



Istituto di istruzione superiore dell'ordine delle Canossiane

Canossa Campus

Progetto centralina e inquinamento atmosferico:

*monitoraggio dei parametri meteorologici e degli inquinanti della città di Brescia
nel periodo novembre - dicembre 2025*

Studenti

3A Liceo Scientifico Bilingue

Chimini Chiara

Ghirardotti Yasmin

Morandi Nicole

Tomasoni Chiara

3B Liceo Scientifico Bilingue

Vischioni Carlo

4A Liceo Scientifico Bilingue

Piazza Beatrice

Prignachi Ruggero

Zhou Aoxue

5A Liceo delle Scienze Umane

Orizio Carlo

Uccelli Anna Maria

Professori

Prof. *Davide Visentin* (docente di Fisica)

Prof. *Stefano Andreoli* (docente di Scienze Naturali, Chimiche e Biologiche)

Tecnico informatico

Lazarini Luca

Indice dei lavori

1. Introduzione

- 1.1 Il progetto “centralina meteo e monitoraggio inquinanti”;
- 1.2 Collaborazioni;
- 1.3 Breve introduzione sugli inquinanti analizzati;

2. Materiali e Metodi

- 2.1 I sensori;
- 2.2 Raccolta dei dati;
- 2.3 Organizzazione dei dati;
- 2.4 Metodi utilizzati nell’elaborazione dei dati.

3. Risultati e Discussione

- 3.1 Andamento precipitazioni e temperature nel periodo di studio;
- 3.2 Serie temporali di PM, NO₂ e CO in relazione alle precipitazioni;
- 3.3 Correlazione tra i vari inquinanti (PM-CO; O₃-NO₂).

4. Conclusioni e prospettive future

1. Introduzione

1.1 Il progetto “centralina meteo e monitoraggio inquinanti”

Il progetto Centralina Meteo della scuola Canossa Campus è un’iniziativa orientata allo studio degli inquinanti atmosferici presenti nella città di Brescia. L’obiettivo principale è stato quello di promuovere una didattica attiva e laboratoriale, capace di sviluppare la consapevolezza ambientale e di sensibilizzare le nuove generazioni sui temi della sostenibilità coerenti con gli obiettivi europei in materia ambientale.

1.2 Collaborazioni

Il progetto è stato realizzato presso la scuola Canossa Campus di Brescia, casa dell’istruzione primaria dell’ordine delle Canossiane, in collaborazione con l’Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia. L’attività è stata sostenuta da fondi europei stanziati per la promozione di attività didattiche in ambito STEM.

1.3 Breve introduzione sugli inquinanti analizzati

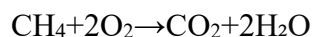
Gli inquinanti atmosferici possono essere considerati come delle sostanze presenti nell’aria in concentrazioni sufficientemente elevate da causare effetti dannosi per la salute umana o per l’ambiente. Essi possono derivare da fonti naturali o antropiche e rivestono un ruolo fondamentale per la chimica dell’atmosfera, per le relazioni che si innescano con le altre componenti del sistema Terra e per la salute umana.

La loro origine può essere primaria o secondaria; sono intesi “inquinanti primari” tutti gli inquinanti che vengono direttamente immessi in atmosfera, per cause antropiche e non. Sono intesi “inquinanti secondari” tutti gli inquinanti che non vengono immessi direttamente in atmosfera ma che si formano nella medesima tramite reazioni chimiche.

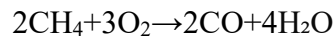
Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio (CO) viene prodotto principalmente come inquinante primario dalla combustione incompleta del traffico veicolare e dalle caldaie termiche.

La combustione del metano rappresenta un classico esempio di reazione energetica di idrocarburi. In presenza di ossigeno sufficiente, la reazione procede pressoché completamente portando alla formazione di anidride carbonica e acqua:



Nel caso in cui l'ossigeno presente non sia sufficiente, come può capitare nelle caldaie termiche e nei motori a scoppio, si verifica una combustione incompleta che conduce alla formazione di monossido di carbonio:



Il monossido di carbonio può altresì avere un'origine secondaria, derivante dalla degradazione ossidativa degli idrocarburi presenti in atmosfera.

Il CO prodotto nella troposfera da entrambi i processi è considerato un inquinante da monitorare attentamente. Infatti, la sua struttura affine all'ossigeno molecolare è in grado di interferire a livello fisiologico nel corpo umano.

Particolato atmosferico (PM)

Il particolato atmosferico (PM) è una miscela di particelle solide sospese nell'aria, derivanti da processi naturali e antropici. I PM di dimensioni maggiori sono il prodotto di come il deterioramento degli pneumatici, l'erosione naturale o i processi di combustione. Questi PM vengono anche chiamati aerosol primari.

I PM di dimensioni minori derivano da reazioni chimiche che avvengono in atmosfera e vengono dunque definiti aerosol secondari, un esempio è la creazione di nitrato d'ammonio a partire da diossido di azoto e radicali ossidrilici che formano acido nitrico; esso si combina a sua volta con l'ammoniaca producendo nitrato d'ammonio, che è una sostanza solida.

Il particolato atmosferico, soprattutto nelle frazioni più fini, può penetrare in profondità nel sistema respiratorio causando effetti infiammatori nel corpo umano.

Diossido di azoto (NO₂)

Il diossido di azoto (NO₂) è un gas tossico rosso-bruno che si forma quando l'azoto e l'ossigeno dell'aria reagiscono ad alte temperature, come nei motori, nelle caldaie a gas o durante gli incendi. È irritante per occhi, gola e polmoni e può reagire formando altri inquinanti, contribuendo così all'inquinamento dell'aria.

L'ozono troposferico (O₃)

L'ozono troposferico (O₃), generato da reazioni tra ossidi di azoto e composti organici volatili in presenza di radiazione solare, è un potente ossidante responsabile di danni all'apparato respiratorio e alla vegetazione. La comprensione delle principali reazioni chimiche e delle condizioni meteorologiche che ne influenzano la formazione e la dispersione risulta quindi fondamentale per una corretta interpretazione dei dati ambientali raccolti.

2. Materiali e metodi

Gli strumenti utilizzati per il lavoro di monitoraggio di questo studio sono una postazione per il rilevamento della concentrazione di alcuni inquinanti e una stazione meteorologica. La stazione meteo ha rilevato i parametri meteorologici (tabella 1, sezione materiali e metodi); i sensori della centralina meteo hanno rilevato gli inquinanti esposti in tabella 2 della medesima sezione. La centralina è stata installata sul tetto della scuola Canossa Campus, in Via San Martino della Battaglia 13b, nelle strette vicinanze del centro storico di Brescia.

La scelta di collocarla in un posto rialzato e non nel parcheggio dell'istituto è stata presa al fine di evitare che i dati venissero falsati da fattori quali la concentrazione di macchine e la scarsa circolazione dell'aria; il parcheggio dell'istituto infatti è circondato su tre lati da edifici piuttosto alti che modificano la circolazione dell'aria.

