

QUALITÀ DELL'ARIA E POLITICHE DI MOBILITÀ URBANA

Città a confronto

Fondazione Filippo Caracciolo
Centro Studi



Questo studio è stato realizzato dalla Fondazione Filippo Caracciolo.

Autori:

Luca Cerimele, Donatello Ghezzi, Chiara Ronzoni, Cecilia Tortora.

Coordinamento scientifico: Federica Cossu

Aprile 2026

© 2026 Fondazione Filippo Caracciolo

ISBN 9788832245219

Sommario

1	Introduzione	5
2	Quadro normativo di riferimento	7
2.1	La cornice internazionale ed europea di tutela dell'ambiente	7
2.2	Regolamento UE 2023/851	9
2.3	Regolamento (UE) 2024/1257 (Euro 7)	10
2.4	La Direttiva UE 2024/2881 in materia di qualità dell'aria e l'attuazione in ambito nazionale.....	11
2.5	Misure locali di sostenibilità ambientale della mobilità a livello urbano in alcune città europee	13
3	La fotografia del parco circolante	27
3.1	Fotografia del parco auto circolante in alcune nazioni europee	27
3.2	Il parco circolante confronto tra alcune città europee	29
4	La qualità dell'aria	37
4.1	La qualità dell'aria a livello urbano	37
4.2	Valutazione emissiva del parco auto circolante nelle città italiane	61
5	Conclusioni	67

1 INTRODUZIONE

Nel 2015, l'Assemblea Mondiale della Sanità ha adottato una risoluzione storica sulla qualità dell'aria e la salute, riconoscendo l'inquinamento atmosferico come un fattore di rischio per le malattie non trasmissibili, con un conseguente rilevante impatto economico a livello globale.

Nel 2021, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha presentato le nuove Linee Guida sulla qualità dell'aria¹, con la speranza che potessero divenire un punto di riferimento per l'adeguamento delle normative dei singoli Stati, con una proposta di riduzione significativa dei livelli consentiti di particolato, ozono e biossido di zolfo nell'aria. Secondo le analisi dell'OMS, infatti, una importante riduzione dei valori delle concentrazioni di PM in aria potrebbe ridurre del 15% all'anno la mortalità nelle città più inquinate. Nell'Unione europea, ad esempio, il PM_{2,5} è ritenuto responsabile di una perdita di aspettativa di vita di circa 8,6 mesi².

I nuovi limiti proposti dall'OMS si ritiene possano portare in alcuni contesti urbani, in particolare nei Paesi in via di sviluppo, a una riduzione pari a più di tre volte i valori attualmente consentiti (da 70 a 20 microgrammi a metro cubo).

Le grandi città sono, sempre più, il luogo dove si stima il potenziale emissivo nocivo maggiormente impattante per la salute umana. Città congestionate dal traffico, in cui si riversano milioni di persone e veicoli. Città che faticano a gestire un ecosistema della mobilità complesso, in cui l'offerta di servizi alternativi³ all'uso dell'auto privata non risulta ancora sufficiente per rispondere alla crescente domanda di mobilità di utenti che, da periferie sempre più popolate, si riversano nei centri urbani. Città che registrano la presenza sul territorio di un parco autoveicoli circolante privato in larga parte composto da veicoli con standard emissivi di vecchia generazione; città in cui infrastrutture rigide e difficilmente adattabili alle nuove esigenze di mobilità non consentono spostamenti sicuri con modalità di trasporto più sostenibili, ma più vulnerabili in caso di impatto, come la bicicletta o il monopattino.

La Commissione europea, anche per proteggere la salute e il benessere dei cittadini dai rischi dovuti all'inquinamento, si è impegnata a ridurre le concentrazioni in aria degli inquinanti e ad allineare le norme dell'UE alle raccomandazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, con un rafforzamento delle disposizioni in materia di monitoraggio, modellizzazione⁴ e piani per la qualità dell'aria, attraverso una ambiziosa tabella di marcia, il Green Deal⁵.

Negli anni, numerose Direttive si sono succedute, al fine di imporre limiti sempre più stringenti alle emissioni inquinanti nelle città europee, imponendo ai Governi nazionali e, soprattutto, a quelli locali, chiamati ad intervenire per il contenimento delle emissioni inquinanti nel proprio territorio, uno sforzo di pianificazione e gestione delle emergenze che consentisse di evitare il superamento dei valori-limite previsti delle emissioni in aria.

¹ WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2,5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, World Health Organization, 2021.

² <https://www.epicentro.iss.it/ambiente/in-oms-guida06>.

³ Dal trasporto pubblico di linea e non, alle modalità in *sharing* etc.

⁴ Modelli matematici che simulano il comportamento degli inquinanti in atmosfera a partire dalle emissioni da varie sorgenti. I modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera sono di grande utilità per la valutazione dello stato della qualità dell'aria e per la stima preventiva dell'impatto di specifiche sorgenti inquinanti sul territorio. L'uso della modellistica è previsto anche dalla normativa europea e dal suo recepimento a livello nazionale costituito dal DLgs 155/2010.

⁵ Comunicazione Della Commissione Al Parlamento Europeo, Al Consiglio, Al Comitato Economico E Sociale Europeo E Al Comitato Delle Regioni, COM(2019) 640 final, Bruxelles, 11.12.2019.

Questo studio, dopo aver illustrato la cornice normativa internazionale ed europea di tutela ambientale e della salute delle persone, nel capitolo 2, mette a confronto le misure adottate da alcune città europee per affrontare il problema a livello urbano, in particolare per ridurre le emissioni dovute alla mobilità su gomma. Misure che, come riportato nei capitoli 3 e 4, in qualche modo hanno contribuito a caratterizzare anche l'evoluzione del parco autoveicoli circolante nelle città, per numero, età e alimentazione dei veicoli, con impatti diversi sui livelli di concentrazione degli inquinanti e quindi sull'evoluzione della qualità dell'aria nell'arco di oltre un decennio.

Nell'ultima parte dello studio, vengono proposte delle valutazioni sul potenziale emissivo del parco auto circolante in ambito urbano in alcuni comuni italiani presi in esame, tenendo in considerazione i limiti emissivi imposti per legge alle singole auto in base allo Standard Euro e alimentazione e ipotizzando, sulla base della letteratura esistente, percorrenze medie annue su tratte urbane pari a 2.000 km.

