

**ARPAE EMILIA ROMAGNA  
SEZIONE DI FERRARA**

**RAPPORTO METEO ANNUALE  
PER LA QUALITÀ DELL'ARIA  
PROVINCIA DI FERRARA - DATI 2016  
Allegato A**



**a cura di:**  
**Arpae Emilia Romagna - sez. di Ferrara** (dir. Pierluigi Trentini)

**Responsabilità scientifica:**  
Enrica Canossa - resp. Servizio Sistemi Ambientali  
Giovanna Rubini – resp. Area monitoraggio e valutazione aria e agenti fisici

**Gruppo di lavoro:**  
M.Rita Mingozzi – resp. prov. Rete qualità dell'aria  
Paola Leuci, Marco Tosi

**Elaborazioni e testi**  
Sabina Bellodi

*Per l'immagine di copertina si ringrazia G. Garasto*

# **RAPPORTO METEO ANNUALE PER LA QUALITÀ DELL'ARIA**

## **PROVINCIA DI FERRARA - DATI 2016**

### **Allegato A**

## **SOMMARIO**

<b>1.</b>	<b>L'INFLUENZA DELLA MICROMETEOROLOGIA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>ANALISI DELLE GRANDEZZE METEOCLIMATICHE.....</b>	<b>4</b>
2.1.	TEMPERATURA.....	4
2.2.	INTENSITÀ E DIREZIONE DEL VENTO.....	5
2.3.	PRECIPITAZIONI.....	7
<b>3.</b>	<b>CONFRONTO PM10 E METEO.....</b>	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>GIORNI CRITICI.....</b>	<b>13</b>

## 1. L'INFLUENZA DELLA MICROMETEOROLOGIA

I parametri meteorologici svolgono un ruolo determinante nell'evoluzione dell'inquinamento atmosferico. Gli episodi di inquinamento, infatti, sono governati da processi meteorologici che avvengono all'interno dello strato di atmosfera direttamente soprastante la superficie terrestre (strato limite o boundary layer) sia a scala regionale che locale.

Per quanto riguarda i processi a scala regionale risultano particolarmente rilevanti i fenomeni di stagnazione della massa d'aria, che avvengono quando l'aria permane per un certo periodo su una determinata regione d'origine (oceano, mare, continente o bacino aerologico) e di conseguenza assume caratteristiche tipiche di quella regione (ad es. aria calda e umida oceanica, fredda e secca continentale). Così, ad esempio, l'aria che risiede per un certo periodo sull'area padana, ricca di industrie, ad intensa attività umana ed elevato traffico si arricchisce di sostanze inquinanti quali ossidi di azoto e composti organici volatili che, oltre a produrre direttamente inquinamento, rappresentano potenziali precursori dell'inquinamento da ozono e da particolato.

Relativamente ai processi meteorologici che avvengono a scala locale, questi sono governati dal vento in prossimità della superficie e dalla differenza di temperatura tra il suolo e l'aria sovrastante, grandezze che determinano la diluizione o il ristagno degli inquinanti in atmosfera.

I più importanti fattori meteorologici che interessano i fenomeni di inquinamento atmosferico sono:

- **Temperatura:** sono importanti la sua evoluzione annuale, quella diurna nonché il profilo verticale;
- **Vento orizzontale** (velocità e direzione): generato dalla componente geostrofica e modificato dal contributo delle forze d'attrito del terreno e da effetti meteorologici locali, come brezze (di monte-valle o marine) o, come nel caso di una città, da circolazioni urbano-rurali;
- **Altezza di rimescolamento:** è un indicatore della capacità che ha la troposfera di disperdere gli inquinanti; indica indirettamente il volume all'interno del quale gli inquinanti emessi si concentrano;
- **Stabilità atmosferica:** è un indicatore della turbolenza atmosferica alla quale si devono i rimescolamenti dell'aria e, quindi, il processo di diluizione degli inquinanti;
- **Precipitazioni:** è importante il numero di giorni caratterizzati da quantità di pioggia  $\geq 5$  mm nonché l'entità cumulata mensile e annuale;
- **Inversione termica:** quota alla quale si verifica che la temperatura, anziché diminuire, aumenta con l'aumento dell'altezza. Essa determina anche l'altezza del PBL (Planetary Boundary Layer), porzione più bassa dell'atmosfera che comprende la parte di troposfera nella quale la struttura del campo anemologico risente dell'influenza della superficie terrestre e si estende fino a pochi chilometri di altezza;

- **Movimenti atmosferici verticali:** spostamenti di masse d'aria in senso verticale, che in ambiente urbano sono dovuti principalmente a moti termoconvettivi.

L'analisi dell'effetto delle condizioni meteorologiche sulla qualità dell'aria a scala regionale evidenzia che il 2016 risulta essere un anno nella media, in cui il numero di giorni favorevoli all'accumulo del PM10 e dell'ozono si colloca al centro dei valori osservati negli ultimi 11 anni; sia in estate sia in inverno, si sono alternati periodi lunghi di condizioni favorevoli e sfavorevoli all'accumulo degli inquinanti: nella stagione invernale, i mesi più critici sono stati gennaio e dicembre, mentre in febbraio e marzo la situazione è stata generalmente migliore; in estate, a un mese di giugno particolarmente fresco e ventilato, ha fatto seguito un settembre molto caldo e con frequenti condizioni di stagnazione dell'aria.

Nel capitolo che segue, si riportano alcune elaborazioni di dettaglio per il territorio ferrarese relative ai seguenti parametri meteorologici:

- temperatura (°C),
- velocità del vento (m/s) e direzione (gradi),
- precipitazioni (mm).

Le elaborazioni sono state ottenute a partire dai dati registrati presso alcune stazioni meteo dislocate sul territorio ferrarese e gestite dal Servizio Idro-Meteo-Clima, in particolare la stazione urbana di Ferrara, attiva da maggio 2004 (in via Paradiso n. 12).

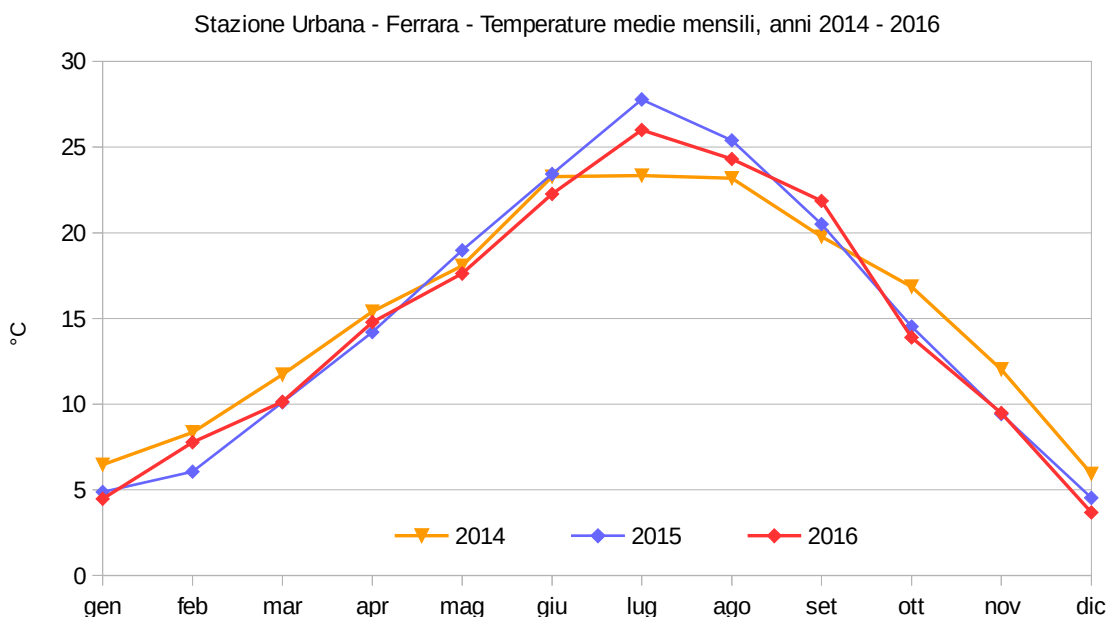
## 2. ANALISI DELLE GRANDEZZE METEOCLIMATICHE

### 2.1. Temperatura

Nell'anno 2016, i mesi invernali da gennaio a marzo e quelli autunnali da ottobre a dicembre, hanno avuto un andamento simile a quelli dell'anno precedente, e al di sotto delle medie dell'anno 2014; i mesi primaverili hanno evidenziato un leggero calo delle temperature rispetto agli ultimi due anni. I mesi estivi di giugno, luglio e agosto hanno registrato temperature medie inferiori all'anno precedente, mentre il mese di settembre è risultato più caldo rispetto all'ultimo biennio.