2.1 I sensori

Sensori degli inquinanti

I sensori di rilevamento della qualità dell'aria presenti nella postazione sono di due tipi: sensori elettrochimici e contatori ottici di particelle. Del primo tipo sono i sensori utilizzati per il rilevamento di monossido di carbonio, biossido di azoto e ozono; del secondo tipo invece sono i sensori utilizzati per la misurazione del particolato sospeso in atmosfera (PM).

I sensori elettrochimici operano in base alla proporzionalità diretta tra la concentrazione del gas che si vuole misurare e la corrente elettrica in uscita dal sensore; praticamente accade che più all'aumento di concentrazione del gas anche la corrente varia (aumenta o diminuisce) in modo che si mantiene costante il rapporto tra le due grandezze.

La corrente (I) è determinata secondo la legge di Ohm dal rapporto tra tensione (V) applicata alle estremità del sensore e resistenza (R) del sensore; la legge di Ohm si scrive:

$$V = I R$$

La tensione è mantenuta costante durante la misura, mentre la resistenza varia a causa dell'interazione dei gas con la superficie del sensore, costituito di **nanotubi** di carbonio molto sensibili alla presenza delle molecole oggetto di rilevamento.

La variazione della resistenza produce quindi una variazione della corrente che viene registrata dal computer e convertita grazie a una precedente taratura in una concentrazione di inquinante.

I contatori ottici di particelle invece sono basati sulla diffusione laser tramite la quale si misura la quantità di particelle sospese in aria; l'aria viene aspirata e fatta fluire verso la cella di misurazione, dove sono installati una sorgente luminosa, ad esempio un laser, e un fotorilevatore. Il fascio di luce laser è orientato in modo da attraversare il flusso di aria senza colpire il fotorilevatore; a causa della presenza di particelle sospese in aria, una parte della luce

laser viene diffusa e diretta verso il fotorilevatore. Dalla quantità di luce diffusa si può stimare la quantità di particelle sospese in atmosfera.

Strumenti/sensori della centralina meteo

La centralina meteo contiene normale attrezzatura per la misura di parametri meteorologici: pluviometro, igrometro, termometri, anemometro e un sensore per la radiazione solare.

2.2 Raccolta dei dati

La postazione dove sono alloggiati i sensori degli inquinanti contiene un computer in grado di raccogliere i dati (sia i dati meteo che i dati sugli inquinanti), di connettersi in rete tramite una scheda SIM e di depositare i dati a un server, fornito e gestito dall'UCSC.

La stazione meteo rileva i seguenti parametri:

Parametro	Descrizione	Unità di misura
Out Temp	Temperatura esterna	°C
Pressure	Pressione atmosferica	mbar
Sol. Rad.	Potenza della radiazione solare	W
Out Hum	Umidità esterna	% ovvero rapporto percentuale tra la quantità di vapore acqueo presente e la quantità massima che l'aria può contenere a una data temperatura
Wind Speed	Velocità del vento	m/s
Wind Dir	Direzione del vento	°
Int Temp	Temperatura interna all'armadio dove sono alloggiati i sensori	°C
Rain	Precipitazioni	mm

Tabella 1: parametri monitorati dalla stazione meteo e relative unità di misura.

I sensori per l'analisi dell'aria rilevano i seguenti parametri:

Parametro	Descrizione	Unità di misura
CO	Concentrazione di monossido di carbonio	ppm (3 ppm significa 3 molecole di CO per ogni milione di molecole di aria)
NO ₂	Biossido di azoto	ppb (3 ppb significa 3 molecole di NO ₂ per ogni miliardo di molecole di aria)
O ₃	Ozono	ppb (3 ppb significa 3 molecole di O ₃ per ogni miliardo di molecole di aria)
PM1	Particolato sottile di diametro minore di 1 µm	a.u. (arbitrary units)
PM2.5	Particolato sottile di diametro minore di 2.5 µm	a.u. (arbitrary units)
PM4	Particolato sottile di diametro minore di 4 µm	a.u. (arbitrary units)
PM ₁₀	Particolato sottile di diametro minore di 10 µm	a.u. (arbitrary units)

Tabella 2: inquinanti rilevati dai sensori della centralina e relative unità di misura.

Il computer a bordo della stazione di rilevazione calcola ogni ora la media oraria dei parametri rilevati nell'ora precedente e li invia al server sotto forma di stringa di testo.

I dati vengono raccolti sul server; sono disponibili ora per ora i file della settimana in corso all'indirizzo <https://www.dmf.unicatt.it/~centralina/>; una volta a settimana il server raccoglie in una cartella tutti i file di testo della settimana precedente, li comprime e li rende disponibili per i download allo stesso indirizzo web.

2.3 Organizzazione dei dati

I dati salvati sul server sono stati scaricati e importati settimanalmente su un foglio di calcolo condiviso (google fogli); la base dati si è ampliata di settimana in settimana dall'inizio di novembre in poi. I dati scelti per l'analisi sono raccolti dalla centralina nei mesi di novembre e dicembre (dal 31/10/26 al 18/12/26) e organizzati nel database.

2.4 Metodi utilizzati nell'elaborazione dei dati

Foglio di calcolo - Per l'analisi dei dati sono stati utilizzati dei fogli di calcolo (Google Sheet per il lavoro condiviso e Microsoft Excel per alcuni grafici) con i quali sono stati create alcuni strumenti di analisi dei dati, brevemente descritti di seguito:

Serie temporale - Un grafico che riporta sull'asse orizzontale il tempo e sull'asse verticale il valore del parametro rilevato; serve per avere un'idea di come varia nel tempo il parametro in questione. In questo lavoro le serie temporali sono fatte a partire dalla media oraria di ciascun parametro, che è il dato temporalmente più dettagliato che la centralina fornisce.

Giorno medio - Un grafico che mostra l'andamento ora per ora di un parametro nelle ventiquattro ore giornaliere; sull'asse orizzontale presenta le 24 ore giornaliere, su quello verticale un valore del parametro studiato che si ottiene facendo la media per il periodo considerato di tutti i dati registrati per quel parametro alla stessa ora del giorno.

Correlazione - Un grafico formato da punti che hanno come ascissa e ordinata i valori dei due parametri di cui si sta studiando la correlazione; in caso ci sia una correlazione i punti si dispongono con una regolarità geometrica. Minore è la correlazione, più il grafico tende a somigliare ad una nube informe di punti.

Tabelle pivot - Uno strumento che permette di visualizzare i dati di un database filtrandoli in base alle caratteristiche che hanno e di fare delle operazioni statistiche (media, somma, etc.) soltanto su alcuni dati.

