

init

July 6, 2024

```
[1]: import pandas as pd

# Carico i diversi dataset (.CSV) relativi alle diverse città
torino_df = pd.read_csv("./data/Torino.csv", index_col='month')
aosta_df = pd.read_csv("./data/Aosta.csv", index_col='month')
milano_df = pd.read_csv("./data/Milano.csv", index_col='month')
trento_df = pd.read_csv("./data/Trento.csv", index_col='month')
venezia_df = pd.read_csv("./data/Venezia.csv", index_col='month')
trieste_df = pd.read_csv("./data/Trieste.csv", index_col='month')
genova_df = pd.read_csv("./data/Genova.csv", index_col='month')
bologna_df = pd.read_csv("./data/Bologna.csv", index_col='month')
firenze_df = pd.read_csv("./data/Firenze.csv", index_col='month')
ancona_df = pd.read_csv("./data/Ancona.csv", index_col='month')
perugia_df = pd.read_csv("./data/Perugia.csv", index_col='month')
roma_df = pd.read_csv("./data/Roma.csv", index_col='month')
laquila_df = pd.read_csv("./data/L'Aquila.csv", index_col='month')
campobasso_df = pd.read_csv("./data/Campobasso.csv", index_col='month')
napoli_df = pd.read_csv("./data/Napoli.csv", index_col='month')
bari_df = pd.read_csv("./data/Bari.csv", index_col='month')
potenza_df = pd.read_csv("./data/Potenza.csv", index_col='month')
catanzaro_df = pd.read_csv("./data/Catanzaro.csv", index_col='month')
palermo_df = pd.read_csv("./data/Palermo.csv", index_col='month')
cagliari_df = pd.read_csv("./data/Cagliari.csv", index_col='month')

# colors = ['#A18276', '#AAC0AA', '#736372', '#DCEED1', '#7A918D']
colors = ['#9D967F', '#E8E6D6', '#75511F', '#B79E72', '#9C9A89'] # Per il
↳ momento il migliore
```

```
[2]: import matplotlib.pyplot as plt

x_values = milano_df.index
y_values = milano_df["pm10"].values

# Creare il grafico ad area
plt.figure(figsize=(12, 8))
plt.fill_between(x_values, y_values, color=colors[4], alpha=0.75)
plt.plot(x_values, y_values, marker='o', linestyle='-', color='k') #
↳ Aggiungere una linea di contorno
```

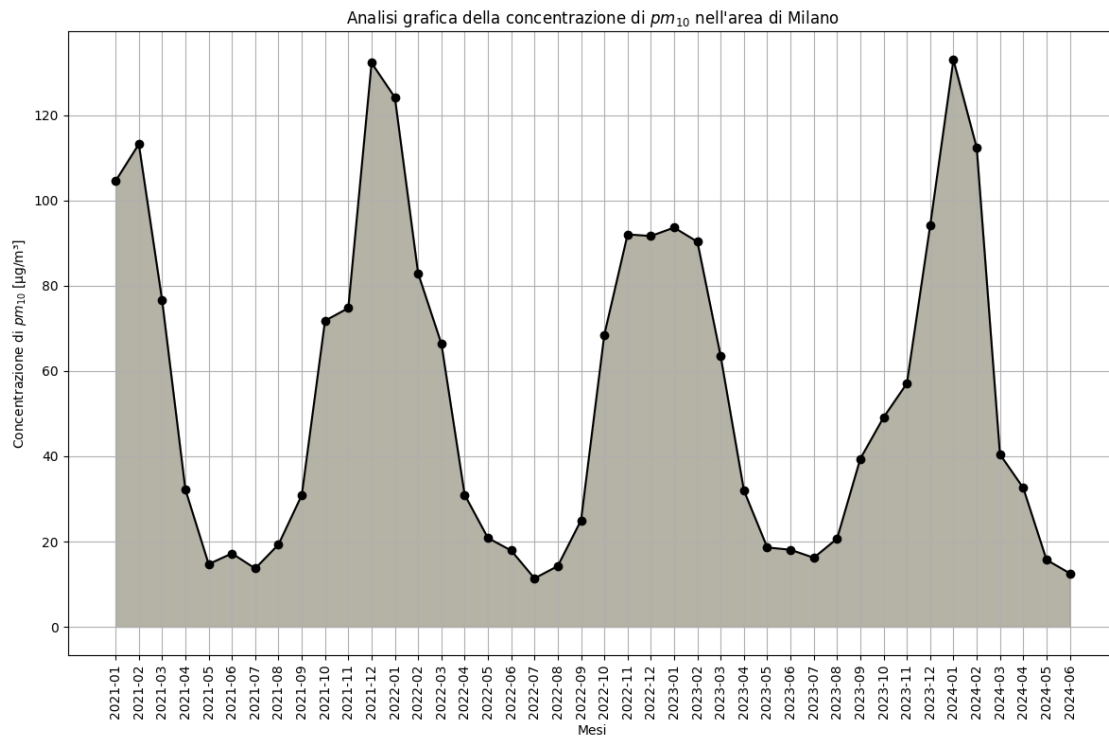
```
plt.title('Analisi grafica della concentrazione di $pm_{10}$ nell\'area di_\n↪Milano')

# Aggiungere etichette agli assi
plt.xlabel('Mesi')
plt.ylabel('Concentrazione di $pm_{10}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]')

# Ruoto l'etichette sull'asse X per una maggiore leggibilità
plt.xticks(rotation=90)

# Per salvare il grafico in .jpeg
plt.savefig(f'./image/area_Milano.jpeg', format='png', transparent=True)

# Visualizzare il grafico
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()
```



Il grafico mostra un andamento crescente della concentrazione di PM_{10} nell'area di Milano nell'arco di tempo preso in considerazione (gennaio 2021 - giugno 2024). Si osserva un picco positivo in inverno e un picco negativo in estate, con una maggiore variabilità dei valori durante i mesi autunnali e primaverili. Diversi fattori possono influenzare la concentrazione di PM_{10} nell'aria, tra cui:

- **Traffico veicolare:** Il traffico veicolare è una delle principali fonti di emissioni di PM_{10} ,

in particolare dai veicoli diesel. Recenti misure come la ZTL (Zona a Traffico Limitato) e l'introduzione di veicoli a basse emissioni hanno contribuito a una leggera diminuzione delle emissioni.

- **Riscaldamento domestico:** Il riscaldamento domestico a legna o gasolio, particolarmente diffuso durante i mesi invernali, può contribuire significativamente all'inquinamento atmosferico da PM_{10} .
- **Attività industriali:** Le attività industriali sono una fonte di PM_{10} , anche se regolamentazioni più severe hanno portato a una riduzione delle emissioni. In particolare, le normative europee hanno imposto limiti di emissioni più stringenti.
- **Agricoltura:** L'utilizzo di fertilizzanti e pesticidi in agricoltura può rilasciare PM_{10} nell'aria, ma questo è più rilevante nelle aree rurali rispetto a quelle urbane come Milano.
- **Condizioni meteorologiche:** Le condizioni meteorologiche, come la mancanza di precipitazioni e la bassa velocità del vento, possono favorire l'accumulo di PM_{10} nell'aria. In inverno, l'inversione termica può intrappolare gli inquinanti vicino al suolo. Negli ultimi anni si è osservato un leggero calo della concentrazione di PM_{10} . Questo è probabilmente dovuto a una serie di fattori, tra cui:
- **Minori emissioni:** Le emissioni da automobili, industrie e altri impianti sono diminuite negli ultimi anni grazie a una serie di misure, come l'introduzione di norme più severe sull'inquinamento atmosferico (ad esempio, le normative Euro 6 per i veicoli) e l'adozione di tecnologie più pulite.
- **Veicoli più ecologici:** Il parco auto di Milano sta diventando sempre più ecologico, con un aumento del numero di auto elettriche e ibride. Iniziative come il potenziamento delle infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici e incentivi fiscali hanno favorito questa transizione.
- **Interventi urbanistici:** Progetti di riforestazione urbana e la creazione di spazi verdi contribuiscono a migliorare la qualità dell'aria riducendo la concentrazione di PM_{10} .