2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

2.1 La cornice internazionale ed europea di tutela dell'ambiente

Nella ricostruzione di una panoramica delle strategie globali per la tutela dell'ambiente e della qualità dell'aria, l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, adottata dalle Nazioni Unite il 25 settembre 2015, con la risoluzione A/RES/70/1, ricopre un ruolo centrale; l'Agenda, infatti, traccia un programma di azioni tramite il quale, in un arco temporale di 15 anni, si intende perseguire un insieme di obiettivi e traguardi per uno sviluppo sostenibile in diverse aree di importanza cruciale per l'umanità e il pianeta.

Gli obiettivi sono interconnessi e indivisibili e hanno natura globale; ai governi dei singoli Stati è rimessa la definizione di traguardi nazionali che ne consentano l'integrazione nei processi, nelle politiche, e nelle strategie di pianificazione locale.

Nell'insieme generale di traguardi relativi a diversi aspetti economico-sociali, due sono gli obiettivi dell'Agenda specificatamente indirizzati alla gestione degli effetti del cambiamento climatico ovvero gli obiettivi 11 e 13.

L'obiettivo n. 11 è indirizzato a migliorare la sostenibilità e vivibilità degli ambienti urbani con una particolare attenzione alla mobilità che deve essere garantita da un sistema di trasporto sicuro, conveniente, sostenibile, e accessibile da parte dell'utenza più vulnerabile. A ciò si aggiungono la riduzione dell'impatto ambientale delle città, con particolare riferimento alla tutela della qualità dell'aria, la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici.

L'obiettivo n. 13 prevede la promozione di azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico rafforzando la capacità di ripresa e di adattamento ai rischi legati al clima e ai disastri naturali, integrando le misure di gestione del cambiamento climatico nelle politiche, strategie e attività di pianificazione nazionali, anche attraverso attività di formazione e sensibilizzazione rivolte a cittadini e istituzioni.

Sebbene non determini effetti immediati e non sia direttamente vincolante, su un piano strettamente giuridico, l'Agenda 2030 è comunemente considerata come un elemento di grande innovazione che, per la prima volta, ha visto la comunità internazionale affrontare in modo integrato le sfide dello sviluppo sostenibile, coinvolgendo tutte le nazioni in uno sforzo comune per il conseguimento di obiettivi specificatamente individuati.

Nel contesto europeo, il Green Deal, presentato dalla Commissione europea con la Comunicazione dell'11 dicembre 2019, indirizzata al Parlamento europeo e al Consiglio, si colloca in continuità con l'Agenda 2030, tentando di offrire una risposta comunitaria alle sfide poste dal cambiamento climatico e dai pericoli ambientali connessi.

Il suddetto piano muove dalla premessa della necessità di *“trasformare l'UE in una società giusta e prospera, dotata di un'economia moderna, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva che nel 2050 non genererà emissioni nette di gas a effetto serra e in cui la crescita economica sarà dissociata dall'uso delle risorse”*⁶. In modo analogo a quanto previsto dall'Agenda 2030, anche in questo caso si ritiene indispensabile che al Green Deal vengano allineate tutte le azioni e le politiche comunitarie, seppure indirizzate alla gestione di temi nei più diversi ambiti sociali ed economici, in modo da valorizzare le sinergie possibili nei diversi settori d'intervento. Emerge in modo evidente la profonda correlazione tra l'Agenda 2030 delle Nazioni Unite e il Green Deal che ne rappresenta una parte integrante della strategia di attuazione ponendo la sostenibilità e il benessere dei cittadini al centro della politica economica.

⁶ COM(2019) 640 final, p. 2.

La Commissione europea individua una serie di linee di intervento che vanno dal rendere più ambiziosi gli obiettivi in materia di clima per gli anni 2030 e 2050, all'adozione in misura crescente di fonti di energia pulita per soddisfare il fabbisogno energetico dei diversi settori economici, fino ad interventi in settori dedicati, come quello dell'edilizia, affinché sia garantito un utilizzo più efficiente delle risorse minerarie ed energetiche⁷.

Il documento della Commissione dedica ampi spazi allo sviluppo della mobilità sostenibile e intelligente. I trasporti, infatti, sono responsabili di circa un quarto delle emissioni di gas a effetto serra nell'ambito dell'Unione europea e la Commissione assume che il conseguimento dell'obiettivo della neutralità carbonica comporterà una riduzione delle emissioni in questione di almeno il 90% entro il 2050, con un impegno che deve necessariamente estendersi al settore del trasporto stradale, ferroviario, aereo e navale. Per conseguire questi obiettivi, la Commissione ritiene necessario un forte impulso per il trasporto multimodale che potrebbe agevolare il trasferimento di circa il 75% del trasporto, che oggi avviene su strada, su rete ferroviaria o su vie navigabili interne. Nelle aree urbane la strategia di riduzione delle esternalità negative legate ai trasporti transita per lo sviluppo dei sistemi intelligenti di gestione del traffico e di soluzioni di "mobilità come servizio"⁸.

La stretta correlazione tra le strategie europee per il contenimento degli effetti del cambiamento climatico e le politiche locali adottate dai singoli Stati membri emerge con chiarezza dalla Comunicazione del 17 settembre 2020, "Un traguardo climatico 2030 più ambizioso per l'Europa — Investire in un futuro a impatto climatico zero nell'interesse dei cittadini"⁹, nella quale la Commissione, nel definire il traguardo di riduzione delle emissioni climalteranti per il 2030, nell'ambito del Green Deal europeo, ha tentato di garantire una valutazione d'impatto che tenesse conto dei piani nazionali integrati per l'energia e il clima, trasmessi a norma del Regolamento (UE) 2018/1999 del Parlamento europeo e del Consiglio. In occasione della definizione dei nuovi obiettivi di riduzione, inoltre, si è ritenuto opportuno procedere ad una valutazione del quadro normativo, allora vigente, in modo da verificare le necessarie modifiche al fine di conseguire le auspiccate riduzioni delle emissioni.

Secondo la Commissione, dall'analisi svolta sull'impatto regolatorio emergerebbe che le norme relative ai veicoli e alle emissioni di CO₂ hanno dato prova di essere uno strumento di grande valore strategico nel contenimento delle emissioni climalteranti legate al trasporto su strada. Per questa ragione, la Commissione evidenzia che solo l'imposizione di livelli rigorosi di prestazione in materia di emissioni di CO₂ potrà verosimilmente garantire la diffusione di veicoli puliti e innovativi, necessari per registrare forti riduzioni del consumo di carburante, e di veicoli senza alcuna emissione "dal serbatoio alla ruota".