3. Risultati e discussione

3.1 Andamento precipitazioni e temperature nel periodo di studio

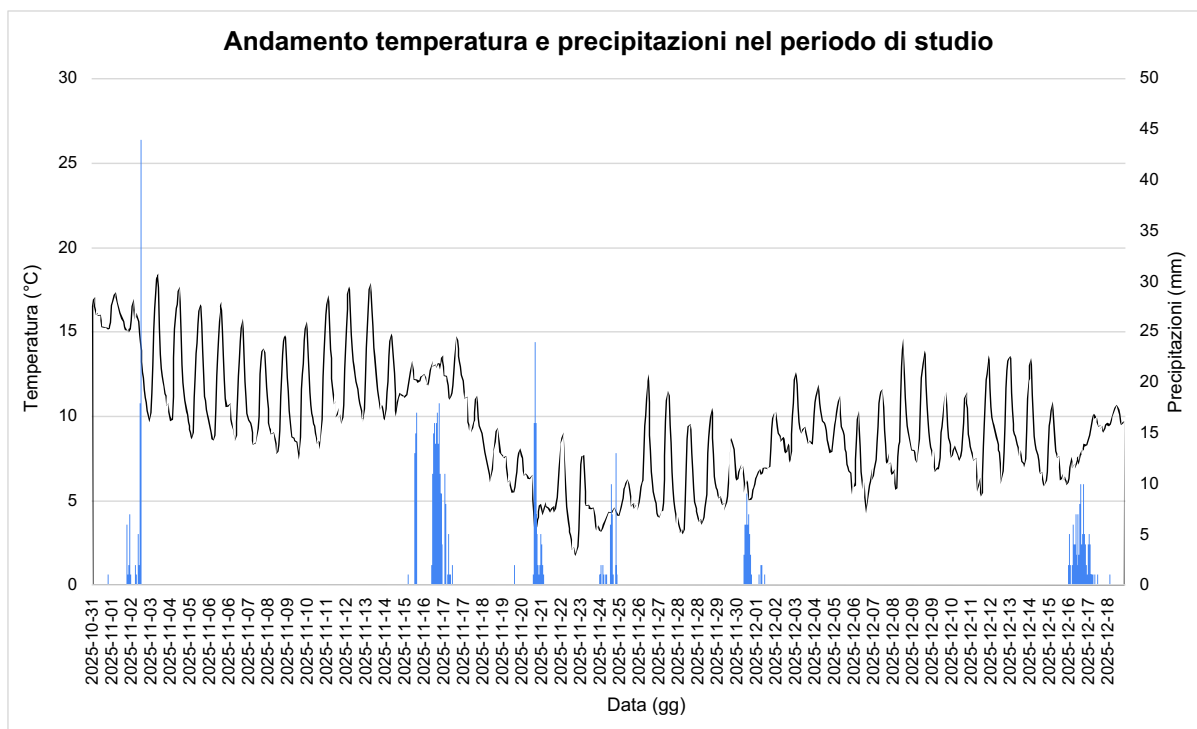


Grafico 1: andamento delle temperature (°C) (linea nera) e delle precipitazioni (mm) (istogrammi in blu).

Nel grafico 1 sopra si può notare l'andamento nei giorni della temperatura in gradi e delle precipitazioni. Si può notare come all'aumentare delle precipitazioni c'è un abbassamento della temperatura, in particolare nei giorni dal 21/11 al 24/11. Osservando la linea rossa (temperatura) si può anche notare che l'escursione termica tra il giorno e la notte è più marcata quando non piove, mentre è minore nei giorni di pioggia (e in alcuni casi nei giorni precedenti o seguenti, presumibilmente per la nuvolosità).

L'aumento dell'escursione termica si spiega bene con il fatto che lo scambio termico tra il sole e lo strato di aria più vicino a terra è maggiore in assenza di nubi: più energia raggiunge questo strato di aria, che si scalda maggiormente durante il giorno ma si raffredda anche più rapidamente durante la notte. La diminuzione dell'escursione termica è anch'essa dovuta allo scambio termico, che avviene però in condizioni diverse: quando ci sono le nuvole, l'aria vicina a terra si scalda di meno (da qui le temperature massime più basse) ma si raffredda più lentamente perché le nuvole fanno da "coperta" e trattengono in parte il calore in uscita dallo strato di aria più vicino a terra.

Osservando l'andamento medio delle temperature si nota che il trend si mantiene stabile fino al 17 novembre, poi ha un calo significativo tra il 17 e il 24 novembre, infine risale dopo il 26

novembre pur attestandosi su un valore medio più basso rispetto a quello di inizio novembre. Questa tendenza è legata all'avvicinarsi della stagione invernale.

3.2 Serie temporali di PM, NO₂ e CO in relazione alle precipitazioni

Di seguito sono riportati e discussi i grafici inerenti alle serie temporali di PM, NO₂ e CO; ciascuno di essi contiene anche le informazioni relative alle precipitazioni.

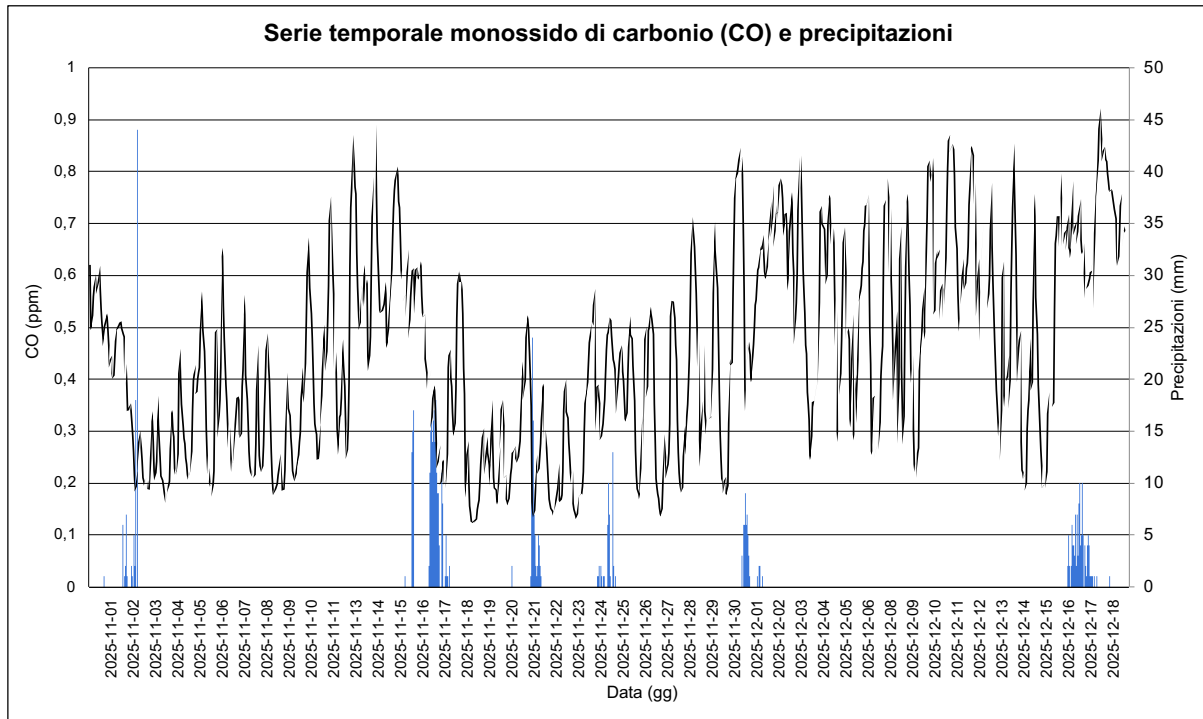


Grafico 2: serie temporale del monossido di carbonio (CO) (linea nera) e delle precipitazioni (istogrammi blu).