In sintesi, l'andamento della concentrazione di PM_{10} a Milano è influenzato da una combinazione di fattori umani e naturali. Le politiche ambientali e i cambiamenti nelle abitudini di trasporto e riscaldamento stanno iniziando a mostrare effetti positivi, ma è necessario continuare a monitorare e migliorare per mantenere questa tendenza.

```
[3]: x_values = aosta_df.index
     y_values = aosta_df["pm10"].values

     # Creare il grafico ad area
     plt.figure(figsize=(12, 8))
     plt.fill_between(x_values, y_values, color=colors[4], alpha=0.75)
     plt.plot(x_values, y_values, marker='o', linestyle='-', color='k') #
     ↪ Aggiungere una linea di contorno
     plt.title('Analisi grafica della concentrazione di $pm_{10}$ nell\'area di
     ↪ Aosta')

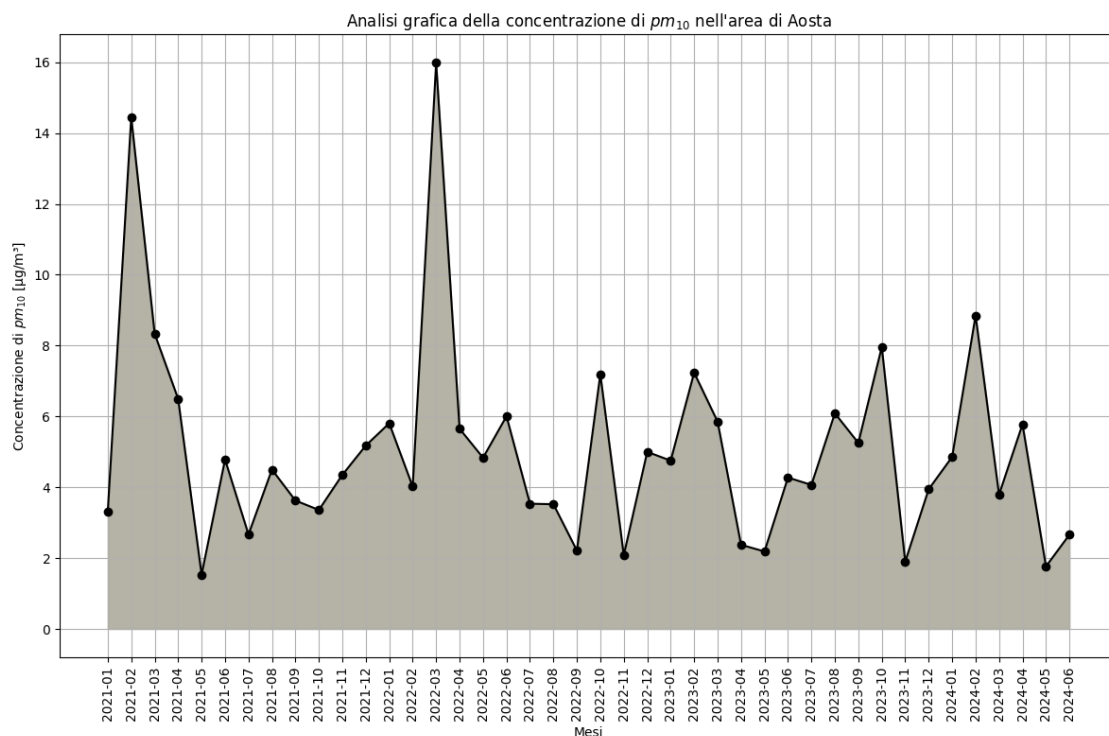
     # Aggiungere etichette agli assi
     plt.xlabel('Mesi')
```

```
plt.ylabel('Concentrazione di $pm_{10}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ']')

# Ruoto l'etichette sull'asse X per una maggiore leggibilità
plt.xticks(rotation=90)

# Per salvare il grafico in .jpeg
plt.savefig(f'./image/area_Aosta.jpeg', format='png', transparent=True)

# Visualizzare il grafico
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()
```



Il grafico ad area mostra la concentrazione di PM_{10} ad Aosta per ciascun mese dell'anno. L'asse X rappresenta i mesi, mentre l'asse Y indica la concentrazione di PM_{10} in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. I dati rivelano fluttuazioni stagionali significative, con picchi in inverno e valori più bassi in estate. La concentrazione elevata nei mesi invernali può essere correlata all'incremento delle emissioni dovuto al riscaldamento domestico e alle condizioni atmosferiche che trattengono gli inquinanti vicino al suolo. Altri fattori includono:

- **Traffico veicolare:** Anche se in misura minore rispetto a Milano, il traffico veicolare contribuisce alle emissioni di PM_{10} .
- **Riscaldamento domestico:** Il riscaldamento a legna o a combustibili fossili durante l'inverno è una fonte significativa di PM_{10} .

- **Condizioni meteorologiche:** In inverno, le condizioni stabili possono trattenere gli inquinanti vicino al suolo, aumentando la concentrazione di PM_{10} .

```
[4]: x_values = bari_df.index
y_values = bari_df["pm10"].values

# Creare il grafico ad area
plt.figure(figsize=(12, 8))
plt.fill_between(x_values, y_values, color=colors[4], alpha=0.75)
plt.plot(x_values, y_values, marker='o', linestyle='-', color='k') #_
    ↳ Aggiungere una linea di contorno
plt.title('Analisi grafica della concentrazione di $pm_{10}$ nell\'area di_
    ↳ Bari')

# Aggiungere etichette agli assi
plt.xlabel('Mesi')
plt.ylabel('Concentrazione di $pm_{10}$ [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]')

# Ruoto l'etichette sull'asse X per una maggiore leggibilità
plt.xticks(rotation=90)

# Per salvare il grafico in .png
plt.savefig(f'./image/area_Bari.jpeg', format='png', transparent=True)

# Visualizzare il grafico
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()
```



Questo grafico ad area illustra la concentrazione di PM_{10} a Bari durante tutto l'anno. L'asse X mostra i mesi e l'asse Y la concentrazione di PM_{10} in $\mu g/m^3$. Si nota una diminuzione della concentrazione di particolato nei mesi estivi, simile a quanto osservato a Milano e Aosta. I fattori che contribuiscono a queste variazioni includono la riduzione dell'uso degli impianti di riscaldamento e le condizioni climatiche che favoriscono la dispersione degli inquinanti. Altri fattori includono:

- **Traffico veicolare:** Come in altre città, il traffico è una fonte primaria di PM_{10} .
- **Riscaldamento domestico:** Meno significativo che a Milano o Aosta, ma ancora un contributo durante l'inverno.
- **Attività industriali:** Le industrie vicine possono influenzare i livelli di PM_{10} , sebbene Bari non sia un centro industriale pesante.

