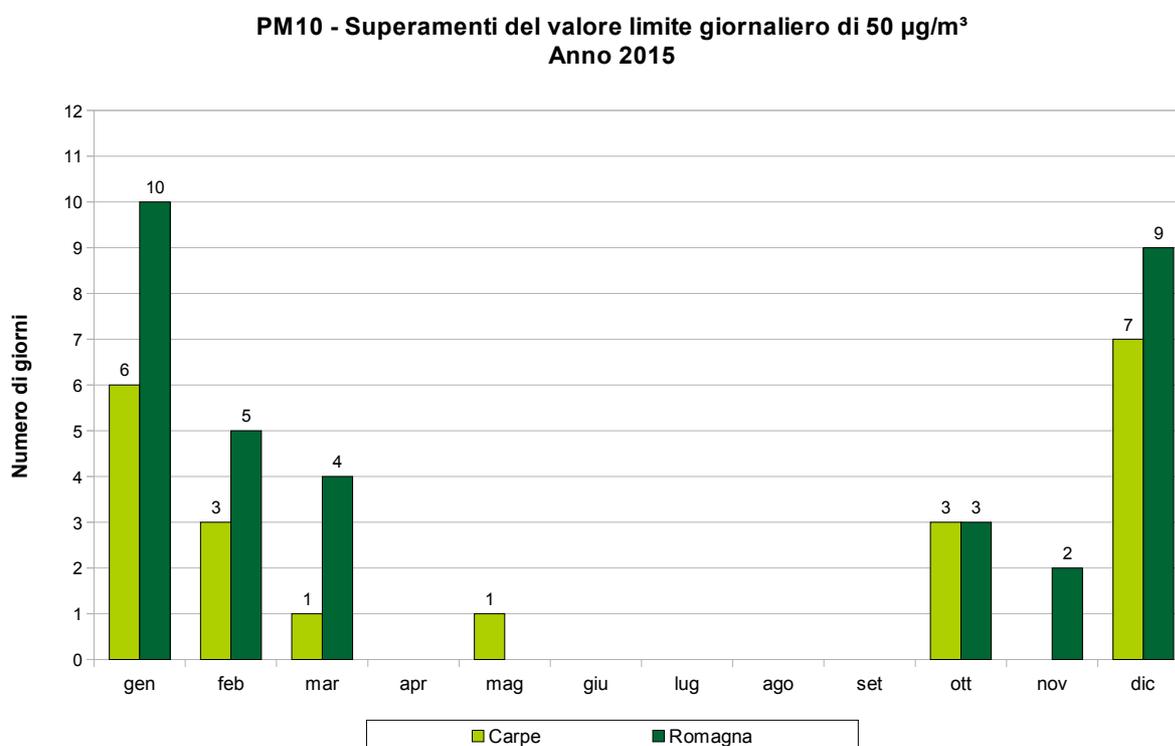


Figura 4

Prendendo in considerazione il numero totale annuo di superamenti (Figura 5) si nota che solo per il 2013 e 2014 questo risulta essere largamente inferiore ai 35 stabiliti dalla normativa in tutte le postazioni presenti sul territorio imolese, a seguito di una diminuzione nell'arco dei primi quattro anni (più significativa per quanto riguarda il 2013). Il 2015 è invece caratterizzato da un diffuso aumento dei superamenti, fino a livelli confrontabili o superiori a quelli del 2013. Tale aumento appare più consistente per la stazione di Romagna e trova riscontro anche nell'incremento del

numero stimato di giorni favorevoli all'accumulo (giorni critici). Ad eccezione del 2014 dove si poteva probabilmente registrare l'influenza di altri fattori (come ad esempio minori emissioni grazie ad una stagione invernale più mite) le due grandezze giorni critici ed effettivi superamenti della media giornaliera di PM10 risultano essere in accordo come andamento, a conferma della significativa influenza delle condizioni meteorologiche.

[Da quest'anno il parametro numero di giorni critici viene calcolato a partire dai dati meteo forniti dal modello LAMA e per omogeneità viene qui utilizzata la serie dati degli ultimi cinque anni ricalcolata in base alla stessa fonte.]

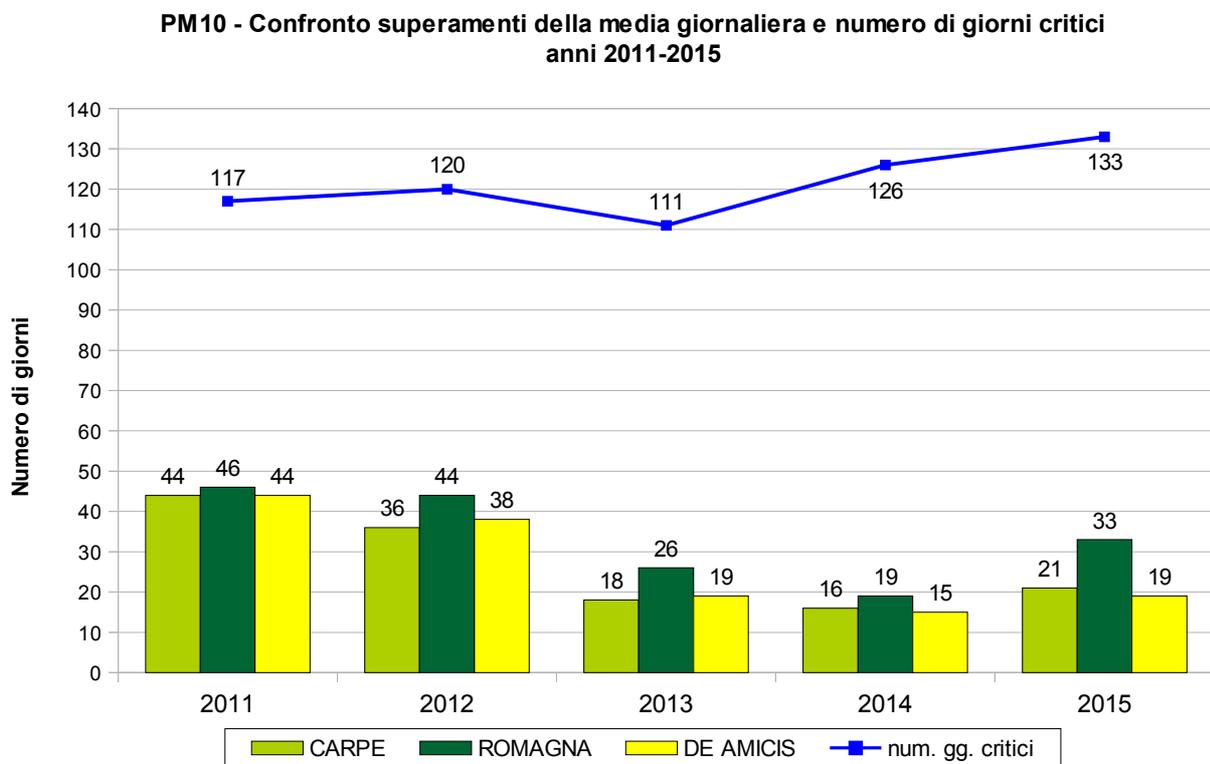


Figura 5

PM2.5 – Materiale Particolato con diametro inferiore a 2.5µm

Non è attualmente presente sul territorio imolese un analizzatore di PM2.5 facente parte della rete regionale di monitoraggio. Per il confronto con i dati acquisiti dalle centraline di Via Carpe e Piazza Romagna sono state quindi considerate altre stazioni della RRQA: Porta San Felice (stazione urbana da traffico, in posizione adiacente ai viali di circonvallazione di Bologna) e San Pietro Capofiume (stazione di fondo rurale, collocata nella campagna di Molinella).

L'analisi delle medie annuali per il periodo dal 2011 al 2015 (Figura 6) conferma quanto già osservato per il PM10: una lieve ma continua diminuzione fino al 2014 ed un successivo incremento per l'anno in esame, in questo caso entrambi dell'ordine di 1-3 µg/m³ l'anno. Nell'arco dell'intero periodo considerato, la variazione del valore della media annuale copre un intervallo complessivo che va dai 5 µg/m³ per la postazione di Romagna fino agli 8 µg/m³ per Carpe, dove l'iniziale diminuzione appare più accentuata. L'omogeneità spaziale osservata fino al 2012 sembra venire meno negli ultimi anni sebbene le differenze tra le varie stazioni si mantengano relativamente contenute.

Si nota inoltre che in nessuno dei siti di misura le concentrazioni medie annuali di PM2.5 hanno superato i 25 µg/m³, valore limite previsto dal D.Lgs. 155/10 per il 2015.

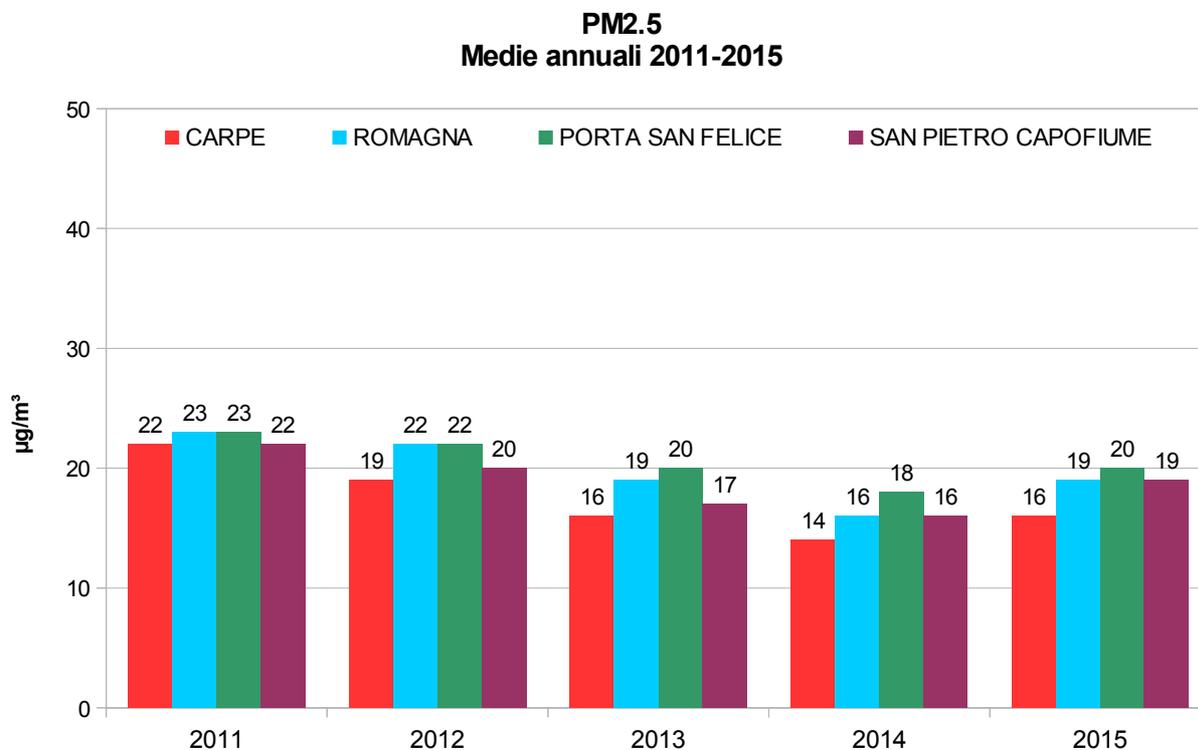


Figura 6

Nel grafico di Figura 7 sono riportate le concentrazioni medie mensili del parametro PM2.5 per l'anno 2015. Come già visto per il PM10, anche la frazione respirabile del particolato presenta analogo andamento stagionale, con concentrazioni maggiori nel periodo autunno-invernale. Anche in questo caso i valori di concentrazione dimezzano nel passaggio da Marzo ad Aprile e raddoppiano tra Settembre e Ottobre. I mesi da Aprile a Giugno e Settembre sono caratterizzati dai valori più bassi, stabilmente attorno a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le medie mensili di Via Carpe e Piazza Romagna risultano in gran parte confrontabili tra loro e con quelle delle stazioni della RRQA considerate, fatta eccezione per l'ultimo bimestre quando si osservano notevoli differenze. L'accordo tra le varie postazioni è massimo tra Aprile e Settembre.