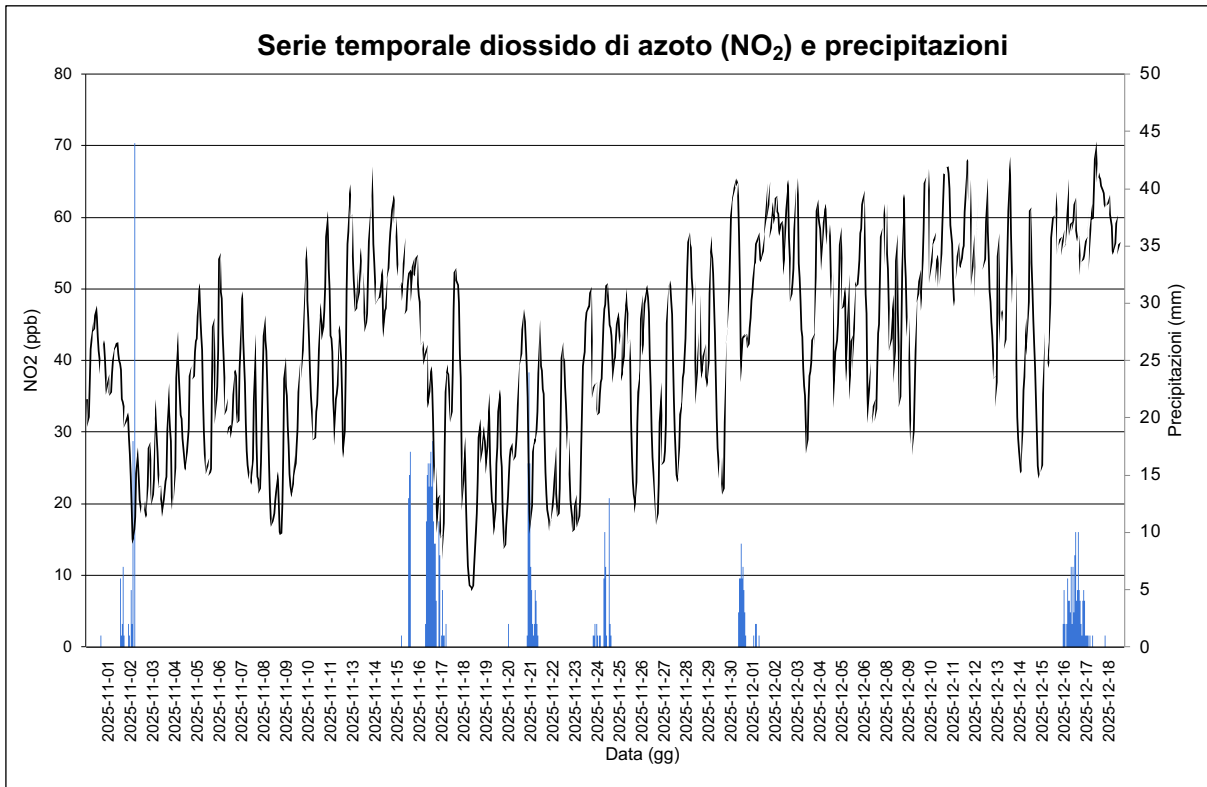


Grafico 3: serie temporale del diossido di azoto (linea nera) e delle precipitazioni (istogrammi blu).

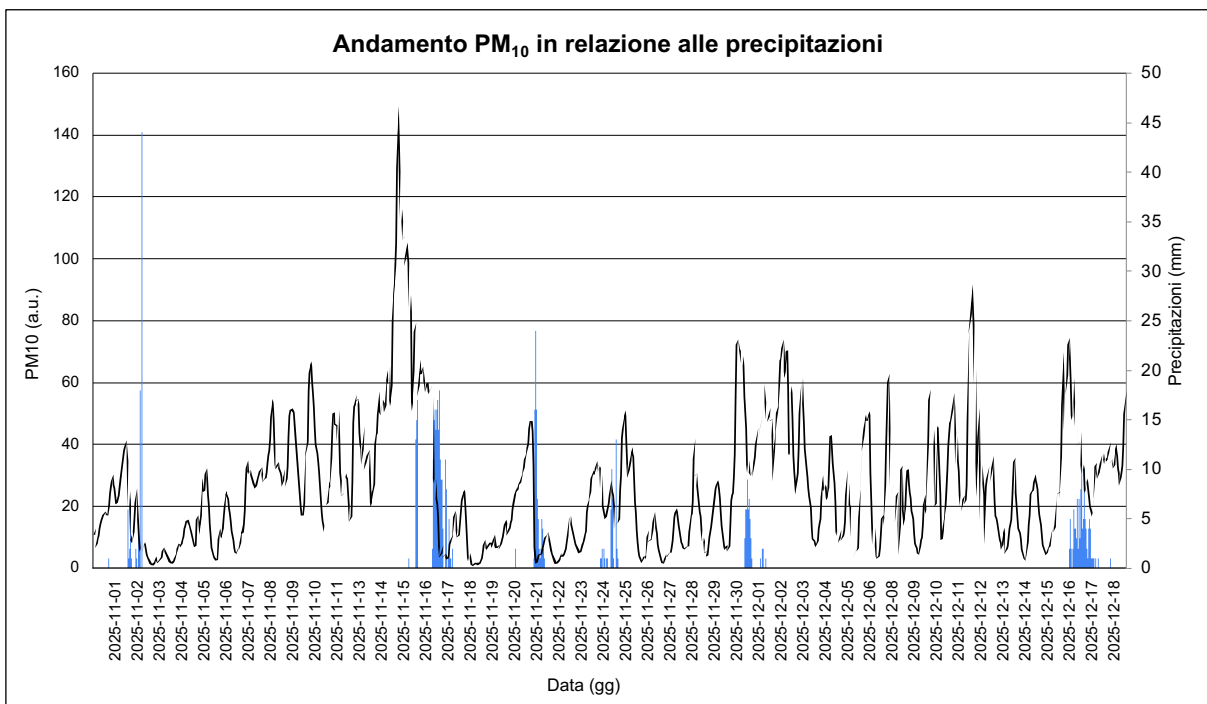


Grafico 4: serie temporale del PM₁₀ (linea nera) e delle precipitazioni (istogrammi blu).