Confronto della concentrazione di PM_{10} nelle città di Milano, Aosta e Bari - **Aosta:** Presenta picchi di concentrazione di PM_{10} nei mesi invernali, dovuti probabilmente al riscaldamento domestico e a condizioni atmosferiche stabili che impediscono la dispersione degli inquinanti. - **Bari:** Mostra un pattern simile con concentrazioni elevate in inverno e più basse in estate, attribuibili alla diminuzione dell'uso del riscaldamento e a condizioni climatiche più favorevoli. - **Milano:** Segue la stessa tendenza di Bari e Aosta, con concentrazioni di PM_{10} elevate in inverno e in diminuzione durante l'estate, per motivi analoghi.

```
[5]: data_bari = bari_df["aqi"]
      data_milano = milano_df["aqi"]
      data_aosta = aosta_df["aqi"]

      plt.figure(figsize=(12, 8))
```

```

plt.plot(bari_df.index, data_bari, marker='o', linestyle='-', color=colors[2],
         label='Bari')
plt.plot(milano_df.index, data_milano, marker='o', linestyle='-',
         color="#2288BF", label='Milano', alpha=0.5)
plt.plot(aosta_df.index, data_aosta, marker='o', linestyle='-',
         color=colors[0], label='Aosta')

plt.title('Grafico a Linee con Categorie - Relativo al confronto dell\'indice
         AQI')
plt.xlabel('Mese')
plt.ylabel('Valore')

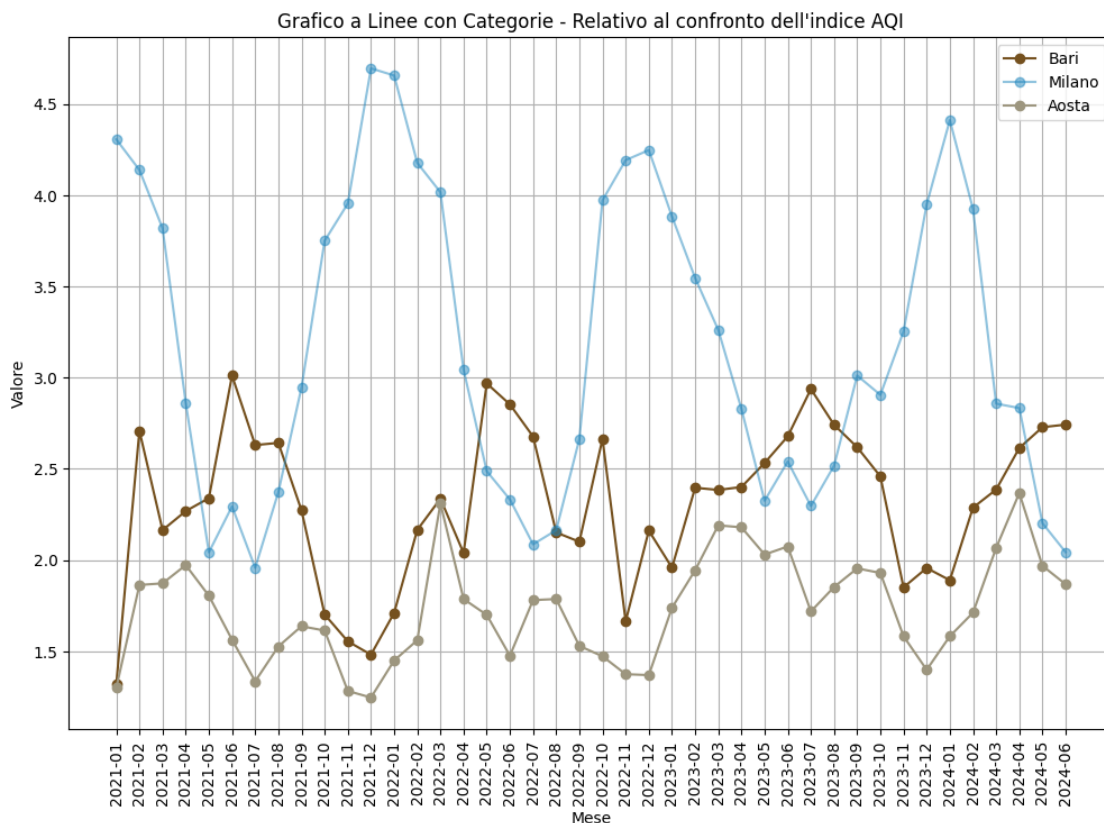
plt.xticks(rotation=90)

plt.legend()

# Per salvare il grafico in .jpeg
plt.savefig(f'./image/linee_AostaBariMilano.jpeg', format='png',
         transparent=True)

plt.grid(True)
plt.show()

```



Questo grafico a linee confronta l'Indice di Qualità dell'Aria (AQI) tra *Aosta*, *Bari* e *Milano*. L'asse X rappresenta i mesi, mentre l'asse Y mostra l'AQI. Le curve indicano le variazioni mensili dell'AQI per ciascuna città. Milano e Aosta mostrano fluttuazioni più marcate rispetto a Bari. In generale, si nota che l'AQI è più elevato nei mesi invernali, confermando l'andamento osservato per la concentrazione di PM_{10} .

```
[6]: import json

with open('./data/cities.json', 'r', encoding='utf-8') as f:
    cities_data = json.load(f)

# Mappo i vari dataframes per avere una corrispondenza Città <-> DataFrame
dataframes = {
    "Torino": torino_df,
    "Aosta": aosta_df,
    "Milano": milano_df,
    "Trento": trento_df,
    "Venezia": venezia_df,
    "Trieste": trieste_df,
    "Genova": genova_df,
    "Bologna": bologna_df,
    "Firenze": firenze_df,
    "Ancona": ancona_df,
    "Perugia": perugia_df,
    "Roma": roma_df,
    "L'Aquila": laquila_df,
    "Campobasso": campobasso_df,
    "Napoli": napoli_df,
    "Bari": bari_df,
    "Potenza": potenza_df,
    "Catanzaro": catanzaro_df,
    "Palermo": palermo_df,
    "Cagliari": cagliari_df
}

data = []

for city in cities_data:
    city_name = city['name']
    if city_name in dataframes:
        # Calcola la media dell'AQI e di CO
        avg_aqi = dataframes[city_name]['aqi'].mean()
        avg_co = dataframes[city_name]['co'].mean()
```



```

# Ottengo le informazioni che voglio per ogni città
city_info = {
    "lat": city['lat'],
    "lon": city['lon'],
    "city": city_name,
    "region": city["region"],
    "aqi": avg_aqi,
    "co": avg_co
}
data.append(city_info)

```

```

# Creo il DataFrame per utilizzarlo nel blocco successivo
cities_df = pd.DataFrame(data)

```

```

[7]: import geopandas as gpd

avg_aqi = cities_df.groupby('region')['aqi'].mean().reset_index()
avg_aqi.columns = ['region', 'avg_aqi']

# Caricamento dei dati geografici delle regioni italiane
world = gpd.read_file('./data/geomap/gadm41_ITA_1.shp')

# Unione con i dati dell'AQI medio per ogni regione
italy = world[world["COUNTRY"] == 'Italy']
italy = italy.merge(avg_aqi, left_on='NAME_1', right_on='region')

# Creo la palette di colori per utilizzarla nel cartogramma
cmap = plt.cm.colors.
↳ ListedColormap(['#E8E6D6', '#B79E72', '#9D967F', '#9C9A89', '#75511F'])
norm = plt.cm.colors.Normalize(vmin=1.8, vmax=2.8)

# Creazione della figura Matplotlib e disegno della mappa
fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 8))

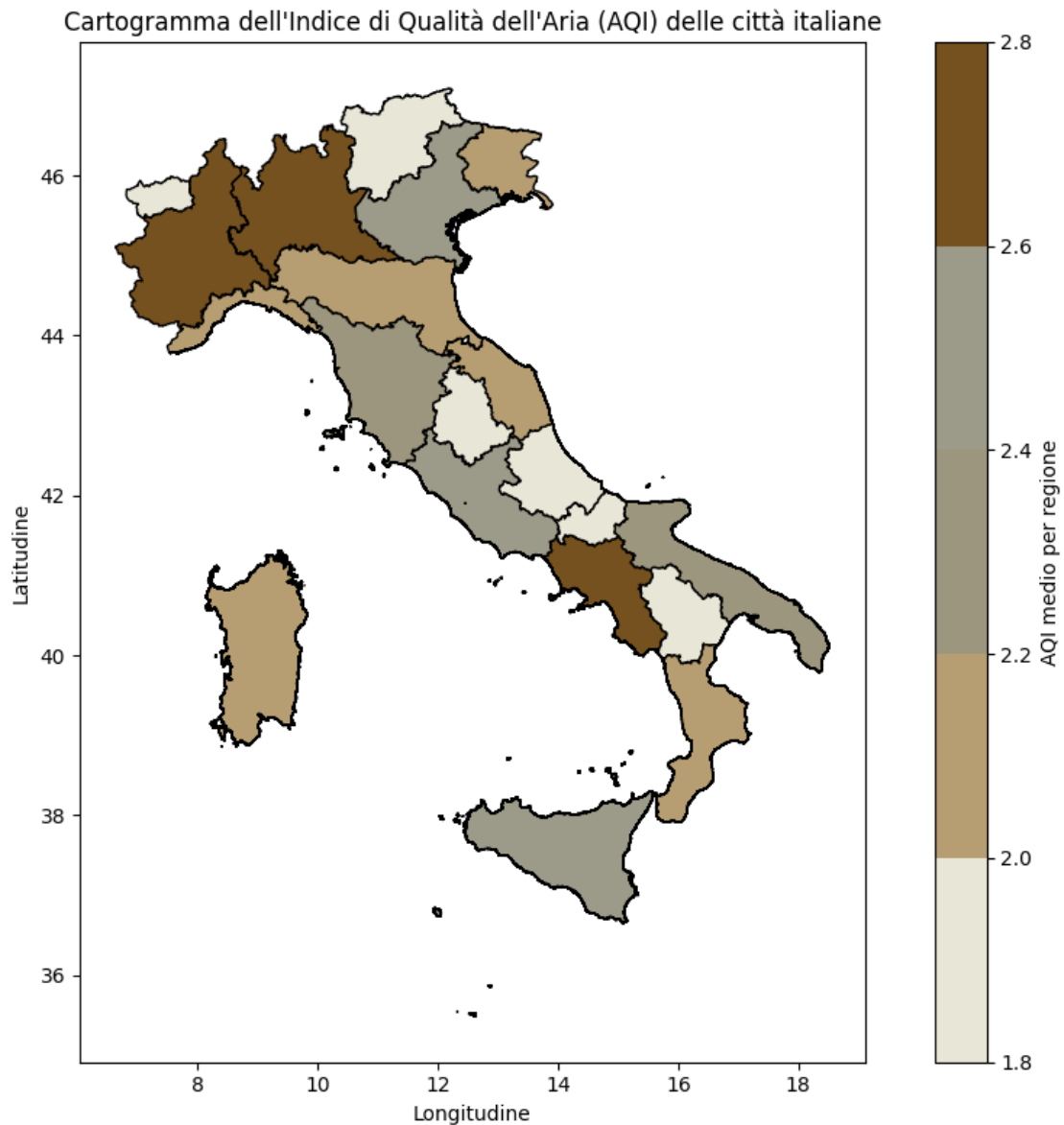
# Mappa delle regioni italiane colorate in base all'AQI
italy.plot(column='avg_aqi', ax=ax, legend=True, cmap=cmap, norm= norm,
↳ edgecolor='black', legend_kwds={'label': "AQI medio per regione"})

# Aggiunta di titolo, etichette degli assi e legenda
ax.set_title('Cartogramma dell\'Indice di Qualità dell\'Aria (AQI) delle città
↳ italiane')
ax.set_xlabel('Longitudine')
ax.set_ylabel('Latitudine')

# Per salvare il grafico in .jpeg
plt.savefig(f'./image/italy.jpeg', format='png', transparent=True)