Con la suddetta comunicazione, pertanto, la Commissione ha anticipato un rafforzamento delle norme in materia di emissioni di CO₂ per autovetture e furgoni all'orizzonte 2030.

Le strategie e il quadro di azioni, sopra richiamato, è infine confluito nella Legge europea sul clima, adottata con Regolamento (UE) 2021/1119, che rappresenta l'atto giuridicamente vincolante con il quale l'Unione europea si è impegnata al conseguimento dell'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050, nonché l'obiettivo intermedio di riduzione delle emissioni nette di gas serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990. Per il raggiungimento di questi obiettivi, è stato predisposto un insieme di proposte legislative interconnesse, comunemente denominato "Pacchetto Fit for 55", la cui finalità consiste, appunto, nel tracciare un percorso di azioni concrete, da attuare in differenti settori socio-economici, per conseguire la riduzione del 55% delle emissioni entro il 2030 e, in prospettiva, la neutralità climatica entro il 2050.

Nell'insieme di provvedimenti legislativi denominato Fit for 55, è di particolare rilievo il Regolamento (UE) 2023/851 che definisce nuove norme relative alle emissioni di veicoli e furgoni e, in una posizione

⁷ Sul punto si rinvia a COM(2019) 640 final, p. 10.

⁸ Sul punto si rinvia a COM(2019) 640 final, p. 11.

⁹ COM(2020) 562 final.

collegata a quest'ultimo, il Regolamento (UE) 2024/1257 "sull'omologazione di veicoli a motore e motori, nonché di sistemi, componenti ed entità tecniche indipendenti destinati a tali veicoli, per quanto riguarda le relative emissioni e la durabilità delle batterie (Euro 7)". Laddove il primo Regolamento si concentra sulle emissioni di CO₂, con una maggiore attenzione pertanto alle emissioni climalteranti, il secondo adotta una prospettiva parzialmente differente, e da alcuni punti di vista più ampia, relativa alla tutela della qualità dell'aria e riduzione dell'inquinamento. Il quadro complessivo viene completato dalla Direttiva (UE) 2024/2881 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2024, relativa alla qualità dell'aria.

2.2 Regolamento UE 2023/851

Nel quadro strategico europeo per la tutela dell'ambiente e per il contrasto al cambiamento climatico, come anticipato, il Regolamento (UE) 2023/851, adottato il 19 aprile 2023, rappresenta un elemento cardine in quanto rafforza le prestazioni in materia di livelli di emissioni di CO₂ relative ad autovetture e veicoli commerciali leggeri, come conseguenza delle maggiori ambizioni climatiche maturate nel contesto comunitario; il Regolamento modifica il precedente Regolamento (UE) 2019/631 e introduce nuove e più stringenti misure volte a ridurre significativamente le emissioni di CO₂ prodotte dalle autovetture e dai furgoni nuovi, rafforzando così il proprio impegno per la lotta contro il cambiamento climatico. La mitigazione degli effetti del cambiamento climatico rappresenta il tema centrale del Regolamento in questione che si concentra sulle emissioni di gas serra distinguendosi, da questo punto di vista, da altri atti normativi con i quali si persegue il più generale contenimento dell'inquinamento atmosferico.

Un ulteriore elemento centrale del Regolamento è l'introduzione di un meccanismo di incentivazione per promuovere la diffusione di veicoli a basse e zero emissioni, come le auto elettriche e i veicoli ibridi ricaricabili¹⁰. I costruttori che riusciranno a rispettare determinati livelli di riferimento per la vendita di questi veicoli saranno ricompensati con obiettivi meno stringenti per quanto riguarda le emissioni di CO₂. Per il 2025, il livello di riferimento è fissato al 25% per auto e 17% per i veicoli commerciali leggeri¹¹, mentre per il 2030 sarà del 35% per le auto e del 30% per i furgoni. Questi incentivi sono stati accompagnati da due specifici meccanismi di ponderazione favorevole: un fattore di 0,7 per i veicoli a basse emissioni e un moltiplicatore di 1,85 per incentivare la vendita di tali veicoli nei mercati con bassa penetrazione. Questo sistema mira a facilitare la transizione verso una flotta automobilistica più sostenibile, anche in quei paesi dove l'adozione di veicoli elettrici e ibridi è ancora limitata.

Il Regolamento rivede il meccanismo di riesame degli obiettivi, già definito dal precedente Regolamento UE 2019/631, con una valutazione dello stato di conseguimento degli obiettivi previsti per il 2035¹². Questa clausola consentirà all'UE di adattare le proprie strategie in base all'evoluzione tecnologica e ai progressi nella riduzione delle emissioni. Inoltre, è stata mantenuta una deroga per i costruttori di nicchia, ossia quelli che vendono un numero relativamente basso di veicoli in Europa, fino al 2028. Questa misura mira a proteggere le piccole e medie imprese del settore automobilistico, dando loro più tempo per adattarsi alle nuove norme senza subire eccessive pressioni finanziarie¹³.

Il Regolamento affronta anche l'impatto sull'occupazione della transizione verso un'economia a basse emissioni. La Commissione europea si impegna a garantire che questa transizione sia socialmente giusta

¹⁰ Già previsto dal Regolamento UE 2019/631.

¹¹ Valori aggiornati dal Regolamento UE 2023/851.

¹² Si rinvia all'art. 13 del Regolamento UE 2023/851.

¹³ La possibilità di deroga, originariamente prevista dal Regolamento UE 2019/631, è stata confermata dal Regolamento UE 2023/851.

ed equa, prendendo in considerazione gli effetti sulle persone e sui lavoratori del settore automobilistico.

A tal fine, è stata valutata la possibilità di utilizzare i proventi derivanti dalle indennità per le emissioni in eccesso per finanziare un fondo specifico o programmi che supportino i lavoratori colpiti dalla transizione, come previsto dall'articolo 15, paragrafo 5, del Regolamento (UE) 2019/631, ma si è concluso che ciò avrebbe fatto lievitare in modo significativo gli oneri amministrativi, senza apportare benefici diretti al settore automobilistico nella sua transizione¹⁴.

Per evitare il rischio di manipolazione dei dati sulle emissioni, il regolamento introduce norme più severe riguardanti le procedure di prova. Si passa dalla vecchia procedura NEDC alla più accurata procedura WLTP, che fornisce risultati più realistici sulle emissioni dei veicoli. Inoltre, sarà dedicata maggiore attenzione al monitoraggio delle "emissioni reali di guida", utilizzando i dati registrati dai misuratori di consumo di carburante installati su auto e furgoni nuovi. Questo sistema permetterà alla Commissione di valutare la rappresentatività dei valori delle emissioni di CO₂ e di introdurre, se necessario, meccanismi di adeguamento degli obiettivi per i costruttori entro il 2030.