Andamento PM-precipitazioni

Il grafico 4 rappresenta l'andamento di PM_{10} in relazione alle precipitazioni, in particolare è stato studiato il periodo tra 31/10/2025 e 18/12/2025. Sulle ascisse si legge la serie temporale, mentre sulle ordinate la quantità di PM_{10} (a.u., in nero) e le precipitazioni (mm, in blu). Il picco del PM_{10} che si vede tra il 14 e il 15 novembre supera i 140 a.u. (149 a.u.), mentre le precipitazioni più intense sono avvenute il 16 novembre, con precipitazioni di 156 mm giornalieri; il picco orario invece è stato il 2 novembre con 40 mm in un'ora. L'andamento dei valori è oscillante: si osserva un trend in crescita del PM_{10} , seppur irregolare, che corrisponde in genere ai periodi senza precipitazioni; in occasione delle precipitazioni si nota un crollo della concentrazione di PM_{10} . Fa eccezione il periodo delle prime due settimane di dicembre (01/12-16/12) in cui la concentrazione delle polveri non ha un trend di aumento così netto, anche se non ci sono state precipitazioni.

Inquinanti gassosi vs inquinanti in aerosol

Una caratteristica interessante che si deduce dal confronto tra il grafico 4 ed i grafici 2 e 3 è la differenza di comportamento tra inquinanti gassosi (CO , NO_2) e inquinanti solidi (PM). La concentrazione dei primi, infatti, non risente particolarmente delle precipitazioni piovose; per i secondi, invece, la concentrazione viene quasi del tutto azzerata dalle piogge. Il motivo di questa differenza sta nella dimensione e nella mobilità delle molecole degli inquinanti. I gas sono molto più piccoli e più mobili, e non vengono intercettati così facilmente dalle gocce di pioggia; i PM sono più grandi e meno mobili, vengono intercettati più facilmente dalle gocce di pioggia. Inoltre, le precipitazioni avvengono proprio quando una molecola di polvere sottile fa da precursore per la formazione di una goccia d'acqua, agendo da nuclei di condensazione: l'umidità atmosferica si condensa intorno alla molecola di PM , poi le piogge rimuovono anche le altre polveri che le gocce incontrano nella loro traiettoria verso il suolo.

3.3 Correlazione tra i vari inquinanti (O₃-NO₂ e PM-CO;).

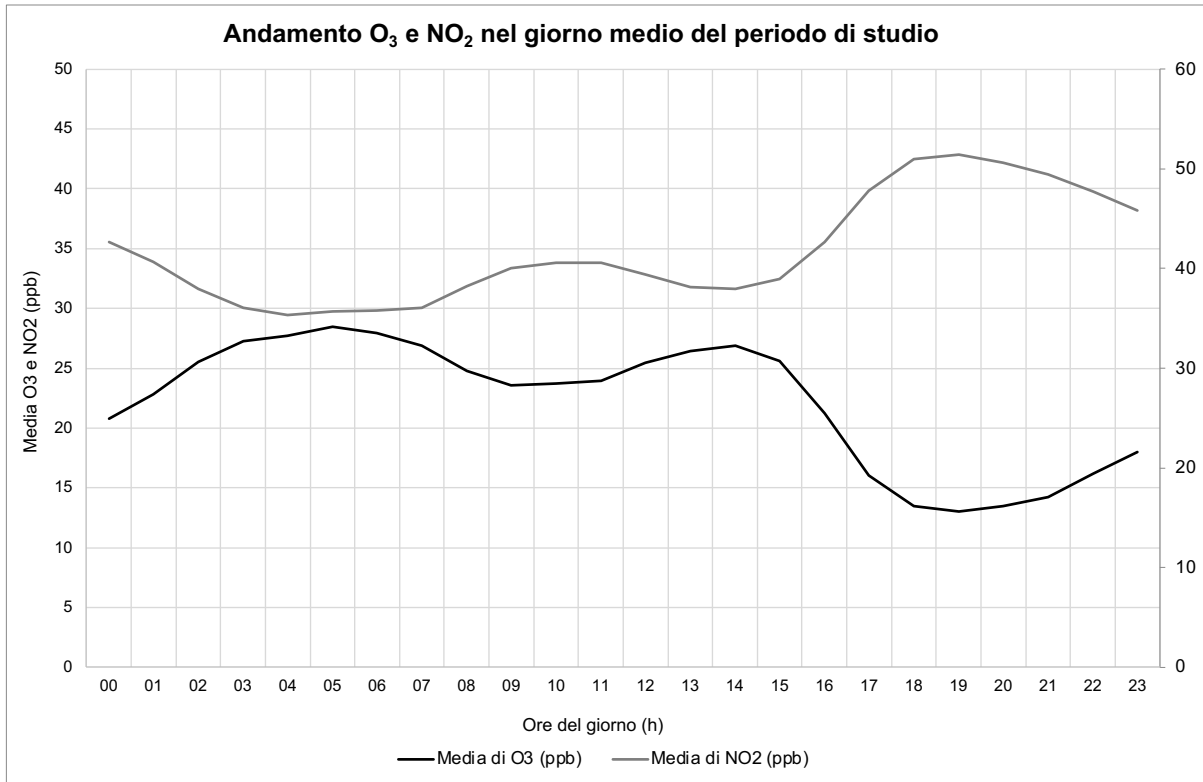


Grafico 5: andamento dell'ozono e del diossido di carbonio nel giorno medio del periodo di studio.

Il grafico 5 mostra l'andamento della concentrazione dell'ozono troposferico (O₃) e del diossido di azoto (NO₂) nel giorno medio del periodo di studio. L'asse delle ascisse rappresenta le ore (h) del giorno, mentre quello delle ordinate i valori dei due inquinanti in parti per bilione (ppb). In questo grafico emerge molto chiaramente che i due inquinanti in questione hanno una correlazione inversa, cioè all'aumento della concentrazione di uno corrisponde una diminuzione di concentrazione dell'altro. Questa caratteristica produce un grafico quasi perfettamente simmetrico in verticale.