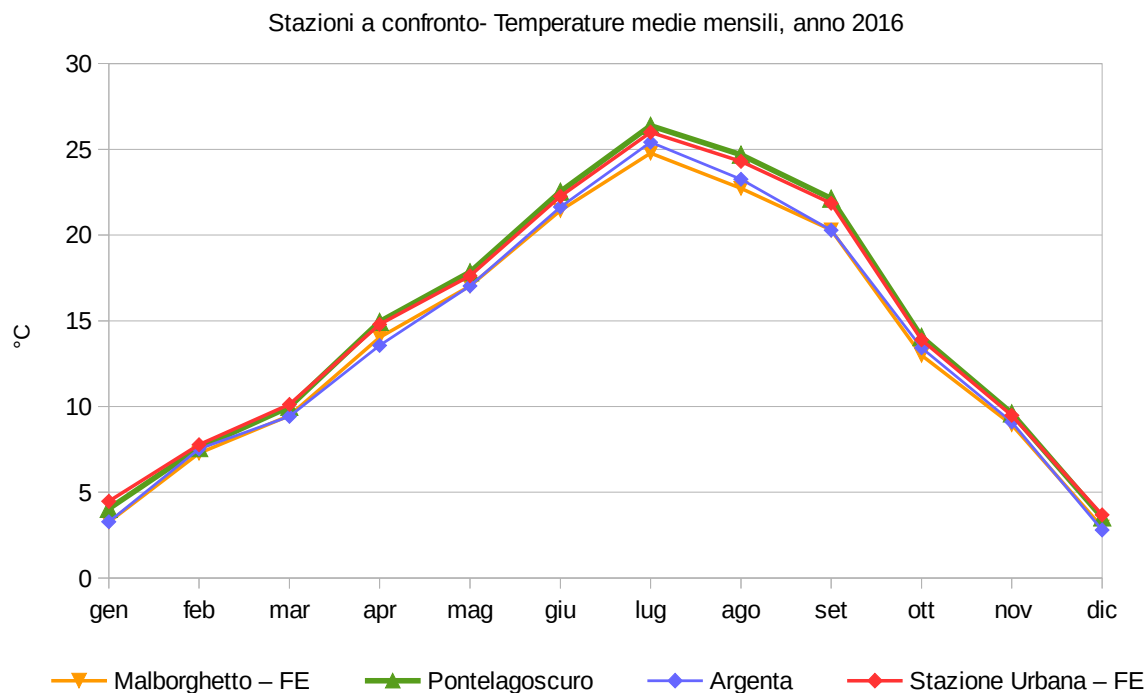
Le temperature nel centro urbano di Ferrara sono costantemente leggermente superiori a quelle rilevate nelle stazioni extraurbane di Malborghetto di Boara e di Argenta. Tale comportamento è dovuto all'effetto dell'isola di calore<sup>1</sup> che si sviluppa nei centri urbani. La temperatura media annua del 2016 calcolata presso la stazione urbana di via Paradiso è stata di circa 15°C contro i circa 14°C di Malborghetto di Boara e Argenta.

**Comune di Ferrara**  
**Andamento delle temperature medie mensili - 2014-2016**



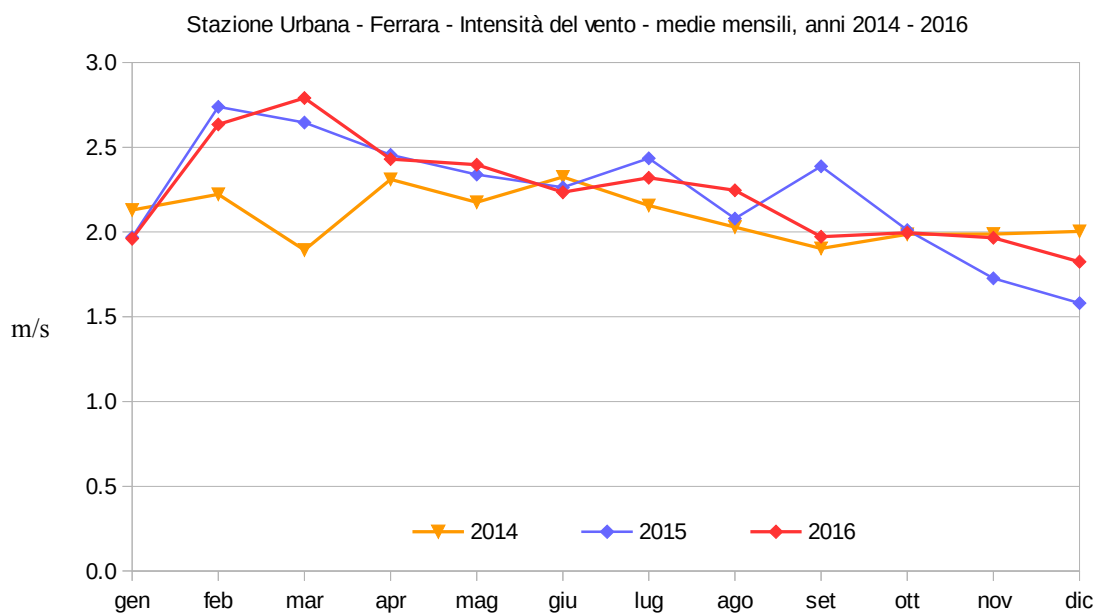
<sup>1</sup> **Isola di calore**: progressivo surriscaldamento della bolla di aria calda che grava in continuazione al di sopra dei centri urbani. La cappa d'aria surriscaldata, di non più di 200-300 metri di spessore, costituisce una vera e propria isola più calda rispetto al circostante ambiente rurale. Tale surplus di calore attenua i rigori invernali ma nelle soleggiate e calde giornate estive trasforma le città delle medio-basse latitudini in una sorta di fornace. L'isola di calore trae origine dal particolare tessuto urbano, costituito in prevalenza da asfalto, calcestruzzo, mattoni e cemento, ovvero materiali che, rispetto alla copertura vegetale della campagna, assorbono in media il 10% in più di energia solare. Il surplus di calore solare immagazzinato dai manufatti cittadini viene poi rimesso per irraggiamento, ovvero sotto forma di energia nell'infrarosso, con conseguente surriscaldamento dell'aria che sovrasta la città. All'isola di calore dà un rilevante contributo anche il tipico assetto geometrico delle città, con strade relativamente strette rispetto alle dimensioni verticali degli edifici.

## Andamento delle temperature medie mensili in quattro postazioni della provincia (2016)



## 2.2. Intensità e direzione del vento

### Comune di Ferrara Media mensile dell'intensità del vento a 10 m - Anni 2013-2016



La rappresentazione delle intensità medie mensili del vento per il comune di Ferrara registrate dalla stazione urbana evidenzia valori molto bassi, pressoché quasi sempre inferiori a 2.5 m/s.

L'analisi dei dati registrati dalla stazione urbana per l'anno 2016 evidenzia che si sono verificate solo quattro giornate con velocità media superiore ai 5 m/s (10 e 27 febbraio, 13 e 23 marzo) e 48 giorni con velocità media compresa fra 3 e 5 m/s. Nel contempo sono stati registrati ben 204 giorni con velocità superiore ai 2 m/s e 162 giorni (44%) con velocità inferiore o uguale ai 2 m/s.