Il regolamento prevede anche lo sviluppo di una metodologia comune a livello UE per la valutazione delle emissioni durante l'intero ciclo di vita dei veicoli. Questo approccio consentirà di considerare non solo le emissioni prodotte durante l'uso del veicolo, ma anche quelle generate durante la produzione e lo smaltimento, offrendo una visione più completa dell'impatto ambientale dei veicoli.

2.3 Regolamento (UE) 2024/1257 (Euro 7)

Il 24 aprile 2024, il Consiglio dell'Unione europea ha adottato il Regolamento (UE) 2024/1257, relativo all'omologazione dei veicoli a motore e con riguardo alle loro emissioni e alla durata delle batterie, definendo il nuovo standard "Euro 7". L'obiettivo primario perseguito dal Regolamento consiste nella riduzione delle emissioni di inquinanti atmosferici dai veicoli stradali, comprendendo una gamma più ampia di inquinanti e fonti rispetto ai precedenti Standard Euro; una delle innovazioni più rilevanti del provvedimento in questione, infatti, consiste nel fatto che lo Standard Euro 7 è il primo ad includere limiti per le emissioni non allo scarico, in particolare le emissioni di particolato derivanti dall'usura dei freni e dall'abrasione degli pneumatici. Per la prima volta, inoltre, si assiste all'inclusione di nuovi requisiti per la durata dei sistemi antinquinamento e delle batterie per veicoli elettrici e ibridi plug-in.

Per quanto riguarda gli autobus e gli autocarri pesanti, il Regolamento impone limiti più stringenti su una serie di inquinanti includendo anche il protossido di azoto (N₂O), finora non considerato dalla normativa di settore.

Si deve sottolineare anche l'approccio più organico e maturo verso la mobilità elettrica; la regolamentazione delle emissioni di particelle prodotte durante la frenata, con specifiche limitazioni per i veicoli elettrici, noti per il loro diverso comportamento in frenata rispetto ai veicoli a combustione interna, consente di ampliare il perimetro delle strategie di tutela della qualità dell'aria senza limitarsi alle emissioni allo scarico e considerando anche le peculiarità di specifiche tipologie di veicoli. Inoltre, le norme stabiliscono criteri più severi per la durabilità delle batterie, assicurando che queste mantengano la loro efficienza e capacità energetica per un periodo prolungato, sia in termini di chilometraggio che di durata temporale. Questo è particolarmente rilevante per i veicoli elettrici e ibridi,

¹⁴ Si rinvia al considerando n. 32 del Regolamento UE 2023/851.

dove la performance della batteria è un fattore cruciale per la fiducia del consumatore e per la sostenibilità a lungo termine.

Per l'industria automobilistica, l'introduzione del regolamento Euro 7 si traduce nella necessità di investimenti in tecnologie avanzate per il controllo delle emissioni e il miglioramento della durabilità delle batterie. Questo regolamento richiede infatti che le batterie di trazione dei veicoli elettrici mantengano una buona parte della loro capacità iniziale dopo molti anni di utilizzo, garantendo performance costanti anche per i veicoli di seconda mano. Tali misure sono cruciali per favorire la fiducia dei consumatori nei confronti dei veicoli elettrici e ibridi e per stimolare una transizione sostenibile verso una mobilità a basse emissioni.

Alimentazione	CO	THC	NMHC	NOx	THC+NOx	PM
	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km
Benzina	1000	100	68	60	-	4,5
Diesel	500	-	-	80	170	4,5

*Tabella 1: Limiti di emissione dallo scarico Euro 7 per le autovetture con motore a combustione interna
Nota: THC= Idrocarburi totali; NMHC= idrocarburi non metanici*

Tecnologia del gruppo propulsore	PEV	Ibride Plug-in	Ibride	FCV-FCHV	ICEV
	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km	mg/km
Emissioni di particolato dai freni (PM₁₀)	3	7	7	7	7

Tabella 2: Limiti di emissioni di particolato dai freni Euro 7 nel ciclo di guida standard applicabili fino al 31 dicembre 2029, secondo la tecnologia del gruppo propulsore; in mg/km per veicolo

Nota: PEV= pure electric vehicle; FCV= fuel cell vehicle; FCHV= fuel cell hybrid vehicle; ICEV= Internal combustion engine vehicles – veicoli con motore a combustione interna

2.4 La Direttiva UE 2024/2881 in materia di qualità dell'aria e l'attuazione in ambito nazionale

In data 23 ottobre 2024, è stata approvata la Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alla tutela della qualità dell'aria. Questo provvedimento si pone in continuità con le precedenti Direttive 2008/50/CE, relativa alla qualità dell'aria, recepita nell'ordinamento nazionale con il D.Lgs. 155/2010, e 2004/107/CE, concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente, recepita dall'Italia con il D. Lgs. 3 agosto 2007, n. 152. Entrambe queste due ultime direttive vengono superate e dovranno pertanto considerarsi come abrogate a decorrere dal giorno successivo al termine per il recepimento nell'ordinamento nazionale della direttiva in esame, fissato per l'11 dicembre 2026.

La Direttiva persegue l'obiettivo principale di uno scenario di "inquinamento zero" in modo che "la qualità dell'aria all'interno dell'Unione sia progressivamente migliorata fino al raggiungimento di livelli non più considerati nocivi per la salute umana, gli ecosistemi naturali e la biodiversità (...), contribuendo in tal modo a creare un ambiente privo di sostanze tossiche entro il 2050".

Nel perseguire il suddetto obiettivo, il provvedimento in questione contiene una serie di disposizioni che, in via approssimativa, possono essere ricondotte a quattro aree:

- fissazione di parametri di qualità dell'aria al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente;

- definizione di metodi e criteri comuni per valutare la qualità dell'aria nei diversi Stati membri;
- monitoraggio della qualità dell'aria attuale e delle tendenze a lungo termine così da poter valutare gli effetti delle misure adottate dall'Unione europea e delle misure nazionali;
- misure per il mantenimento della qualità dell'aria, laddove sia buona, e il suo miglioramento negli altri casi.