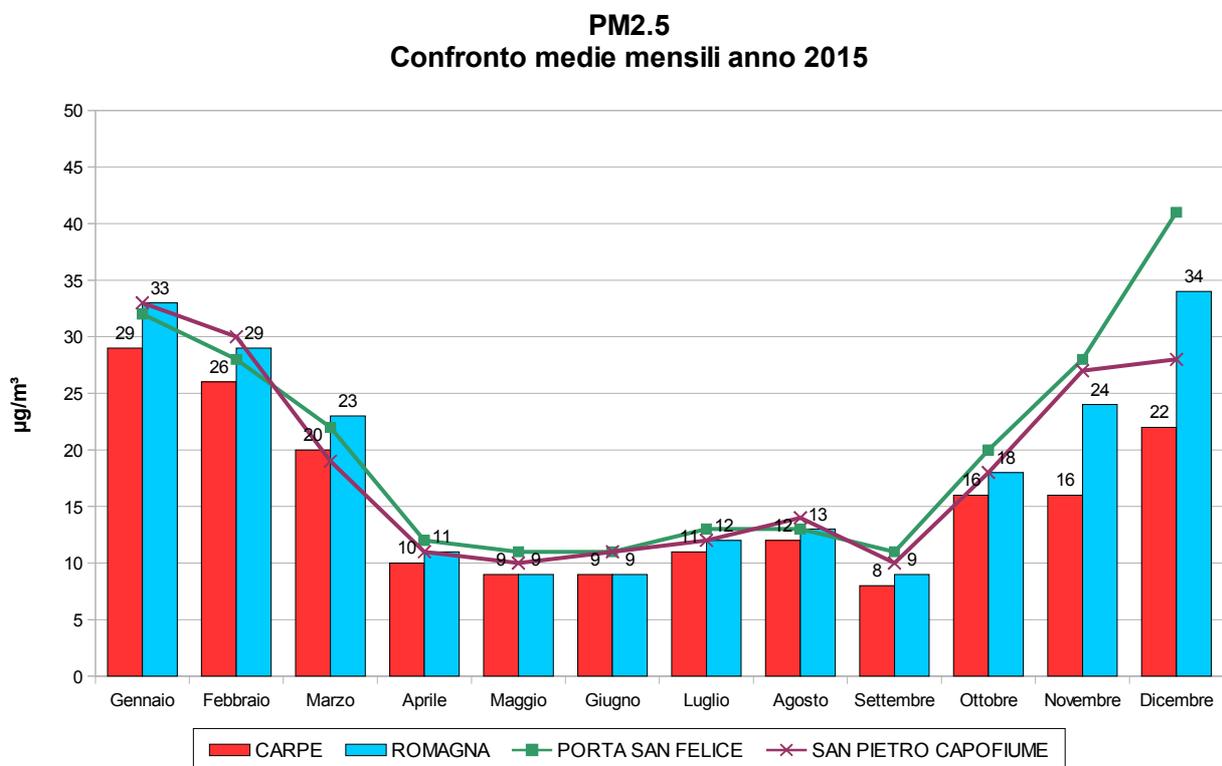


Figura 7

E' stato infine valutato il contributo della frazione fine misurata come PM2.5 rispetto al totale del PM10. Il rapporto medio PM2.5/PM10 su base annuale per il 2015 risulta sostanzialmente in linea con il dato degli anni precedenti e assume valori del 67% per la stazione di Via Carpe e del 70% per quella di Piazza Romagna.

Nei grafici che seguono (Figura 8 e 9) sono messi a confronto i valori medi mensili delle due frazioni del particolato per l'anno in esame e viene riportato mese per mese il corrispondente rapporto percentuale. Per entrambe le stazioni i valori più bassi, attorno al 50-55% sono raggiunti

da Maggio a Luglio e in Settembre. Le percentuali più alte, con valori generalmente superiori al 70%, si ottengono nei mesi da Gennaio a Marzo e, solo per Romagna, anche in Novembre e Dicembre. In quest'ultimo periodo a Carpe si hanno invece valori tra il 50 e il 60%, come conseguenza di una crescita più accentuata del PM10 rispetto alla frazione fine nel corso dell'ultimo trimestre dell'anno.

Da Febbraio ad Aprile il rapporto PM2.5/PM10 diminuisce molto per poi mantenersi pressoché costante per i successivi tre mesi quando entrambe le frazioni del particolato crescono lievemente ed in modo proporzionale. Si osserva una maggiore variabilità nella transizione dalla stagione estiva a quella autunnale.

Da questo tipo di analisi emerge la conferma del fatto che la frazione fine riveste una notevole importanza nello studio dell'inquinamento atmosferico, in quanto rappresenta un'elevata componente di tutto il particolato PM10 specie nei mesi critici invernali, quando aumenta sia la componente secondaria sia la produzione di PM2.5 da parte di fonti primarie (processi di combustione).

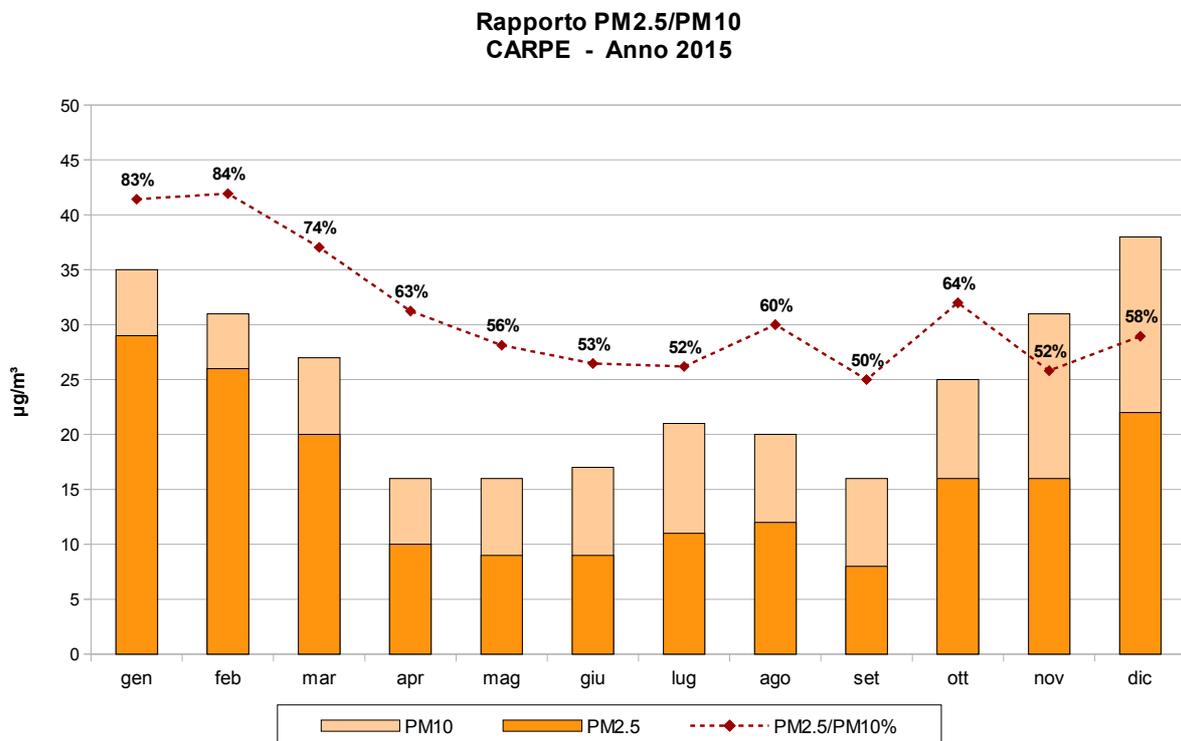


Figura 8

**Rapporto PM2.5/PM10
ROMAGNA - Anno 2015**

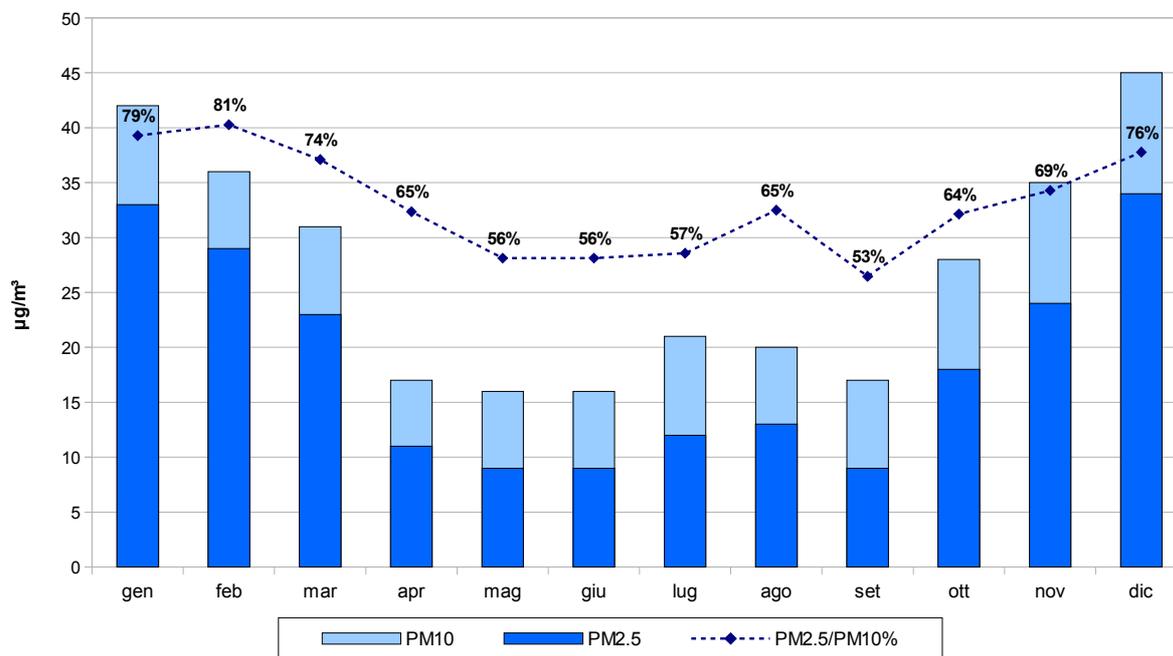


Figura 9

NO₂ – Biossido di Azoto

I dati di NO₂ rilevati dalle due stazioni oggetto di studio sono stati messi a confronto con quelli dell'unica centralina della RRQA attualmente presente ad Imola, la stazione da traffico di Viale De Amicis.