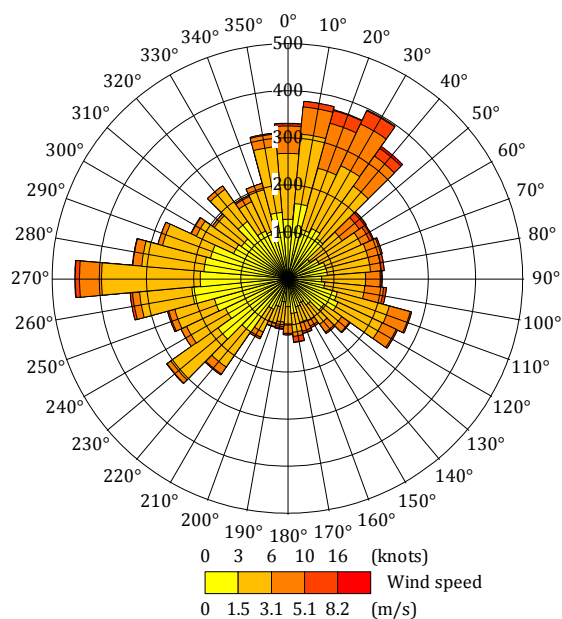
Nei grafici riportati al paragrafo delle precipitazioni è possibile osservare come in corrispondenza delle giornate caratterizzate da vento più intenso (ovvero 10 e 27 febbraio e 13 e 21 marzo), il vento abbia contribuito a “spazzare via” le polveri accumulate nell'atmosfera, determinando una riduzione della concentrazione di PM10.

Di seguito si rappresenta la rosa del vento calcolata a partire dai dati della stazione di Malborghetto.

La rosa dei venti qui rappresentata è stata realizzata con il modello ADMS-URBAN<sup>2</sup> a partire da dati orari di velocità e direzione del vento. Il modello ADMS usato per l'elaborazione della rosa dei venti considera come calme i valori di velocità del vento minori o uguali a 0.75 m/s.

Osservando la rosa dei venti, si nota una preponderanza delle componenti da O e da NE, queste ultime caratterizzate da un'intensità maggiore.

**Ferrara: Rosa dei venti, anno 2016 – dati stazione Malborghetto**



<sup>2</sup> ADMS URBAN (versione 4.0.3 sviluppato dalla Cambridge Environmental Research Consultants - UK) è un modello analitico stazionario, eseguibile su PC, della dispersione in atmosfera di sostanze inquinanti rilasciate nelle aree urbane da differenti tipologie di sorgenti (puntuali, lineari, di aree e di volumi).



## 2.3. Precipitazioni

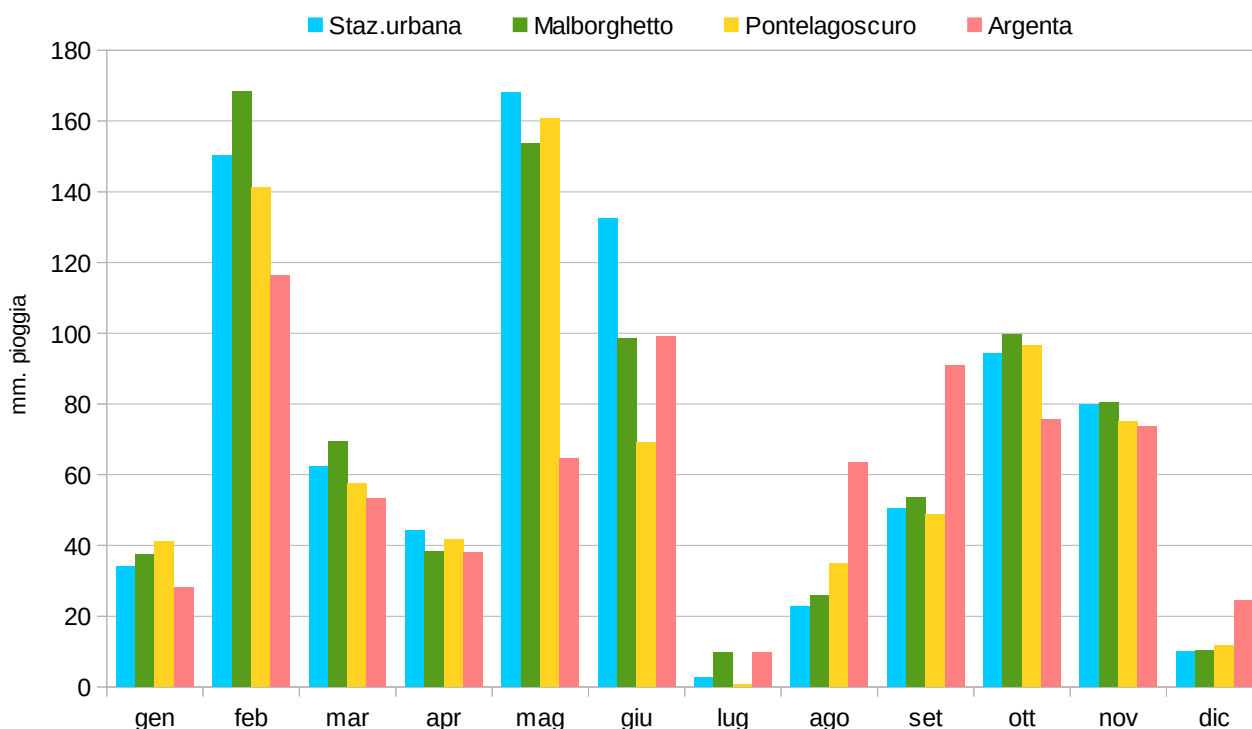
L'analisi dei dati registrati presso la stazione urbana di Ferrara ha evidenziato per l'anno 2016 un totale annuo di precipitazioni intorno a 850 mm.

Per una valutazione più completa si riportano nel grafico che segue le precipitazioni cumulate<sup>3</sup> mensili della stazione urbana di Ferrara a confronto con quelle delle stazioni di Malborghetto, Pontelagoscuro e Argenta.

Dal grafico risulta evidente come le precipitazioni si siano maggiormente concentrate nei mesi di febbraio, maggio, giugno con precipitazioni cumulate nel centro cittadino superiori ai 130 mm, seguite dalle precipitazioni dei mesi di ottobre e novembre (precipitazioni cumulate dell'ordine di 80-100 mm di pioggia). Nei mesi primaverili di marzo e aprile e nel mese di settembre si sono registrate precipitazioni cumulate mensili dell'ordine di 50-60 mm.

Il mese più siccitoso in assoluto è stato luglio, anche se la temperatura media registrata in questo mese è stata di 26°C, più bassa rispetto al 2015.

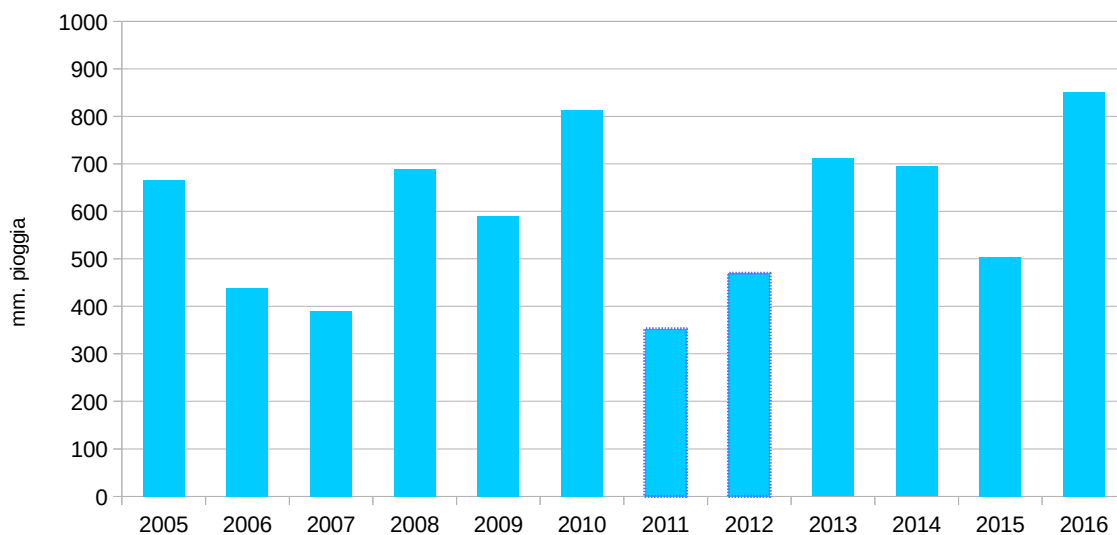
**Andamento delle precipitazioni cumulate mensili (mm) in quattro stazioni pluviometriche**