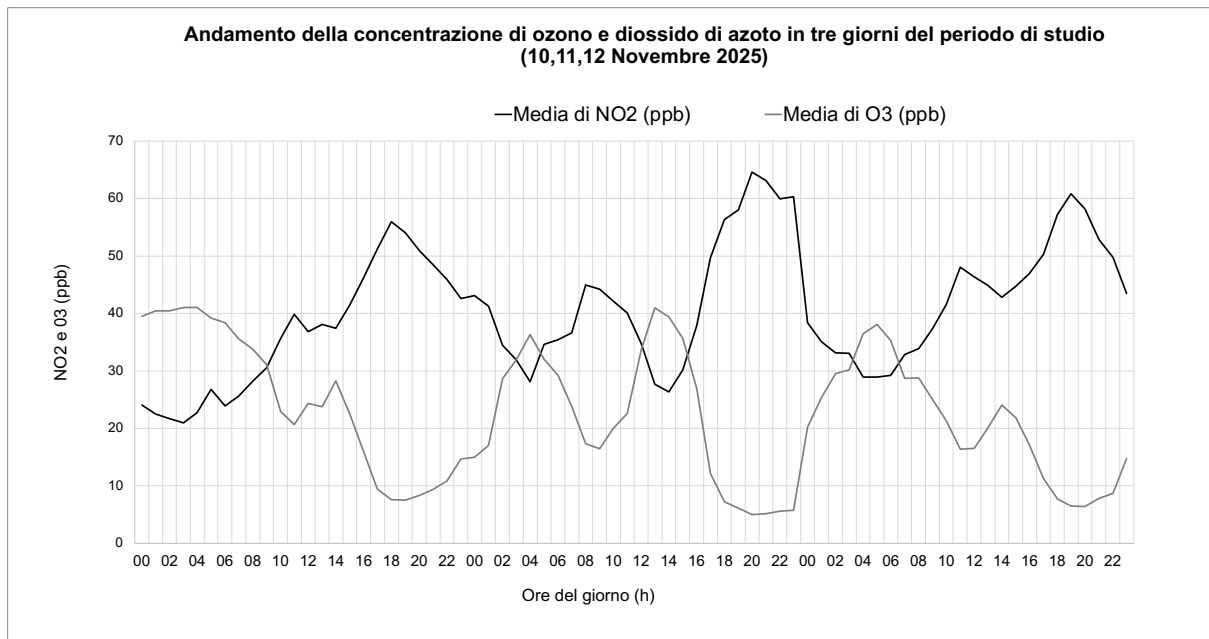


Grafico 6: andamento dell'ozono e del diossido di carbonio in tre giorni del periodo di studio (10-11-12 Novembre 2025).

L'andamento anticorrelato di O₃ e NO₂ si nota anche nel grafico 6; sono rappresentate tre giornate (dal 10 al 12 novembre) scelte in modo da evitare giorni di pioggia, per poter escludere effetti legati alle precipitazioni. Si nota che, osservando ora per ora le medie di concentrazione di questi due inquinanti l'andamento anticorrelato è abbastanza evidente: ad ogni massimo di NO₂ corrisponde un minimo di O₃ e viceversa.

Questo andamento trova riscontro con le principali reazioni chimiche che avvengono in atmosfera a carico dei due inquinanti, che giustificano tale andamento anticorrelato.

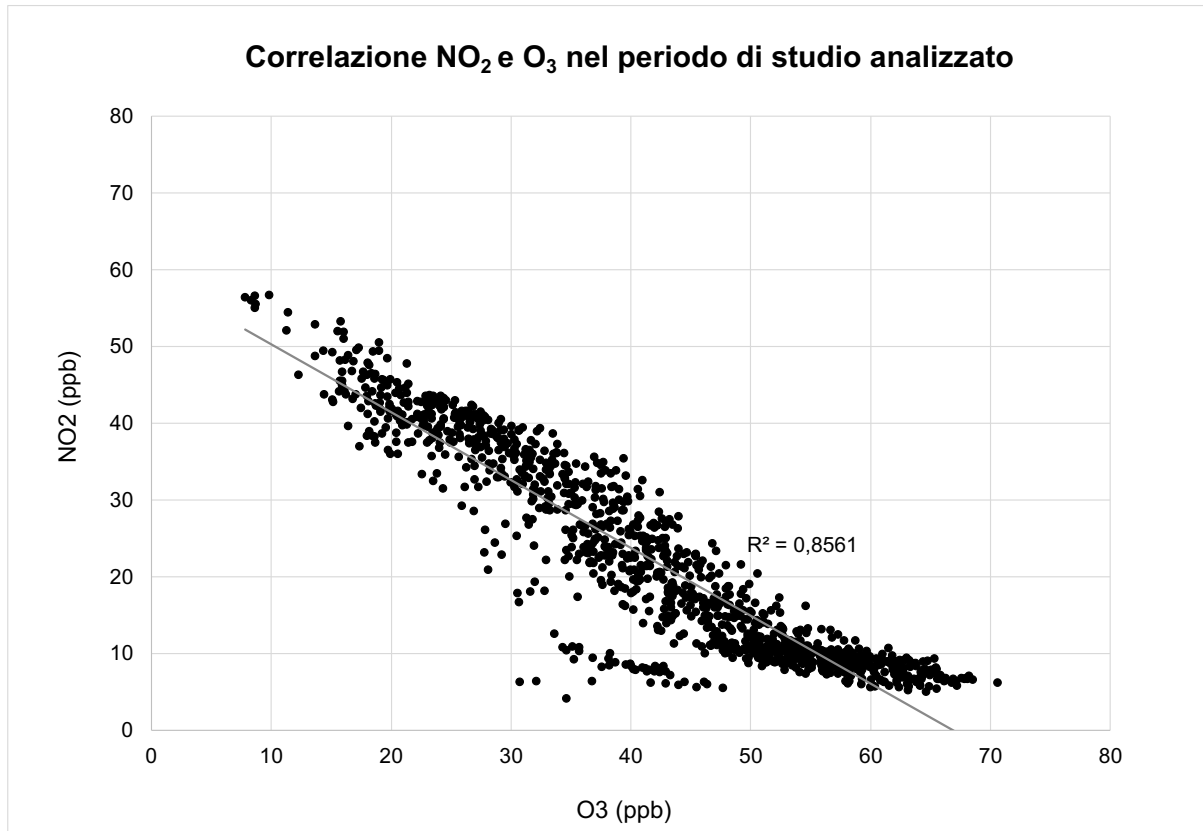


Grafico 7: correlazione NO₂ e O₃ per il periodo di studio analizzato.

Il grafico 7 ci permette infine di quantificare questa correlazione: riportando su x e y le concentrazioni dei due inquinanti è possibile vedere che i punti, aventi come coordinate le concentrazioni, si addensano attorno a una retta, sintomo di un'effettiva correlazione lineare. La correlazione è tanto più stretta quanto più il parametro R^2 si avvicina a 1; nel caso in esame il valore di R^2 è 0.8561.

Correlazione monossido di carbonio e polveri sottili (PM₁₀)

Nel grafico seguente si cerca una correlazione tra il CO e il PM₁₀. Come nel caso precedente, partiamo dall'osservazione dell'andamento del giorno medio dei due inquinanti. Si nota qui una forma abbastanza simile dei due grafici, in cui aumento e diminuzione delle concentrazioni sembrano andare sostanzialmente di pari passo per CO e PM₁₀. Questo risultato potrebbe indicare che una parte consistente delle polveri sottili presenti in atmosfera siano dovute a delle reazioni di combustione, che producono anche monossido di carbonio quando la combustione non è completa.