Per quanto riguarda le medie annuali dal 2011 al 2015 (Figura 10) ciascuna postazione sembra essere caratterizzata da un diverso andamento temporale, probabilmente legato alla specifica area di collocazione sul territorio, con aumenti e diminuzioni spesso ad anni alterni ed opposti. Nel passaggio dal 2014 al 2015 si registra un lieve aumento per tutte le stazioni, dell'ordine di 2-4 µg/m³. Nell'arco dei cinque anni le variazioni interannuali del valore della media risultano di questa stessa entità per Via Carpe e Piazza Romagna, mentre raggiungono i 4-5 µg/m³ per De Amicis a inizio e fine periodo. Solo nel biennio 2013-2014 i due siti adibiti al monitoraggio della Centrale si attestano su concentrazioni confrontabili tra loro e maggiormente in linea con il valore relativo alla stazione da traffico.

Anche per il 2015 tutte le medie annuali di NO₂ risultano comunque largamente inferiori al valore limite di 40 µg/m³ fissato dalla normativa.

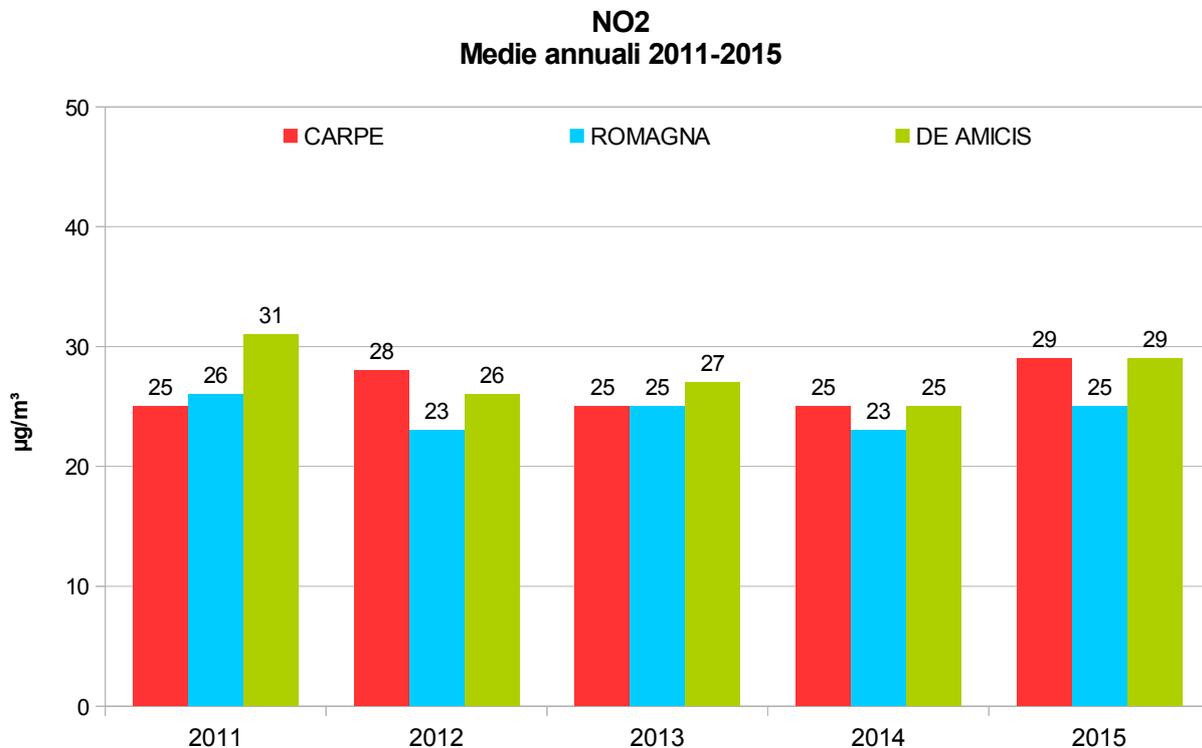


Figura 10

Analizzando il grafico delle medie mensili per l'anno 2015 (Figura 11) si nota che viene riprodotto l'andamento stagionale ma si hanno caratteristiche talvolta discordanti tra le varie stazioni. Da Maggio a Settembre le postazioni di Via Carpe e Piazza Romagna presentano concentrazioni perfettamente confrontabili, mentre sono stati registrati valori più alti presso Carpe per tutti i restanti mesi. Le differenze tra i due siti risultano più accentuate nei mesi autunno-invernali e si osservano scarti maggiori o uguali a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel primo e ultimo trimestre dell'anno. In particolare nell'ultimo trimestre Carpe supera decisamente anche i valori della stazione da traffico. Continuando il confronto con De Amicis, quest'ultima presenta concentrazioni maggiori nella stagione primaverile ed estiva, generalmente inferiori o paragonabili a quelle delle altre due stazioni nei mesi autunno-invernali.

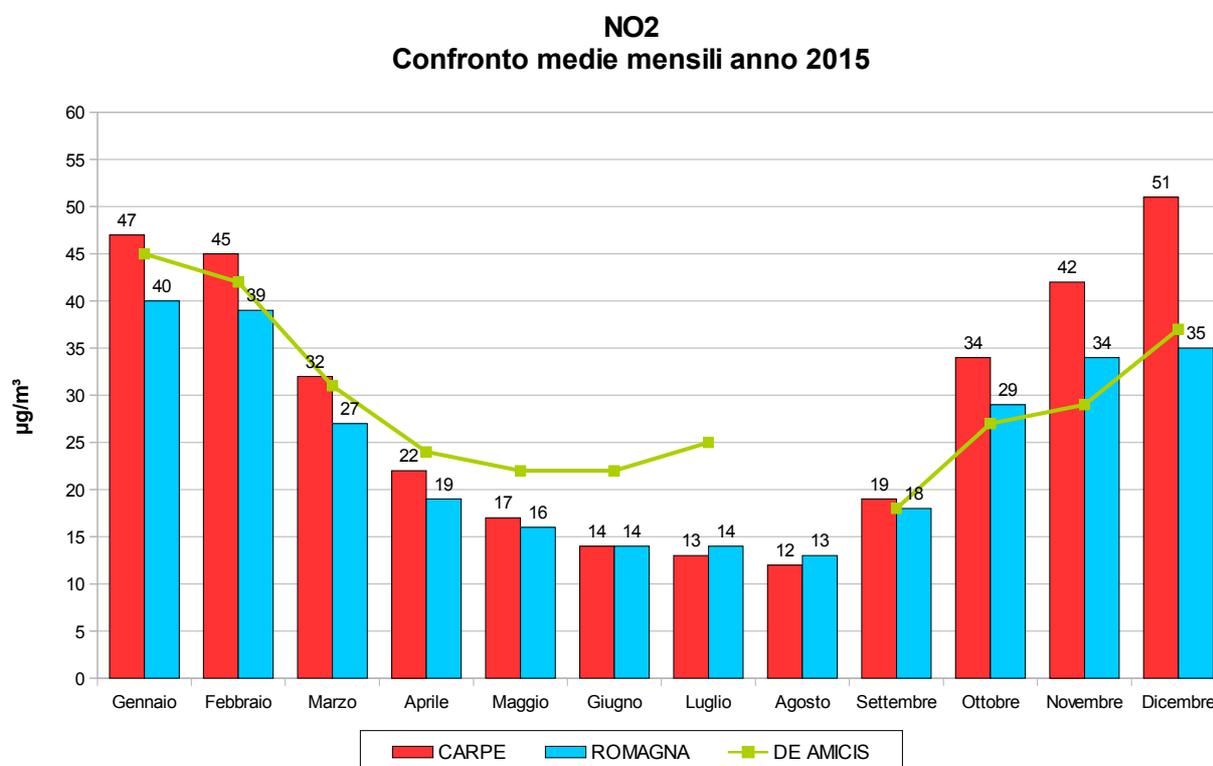


Figura 11

Analogamente a quanto osservato in tutte le centraline della rete regionale di monitoraggio presenti sul territorio della provincia di Bologna, neanche a Imola sono stati registrati episodi acuti legati a concentrazioni orarie elevate di NO_2 . Anche per il 2015 non risultano infatti mai raggiunti né il valore limite sulla media oraria di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ né tanto meno la soglia di allarme di $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il biossido di azoto (NO_2) è un inquinante in gran parte secondario i cui meccanismi di produzione per ossidazione del monossido di azoto (NO emesso come primario) e di rimozione tramite processi di natura chimico-fisica dipendono principalmente dall'intensità della radiazione solare. La concentrazione di NO_2 in aria ambiente è perciò fortemente influenzata da stagionalità e condizioni meteorologiche oltre che dalla prossimità a sorgenti emissive (di NO). Utili informazioni sull'andamento giornaliero del dato orario si possono trarre dall'elaborazione di un giorno tipo stagionale, calcolato mediando sul periodo considerato i valori di concentrazione rilevati alla stessa ora del giorno (si precisa che tutti gli orari sono indicati in ora solare).

In inverno (Gennaio - Febbraio - Dicembre dello stesso anno, Figura 12) l'andamento viene replicato in maniera molto simile dalle tre stazioni imolesi ma su livelli leggermente diversi e si evidenziano due massimi giornalieri: un primo massimo attorno alle ore 9 ed un secondo, molto più accentuato, alle ore 19-20. Tra le postazioni di Via Carpe e Piazza Romagna si osserva uno scarto pressoché costante indipendentemente dall'orario e dell'ordine di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La stazione da traffico di De Amicis viene a trovarsi sugli stessi valori di Romagna dalle 21 alle 7 del mattino, su concentrazioni intermedie rispetto a quelle degli altri due siti nelle restanti ore e più vicina a Carpe nella parte centrale della giornata e nel raggiungimento del massimo serale.