<sup>3</sup> Per un approfondimento sulle precipitazioni si rimanda al sito [https://www.arpae.it/documenti.asp?parolachiave=sim\\_annali&cerca=si&idlivello=64](https://www.arpae.it/documenti.asp?parolachiave=sim_annali&cerca=si&idlivello=64) in cui sono reperibili gli annali idrologici contenenti misure e osservazioni a livello di bacino della Regione Emilia Romagna.

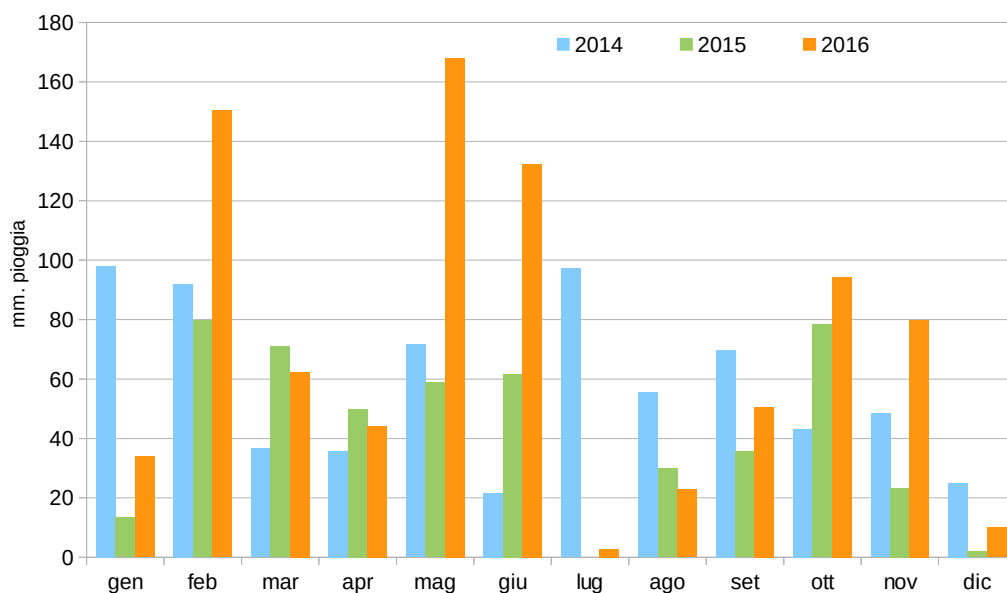
Di seguito si riporta la precipitazione cumulata annuale a partire dal 2005: l'anno 2016 si presenta come l'anno più piovoso rispetto agli ultimi 12 anni<sup>4</sup>.

#### Trend precipitazioni totali annue (mm) – Ferrara



Il seguente grafico mette a confronto la precipitazione cumulata mensile negli ultimi tre anni.

#### Precipitazione cumulata mensile - stazione urbana di Ferrara



<sup>4</sup> Si sottolinea che i dati del 2011 e 2012 sono probabilmente sottostimati, a causa di malfunzionamenti tecnici e delle intense precipitazioni nevose.

Per quanto riguarda il dato cumulato mensile delle precipitazioni registrate presso la stazione urbana di Ferrara, si osserva:

- a febbraio 2016, dei circa 150 mm di pioggia caduti, circa 20 mm sono caduti il giorno 28/2 e oltre 30 mm sono caduti il giorno 29/2. L'evento verificatosi a fine febbraio è conseguente ad un minimo depressionario, inizialmente localizzato sulla penisola Iberica che si è spostato verso nord-est, portando abbondanti precipitazioni sulla regione Emilia-Romagna<sup>5</sup>. Circa 70 mm (circa il 50% delle precipitazioni dell'intero mese) si sono distribuiti in maniera uniforme nelle giornate 12, 14, 15, 16 febbraio<sup>6</sup>. Per gli altri giorni vi è stata assenza di precipitazioni o piogge comunque inferiori ai 5 mm;
- a maggio 2016 sono caduti circa 170 mm di pioggia: in ciascuna delle 2 giornate del 14 e 15 maggio sono caduti circa 30 mm<sup>7</sup> di pioggia, inoltre sono caduti oltre 40 mm nella giornata del 29 maggio<sup>8</sup>;
- a giugno si è registrata una pioggia cumulata mensile di oltre 130 mm: oltre 50 mm sono caduti nella sola giornata del 9 giugno, e a tal riguardo è disponibile un approfondimento sull'evento sul sito web del Servizio Idro-Meteo-Clima<sup>9</sup> in cui si descrivono le particolari condizioni meteo che hanno interessato l'Italia e i paesi limitrofi e che hanno innescato fenomeni temporaleschi intensi sulla regione Emilia-Romagna. Altre giornate in cui si sono registrate piogge cumulate giornaliere superiori ai 10 mm sono state: 2 e 8 giugno (> 12 mm), 4 giugno (circa 19 mm), 5 giugno (oltre 20 mm);
- a settembre nella giornata del 16 sono piovuti oltre 30 mm di pioggia, situazione determinata da condizioni sinottiche che si sono configurate nel nord della Russia e in Islanda. A tal proposito si rimanda all'approfondimento dell'evento pubblicato sul sito web del SIMC<sup>10</sup>.
- a ottobre, analogamente a settembre, la quasi totalità della pioggia piovuta nel mese, si è concentrata nella giornata del 14/10 (circa 60 mm di pioggia), situazione determinata da correnti e fenomeni descritti nel rapporto pubblicato sul sito web del SIMC<sup>11</sup>.

<sup>5</sup>Per l'evento meteorologico del 27-29 febbraio 2016 è possibile consultare il relativo rapporto disponibile al seguente sito web: [https://www.arpae.it/cms3/documenti/\\_cerca\\_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto\\_meteo\\_idro\\_20160227-29.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_idro_20160227-29.pdf)

<sup>6</sup>Per l'evento meteorologico del 16-17 febbraio 2016 è possibile consultare il relativo rapporto disponibile al seguente sito web: [https://www.arpae.it/cms3/documenti/\\_cerca\\_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto\\_meteo\\_20160216-17.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_20160216-17.pdf)

<sup>7</sup>Per l'evento meteorologico del 16-17 febbraio 2016 è possibile consultare il relativo rapporto disponibile al seguente sito web: [https://www.arpae.it/cms3/documenti/\\_cerca\\_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto\\_meteo\\_20160514-15.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_20160514-15.pdf)

<sup>8</sup>Per l'evento meteorologico del 16-17 febbraio 2016 è possibile consultare il relativo rapporto disponibile al seguente sito web: [https://www.arpae.it/cms3/documenti/\\_cerca\\_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto\\_meteo\\_20160529.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_20160529.pdf)

<sup>9</sup>Per l'evento meteorologico del 16-17 febbraio 2016 è possibile consultare il relativo rapporto disponibile al seguente sito web: [https://www.arpae.it/cms3/documenti/\\_cerca\\_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto\\_meteo\\_20160609-10.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_20160609-10.pdf)

<sup>10</sup>Per l'evento meteorologico del 16-17 febbraio 2016 è possibile consultare il relativo rapporto disponibile al seguente sito web: [https://www.arpae.it/cms3/documenti/\\_cerca\\_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto\\_meteo\\_20160916-17.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_20160916-17.pdf)

<sup>11</sup>Per l'evento meteorologico del 16-17 febbraio 2016 è possibile consultare il relativo rapporto disponibile al seguente sito web: [https://www.arpae.it/cms3/documenti/\\_cerca\\_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto\\_meteo\\_20161014.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/meteo/radar/rapporti/rapporto_meteo_20161014.pdf)

- a novembre si sono registrate tre giornate con pioggia cumulata superiore ai 10 mm, con un contributo di oltre il 66% sul totale mensile.