```

```
# Mostra il plot
plt.tight_layout()
plt.show()
```



0.0.1 Cartogramma dell'Indice di Qualità dell'Aria (AQI)

Da questo cartogramma si evince come le zone con una peggiore qualità dell'aria siano *Lombardia*, *Piemonte* e *Lazio*.

Possiamo quindi considerare diversi fattori che possono influenzare l'AQI, tra cui:

- **Traffico veicolare:** Le emissioni dei veicoli sono una delle principali fonti di inquinamento

atmosferico, in particolare nelle città.

- **Impianti industriali:** Le industrie emettono nell'atmosfera inquinanti come NO_2 , SO_2 , $PM_{2.5}$ e PM_{10}
- **Riscaldamento domestico:** Il riscaldamento domestico con combustibili fossili può emettere nell'atmosfera PM e altri inquinanti.
- **Agricoltura:** Le pratiche agricole, come l'uso di fertilizzanti e pesticidi, possono emettere nell'atmosfera ammoniaca e altri inquinanti.

```
[8]: import numpy as np

cmap = plt.cm.colors.
↳ ListedColormap(['#E8E6D6', '#B79E72', '#9D967F', '#9C9A89', '#75511F'])
norm = plt.cm.colors.BoundaryNorm(boundaries=[-1, -0.5, 0, 0.5, 1],
↳ ncolors=len(colors))

textcolors = ["b", "w"]
# Funzione per creare una heatmap della correlazione
def heatMap(df, city_name):
    # Rimuovere la colonna 'city' per evitare problemi di conversione
    df = df.drop(columns=['city'], errors="ignore")

    # Calcolo la matrice di correlazione
    correlation_matrix = df.astype(float).corr()

    fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 8))

    # Mostrare la matrice di correlazione come una mappa di colori
    cax = ax.matshow(correlation_matrix, cmap=cmap, norm=norm)
    fig.colorbar(cax)

    # Impostare le etichette degli assi
    ticks = range(len(correlation_matrix.columns))
    ax.set_xticks(ticks)
    ax.set_yticks(ticks)

    ax.set_xticklabels(correlation_matrix.columns, rotation=90)
    ax.set_yticklabels(correlation_matrix.columns)

    # Annotare i valori di correlazione all'interno della heatmap
    for (i, j), val in np.ndenumerate(correlation_matrix.values):
        if (val < 0.5):
            ax.text(j, i, f'{val:.2f}', ha='center', va='center', color="k")
        else:
            ax.text(j, i, f'{val:.2f}', ha='center', va='center', color="w")
```