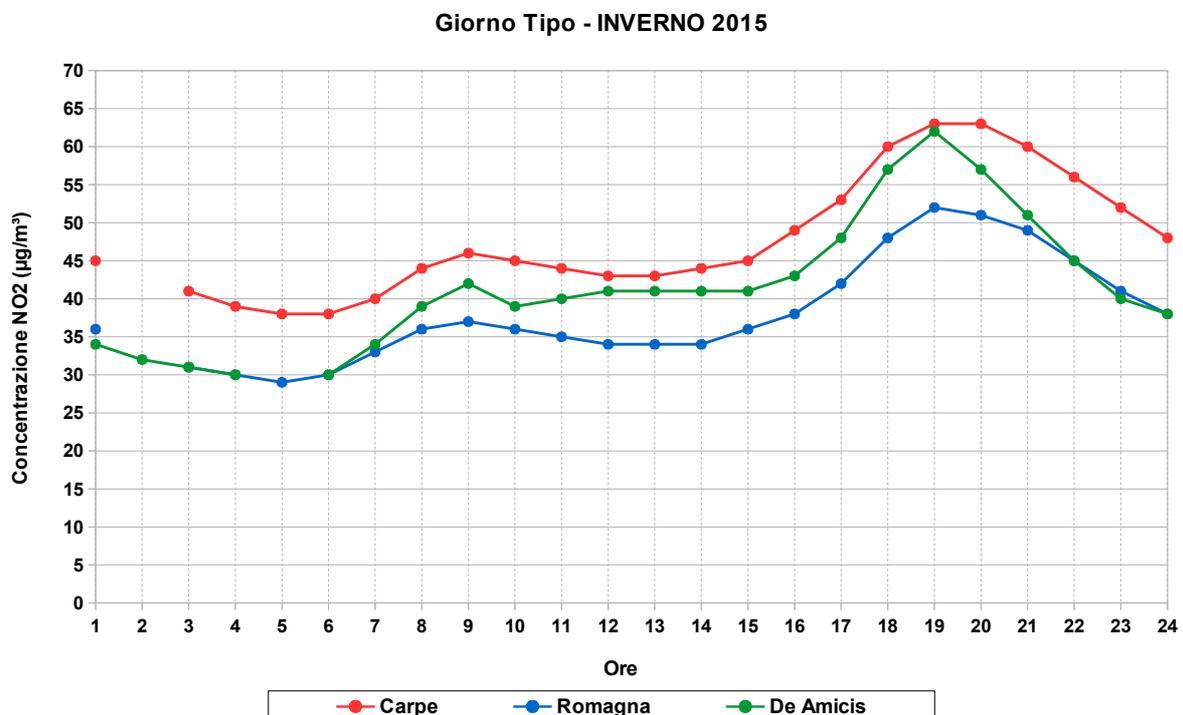


Figura 12

Nel periodo estivo (Giugno - Luglio - Agosto, Figura 13) le concentrazioni orarie di biossido di azoto sono più basse dato che la quantità di NO emessa è inferiore rispetto ai mesi invernali e, anche se l'ossidazione può avvenire nel giro di pochi minuti in condizioni di forte irraggiamento, risultano molto efficienti anche i meccanismi di rimozione dell'NO₂. Le differenze tra le due postazioni oggetto di studio si mantengono decisamente contenute (in generale entro i 5 µg/m³) specie nelle ore del primo mattino. A Carpe si osservano concentrazioni inferiori dalle ore 9 alle 19, più elevate rispetto a Romagna nel raggiungimento del massimo serale attorno alle ore 22 (più tardi in confronto agli altri due siti di misura). Solo a De Amicis è il massimo del mattino ad essere raggiunto molto più tardi; rispetto a quanto ottenuto gli anni precedenti si segnala inoltre un notevole aumento delle concentrazioni relative alla postazione da traffico, con massimi giornalieri più accentuati.

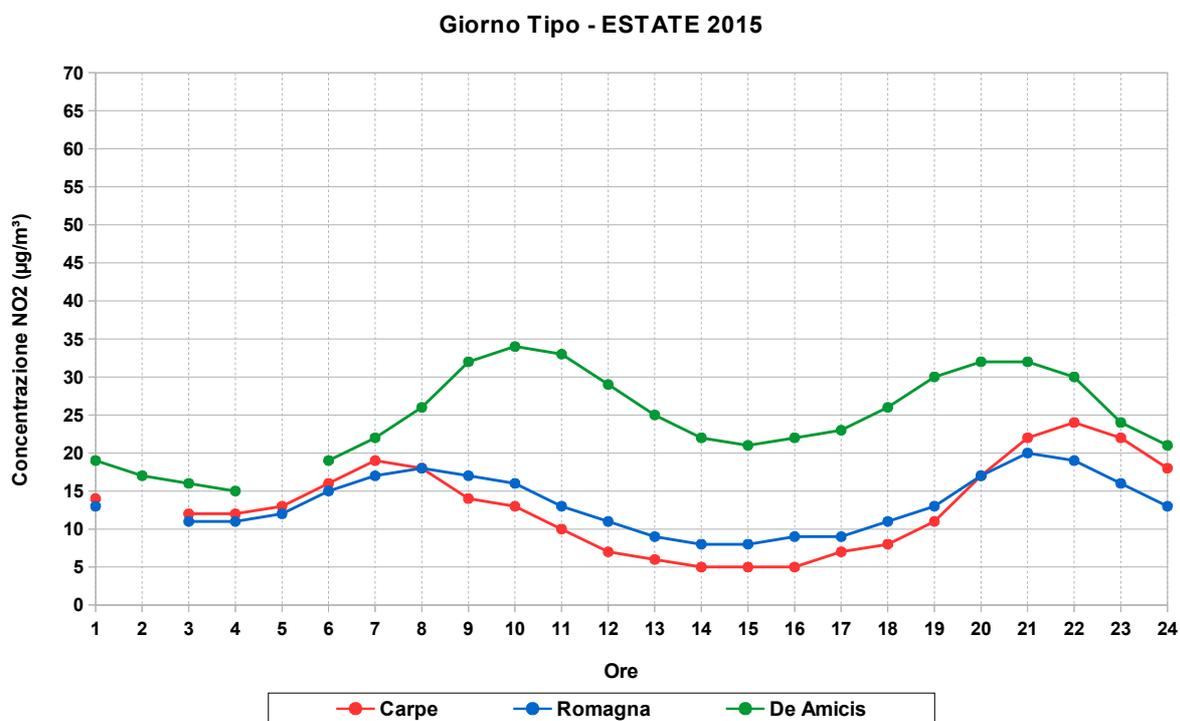


Figura 13

CO – Monossido di Carbonio

I dati di CO acquisiti dalle centraline di Via Carpe e Piazza Romagna sono stati messi a confronto con quelli dell'unica stazione della RRQA che rileva questo parametro sul territorio imolese, la stazione da traffico di Viale De Amicis.

La serie temporale per il periodo 2011-2015 è riportata in Figura 14. Fino al 2014 le medie annuali di CO relative alle due postazioni adibite al monitoraggio della Centrale si confermano del tutto confrontabili tra loro, sostanzialmente stabili nel tempo su valori di 0.3-0.4 mg/m³ (come già osservato a partire dal 2008) e in generale lievemente inferiori rispetto ai valori registrati dalla stazione da traffico. Solo per quanto riguarda Romagna si evidenzia un seppur contenuto aumento per l'anno in esame, mentre negli altri due siti si confermano concentrazioni in linea con gli anni precedenti.

Si sottolinea comunque che tutti i valori riportati nel grafico sono significativamente bassi, risultando prossimi o al di sotto del limite di quantificazione degli strumenti (valore che rappresenta la più bassa concentrazione che può essere misurata – 0.6 mg/m³ per CO). Per tale motivo la configurazione della rete regionale di monitoraggio prevede che questo parametro venga rilevato solo nelle stazioni da traffico, dove si presume che la sua concentrazione sia maggiore.

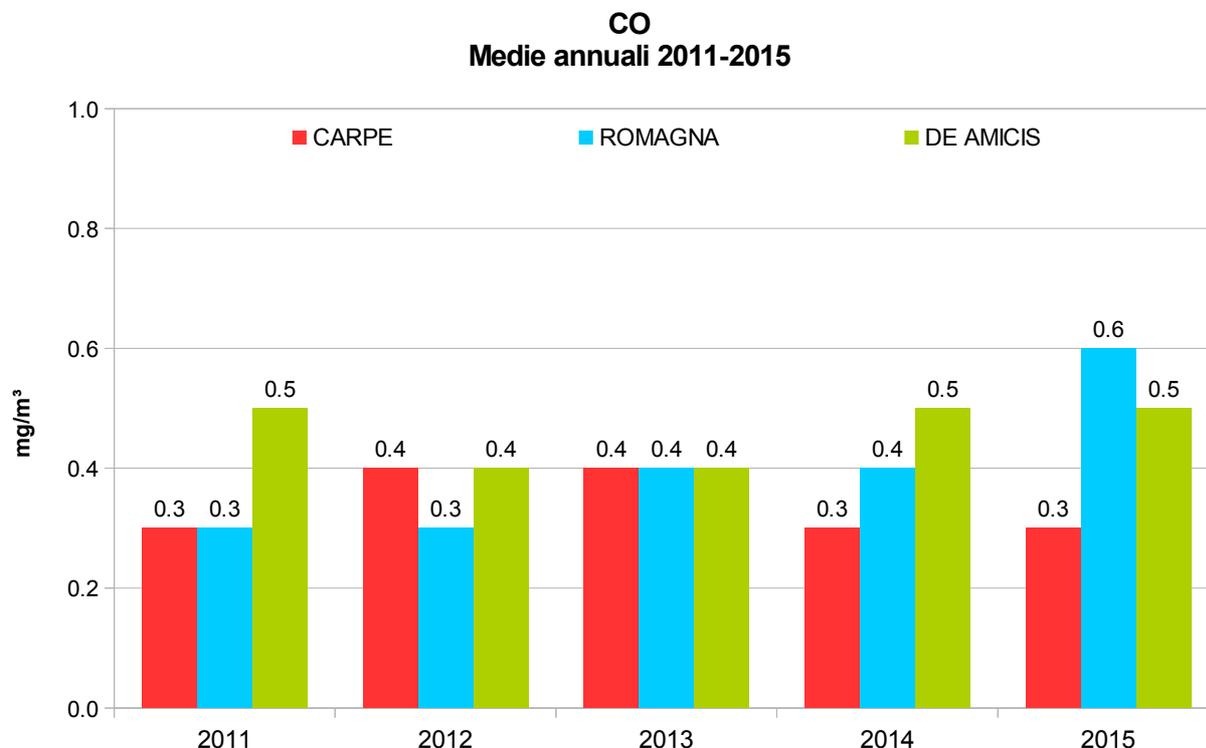


Figura 14

Anche le medie mensili presentano valori molto bassi nel corso di tutto l'anno (Figura 15) ma più alti in inverno e minori d'estate, con andamento stagionale analogo agli altri parametri di qualità dell'aria fin qui analizzati. Si nota che i valori più elevati si riferiscono a Romagna, i più bassi a Carpe, mentre De Amicis si mantiene sempre su un livello intermedio tra queste due. Le differenze osservate non sono comunque tali da destare preoccupazioni, tenuto conto dell'entità dei valori in questione e delle precedenti considerazioni sul limite di quantificazione strumentale, nonché dell'influenza di possibili leggere differenze nei settaggi strumentali in fase di rilevazione di concentrazioni così prossime allo zero.

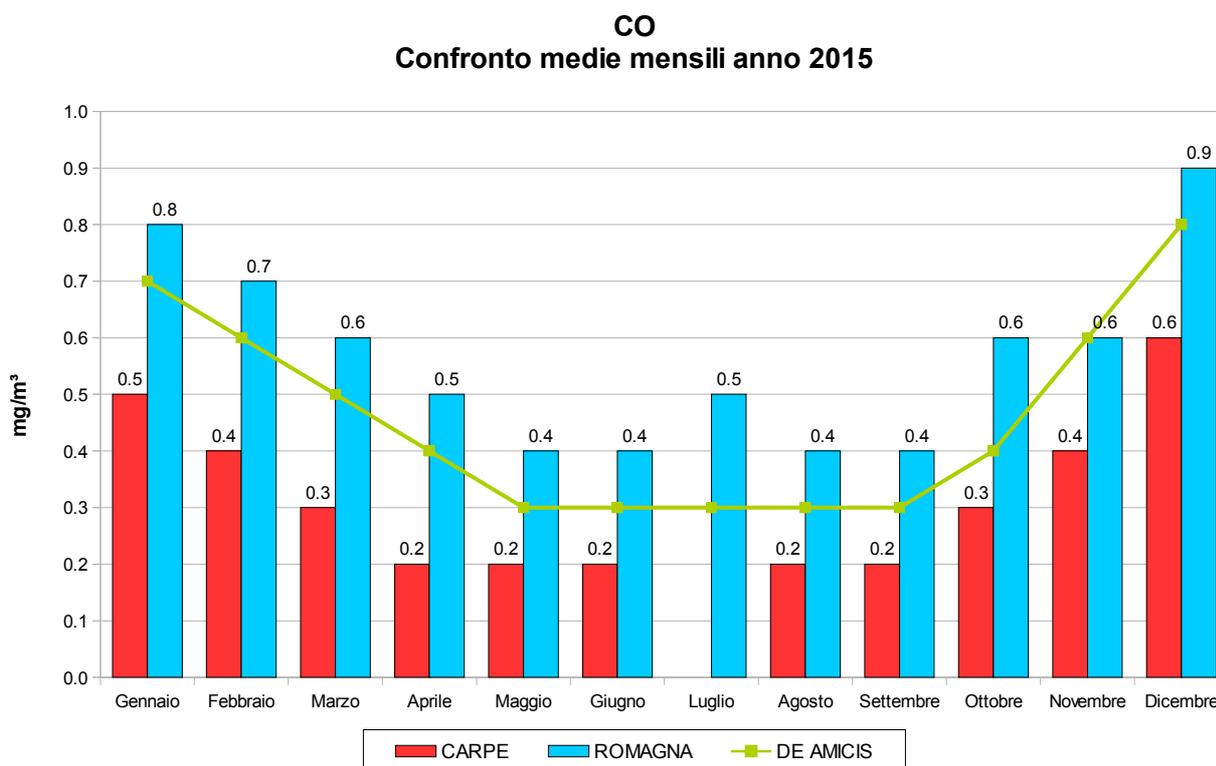


Figura 15

Il valore limite fissato dal D.Lgs. 155/10 per il CO è pari a 10 mg/m^3 , calcolato come il valore massimo giornaliero delle medie sulle 8 ore. Tale limite non è mai stato superato nel 2015 in nessuna delle stazioni, dato che le concentrazioni di CO misurate risultano di uno o due ordini di grandezza inferiori.