Considerando sempre le precipitazioni registrate presso la stazione urbana di Ferrara, complessivamente nel 2016, si sono registrate 46 giornate con precipitazione cumulata superiore ai 5 mm<sup>12</sup>, dato superiore rispetto a quanto rilevato nel 2015 (34 giornate), e in linea rispetto al 2014 (44 giornate) e al 2013 (42 giornate). Le giornate con precipitazioni cumulate superiori ai 10 mm, da associarsi a fenomeni temporaleschi e di perturbazioni atmosferiche a larga scala che possono avere efficacia certa nella rimozione degli inquinanti atmosferici, sono state 30: 6 a febbraio, 3 a marzo, 2 ad aprile, 6 a maggio e 5 a giugno, 1 ad agosto, 2 a settembre e 2 ad ottobre, 3 a novembre.

### 3. Confronto PM10 e METEO

Nei grafici seguenti, relativi ai quattro trimestri dell'anno 2016, sono riportati gli andamenti giornalieri del PM10 misurati a Corso Isonzo, confrontati con due grandezze meteo potenzialmente influenti sulla concentrazione dell'inquinante: precipitazioni e ventosità.

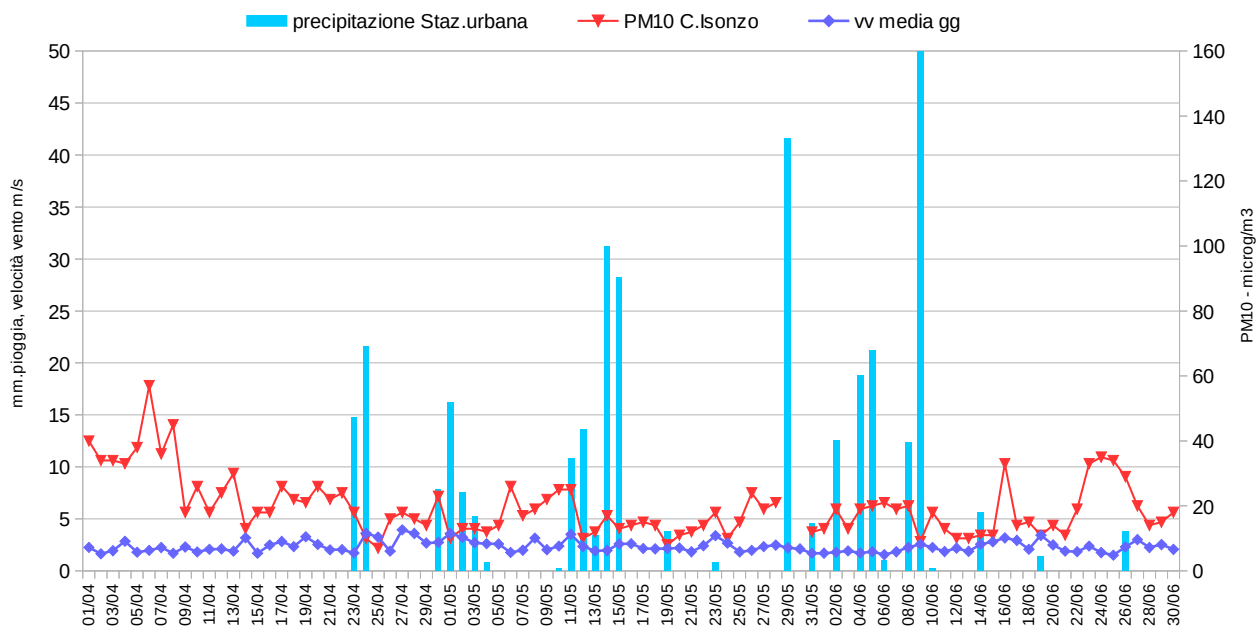
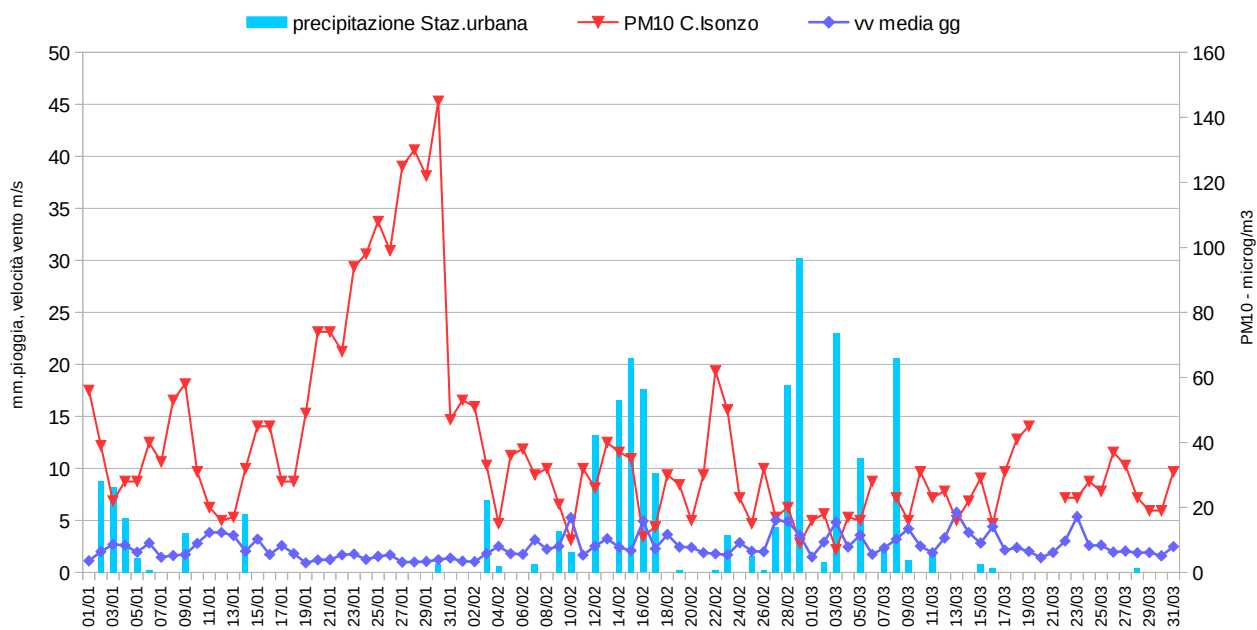
La ventosità, come già detto in precedenza è stata bassa in tutti i mesi, per un totale di 314 giorni caratterizzati da una velocità media giornaliera inferiore o uguale ai 3 m/s, di cui 162 giorni caratterizzati da una velocità media giornaliera inferiore o uguale ai 2 m/s.