Anche se i due grafici sembrano molto vicini come valori, è importante notare che le concentrazioni di inquinanti sono molto diverse, intorno a 30 a.u. per le polveri sottili e tra 500 e 700 ug/m³ per il monossido di carbonio.

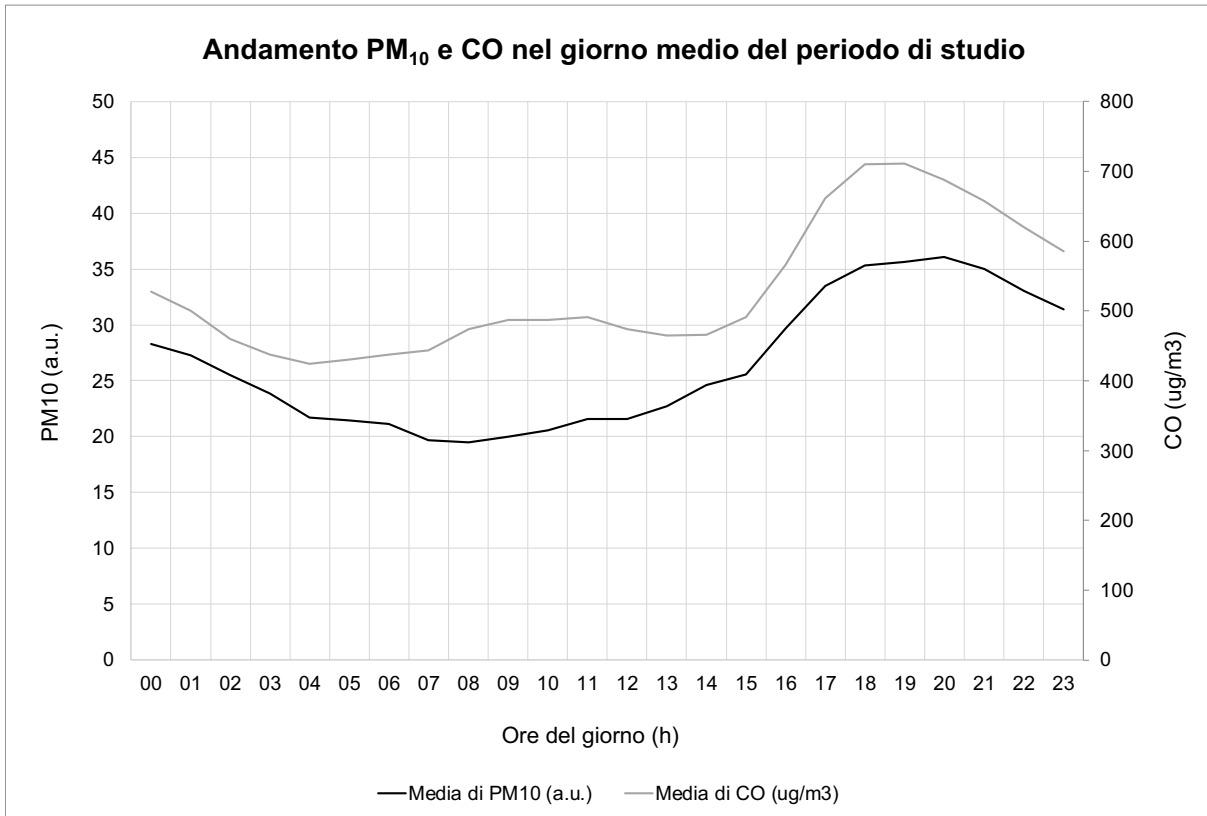


Grafico 8: andamento di PM₁₀ e di CO nel giorno medio del periodo di studio analizzato.

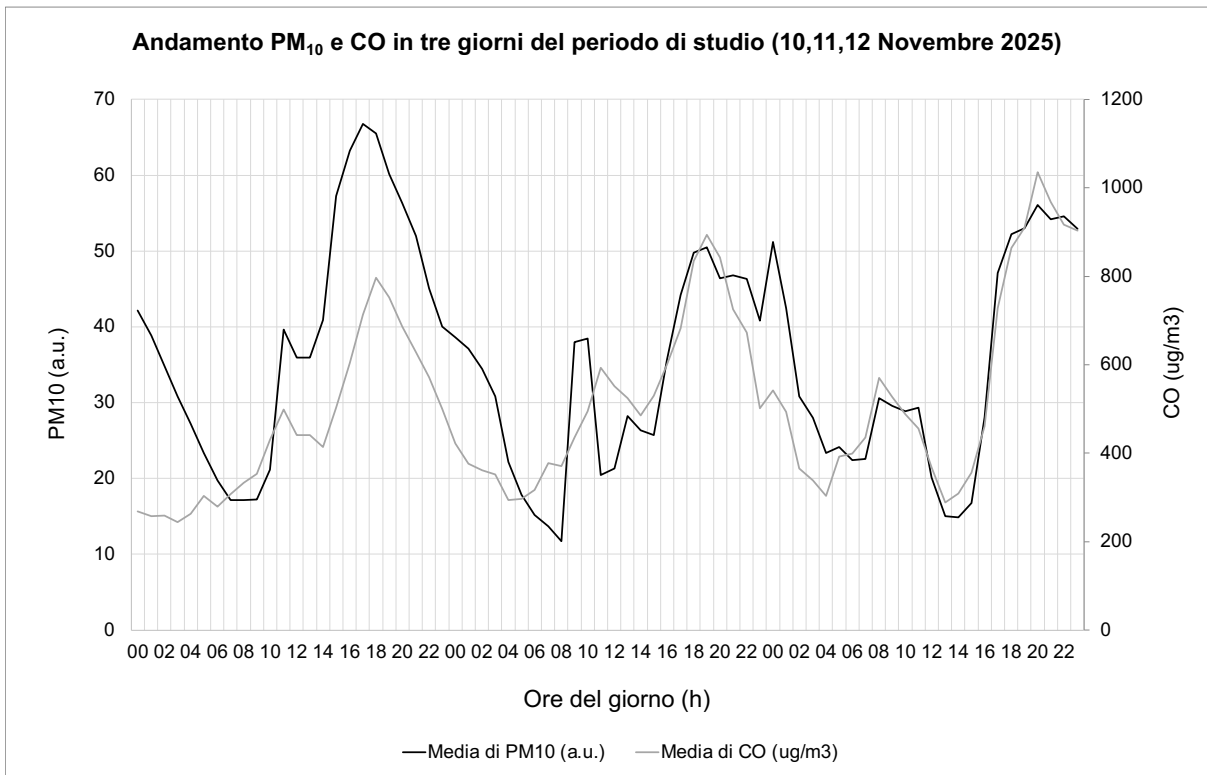


Grafico 9: andamento del PM₁₀ e del CO in tre giorni del periodo di studio (10-11-12 Novembre 2025).