L'analisi effettuata mette così in evidenza come il CO possa continuare a considerarsi un inquinante non critico per tutto il periodo e in tutta la zona di indagine, analogamente a quanto rilevato sull'intero territorio regionale.

CH₄_NMHC – Metano e Idrocarburi non metanici

La normativa vigente per la qualità dell'aria non prevede valori limite per il metano (CH₄) e per gli idrocarburi non metanici (NMHC); non sono quindi presenti nella RRQA analizzatori di questi parametri con i quali poter effettuare confronti.

Nella tabella e nei grafici che seguono (Figura 16 e 17) sono raccolte le concentrazioni medie rispettivamente annuali e mensili di CH₄ e NMHC relative all'anno in esame per le due postazioni oggetto di studio.

A differenza degli anni precedenti, nel 2015 entrambi gli analizzatori di questi parametri hanno fornito una percentuale di dati validi sufficiente ai fini del calcolo dei valori medi, seppure tali rendimenti risultino inferiori rispetto a quelli degli altri parametri di qualità dell'aria (sia su base mensile che annuale) a causa del verificarsi di alcuni guasti tecnici.

Medie annuali 2015	CH ₄ (µg-C/m ³)	NMHC (µg-C/m ³)
CARPE	959	145
ROMAGNA	1056	310

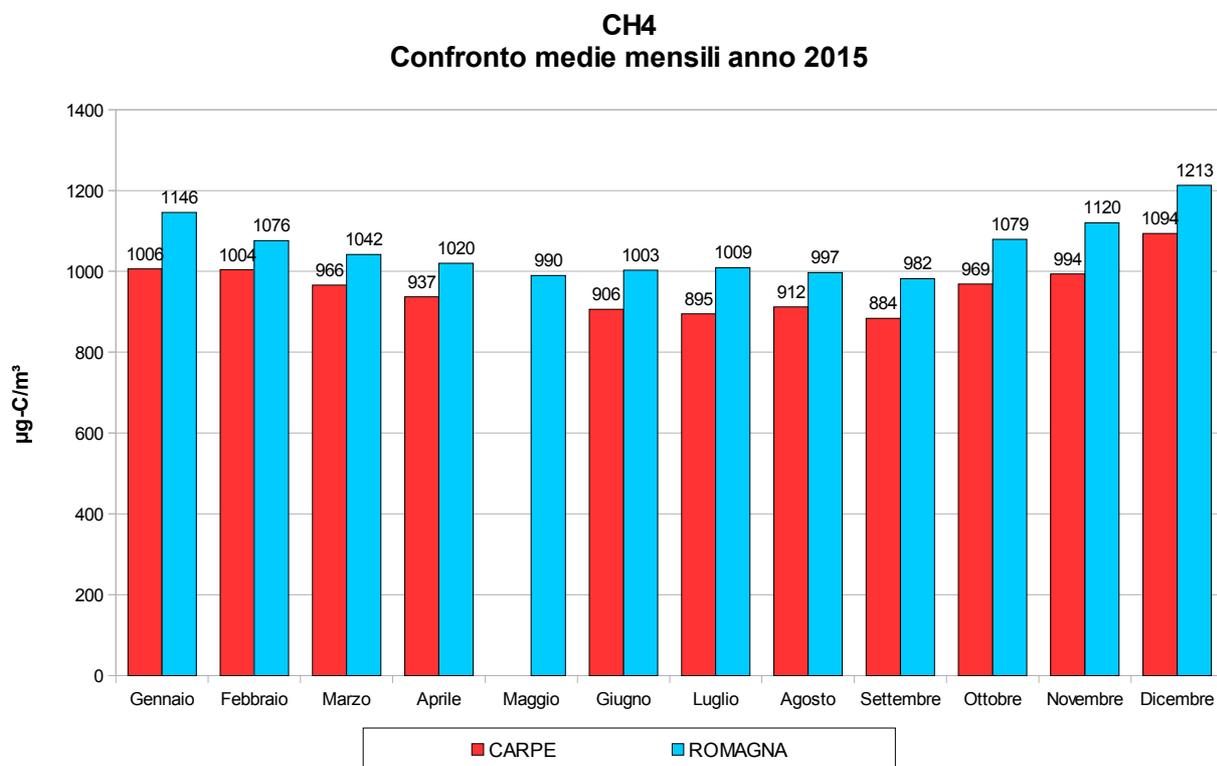


Figura 16

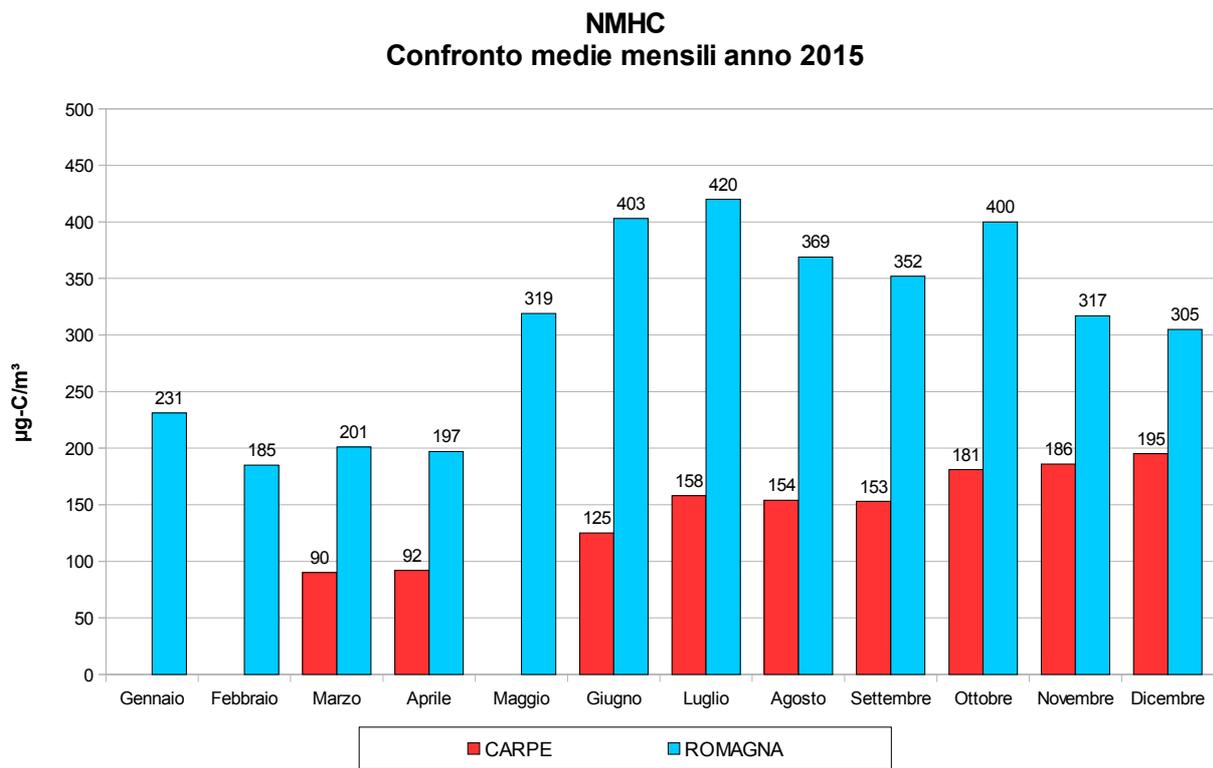


Figura 17

Analisi dei parametri meteorologici

A completamento della valutazione dei dati di qualità dell'aria, si riporta di seguito l'analisi dei principali parametri meteorologici rilevati dalla centralina di Via Carpe nell'anno 2015. Le condizioni meteorologiche influiscono sulle concentrazioni misurate localmente, risultando determinanti per quanto riguarda i complessi meccanismi di trasporto/rimescolamento, rimozione e trasformazione degli inquinanti in atmosfera.

Direzione e velocità del vento

Il fattore vento entra in gioco nei processi di trasporto degli inquinanti e può quindi fornire indicazioni circa l'efficacia dei meccanismi di dispersione o viceversa di accumulo.

La rosa dei venti permette di rappresentare in modo sintetico la distribuzione in frequenza delle classi di velocità per direzione di provenienza; i dati acquisiti sono stati raggruppati per evidenziare le diverse caratteristiche stagionali dell'anno in esame (Figura 18a e 18b). I venti risultano provenire in gran parte dai quadranti occidentali; più raramente anche da quelli orientali in primavera-estate. Nei mesi invernali (Gen-Feb-Dic) si ha una prevalenza delle direzioni Sud-SudOvest, NordOvest e adiacenti e le velocità sono distribuite nelle prime tre classi. Nei mesi estivi (Giu-Lug-Ago) dominano le direzioni Sud-SudOvest e SudOvest e si ha una netta prevalenza delle classi di velocità intermedie. Nelle altre due stagioni la provenienza è ancora principalmente da Sud-SudOvest/SudOvest, con anche componenti nel settore di Nord-Ovest specie in autunno e un significativo spostamento verso classi di velocità un po' più alte in primavera.