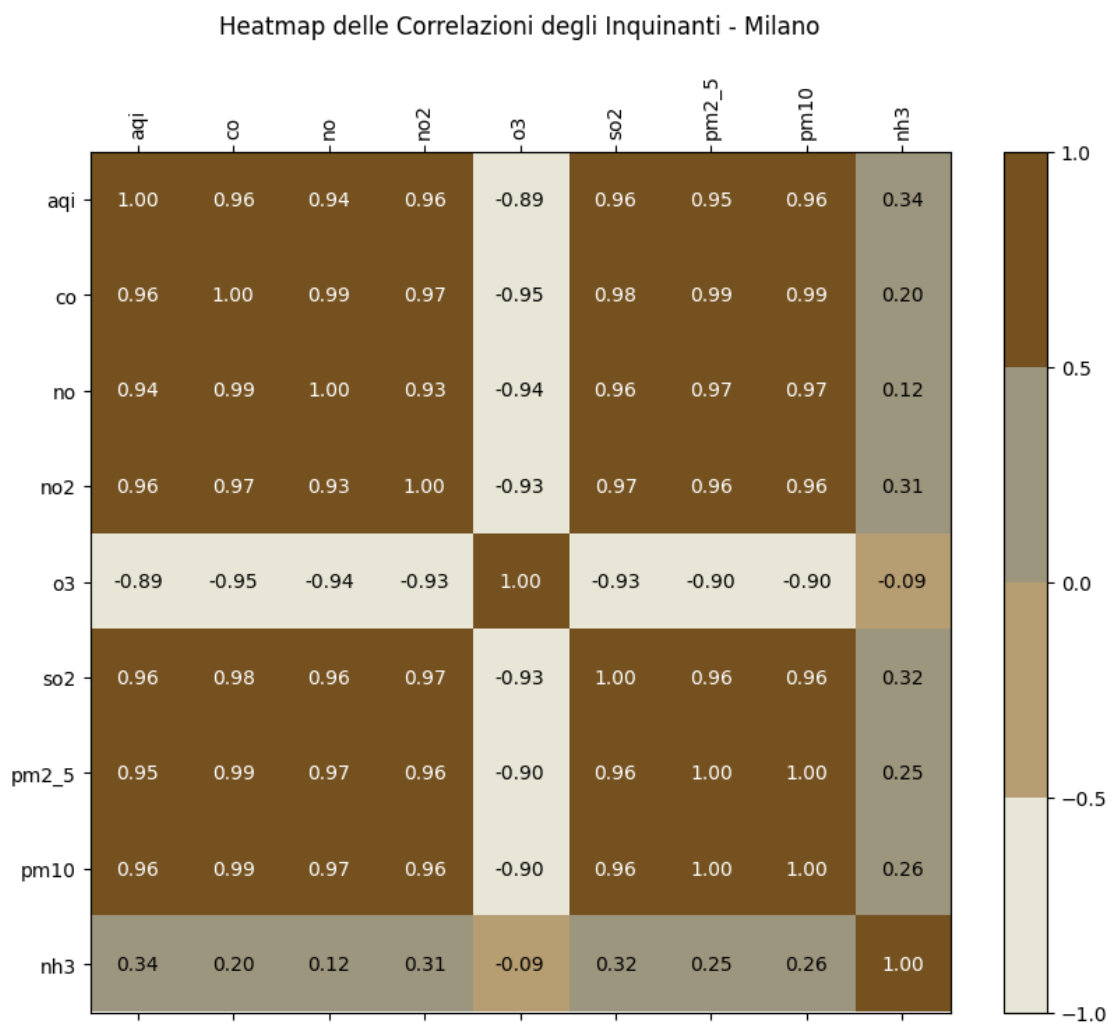
```

# Per salvare il grafico in .jpeg
plt.savefig(f'./image/heatmap_{city_name}.jpeg', format='png',
↳transparent=True)

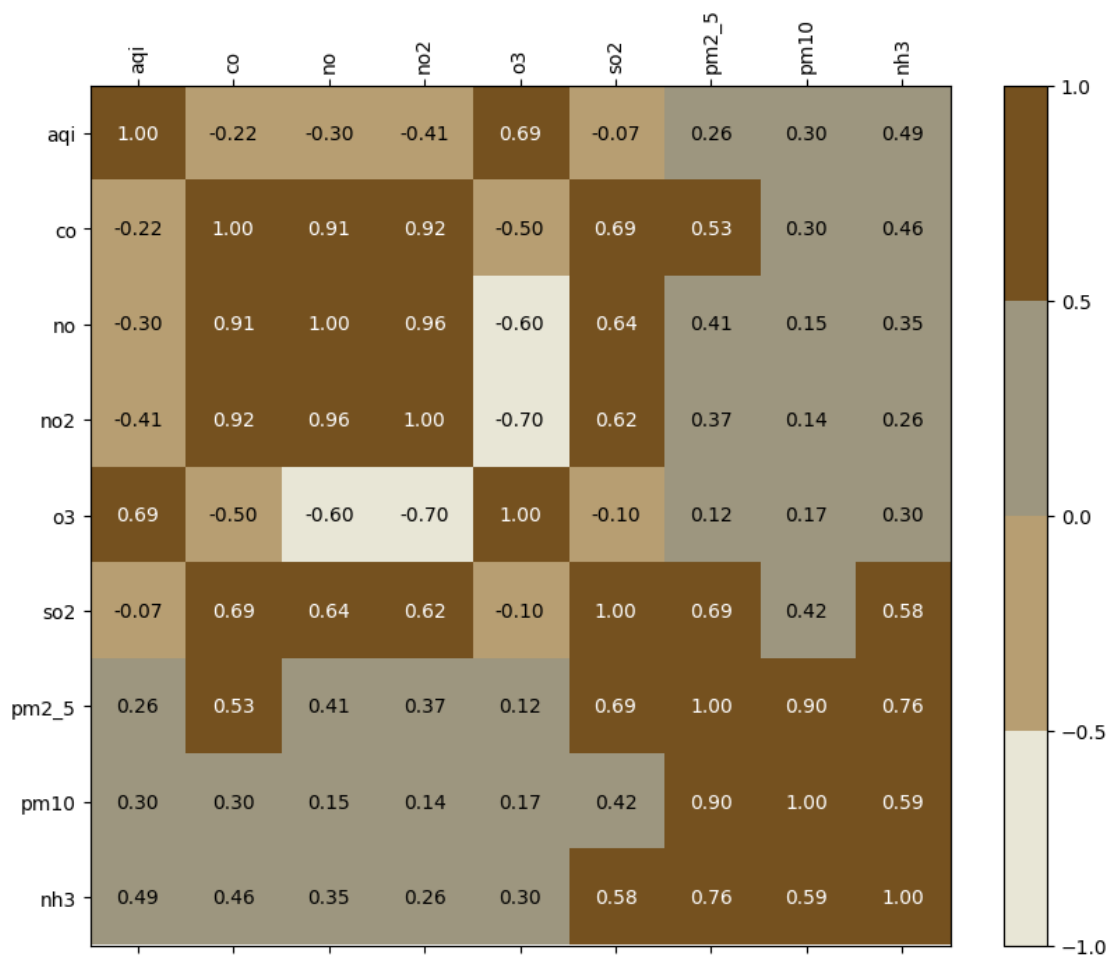
plt.title(f'Heatmap delle Correlazioni degli Inquinanti - {city_name}',
↳pad=20)
plt.show()

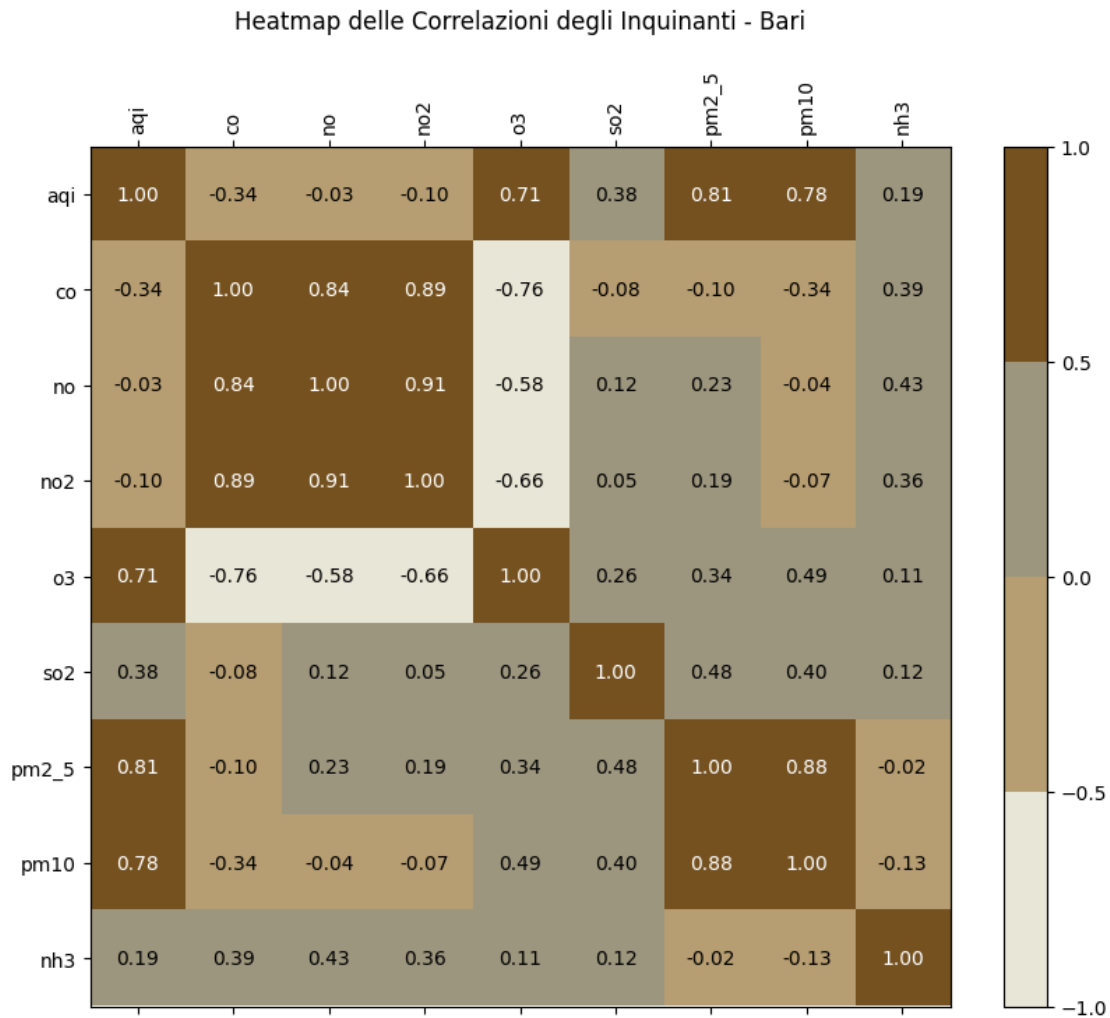
# Creo una heatmap della correlazione per Milano, Aosta e Bari
heatMap(milano_df, 'Milano')
heatMap(aosta_df, 'Aosta')
heatMap(bari_df, 'Bari')