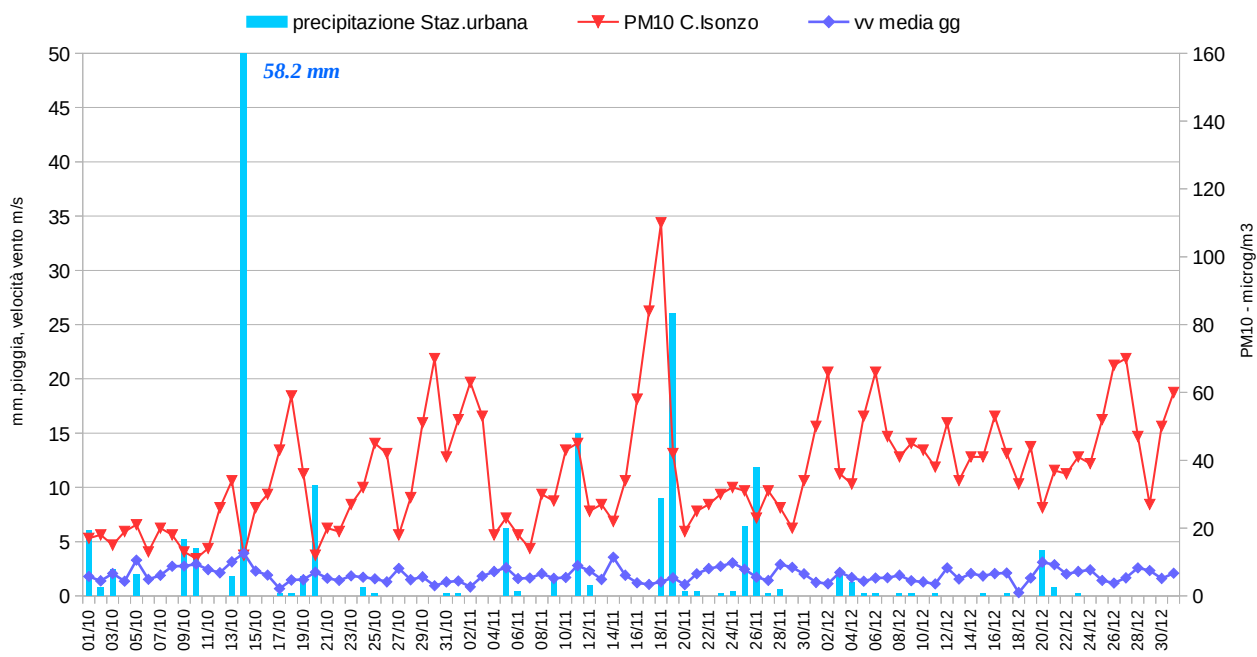
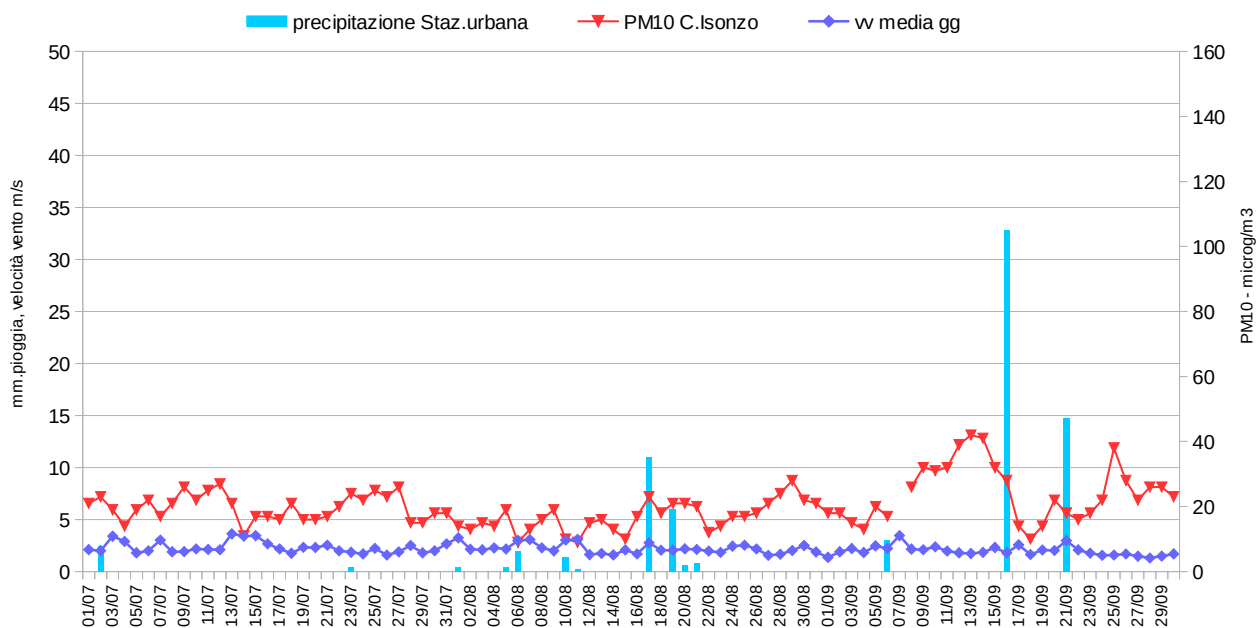
L'effetto di dilavamento dell'atmosfera (e del PM10) da parte della pioggia, si può osservare nei grafici in particolare nelle giornate 16 e 17 febbraio conseguenti alle giornate piovose dal 14 al 16, il 29 febbraio, il 3 marzo, nelle giornate 17 e 18 settembre conseguenti alla giornata piovosa del 16 settembre, il 14 ottobre.

---

<sup>12</sup> Alcune indagini, ancora preliminari, suggeriscono che le precipitazioni inizino ad operare una qualche rimozione degli inquinanti atmosferici al di sopra dei 5 mm al giorno. Tale rimozione dipende però fortemente sia dal tipo di inquinante che dalla intensità del fenomeno meteorologico (pioggia prolungata o meno, intensa o meno). Le precipitazioni superiori ai 5 mm al giorno si possono quindi considerare di una qualche efficacia nella rimozione degli inquinanti atmosferici.

**PM10 a confronto con precipitazione cumulata giornaliera e vento medio - Ferrara, anno 2016**





## 4. GIORNI CRITICI

Di seguito sono riportati alcuni dati meteorologici utili a valutare il numero di giorni critici, ovvero favorevoli all'accumulo del PM10 d'inverno e alla formazione di Ozono d'estate, per ogni mese dell'anno per la città urbana di Ferrara.

Per **“giornate favorevoli all'accumulo di PM10”** si intendono quei giorni in cui l'indebolirsi della turbolenza nei bassi strati dell'atmosfera determina condizioni di stagnazione. Segnatamente si tratta di giorni in cui si verificano contemporaneamente due condizioni:

- l'indice di ventilazione (definito come il prodotto fra altezza media dello strato rimescolato e intensità media del vento) è inferiore a  $800 \text{ m}^2/\text{s}$ ;
- le precipitazioni sono assenti ( $< 0.3 \text{ mm}$ ).

L'indice è stato messo a punto dal Servizio Idro-Meteo-Clima di ARPAE<sup>13</sup>, che ha selezionato le soglie applicando il metodo statistico degli alberi di classificazione, calibrato con i valori di PM10 misurati. Si noti che l'indicatore non tiene conto della direzione del vento e potrebbe perciò rivelarsi poco significativo sulla fascia costiera o in presenza di fonti emissive puntuali, condizioni in cui la direzione del vento incide particolarmente sull'accumulo o la dispersione degli inquinanti.

I mesi invernali sono i più critici per l'accumulo di particolato atmosferico, in particolare a causa delle condizioni meteorologiche (stagnazione negli strati bassi dell'atmosfera) e dell'elevato utilizzo di riscaldamento e automobili.

A scala regionale si è osservato per l'anno 2016 che i periodi in cui si è registrato il maggior numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10 sono stati gli ultimi 10 giorni di gennaio e i mesi di novembre e dicembre, periodi durante i quali la concentrazione media giornaliera di PM10 è stata prossima o superiore al valore limite di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per più giorni in gran parte della regione, anche se non ha mai raggiunto i valori massimi registrati in altri periodi del passato (la massima concentrazione del decennio venne registrata nel febbraio 2012, quando si registrarono fino a  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  di PM10).