Tra le novità più importanti, la Direttiva introduce valori-limite più severi da attuare entro il 2030. L'imposizione di valori-limite restrittivi, infatti, si è dimostrata una strategia efficace nel contenimento delle emissioni inquinanti e pertanto questo approccio viene riproposto ed esteso mantenendo comunque un criterio di gradualità che possa mitigarne gli impatti economici e sociali. Fino alla data del 11 dicembre 2026 (termine per il recepimento della direttiva stessa) i valori-limite da rispettare restano analoghi a quelli previsti dalle precedenti direttive, mentre, a partire dal 1° gennaio 2030, si applicano valori-limite più severi. Sono dimezzati i valori-limite relativi alle medie annuali e vengono ridotti del 60% il valore-limite previsto per il PM_{2,5}, il cui valore-limite relativo alla media annuale scende da 25 µg/m³ a 10 µg/m³. Inoltre i valori-limite giornalieri, attualmente previsti solo per il PM₁₀ (per il quale viene effettuata una riduzione da 50 µg/m³ a 45 µg/m³), sono previsti dalla direttiva in esame anche per altri inquinanti, in particolare per il PM_{2,5} e il biossido di azoto (NO₂)¹⁵.

La Direttiva dedica poi spazio ai piani per la qualità dell'aria che rappresentano lo strumento attraverso il quale gli enti locali sono materialmente chiamati ad intervenire per il contenimento delle emissioni inquinanti nel proprio territorio. L'articolo 19 della Direttiva dispone che, se in determinate zone i livelli di inquinanti presenti nell'aria ambiente superano un valore-limite o un valore-obiettivo, gli Stati membri sono tenuti a definire piani per la qualità dell'aria per le zone interessate dagli sforamenti e tali piani dovranno contemplare misure adeguate per rientrare, nel più breve tempo possibile, all'interno dei valori-limite o dei valori-obiettivo.

In continuità rispetto alle precedenti previsioni della Direttiva 2008/50/CE, l'articolo 20 della Direttiva in questione prevede che, nelle zone in cui sussiste il rischio che i livelli degli inquinanti superino una o più soglie di allarme definite nell'allegato I, sezione 4, vengano adottati piani d'azione a breve termine contenenti indicazioni sui provvedimenti di emergenza da adottare per ridurre il rischio o la durata del superamento.

Infine, sono degne di nota le disposizioni che prevedono meccanismi di risarcimento dei danni alla salute umana subiti da persone fisiche la cui salute sia stata compromessa da ritardi nell'attuazione delle misure richieste alle autorità competenti.

Il processo di recepimento della Direttiva in Italia è, allo stato, pendente in relazione al disegno di legge di delegazione europea 2024 trasmesso alla commissione competente dal Senato, in data 27 febbraio 2025.

Il disegno di legge, allo stato attuale, definisce i seguenti principi e criteri da seguire per l'attuazione della Direttiva:

1. garantire sinergia tra le azioni e misure per la qualità dell'aria e gli altri interventi attuati nei diversi settori economico-sociali assicurando, in particolare, il coordinamento delle azioni relative a trasporti, mobilità, energia, industria, efficienza energetica e agricoltura. Da questo punto di vista è in particolare indicata la necessità di meccanismi e procedure istituzionali per la collaborazione tra le autorità competenti a livello territoriale e nazionale;

¹⁵ Si rinvia all'Allegato 1 della Direttiva UE 2024/2881.

2. nel garantire le suddette sinergie, deve essere assicurata la collaborazione e la coerenza tra le misure ordinarie regionali/locali e quelle complementari statali. In particolare l'intervento dello Stato con misure nazionali deve essere assicurato laddove i piani regionali per la qualità dell'aria non siano sufficienti;
3. deve essere garantita la competenza dell'ISPRA per l'attuazione degli obblighi previsti dalla direttiva UE in materia di trasmissione di dati e informazioni alla Commissione europea, sotto la supervisione del Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica;
4. introdurre misure di semplificazione per le procedure amministrative relative alla preparazione e adozione dei piani regionali di risanamento della qualità dell'aria, nei limiti della normativa europea;
5. introdurre una prima disciplina sulla qualità dell'aria all'interno di locali.

2.5 Misure locali di sostenibilità ambientale della mobilità a livello urbano in alcune città europee

Nelle città europee i SUMP (Sustainable Urban Mobility Plans), Piani Urbani per la Mobilità Sostenibile, rappresentano uno strumento di pianificazione strategica e integrata per sviluppare sistemi di trasporto accessibili, sicuri e a basse emissioni. Obiettivo dei SUMP è di ridurre il traffico automobilistico, promuovere il trasporto pubblico e la mobilità dolce, migliorare la sicurezza stradale e ridurre le emissioni inquinanti.

Tra le misure a disposizione per il raggiungimento degli obiettivi, in particolare in ambito urbano, si ricordano: il potenziamento delle infrastrutture ciclabili, la creazione di ampie zone in cui limitare il traffico, il rafforzamento del trasporto pubblico e della logistica sostenibile e, sempre di più negli ultimi anni, la diffusione delle Zone 30.

2.5.1 ZTL

Le Zone a Traffico Limitato (ZTL), aree urbane in cui l'accesso e la circolazione dei veicoli sono regolamentati per ridurre il traffico automobilistico e promuovere una mobilità sostenibile, sono strumenti efficaci per migliorare la qualità dell'aria, apportando benefici significativi alla salute pubblica e all'ambiente. Limitando l'accesso ai veicoli privati, soprattutto quelli più inquinanti, le ZTL riducono la concentrazione di sostanze nocive come il particolato (PM10 e PM2,5), il biossido di azoto (NO2) e il monossido di carbonio (CO).

Le ZTL promuovono anche l'uso di mezzi di trasporto alternativi come biciclette, mezzi pubblici di linea e non, spostamenti a piedi, contribuendo non solo alla riduzione delle emissioni ma anche del rumore, migliorando la qualità della vita urbana. Riducendo il traffico, le ZTL migliorano l'accessibilità delle aree centrali, rendendole più attraenti per pedoni e ciclisti, favorendo così il commercio locale e valorizzando il patrimonio culturale e architettonico delle città.

Città come Londra, Parigi, Barcellona e Roma hanno implementato le ZTL con risultati significativi nella lotta per la riduzione dell'inquinamento atmosferico.

A Londra, l'introduzione della Congestion Charge nel 2003 e della Ultra Low Emission Zone (ULEZ) nel 2019 hanno ridotto le emissioni di NO2 del 44% nelle aree centrali.

Negli ultimi anni, Parigi ha ampliato le ZTL e vietato la circolazione dei veicoli più vecchi nei giorni di picco, riducendo i livelli di NO2 e PM10 del 30%.