```



Heatmap delle Correlazioni degli Inquinanti - Aosta





```
[9]: from adjustText import adjust_text

def createGraph(df, name):
    data = df[['co', 'no', 'no2', 'o3', 'so2']]

    # Calcola la media di ciascun inquinante
    average_values = data.mean(numeric_only=True)

    # Calcola la percentuale di ciascun inquinante
    total = average_values.sum()
    percentages = (average_values / total) * 100

    # Imposta i dati per il grafico
    labels = average_values.index
    sizes = percentages.values
```

```

# Crea il grafico a torta con explode per enfatizzare tutti i settori
explode = [0.05] * len(sizes) # Sposta ogni settore del 5%

fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 6))

# Crea il grafico a torta senza spazio centrale
wedges, texts = ax.pie(sizes, startangle=90, colors=colors, explode=explode)

# Assicura che il grafico sia un cerchio
ax.axis('equal')

# Aggiunge il titolo
plt.title(f'Media degli inquinanti atmosferici {name}')

# Funzione per il posizionamento delle etichette
def adjust_texts(texts, wedges, sizes, threshold=5):
    positions = []
    for i, (wedge, text) in enumerate(zip(wedges, texts)):
        ang = (wedge.theta2 - wedge.theta1) / 2. + wedge.theta1
        y = np.sin(np.deg2rad(ang)) * 1.2
        x = np.cos(np.deg2rad(ang)) * 1.2
        if sizes[i] >= threshold:
            text.set_position((0.6 * x, 0.6 * y))
        else:
            text.set_position((1.2 * x, 1.2 * y))
            text.set_color('black')
            text.set_fontsize(10)
            text.set_bbox(dict(facecolor='white', edgecolor='black',
↪boxstyle='round,pad=0.3'))

    # Aggiunge le linee per le percentuali esterne
    if sizes[i] < threshold:
        # Punto di inizio della linea (coordinate del cuneo)
        x_start = 1.05 * np.cos(np.deg2rad((wedge.theta2 + wedge.
↪theta1) / 2))
        y_start = 1.05 * np.sin(np.deg2rad((wedge.theta2 + wedge.
↪theta1) / 2))
        # Punto di fine della linea (coordinate del testo)
        x_end, y_end = text.get_position()

        # Disegna la linea
        ax.plot([x_start, x_end], [y_start, y_end], color='black',
↪linestyle='-', linewidth=0.5)

    positions.append((x, y))

```

```

        adjust_text(texts, only_move={'text': 'xy'},
        ↪arrowprops=dict(arrowstyle="-", color='black'))

    # Aggiunge le percentuali
    texts = []
    for i, (wedge, size) in enumerate(zip(wedges, sizes)):
        if size >= 5:
            text = ax.text(0, 0, f'{size:.1f}%', ha='center', va='center',
            ↪fontsize=10, color='black')
        else:
            text = ax.text(0, 0, f'{size:.1f}%', ha='center', va='center',
            ↪fontsize=10, color='black', bbox=dict(facecolor='white', edgecolor='black',
            ↪boxstyle='round,pad=0.3'))
            texts.append(text)

    adjust_texts(texts, wedges, sizes)

    # Creazione della legenda con due colonne: nomi degli inquinanti e
    ↪percentuali
    legend_labels = [f'{label}' for label in labels]
    legend_percentages = [f'{size:.1f}%' for size in sizes]

    # Aggiunge una legenda con i nomi degli inquinanti e le percentuali
    handles = [plt.Line2D([0], [0], marker='o', color='w',
    ↪markerfacecolor=color, markersize=10) for color in colors]
    legend1 = plt.legend(handles, legend_labels, title="Inquinanti",
    ↪loc="center left", bbox_to_anchor=(0.84, 0, 0.5, 1))
    plt.gca().add_artist(legend1)
    legend2 = plt.legend(handles, legend_percentages, title="Percentuale",
    ↪loc="center right", bbox_to_anchor=(0.59, 0, 0.5, 1))

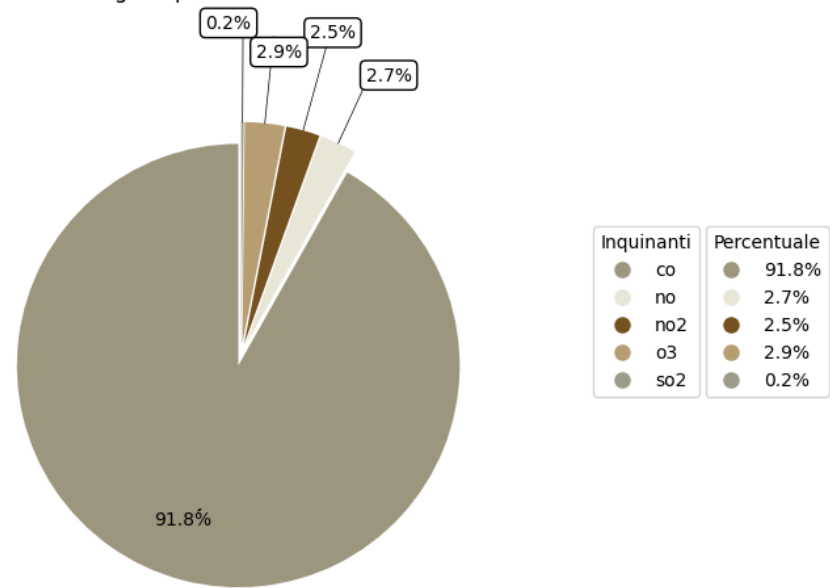
    plt.savefig(f'./image/torta_{name}.jpeg', format='png', transparent=True)

    plt.show()

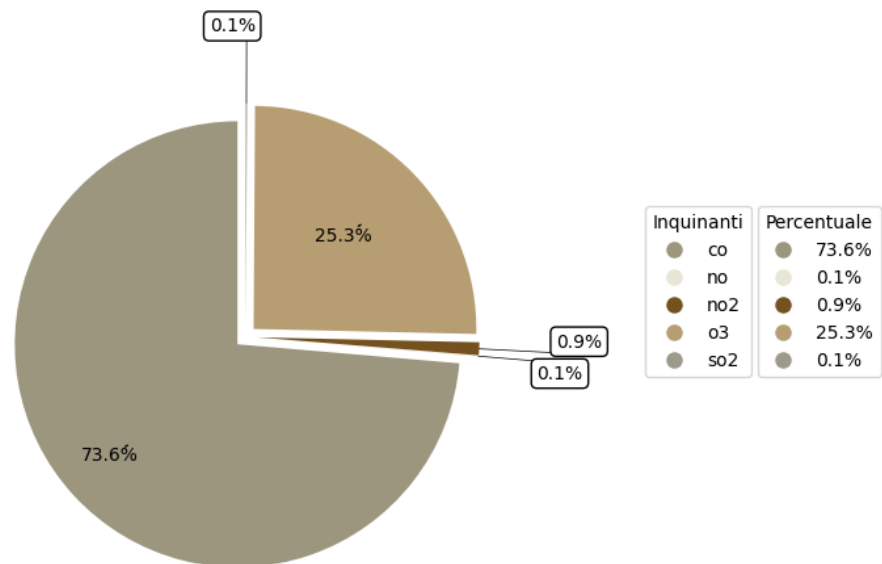
createGraph(milano_df, "Milano")
createGraph(aosta_df, "Aosta")
createGraph(bari_df, "Bari")