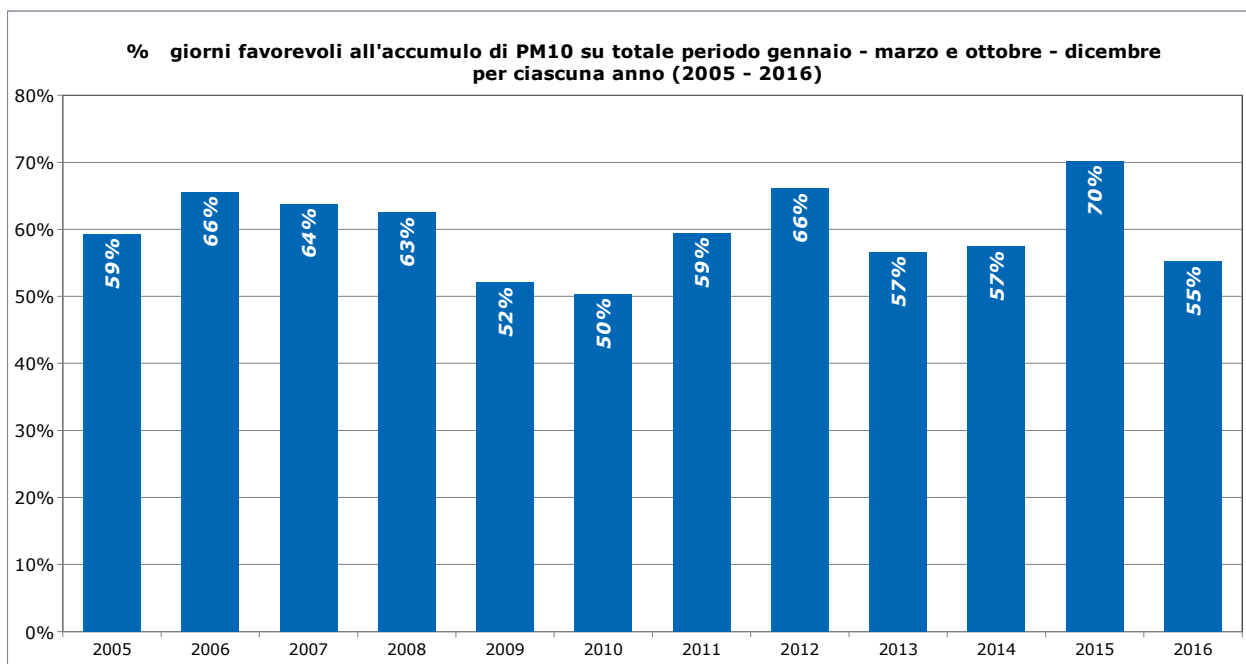
I valori massimi in regione sono stati rilevati nel periodo 28-30 gennaio, con punte comprese tra 134 e  $155 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sia in alcune stazioni da traffico che di fondo (urbane e rurali).

In generale comunque, nel 2016 le concentrazioni di polveri in Emilia-Romagna sono state inferiori a quelle osservate nel 2015 e tra le più basse di tutta la serie storica (2006-2016).

<sup>13</sup>L'indice è stato calcolato utilizzando il dataset meteorologico LAMA (Limited Area Meteorological Analysis) che viene implementato a partire da simulazioni operative del modello meteorologico COSMO e da osservazioni della rete meteorologica internazionale (dati GTS). COSMO è un modello meteorologico ad area limitata (dominio  $2000 \times 2000 \text{ km}^2$ ), non idrostatico, attualmente sviluppato dai servizi meteorologici di Germania, Svizzera, Italia, Grecia e Polonia, raggruppati nel consorzio COSMO. E' il modello di riferimento italiano per le previsioni del tempo a breve termine. Il dataset LAMA copre un'area di  $1200 \times 1200 \text{ km}^2$ , corrispondente alla parte centrale del dominio di COSMO:

Di seguito si riporta il grafico della percentuale di giorni favorevoli all'accumulo sul totale dei giorni del periodo invernale a gennaio a marzo e da ottobre a dicembre per il comune di Ferrara, per il periodo 2005-2016.

L'anno 2016 per quanto riguarda il numero di giorni favorevoli all'accumulo di PM10, risulta in linea con gli anni 2013 e 2014 e ha visto una riduzione di circa 30 giorni rispetto all'anno 2015, in particolare nei mesi di febbraio, marzo e novembre.



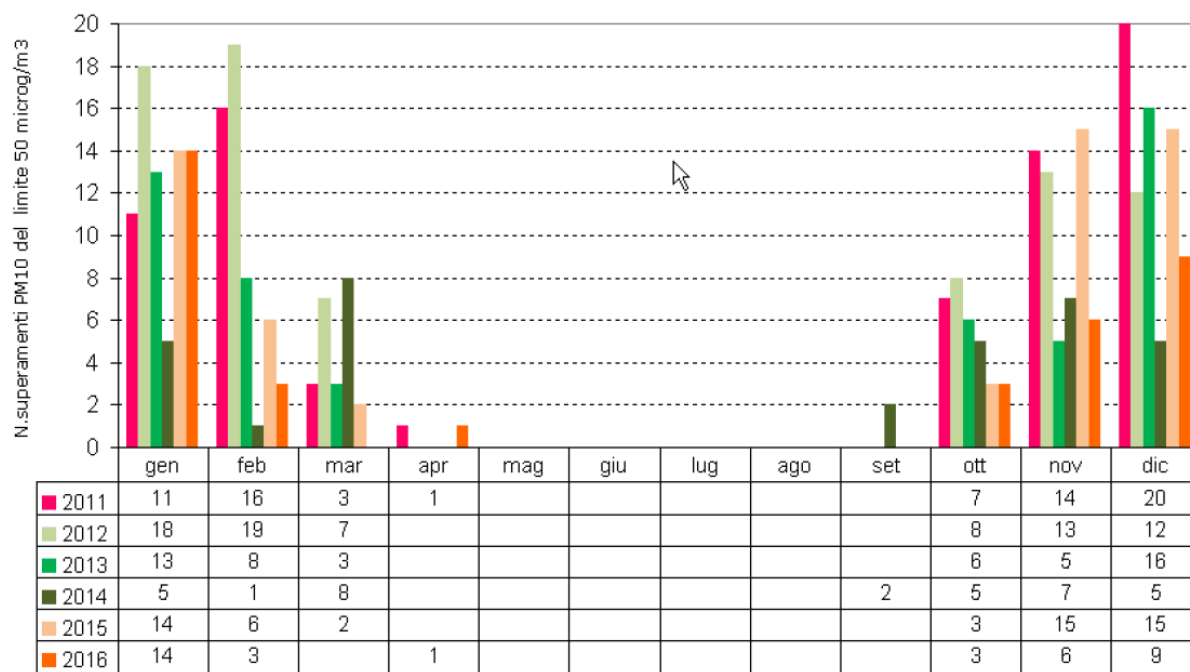
Dai grafici del numero dei superamenti mensili e delle medie di PM10 mensili calcolate per la stazione di Corso Isonzo, si osserva:

- un drastico calo del numero dei superamenti del limite giornaliero di PM10 rispetto all'anno 2015, in particolare nei mesi di novembre e dicembre, mesi in cui si sono registrate nell'anno 2016, concentrazioni medie mensili molto inferiori rispetto all'anno precedente;
- una media mensile di gennaio 2016 superiore rispetto alle medie registrate nell'ultimo quinquennio: è nel mese di gennaio che si sono riscontrate concentrazioni giornaliere superiori a 70 µg/m<sup>3</sup> sino a oltre 100 µg/m<sup>3</sup>;
- medie mensili di febbraio, marzo e ottobre 2016 sensibilmente inferiori rispetto agli ultimi anni.

Nel 2016 si sono registrati a Corso Isonzo, 12 giorni con valori di concentrazione di PM10 superiore ai 70 µg/m<sup>3</sup>, in analogia a quanto avvenuto nel 2014 (nel 2015 i giorni con concentrazione superiore a 70 µg/m<sup>3</sup> erano 24) e tutti, escluso la giornata del 18 novembre, si sono verificati nel mese di gennaio. I giorni in cui si sono registrate concentrazioni medie giornaliere superiori ai 100 µg/m<sup>3</sup> sono stati 6 (5 in gennaio e 1 in novembre).