Barcellona ha creato le *Superilles*, una rete di ZTL che ha ridotto significativamente l'inquinamento atmosferico nelle aree coinvolte.

A Roma, le ZTL hanno contribuito a diminuire la concentrazione di particolato e altri inquinanti nelle zone più trafficate, migliorando la qualità dell'aria e proteggendo il patrimonio storico.

Ma queste misure possono rappresentare realmente una soluzione solo consentendo un accesso facilitato ai centri chiusi attraverso l'ampliamento dell'offerta di un servizio pubblico di mobilità integrata che tuteli il diritto di muoversi di tutti gli utenti.

2.5.2 Zone 30

Parallelamente, anche le zone a 30 km/h, sono state introdotte in molte città europee e in alcuni casi estese a intere aree urbane, al fine di ridurre l'incidentalità stradale, ma anche per ridurre le emissioni inquinanti.

In ambienti urbani, il limite di 30 km/h promuove uno stile di guida più fluido e meno aggressivo. Questo contribuisce a ridurre il consumo di carburante e le emissioni di inquinanti, come dimostrato da vari studi¹⁶. Ad esempio, una ricerca condotta in Belgio dall'Università di Hasselt¹⁷ ha stimato che, grazie a un minor numero di accelerazioni e frenate, il passaggio dal limite di 50 km/h a 30 km/h riduca le emissioni di anidride carbonica di quasi il 10%, di ossidi di azoto del 20% e di polveri sottili di oltre il 30%. Inoltre, lo stile di guida più regolare riduce il rilascio di particelle derivanti dall'usura di freni e pneumatici.

Città come Londra, Parigi, Barcellona e Roma hanno adottato ampie zone a 30 km/h, integrandole nelle loro strategie di miglioramento della qualità dell'aria.

A Londra, il programma Vision Zero, che mira a ridurre drasticamente gli incidenti stradali, include l'estensione delle zone a 30 km/h in tutta la città.

A Parigi il limite di 30 km/h è stato recentemente esteso a quasi tutte le strade urbane; una iniziativa che si combina con altre misure come le ZTL e l'espansione delle piste ciclabili.

A Roma, le zone a 30 km/h sono state integrate in vari quartieri, in particolare nelle aree centrali e storiche.

A Barcellona, attraverso il piano Superilles, sono state create zone a traffico limitato, e sono state implementate ampie aree con limite a 30 km/h.

Nelle città in cui sono state adottate misure di ZTL, aree pedonalizzate e limiti di velocità a 30 km/h, con contemporaneo incremento e promozione dell'offerta di TPL, e integrazione modale a basse e nulle emissioni, si registra una tendenza alla diminuzione dei livelli di inquinanti nell'aria.

2.5.3 Londra

Il monitoraggio sulle abitudini di mobilità a Londra mostra che ormai oltre due terzi degli spostamenti urbani avvengono a piedi, con un calo del 55% del traffico motorizzato dal 2000 e un uso della bici quadruplicato. Il Vision Zero Action Plan londinese mira a raggiungere entro il 2041 l'80% degli spostamenti a piedi, in bici o con i mezzi pubblici. Tra il 2018 e il 2023, il Road Danger Reduction and

¹⁶ Sebbene in condizioni di laboratorio, i motori a combustione possono rilasciare più inquinanti a 30 km/h rispetto a 50 km/h, il contesto reale offre un quadro diverso.

¹⁷ C. Beckx et al. The application of the simulation software VeTESS to evaluate the environmental impact of traffic measures, Conference Paper n°57, 10th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, Iguassu, Brazil, Volume: CUPUM 2007.

Active Travel Plan ha introdotto vari provvedimenti, tra cui il limite di velocità di 20 miglia orarie nel centro città, riducendo del 25% le collisioni.

L'investimento di 2,2 miliardi di sterline ha reso le strade più sicure e attraenti per la mobilità lenta, utilizzando indicatori specifici per migliorare l'esperienza stradale complessiva. La revisione della City of London Transport Strategy del 2024 affronterà le sfide future, allineando la pianificazione urbana agli obiettivi di sostenibilità e alle nuove abitudini di viaggio.

Il trasporto su strada continua a essere la principale fonte di inquinamento atmosferico a Londra, ma la qualità dell'aria sembra registrare miglioramenti dovuti, secondo quanto riportato nel Report semestrale London-Wide Ultra Low Emission Zone¹⁸, in particolare, a iniziative come la Ultra Low Emission Zone (ULEZ).

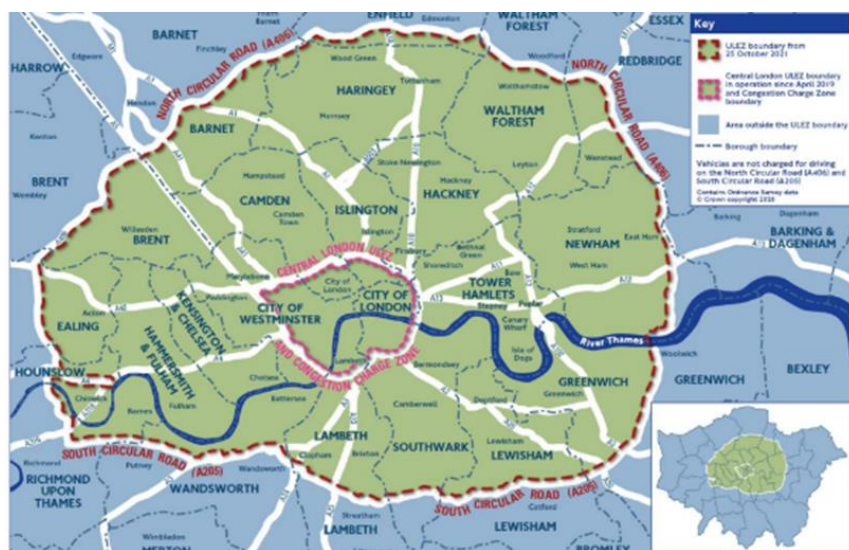


Figura 1: Mappa dell'estensione della ULEZ del centro di Londra e attuale confine della ULEZ

Di seguito si riportano i punti principali che descrivono le regole e gli orari delle diverse misure di limitazione alla circolazione in tutti i distretti di Londra e nella City.

Aree di applicazione. L'ULEZ, la LEZ (London Low Emission Zone) e il DVS (Direct Vision Standard¹⁹) operano in tutti i distretti di Londra e nella City.

Tariffa ULEZ. Chiunque utilizzi un veicolo che non soddisfa gli standard ULEZ deve pagare una tariffa giornaliera di £12,50, inclusi i residenti dell'area.