```

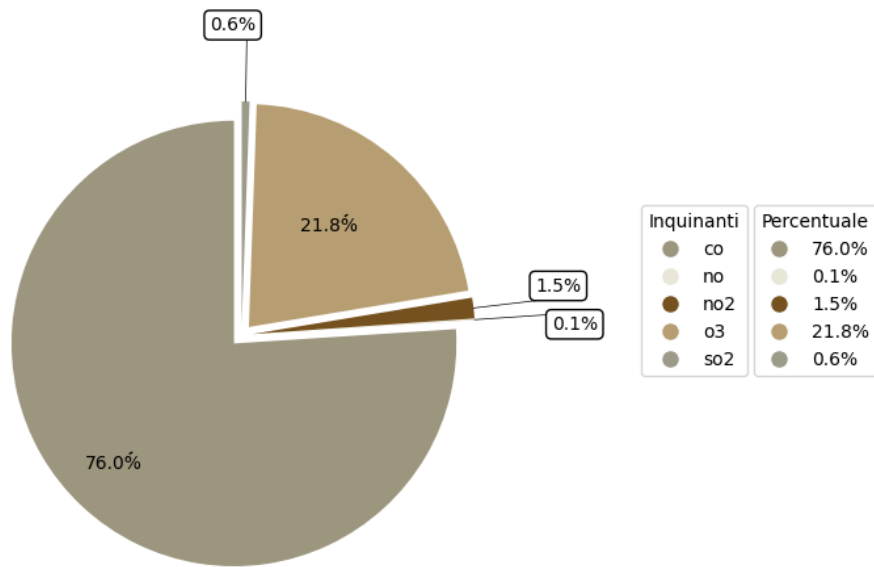

Media degli inquinanti atmosferici Milano



Media degli inquinanti atmosferici Aosta



Media degli inquinanti atmosferici Bari



Il grafico che hai inviato mostra la media annuale degli inquinanti atmosferici CO, NO, NO₂, O₃ e SO₂ per le città di Milano, Aosta e Bari. I dati sono presentati sotto forma di diagrammi a torta, dove ogni fetta rappresenta un inquinante specifico e la sua percentuale sul totale.

0.1 Analisi degli inquinanti

- **CO** (monossido di carbonio): In tutte e tre le città, il CO rappresenta una percentuale minima degli inquinanti, con valori inferiori all'1%. Questo dato positivo è dovuto principalmente alla riduzione dell'utilizzo di combustibili fossili per il riscaldamento domestico e al miglioramento dell'efficienza dei motori a benzina.
- **NO** (ossido di azoto): Le concentrazioni di NO sono più elevate a Milano (2,5%) rispetto ad Aosta (0,9%) e Bari (1,5%). Ciò può essere dovuto al maggiore traffico veicolare presente nel capoluogo lombardo.
- **NO₂** (biossido di azoto): Il NO₂ è l'inquinante con la seconda concentrazione più alta in tutte e tre le città, con valori che oscillano tra il 2,5% (Milano) e il 1,5% (Bari). Le emissioni di NO₂ derivano principalmente dal traffico veicolare e dalla combustione di combustibili fossili per il riscaldamento e la produzione di energia.
- **O₃** (ozono): L'ozono è un inquinante secondario, che si forma dalla reazione tra NO_x e COV in presenza di luce solare. Le concentrazioni di O₃ sono più elevate a Bari (1,5%) rispetto a Milano (2,9%) e Aosta (0,9%). Questo potrebbe essere dovuto al clima più caldo e soleggiato di Bari, che favorisce la formazione di ozono.
- **SO₂** (anidride solforosa): Le concentrazioni di SO₂ sono basse in tutte e tre le città, con valori inferiori all'1%. Questo dato positivo è dovuto alle politiche di riduzione delle emissioni di SO₂ dalle centrali elettriche e dalle industrie. Confronto tra le città

In generale, Milano presenta la concentrazione più alta di inquinanti atmosferici tra le tre città, seguita da Bari e Aosta. Le principali cause di inquinamento in queste città sono il traffico veicolare,

la combustione di combustibili fossili per il riscaldamento e la produzione di energia e le attività industriali.

È importante sottolineare che i dati presentati nel grafico si riferiscono alle medie annuali e potrebbero non riflettere la situazione inquinamento in tempo reale. Inoltre, la qualità dell'aria può variare significativamente all'interno di una stessa città, in base a fattori come la zona ed il traffico.

```
[10]: dataset = cities_df.sort_values(by='co', ascending=False)

# Plotting the bar chart
fig, ax = plt.subplots(figsize=(12, 6))

# Plotting the average AQI for each city
bars = ax.bar(dataset['city'], dataset['co'], color="#2288BF", alpha=0.5)

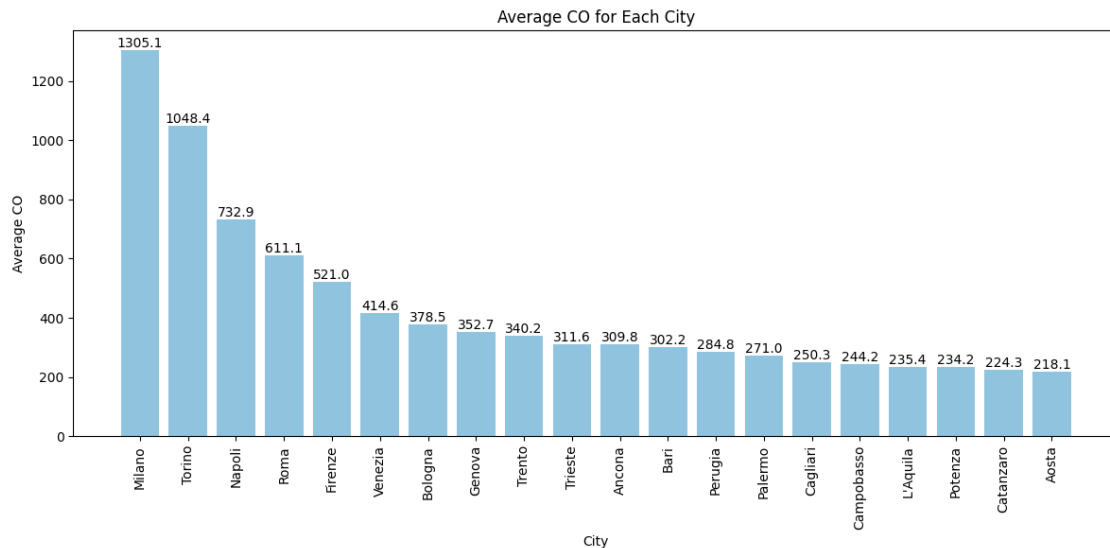
ax.set_xlabel("City")
ax.set_ylabel("Average CO")
ax.set_title("Average CO for Each City")

plt.xticks(rotation=90)
plt.tight_layout()

# Annotate each bar with the average AQI value
for bar, co in zip(bars, dataset['co']):
    ax.text(bar.get_x() + bar.get_width() / 2, co + 0.02, f"{co:.1f}",
            ha='center', va='bottom')

# Salvare l'immagine del grafico .jpeg
plt.savefig(f'./image/bar_Italia.jpeg', format='png', transparent=True)

plt.show()
```



Le città con la concentrazione media di CO più alta sono Milano, Torino e Napoli. In queste città, la concentrazione media di CO supera i 1.000 microgrammi per metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Questo è un livello preoccupante, in quanto l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) raccomanda che la concentrazione media di CO non superi i 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le città con la concentrazione media di CO più bassa sono Aosta, L'Aquila e Potenza. In queste città, la concentrazione media di CO è inferiore a 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Diversi fattori possono influenzare la concentrazione di CO nelle città, tra cui:

- **Traffico veicolare:** Il traffico veicolare è una delle principali fonti di emissioni di CO. Le città con un elevato numero di veicoli tendono ad avere concentrazioni di CO più alte.
- **Industria:** Le industrie sono un'altra importante fonte di emissioni di CO. Le città con un elevato numero di industrie tendono ad avere concentrazioni di CO più alte.
- **Riscaldamento domestico:** Il riscaldamento domestico a gas o a legna può anche contribuire alle emissioni di CO. Le città con un clima più freddo tendono ad avere concentrazioni di CO più alte a causa del maggiore utilizzo di combustibili fossili per il riscaldamento.
- **Meteo:** Le condizioni meteorologiche possono anche influenzare la concentrazione di CO. L'aria stagnante può intrappolare le emissioni di CO, aumentando la concentrazione nell'aria. Impatti sulla salute

L'esposizione al CO può avere gravi effetti sulla salute, tra cui:

- **Mal di testa:** Il CO è un gas inodore e insapore che può causare mal di testa, nausea e vomito.
- **Affaticamento:** L'esposizione al CO può anche causare affaticamento e vertigini.
- **Avvelenamento da CO:** L'esposizione ad alti livelli di CO può causare avvelenamento da CO, che può essere fatale.