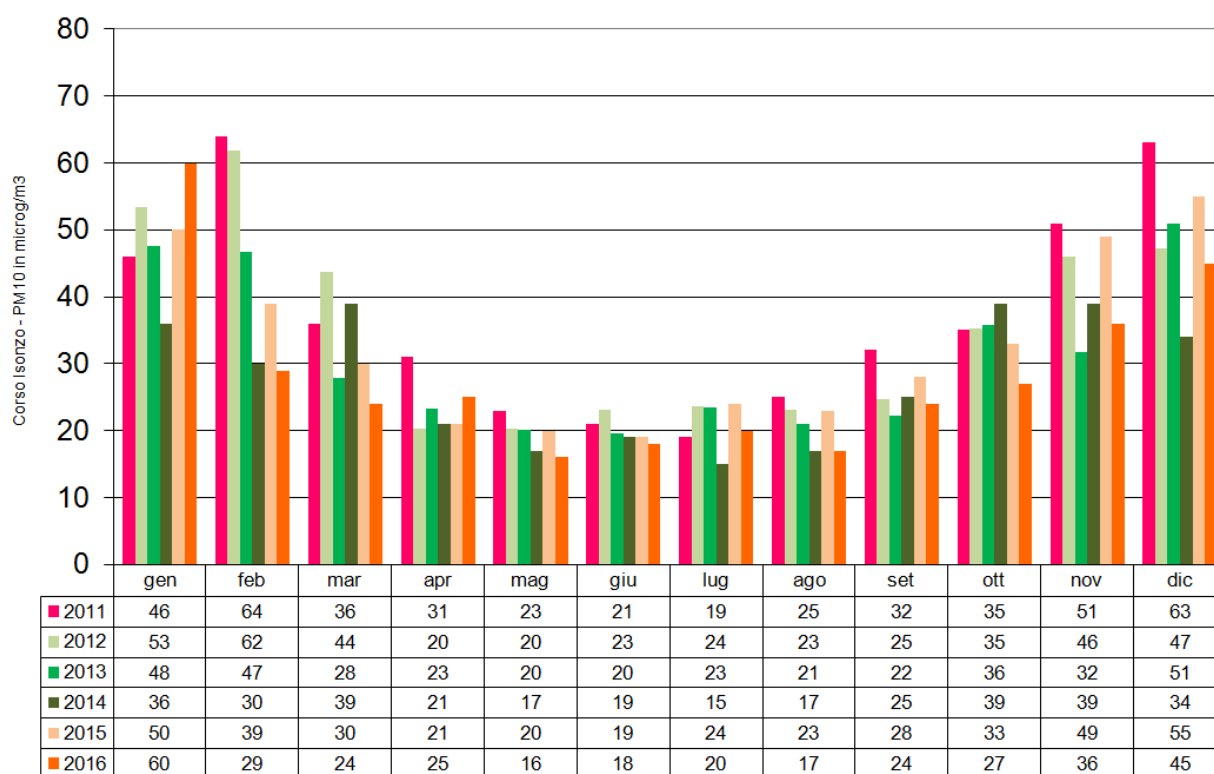


**PM10 - Corso Isonzo - Numero di superamenti del valore limite giornaliero di 50 µg/m3 per anno**



	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
num.sup/anno	74	85	97	74	66	59	72	77	51	33	55	36

**PM10 - Corso Isonzo - concentrazione media mensile di PM10 in µg/m3 – 2011-2016**



Considerando l'indicatore del numero dei giorni favorevoli all'accumulo di PM10 risulta un numero consistente nei mesi di dicembre (28) e gennaio (23), seguiti, in ordine decrescente di numero, da novembre (17), ottobre (13) e febbraio (10).

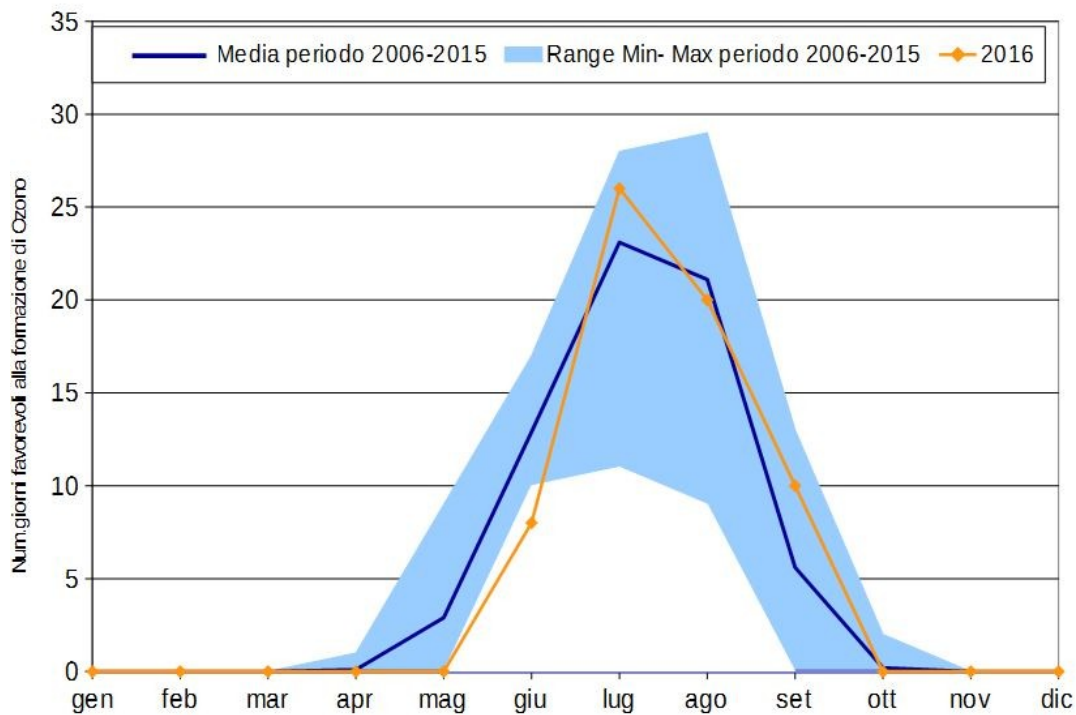
Anche per il periodo estivo è stato messo a punto l'indicatore **“giornate favorevoli alla formazione di ozono”**, ovvero giornate in cui la temperatura massima è maggiore di 29°C: in tal caso i mesi estivi di giugno, luglio e agosto sono da considerarsi mesi critici per l'inquinante in esame in quanto caratterizzati da una radiazione solare globale più intensa, da un numero maggiore di ore di insolazione diurna e da temperature elevate.

E' un indicatore molto semplice, elaborato dal Servizio Idro Meteo Clima di ARPAE, che non esaurisce certo la complessità delle interazioni tra meteorologia, chimica e trasporto dell'ozono, ma che si pone l'obiettivo di valutare la criticità del semestre estivo dal punto di vista meteorologico rispetto alla formazione di ozono nei bassi strati dell'atmosfera.

L'estate del 2016 ha presentato un minor numero di giornate favorevoli alla formazione di ozono rispetto al 2015 e in linea rispetto al 2013: le giornate in questione si sono verificate principalmente nei mesi di luglio e agosto.

Tale situazione trova riscontro nel numero dei superamenti del valore obiettivo per la salute umana ( $120 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ) come evidenziato nella tabella che segue.

#### Numero di giorni favorevoli alla formazione di ozono - confronto 2016 con anni precedenti - Ferrara



**Numero di giorni critici per la formazione di Ozono suddivisi per anno - Ferrara**

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
43	58	67	79	73	54	77	79	63	37	72	64

**O3 - Numero di superamenti del valore obiettivo per la salute umana (120 µg/m³) per anno**

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Villa Fulvia			36	27	69	60	43	19	41	45
Cento				41	88	65	46	46	77	44
Ostellato			68	23	71	58	43	23	46	51
Gherardi	58	35	71	36	63	76	59		80	53