Congestion Charge (CC)²⁰. Attiva dal lunedì al venerdì dalle 07:00 alle 18:00, e dalle 12:00 alle 18:00 durante il weekend e i giorni festivi. Esente tra Natale e Capodanno.

ULEZ e LEZ. Operano 24 ore al giorno, tutti i giorni dell'anno, tranne il 25 dicembre.

DVS. Sempre attivo per veicoli pesanti sopra le 12 tonnellate.

L'impegno di Londra nel promuovere politiche di mobilità sostenibile²¹ è testimoniato anche dagli interventi adottati per l'ammodernamento del servizio di trasporto pubblico, con una flotta di autobus

¹⁸ Pubblicato dalla Greater London Authority, luglio 2024.

¹⁹ Regolamento che richiede ai veicoli pesanti (oltre le 12 tonnellate) un permesso per circolare nella Grande Londra.

²⁰ La Congestion Charge prevede una tariffa di £15 al giorno per l'accesso alla zona centrale di Londra, si tratta di una misura volta a ridurre la congestione del traffico nella zona di interesse.

²¹ <https://tfl.gov.uk/corporate/about-tfl/air-quality>

composta da 9.000 veicoli a basse o zero emissioni, inclusi mezzi elettrici e a idrogeno. Anche i veicoli pesanti e i taxi devono rispettare rigorosi standard emissivi; oltre la metà dei taxi circolanti (8.000 veicoli) è già a zero emissioni. La città ha inoltre investito molto nell'ampliamento delle piste ciclabili e nell'installazione di oltre 20.000 punti di ricarica per veicoli elettrici, al fine di favorire la transizione verso l'elettrico.

Secondo quanto riportato dal Comune di Londra, dal 2019, anno in cui è stata istituita la Ultra Low Emission Zone (ULEZ), la circolazione dei veicoli più vecchi e inquinanti si è ridotta molto, contribuendo ad una riduzione: del 47,6% della concentrazione media di NOx nei siti di monitoraggio stradali nel centro di Londra²², del 21% delle emissioni di biossido di azoto: nella periferia, del 53% nel centro e del 24% nella zona interna di Londra (Inner London). Tuttavia, stando a quanto dichiarato nel report semestrale London-Wide Ultra Low Emission Zone della Greater London Authority²³, le aree periferiche continuano a registrare il maggior numero di decessi legati all'inquinamento. Per questo motivo, l'ULEZ è stata estesa a tutti i distretti di Londra per migliorare ulteriormente la qualità dell'aria per 5 milioni di persone.

Di fatto tutti i veicoli che circolano nella città di Londra oggi sono meno emissivi, anche in considerazione della avvenuta riduzione di quasi il 60% di veicoli non rispondenti ai criteri di accesso che erano su strada prima dell'istituzione delle restrizioni alla circolazione: secondo quanto riportato nel Inner London Ultra Low Emission Zone – One Year Report del 2023, si tratta di una riduzione media di 74 mila veicoli al giorno dal 2019 al 2022. In generale nella zona a basse emissioni si è drasticamente ridotto il traffico, con una media giornaliera nel 2022 di 47 mila veicoli in meno su strada al giorno (quasi il 5% in meno rispetto al periodo precedente alla ULEZ).

Dal grafico dei flussi di traffico per zone riportato di seguito, si può osservare che dal 2008 i livelli di traffico nel centro città sono diminuiti in maniera costante; nelle zone circostanti invece la diminuzione è avvenuta solo dopo il 2019, inizialmente a causa della crisi pandemica, ma dopo il 2021 nonostante il ritorno alla normalità i livelli di traffico si sono assestati a circa il 7% in meno rispetto al 2019. Sia nella Inner che nella Outer London i livelli di traffico alla fine del 2022 erano tra il 6 e il 7% più bassi rispetto al 2019, mentre i flussi all'interno del centro città si sono ridotti di circa il 15% dal 2019.

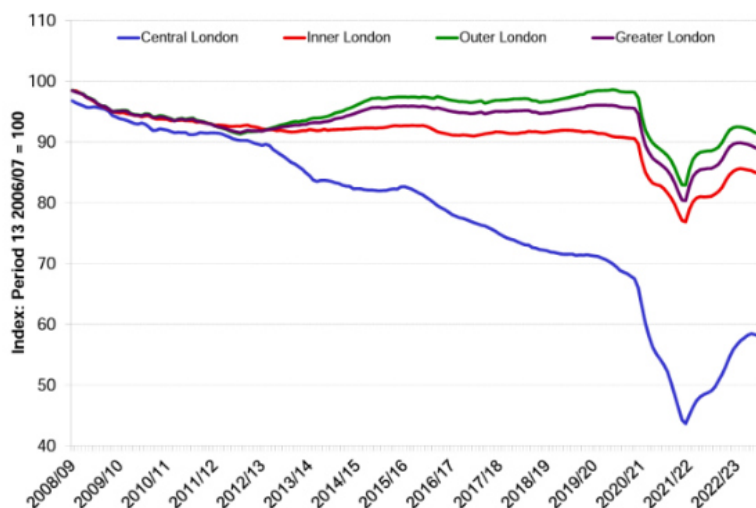


Figura 2: Flussi di traffico a Londra per zone, per tutti i veicoli. Medie mobili su 13 periodi dal 2008 al 2023
Fonte: Travel in London Report 15, 2023

²² Air quality in London 2016-2024, Greater London Authority, March 2024

²³ London-Wide Ultra Low Emission Zone – Six Month Report, Greater London Authority, 2024.

2.5.4 Madrid

Nel comune di Madrid il limite di 30 km/h è entrato in vigore già dal 2018 e ad oggi riguarda il 90% delle strade comunali. Dal 2021, in tutta la Spagna sono entrati in vigore nuovi limiti di velocità per le strade e gli attraversamenti urbani. I limiti coinvolgono circa il 70% delle strade spagnole e sono stati aggiornati come segue: 20 km/h sulle strade a carreggiata unica e marciapiede; 30 km/h su strade ad una sola corsia in ciascun senso di marcia; 50 km/h sulle strade con due o più corsie in entrambi i sensi di marcia. L'obiettivo principale è la riduzione degli incidenti sulle strade urbane, ma non sono trascurabili gli effetti secondari sull'inquinamento dell'aria e acustico.