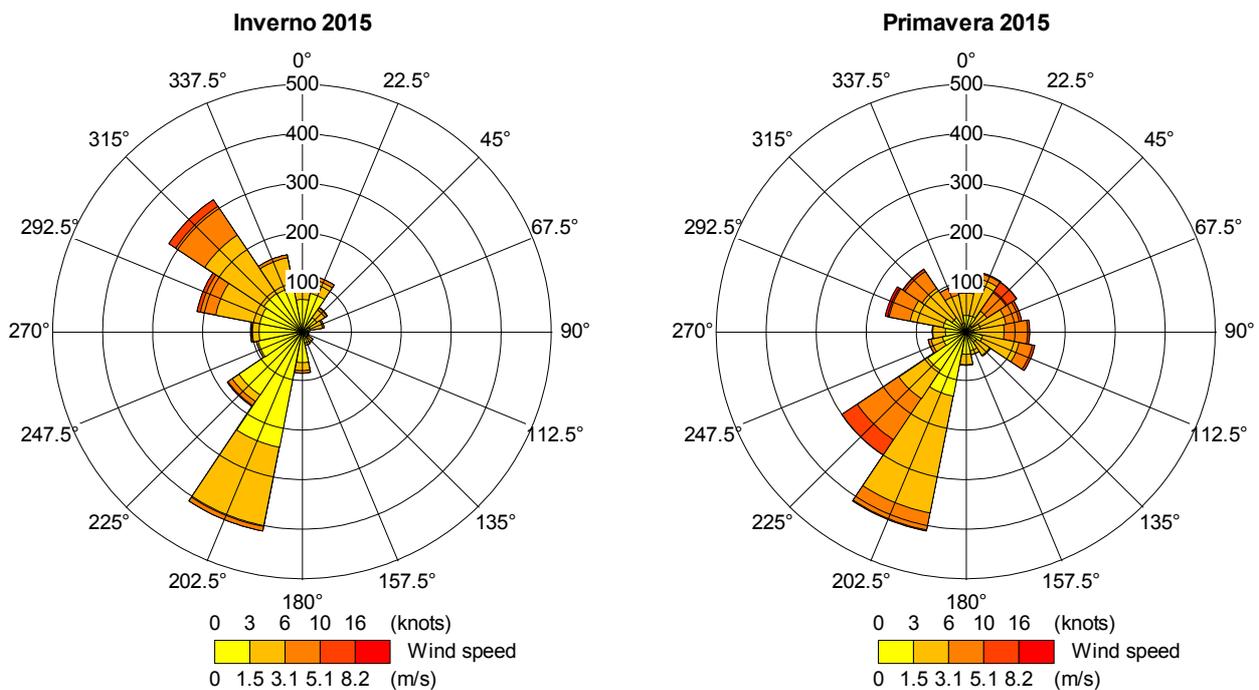


Figura 18a

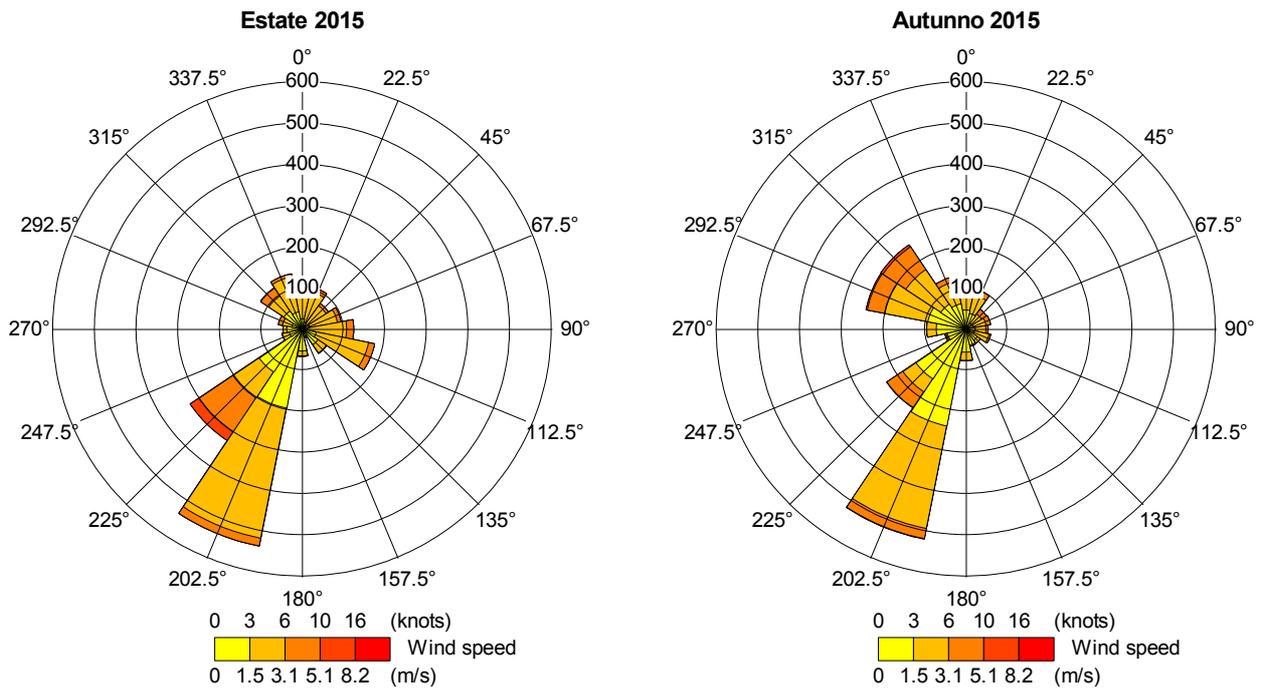


Figura 18b

**VELOCITA' DEL VENTO MENSILI
Anno 2015**

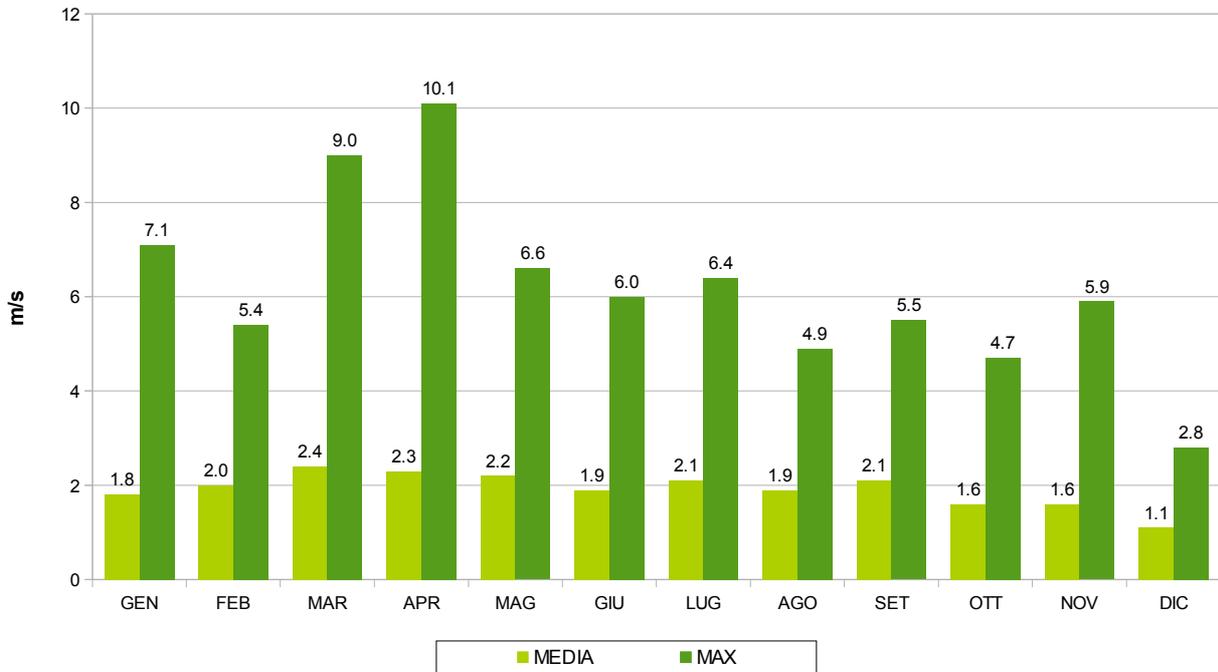


Figura 19

Le velocità medie mensili (Figura 19) sono generalmente comprese nell'intervallo 1.5-2.5 m/s. La massima velocità media oraria registrata per mese nel 2015 (vv max) assume valori variabili nel corso dell'anno, in gran parte all'interno di una fascia che va da circa 5 a 7 m/s. Si osservano valori più alti nella prima parte dell'anno, con punte massime fino a 9-10 m/s in Marzo e Aprile. Un'altra particolarità (anche rispetto a quanto rilevato gli anni precedenti) è costituita dal mese di Dicembre, caratterizzato da valori molto bassi: media attorno a 1 m/s e massima che non supera i 3 m/s.

Nella tabella sottostante è riportata la suddivisione secondo la scala Beaufort dei dati orari di velocità del vento rilevati a Carpe. In generale nel 2015 la velocità del vento risulta mediamente distribuita nelle classi con intensità relativamente modesta. Su base annuale l'87% dei dati corrisponde a valori fra 0.3 e 3.3 m/s, ricadendo abbastanza equamente nelle classi 1 - "bava di vento" e 2 - "brezza leggera".

Termini descrittivi	Calma	Bava di vento	Brezza leggera	Brezza tesa	Vento moderato	Vento teso	Vento fresco	Vento forte	(omissis)
Grado Beaufort	0	1	2	3	4	5	6	7	...
m/s	0.0 - 0.2	0.3 - 1.5	1.6 - 3.3	3.4 - 5.4	5.5 - 7.9	8.0 - 10.7	10.8 - 13.8	13.9 - 17.1	...
GEN	2.0%	50.5%	36.2%	9.1%	2.2%	0.0%	0.0%	0.0%	...
FEB	2.7%	37.2%	47.7%	12.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	...
MAR	0.9%	32.4%	45.5%	15.7%	4.9%	0.5%	0.0%	0.0%	...
APR	2.0%	30.3%	51.2%	13.8%	1.8%	0.8%	0.0%	0.0%	...
MAG	1.3%	33.1%	48.9%	15.9%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	...
GIU	1.0%	37.5%	55.0%	5.8%	0.7%	0.0%	0.0%	0.0%	...
LUG	0.9%	33.9%	51.5%	12.1%	1.6%	0.0%	0.0%	0.0%	...
AGO	1.4%	35.8%	57.8%	5.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	...
SET	0.7%	37.4%	47.1%	14.6%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	...
OTT	3.1%	51.5%	40.1%	5.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	...
NOV	4.7%	54.4%	32.6%	7.6%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	...
DIC	4.3%	78.4%	17.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	...
ANNO	2.1%	42.9%	44.1%	9.7%	1.1%	0.1%	0.0%	0.0%	...

frequenza percentuale: 0-5% 5-45% > 45%

Prevalgono rispettivamente le classi "bava di vento" (0.3-1.5 m/s) nei mesi autunno-invernali, con percentuali superiori al 50% (e fino a oltre il 78% in Dicembre) e "brezza leggera" (1.6-3.3 m/s) in primavera-estate, con la percentuale più alta in Agosto (circa 58%). Da Febbraio a Maggio, in Luglio e in Settembre sono state registrate velocità del vento nella classe "brezza tesa" (3.4-5.4 m/s) con percentuali del 12-15%. Velocità superiori, riconducibili a "vento moderato", raggiungono percentuali attorno al 2% in Gennaio, Aprile e Luglio e fino al 5% in Marzo. Si osservano pochi casi di "vento teso" (meno dell'1% dei dati) solo nei mesi primaverili, concentrati nelle ore centrali della giornata e con provenienza rispettivamente dalle direzioni NordEst in Marzo e NordOvest in Aprile. Anche le "calme di vento" (velocità inferiore a 0.2 m/s) sono state rilevate con percentuali molto basse (entro il 5%) e quasi esclusivamente in Gennaio-Febbraio e nell'ultimo trimestre.