L'eventuale correlazione sarebbe in questo caso positiva (ovvero all'aumento di CO corrisponde un aumento proporzionale di PM_{10}), e può essere indagata anche osservando il grafico 9: sono rappresentate tre giornate (dal 10 al 12 novembre) scelte in modo da evitare giorni di pioggia, per poter escludere effetti legati alle precipitazioni. Il grafico mostra periodi di tempo in cui l'andamento dei due inquinanti è molto simile, ma anche intervalli in cui la diminuzione di uno avviene contemporaneamente all'aumento dell'altro, sintomo di una correlazione non così stretta.

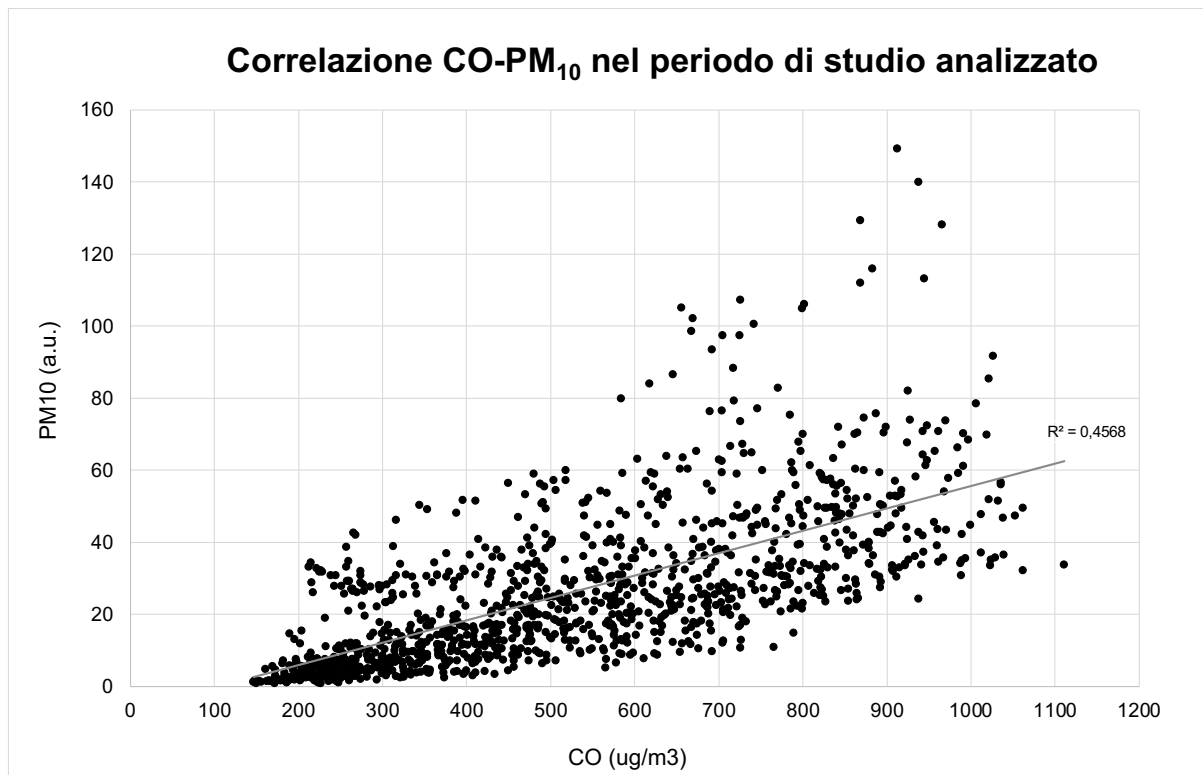


Grafico 10: correlazione PM_{10} e CO per il periodo di studio analizzato.

Il grafico 10 ci permette infine di quantificare questa correlazione prendendo in considerazione l'intero set di dati del periodo in esame: riportando su x e y le concentrazioni di CO e PM_{10} è possibile vedere che i punti aventi come coordinate le concentrazioni si addensano attorno a una retta solo a basse concentrazioni, mentre un'alta concentrazione di CO porta a valori più dispersi di PM_{10} . Questo suggerisce che ci siano fattori diversi che fanno aumentare le due concentrazioni, il che comporta che l'aumento dei due inquinanti possa manifestarsi in modo non correlato. In questo caso il valore di R^2 è 0.4568.

4. Conclusioni e prospettive future

La quantità e la varietà di dati acquisiti nel periodo in analisi aprono molte possibilità di studio. Abbiamo individuato tre ambiti di nostro interesse: l'andamento della temperatura, l'impatto delle precipitazioni sui diversi tipi di inquinanti, la valutazione di quanto siano correlati tra loro gli inquinanti. Per ciascuno di questi ambiti siamo giunti alle seguenti conclusioni.

Temperatura

Il grafico 1 ci ha permesso di avere una percezione visuale di nozioni piuttosto semplici e di cultura generale: la differente escursione termica nei giorni di sole e nei giorni coperti, e l'abbassamento della temperatura media con l'avanzare della stagione autunnale, dall'inizio di novembre alla metà di dicembre.

Inquinanti solidi e inquinanti gassosi

Si possono usare i grafici 2,3,4 per evidenziare una caratteristica che differenzia il PM₁₀ da O₃ e NO₂: rispondono in modo diverso alle precipitazioni; abbiamo ipotizzato che questo avvenga perché il primo è un inquinante solido in sospensione nell'aria, mentre gli altri due sono gas. Gli inquinanti solidi hanno un volume maggiore e sono meno mobili, e quindi possono essere colpiti dalle gocce di pioggia e trascinati a terra più facilmente dei gas (più piccoli e più mobili). Inoltre, il PM₁₀ agisce da nucleo di condensazione per la pioggia e viene così ulteriormente sottratto all'atmosfera con le precipitazioni.

Correlazione tra inquinanti

Utilizzando tre tipi di grafici diversi (giorno medio, serie temporale, correlazione tra le concentrazioni dei due inquinanti) abbiamo valutato sia qualitativamente che quantitativamente la correlazione tra O₃ e NO₂, e tra PM₁₀ e CO.

La prima coppia è significativamente correlata e risulta in linea con quanto riportato nella letteratura scientifica. La seconda coppia di inquinanti, invece, non mostra una chiara correlazione, contrariamente a quanto ipotizzato.

Probabilmente è da tenere in considerazione che esistono diversi fattori che possono influire sulla concentrazione di polveri sottili; a titolo esemplificativo si possono citare uno sfasamento temporale tra le reazioni di combustione e di accumulo di polveri sottili, la presenza di altre sorgenti (naturali o antropiche) e le condizioni meteorologiche che influenzano il rimescolamento dell'atmosfera. Ciascuno di questi fattori lascia spazio a ulteriori ricerche e studi di dettaglio.