Diversi interventi possono essere attuati per ridurre la concentrazione di CO nelle città, tra cui:

- **Promuovere il trasporto pubblico:** Incentivare l'utilizzo del trasporto pubblico, delle biciclette e dei pedoni può aiutare a ridurre le emissioni di CO dal traffico veicolare.
- **Investire in energie rinnovabili:** Investire in energie rinnovabili, come l'energia solare ed eolica, può aiutare a ridurre le emissioni di CO dalle industrie e dalle centrali elettriche.
- **Migliorare l'efficienza energetica:** Migliorare l'efficienza energetica degli edifici e delle apparecchiature può aiutare a ridurre le emissioni di CO dal riscaldamento domestico e dall'uso di energia.
- **Promuovere l'utilizzo di combustibili puliti:** Promuovere l'utilizzo di combustibili puliti, come il gas naturale e il biodiesel, può aiutare a ridurre le emissioni di CO dal riscaldamento domestico e dai trasporti.
- **Controllare le emissioni industriali:** Implementare norme più rigorose per le emissioni industriali può aiutare a ridurre le emissioni di CO dalle industrie.

```
[11]: milano_df.index = pd.to_datetime(milano_df.index, format='%Y-%m')
aosta_df.index = pd.to_datetime(aosta_df.index, format='%Y-%m')
bari_df.index = pd.to_datetime(bari_df.index, format='%Y-%m')
```

```

# Calcolo delle medie annuali per PM2.5 e AQI
mean_pm25_bari = bari_df.resample('YE').mean()['pm2_5']
mean_pm25_milano = milano_df.resample('YE').mean()['pm2_5']
mean_pm25_aosta = aosta_df.resample('YE').mean()['pm2_5']
# Estrazione degli anni
anni = mean_pm25_bari.index.year

# Dati per il grafico a barre
valori_pm25_bari = mean_pm25_bari.values
valori_pm25_milano = mean_pm25_milano.values
valori_pm25_aosta = mean_pm25_aosta.values

# Posizioni delle barre
y = np.arange(len(anni))
larghezza = 0.2

# Creazione del grafico a barre raggruppate orizzontali
fig, ax = plt.subplots(figsize=(10, 8))

# Barre per PM2.5 a Bari
barre_pm25_bari = ax.barh(y - larghezza, valori_pm25_bari, larghezza,
    ↪label='Bari', color=colors[0])

# Barre per PM2.5 a Milano
barre_pm25_milano = ax.barh(y, valori_pm25_milano, larghezza, label='Milano',
    ↪color=colors[2])

# Barre per PM2.5 ad Aosta
barre_pm25_aosta = ax.barh(y + larghezza, valori_pm25_aosta, larghezza,
    ↪label='Aosta', color=colors[3])

# Aggiunta delle etichette degli anni a sinistra
ax.set_yticks(y)
ax.set_yticklabels(anni)

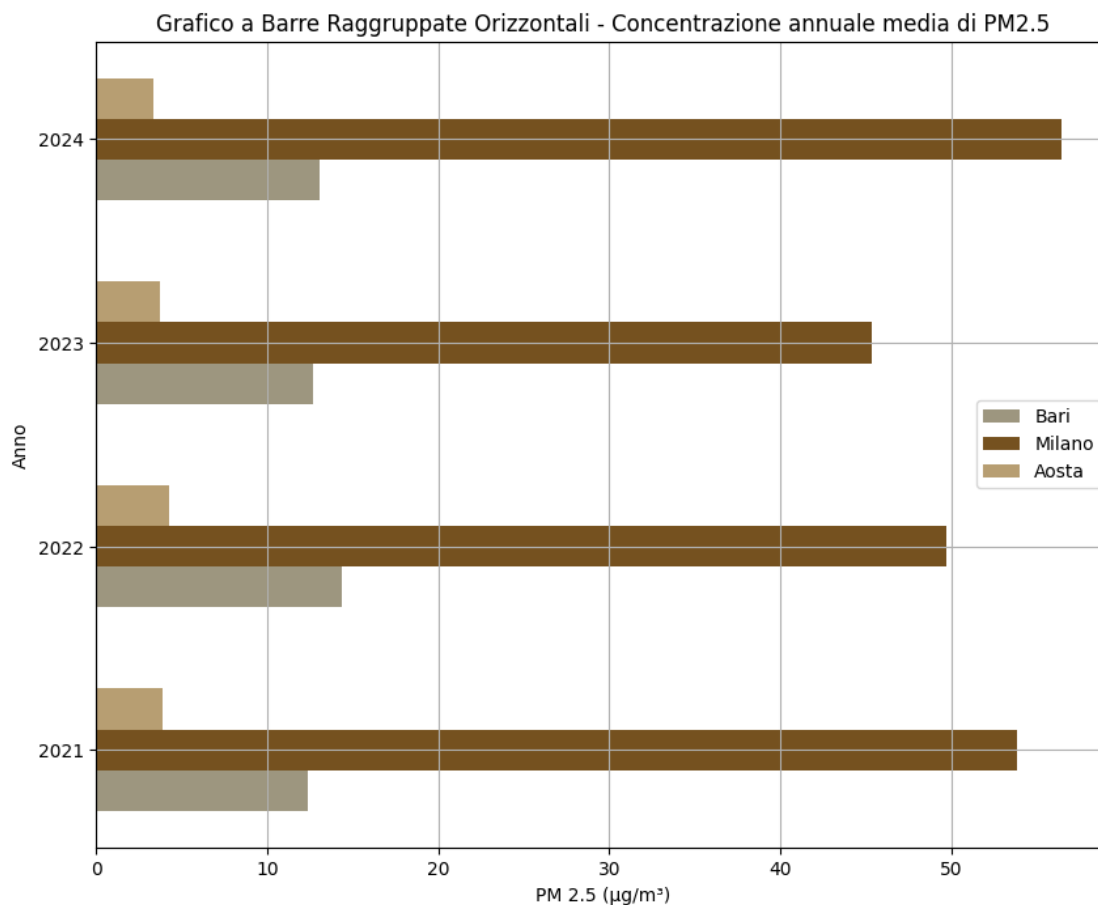
# Aggiunta di titolo e etichette agli assi
ax.set_title('Grafico a Barre Raggruppate Orizzontali - Concentrazione annuale_
    ↪media di PM2.5')
ax.set_xlabel('PM 2.5 (µg/m³)')
ax.set_ylabel('Anno')

# Aggiunta della legenda
ax.legend()

# Salvare l'immagine del grafico .jpeg
plt.savefig(f'./image/pm25_All.jpeg', format='png', transparent=True)

```

```
# Mostra il grafico
plt.grid(True)
plt.show()
```



Le città con le concentrazioni medie annuali di PM2.5 più elevate nel 2023 sono state: - **Cremona** ($39,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - **Brescia** ($38,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - **Padova** ($37,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - **Vicenza** ($37,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - **Monza** ($36,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Le città con le concentrazioni medie annuali di PM2.5 più basse nel 2023 sono state: - **Cagliari** ($13,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - **Oristano** ($13,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - **Enna** ($13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - **Nuoro** ($14,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - **Agrigento** ($14,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Fattori che possono influenzare le concentrazioni:

Le concentrazioni di PM2.5 nelle città italiane possono essere influenzate da una serie di fattori, tra cui:

- **Emissioni:** Le emissioni di PM2.5 da fonti come il traffico veicolare, le industrie, il riscaldamento domestico e l'agricoltura possono influenzare la concentrazione di PM2.5 nell'atmosfera. Le emissioni tendono ad essere più elevate nelle città più grandi e densamente popolate, dove il traffico veicolare è più intenso e dove ci sono più industrie e impianti di riscaldamento domestico.
- **Condizioni meteorologiche:** Le condizioni meteorologiche possono influenzare la dispersione e la concentrazione di PM2.5 nell'atmosfera. Ad esempio, l'aria calda e stagnante può favorire l'accumulo di PM2.5, mentre il vento può disperdere gli inquinanti più velocemente.
- **Topografia:** La topografia di un'area può influenzare la dispersione degli inquinanti. Ad esempio, le valli possono

intrappolare gli inquinanti, mentre le montagne possono favorire la loro dispersione.