Precipitazioni

La quantità di precipitazioni può risultare un fattore influente dal punto di vista della rimozione degli inquinanti. Viene di seguito analizzato tale parametro in termini di millimetri di pioggia cumulata. La quantità totale di pioggia registrata dalla stazione di Via Carpe nel 2015 risulta incrementata rispetto all'anno precedente del 14%: 756.8 mm contro i 664.8 mm del 2014 (identificando l'anno in esame come il più piovoso in assoluto dall'inizio delle rilevazioni). Si nota una forte variabilità delle cumulate mensili nel corso dell'anno (Figura 20). Le precipitazioni sono in prevalenza distribuite nei mesi da Febbraio a Maggio (più del 60% sul totale annuo, con Febbraio che da solo conta per oltre il 20%) e in Ottobre-Novembre. In Luglio e Dicembre le precipitazioni sono state pressoché assenti e tutto il periodo Luglio-Settembre è stato insolitamente più secco rispetto agli ultimi anni. Nel grafico viene inoltre indicato il numero di giorni con precipitazione superiore a 0.3 mm. Tale soglia deriva dalla definizione di *giorno critico* elaborata da Arpa-Servizio IdroMeteoClima, per la quale una precipitazione giornaliera inferiore a 0.3 mm contribuisce ad identificare le giornate favorevoli all'accumulo di PM10. Ad esempio, nonostante la cumulata di Febbraio sia superiore a quella di Ottobre, per quest'ultimo le giornate di pioggia sono risultate leggermente più "efficaci" ai fini della rimozione. In Novembre invece i giorni caratterizzati da precipitazione (non riportati nel grafico) sono stati solo lievemente inferiori ma il numero di giorni con cumulata superiore alla soglia ha raggiunto appena il 25% del totale.

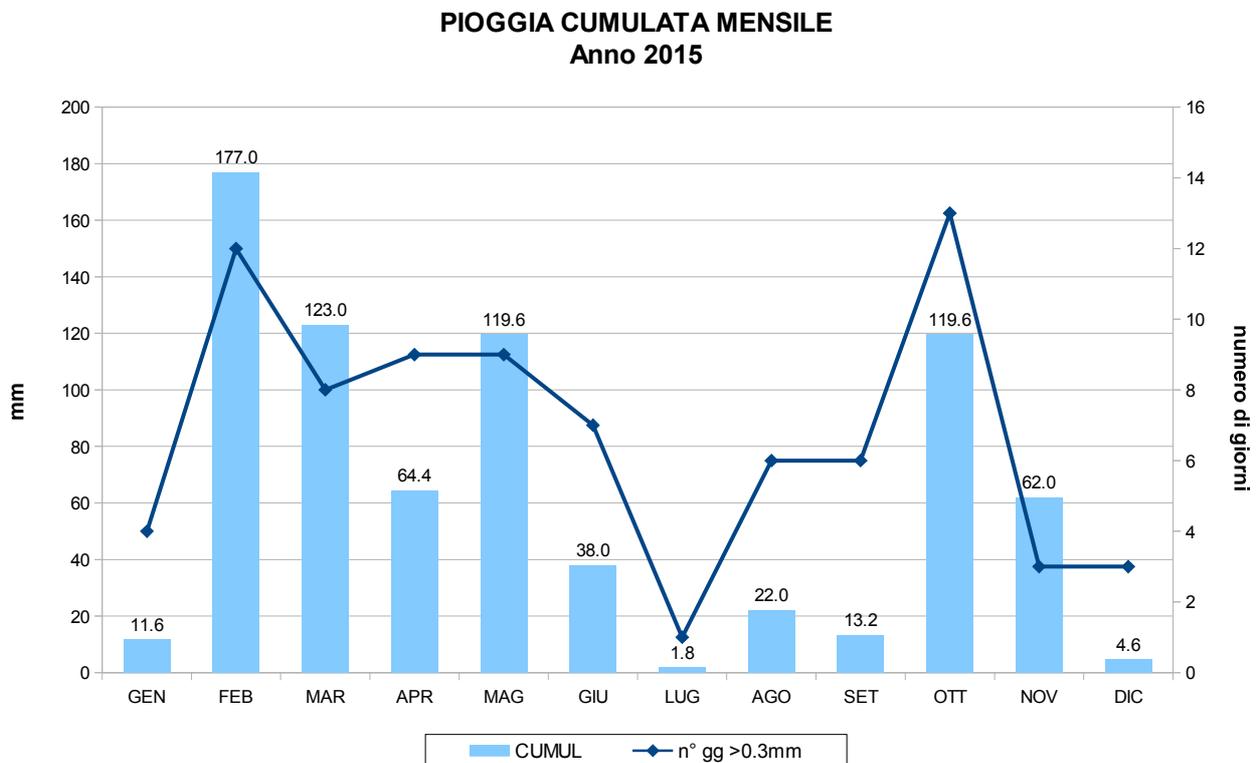


Figura 20

Temperature

I dati di temperatura media oraria acquisiti presso la postazione di Via Carpe sono stati analizzati per trarre informazioni sugli andamenti del valore minimo, medio e massimo mensili per l'anno in esame (Figura 21). Nel 2015 le temperature registrate variano da un minimo di -5°C in Gennaio ad un massimo di 37°C nel mese di Luglio.

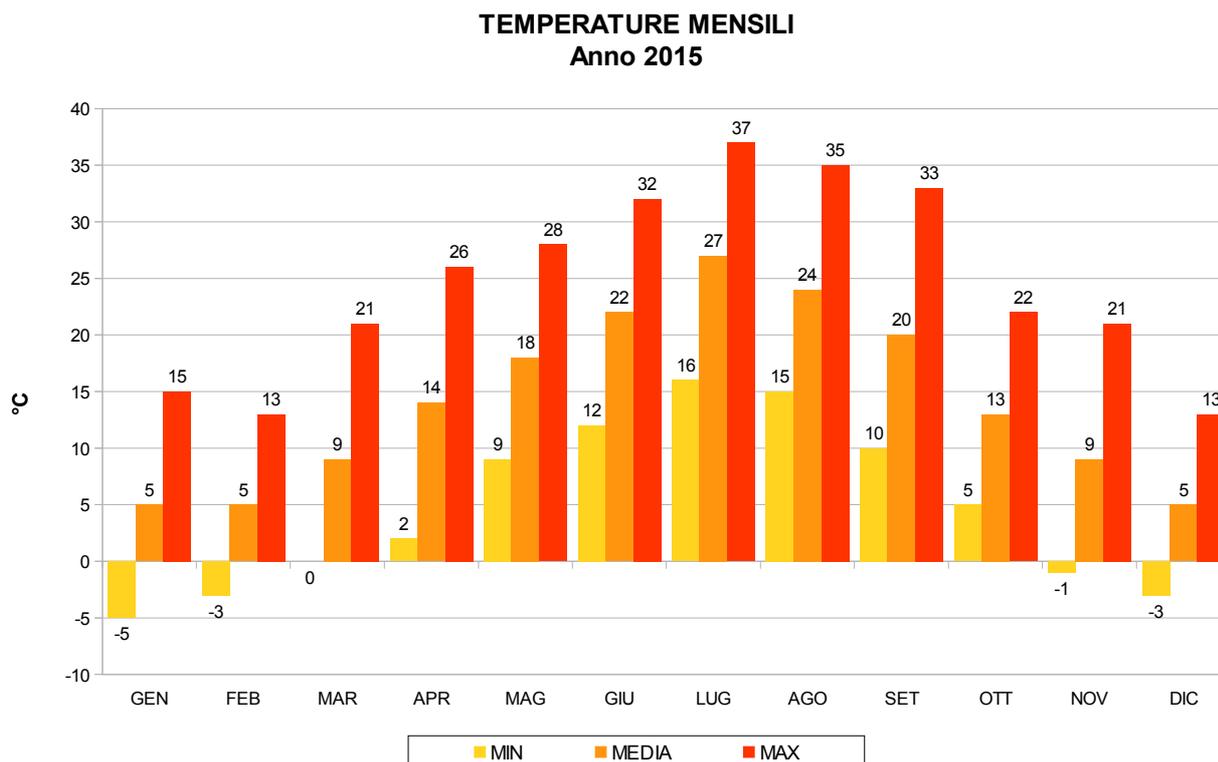


Figura 21

Le temperature sono scese al di sotto degli 0°C principalmente nei mesi di Gennaio-Febbraio e in Dicembre. In generale i mesi autunno-invernali sono stati più freddi rispetto all'anno precedente (quando invece le temperature si erano mantenuti miti): si hanno differenze negative fino a 3°C nei valori medi e fino a 4-5°C nelle minime di Gennaio, Febbraio e Novembre e nella massima di Ottobre.

Il periodo più caldo dell'anno è stato dal 16 al 23 Luglio, quando le temperature hanno raggiunto e superato i 36°C nelle ore centrali del pomeriggio. Tra i mesi estivi proprio Luglio risulta caratterizzato dal massimo scostamento positivo: +5°C in media rispetto al 2014 (i cui mesi estivi erano risultati invece più freschi). Da Luglio a Settembre si registrano infine incrementi da 2 a 4°C nelle temperature sia minime che massime.

Stima dell'indice di Thom

L'indice di disagio introdotto da Thom o "Discomfort Index" (DI) risulta essere una buona stima della temperatura percepita, combinando in un singolo valore l'effetto di temperatura e umidità sulla sensazione di calore percepita dal corpo umano. Questo indice permette di descrivere le condizioni di disagio da caldo-umido ed è sensibile in un intervallo termico compreso tra 21°C e 47°C. Al di fuori di tale intervallo, anche al variare dell'umidità relativa, l'Indice attribuisce sempre la condizione fisiologica alle classi estreme ("benessere" per temperature inferiori a 21°C e "stato di emergenza medica" per temperature superiori a 47°C).

Le classi di valori previste per l'Indice di Thom sono:

DESCRIZIONE	CLASSI
Benessere	DI < 21
Meno del 50% della popolazione prova un leggero disagio	21 ≤ DI < 24
Oltre il 50% della popolazione prova un crescente disagio	24 ≤ DI < 27
La maggioranza della popolazione prova disagio e un significativo deterioramento delle condizioni psicofisiche	27 ≤ DI < 29
Tutti provano un forte disagio	29 ≤ DI < 32
Stato di emergenza medica, il disagio è molto forte, il rischio di colpi di calore è pericoloso ed elevato	DI ≥ 32

[Per maggiori informazioni si rimanda al Quaderno Tecnico ARPA-SMR, n° 05/2001:

"Studio preliminare del disagio bioclimatico in provincia di Bologna"]

Anche per i mesi estivi del 2015, i valori medi giornalieri dell'Indice di Thom sono stati calcolati a partire dai dati di temperatura, umidità relativa e pressione atmosferica acquisiti in Via Carpe e messi a confronto con quelli stimati mediante l'utilizzo dei dati della stazione Mario Neri (ubicata sul territorio di Imola e facente parte della rete meteorologica regionale gestita del Servizio IdroMeteoClima di Arpa Emilia-Romagna). Nel grafico (Figura 22) vengono inoltre riportate le soglie di disagio bioclimatico correntemente adottate per il sistema di previsione delle ondate di calore a livello regionale.

Ai fini del confronto si precisa che i dati calcolati per la postazione di Via Carpe hanno un valore indicativo, in quanto il posizionamento dei sensori meteo sulla cabina non risponde pienamente alle indicazioni internazionali per l'installazione di stazioni meteorologiche.

I risultati ottenuti sono del tutto confrontabili, con solo minime differenze tra i valori calcolati per i due siti (generalmente contenute entro la mezza unità di Indice). Si hanno condizioni di generale benessere per tutto il mese di Giugno e nella seconda metà di Agosto. Nel periodo in esame si osservano poi tre episodi di aumentata criticità dal punto di vista delle ondate di calore, con valori dell'Indice di Thom comunque sempre compresi tra 24 (debole disagio) e 26 (forte disagio). In nessuna delle due postazioni è invece mai stata superata quest'ultima soglia.

I valori massimi del DI nell'arco dei tre mesi, vicini al livello di forte disagio, sono stati raggiunti entro la prima settimana di Luglio, a conclusione di un periodo di graduale aumento già dalla fine del mese precedente. Il successivo massimo, di intensità lievemente inferiore ma più esteso nel tempo, si osserva a partire da metà mese e i valori si mantengono attorno al livello di disagio (Indice di Thom pari a 25) dal 16 al 23 Luglio, in coincidenza con i massimi valori registrati per le temperature. La prima settimana di Agosto vede un nuovo aumento con Indice compreso tra 24 e 25 dal 4 al 9; seguono alcune giornate in cui viene sfiorata la prima soglia di disagio a metà e a fine mese.

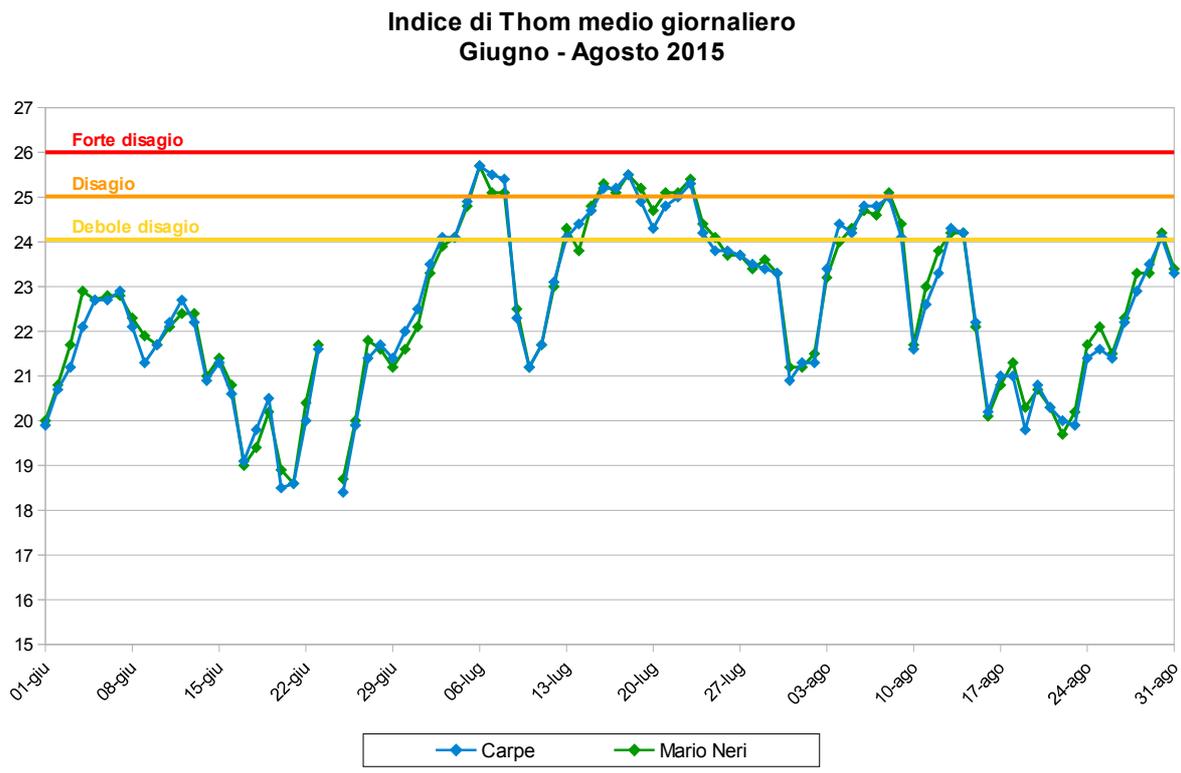


Figura 22

Sintesi finale

Viene riportata di seguito una sintesi dei risultati del monitoraggio effettuato ad Imola dalle stazioni di Via Carpe e Piazza Romagna nel corso dell'anno 2015.

PM10 – Materiale Particolato con diametro inferiore a 10µm

- Ad una graduale diminuzione delle medie annuali nel periodo 2011-2014, fa seguito un aumento quantificabile in 4-5 µg/m³ per quanto riguarda l'anno in esame. Si osserva inoltre uniformità nei valori relativi alle diverse stazioni imolesi e non, attorno a 24-27 µg/m³ per il 2015 e sempre ben lontani dal valore limite di 40 µg/m³.
- Le due centraline oggetto di studio sono confrontabili con quelle della RRQA anche per quanto riguarda gli andamenti delle medie mensili registrate nel 2015, sui quali si rileva l'influenza della stagionalità. Si notano differenze dell'ordine di 5 µg/m³ o superiori nel primo e ultimo trimestre dell'anno, in corrispondenza delle concentrazioni più alte.
- I dati giornalieri più elevati nonché i superamenti del valore limite di 50 µg/m³ sono stati registrati prevalentemente da Gennaio a Marzo e da Ottobre a Dicembre. I mesi di inizio anno hanno visto più superamenti, facendo risultare la stagione invernale 2014-2015 in lieve controtendenza rispetto agli anni precedenti in termini di criticità. Anche per il 2015 il numero annuo di superamenti è stato inferiore ai 35 fissati dalla normativa in tutte le postazioni imolesi, pur risultando superiore a quanto osservato nel biennio precedente. Il generale accordo negli andamenti del numero di giorni critici e del numero di effettivi superamenti conferma la significativa influenza delle condizioni meteorologiche.

PM2.5 – Materiale Particolato con diametro inferiore a 2.5µm

- Anche per questo parametro si ha una lieve ma continua diminuzione fino al 2014 ed un successivo incremento per l'anno in esame, in questo caso entrambi dell'ordine di 1-3 µg/m³ l'anno. L'omogeneità spaziale sul territorio provinciale sembra venire meno negli ultimi anni. Tutti i valori risultano comunque contenuti entro i 25 µg/m³, valore limite al 2015.
- Le medie mensili presentano andamento stagionale analogo a quello del PM10. I valori relativi al 2015 per le due stazioni imolesi sono in gran parte confrontabili tra loro e con quelli delle stazioni della RRQA considerate, collocate nell'area bolognese, e si osservano notevoli differenze solo nell'ultimo bimestre.
- L'analisi del rapporto percentuale tra le due frazioni del particolato conferma l'importanza del PM2.5 in quanto significativa componente sul totale in massa del PM10. Per i due siti oggetto di studio tale rapporto nel 2015 va dal 50-55% da Maggio a Luglio e in Settembre a

oltre il 70% da Gennaio a Marzo e, solo per Romagna, anche in Novembre e Dicembre. Si nota maggiore variabilità nella transizione dalla stagione estiva a quella autunnale.

NO₂ – Biossido di Azoto

- Si osserva un diverso andamento temporale delle medie annuali delle varie stazioni presenti ad Imola, probabilmente legato alla specifica area di collocazione. Nel biennio 2013-2014 i due siti di Via Carpe e Piazza Romagna si attestano su valori confrontabili ed in linea con la stazione da traffico di riferimento, mentre nel passaggio al 2015 si registra un lieve aumento per tutte le postazioni (da 2 a 4 µg/m³). Tutte le medie annuali si mantengono comunque largamente inferiori al valore limite di 40 µg/m³.
- Su base mensile viene riprodotto l'andamento stagionale ma si hanno caratteristiche talvolta discordanti tra le varie stazioni. Le differenze nell'entità delle concentrazioni sono più accentuate nei mesi autunno-invernali e in particolare nell'ultimo trimestre Carpe supera decisamente anche i valori della stazione da traffico.
- Non si registrano episodi acuti legati a concentrazioni orarie elevate di NO₂. L'elaborazione del giorno tipo stagionale (invernale ed estivo) permette di evidenziare analogie ma anche differenze tra le varie stazioni imolesi per quanto riguarda l'andamento giornaliero della media oraria.

CO – Monossido di Carbonio

- Le medie annuali e mensili assumono valori prossimi o al di sotto del limite di quantificazione strumentale e le concentrazioni misurate risultano di uno o due ordini di grandezza inferiori al valore limite fissato dalla normativa. Si evidenzia quindi come questo parametro possa continuare a considerarsi un inquinante non critico per tutto il periodo e in tutta la zona di indagine, analogamente a quanto rilevato sull'intero territorio regionale.

CH₄_NMHC – Metano e Idrocarburi non metanici

- Non essendo presenti nella RRQA analizzatori con i quali effettuare confronti, sono stati esclusivamente raccolti i dati disponibili relativamente alle due postazioni di Via Carpe e Piazza Romagna. A differenza degli anni precedenti, per buona parte del 2015 entrambi gli analizzatori di questi parametri hanno fornito percentuali di dati validi sufficienti ai fini del calcolo dei valori medi.

Al fine di presentare un quadro più completo per la valutazione dei dati di qualità dell'aria sono stati infine analizzati i principali **parametri meteorologici** rilevati presso la stazione di Via Carpe nell'anno 2015.

La direzione di provenienza del vento è in gran parte dai quadranti occidentali, più raramente anche dai quadranti orientali in primavera-estate. Prevalgono le direzioni Sud-SudOvest, NordOvest e adiacenti nei mesi invernali, Sud-SudOvest e SudOvest nei mesi estivi.

La velocità del vento risulta distribuita nelle classi con intensità relativamente modesta, con una significativa presenza delle velocità più basse specie nel periodo autunno-invernale. Il maggior numero di dati orari entro 1.5 m/s è stato rilevato in Novembre-Dicembre. Nella prima parte dell'anno sono stati registrati i valori orari più elevati del periodo (con punte massime fino a 9-10 m/s in Marzo e Aprile). Le velocità medie mensili sono comunque generalmente comprese nell'intervallo 1.5-2.5 m/s.

La quantità totale di pioggia cumulata (756.8 mm) risulta maggiore rispetto all'anno precedente e costituisce il massimo assoluto dall'inizio delle rilevazioni. I periodi più piovosi dell'anno sono stati i mesi da Febbraio a Maggio e Ottobre-Novembre. In Luglio e Dicembre le precipitazioni sono state pressoché assenti.

Il numero di giorni con precipitazione superiore a 0.3 mm è un importante indicatore dell'“efficacia” dei meccanismi di rimozione degli inquinanti.

Le temperature registrate variano da un minimo di -5°C in Gennaio ad un massimo di 37°C nel mese di Luglio.

Le temperature sono scese al di sotto degli 0°C principalmente nei mesi di Gennaio-Febbraio e in Dicembre. Il periodo più caldo dell'anno è stato registrato nella seconda metà di Luglio. Gli scostamenti rispetto alle temperature dell'anno precedente risultano contenuti entro i 5°C sia in positivo che in negativo (è utile però tenere presente le particolarità osservate nel 2014 dal punto di vista termico).

Sono stati infine calcolati i valori medi giornalieri dell'indice di Thom per i mesi estivi come stima della temperatura percepita. Per confronto lo stesso parametro è stato calcolato per la stazione di Imola Mario Neri, ottenendo risultati del tutto analoghi.

Come riferimento sono state considerate le soglie di disagio bioclimatico utilizzate in Arpa per il sistema di previsione delle ondate di calore a livello regionale. Per l'anno in esame si osservano tre episodi di aumentata criticità collocati nel periodo che va da inizio Luglio a metà Agosto e con valori dell'Indice di Thom sempre compresi tra 24 (debole disagio) e 26 (forte disagio). In nessuna delle due postazioni è invece mai stata superata quest'ultima soglia.