Uno dei principali interventi dell'Ordinanza sulla Mobilità Sostenibile di Madrid è stata l'istituzione della Zona a Basse Emissioni (ZBE). Questa zona mira a limitare l'accesso dei veicoli più inquinanti, contribuendo a migliorare la sostenibilità ambientale, garantendo, il più possibile, il rispetto dei valori limite di biossido di azoto fissati dalle normative europee. La ZBE comprende tutta l'area urbana del comune di Madrid, regolamentando l'accesso in base alla classificazione ambientale dei veicoli. Solo i mezzi con specifiche caratteristiche ecologiche possono circolare liberamente, mentre i veicoli privi della classificazione richiesta sono soggetti a divieti progressivi, stabiliti attraverso fasi temporali che facilitano l'adattamento dei cittadini. L'Ordinanza prevede delle restrizioni graduali per i veicoli di categoria ambientale A (ossia più inquinanti). A questi ultimi, dal 1° gennaio 2022, è stato vietato l'accesso alle aree urbane all'interno della tangenziale M-30, esclusa la tangenziale stessa; dal 2023, invece, anche la M-30 è stata inclusa nel divieto; infine, dal 2024, il divieto riguarda tutte le strade urbane del comune di Madrid. Fino al 31 dicembre 2024 è stato tuttavia permesso l'accesso ad alcune categorie di veicoli A, a condizione che siano registrati sia nel Registro dei Veicoli della Direzione Generale del Traffico sia nel Registro Fiscale del Comune di Madrid. Tra i veicoli che godevano di questa eccezione rientrano quelli adibiti al trasporto di persone con mobilità ridotta, veicoli storici e alcune categorie di veicoli commerciali.

Dal 2025, l'accesso è stato ulteriormente ristretto, e consentito solo ai mezzi di soccorso, ai veicoli per il trasporto di persone con disabilità, ai veicoli storici e a quelli delle Forze Armate. Il controllo degli accessi è affidato a sistemi automatizzati con telecamere dotate di lettori di targhe (OCR) e altre tecnologie che rilevano le infrazioni.

Per garantire una transizione graduale, Madrid ha introdotto un periodo di preavviso durante il quale le infrazioni rilevate vengono segnalate ai trasgressori ma non immediatamente sanzionate.

Accanto alla ZBE, Madrid ha istituito delle Zone a Bassa Emissione di Protezione Speciale (ZBEDEP) per le aree più problematiche in termini di inquinamento. Nelle ZBEDEP, come il "Distretto Centrale" e "Plaza Elíptica", sono applicate norme ancora più restrittive, per preservare la salute pubblica e proteggere l'ambiente. Queste aree sono sorvegliate con telecamere OCR ai varchi e soggette a limitazioni di accesso più severe per i veicoli a elevato impatto ambientale. Le restrizioni includono il divieto di accesso per alcuni veicoli in base al tipo di utilizzo, alla costruzione e alla massa massima, oltre a limitazioni per la sosta dei residenti. Le ZBEDEP prevedono anche la presenza di aree verdi nei parcheggi per residenti e riduzioni dei limiti di velocità.

Madrid ha, inoltre, adottato un protocollo per rispondere, in maniera tempestiva, agli episodi di superamento del livello di emissioni da biossido di azoto (NO₂) consentito, attivo dal 2018 e articolato in tre livelli di allerta (preavviso, avviso e allerta). Ogni livello di inquinamento si basa sulle concentrazioni di NO₂ rilevate nelle stazioni di monitoraggio cittadine e prevede azioni di diversa intensità. In condizioni di preavviso, per esempio, il livello di NO₂ supera i 180 µg/m³ in almeno due stazioni per due ore consecutive; il livello di allerta scatta invece se la concentrazione supera i 400 µg/m³ in tre stazioni per almeno tre ore consecutive. Il protocollo fissa cinque scenari di azione con misure che aumentano di intensità man mano che i livelli di NO₂ si alzano e prevedono anche

raccomandazioni sull'uso del trasporto pubblico, interventi di informazione alla popolazione e limitazioni specifiche alla circolazione per i veicoli più inquinanti.

2.5.5 Barcellona

A Barcellona, il 51% degli spostamenti avviene a piedi, in bici o in monopattino, mentre il 16,4% utilizza i trasporti pubblici e il 32,5% l'auto privata. Il Pla de Mobilitat Urbana 2024²⁴ mira a far sì che oltre l'80% degli spostamenti avvenga senza auto, promuovendo una mobilità sicura e sostenibile, con interventi per ampliare le aree pedonali, migliorare l'accessibilità e ridurre l'inquinamento. Prevede l'incremento delle piste ciclabili, l'uso di autobus a zero emissioni e lo sviluppo di una logistica urbana sostenibile.

A Barcellona i primi limiti di velocità a 30 km/h sulle strade urbane sono stati introdotti nel 2007. Nel 2019 oltre il 52% delle strade era già interessata da questo limite e alla fine del 2021 il 75%. Il Comune prevede di estendere questo limite a tutta l'area urbana. Le misure di limitazione della velocità urbana sono state accompagnate dal progetto 'Abrimos calles', che prevede la realizzazione di 503 super isolati in cui la circolazione è consentita solo ai residenti, recuperando spazio pubblico e aumentando il verde. Secondo quanto riportato dal sito istituzionale del Comune di Barcellona, i benefici in termini di riduzione di inquinamento dell'aria, legati sia alla ridotta velocità che alla disincentivazione all'uso dei veicoli privati, saranno quantificabili in una riduzione del 24% l'anno di NO₂ e una riduzione dell'inquinamento acustico del 5,4%, oltre ad una mitigazione delle temperature grazie alla diminuzione attesa dell'effetto "isola di calore".

La zona a basse emissioni di Barcellona è stata istituita all'inizio del 2020; ad oggi è estesa a tutto il territorio comunale e comprende anche alcuni comuni limitrofi con una estensione complessiva di 95 km². La ZBE è attiva dal lunedì al venerdì dalle ore 7.00 alle ore 20.00, mentre nei giorni festivi è attiva, negli stessi orari, la sola ZBE del comune di Barcellona. La circolazione è consentita a tutti i veicoli nei soli quartieri di Vallvidrera, del Tibidabo e di Les Planes, e della Zona Franca industriale. Mentre l'accesso a tutte le altre zone è consentito solo ai veicoli muniti di bollino ambientale 0, Eco, C o B²⁵. Eccezionalmente può essere autorizzato un permesso per accesso sporadico, per non più di 24 permessi annui, ai veicoli più inquinanti (ovvero quelli sprovvisti di bollino ambientale) che ne facciano richiesta per comprovata necessità. Inoltre, nel caso di episodi di superamento dei limiti delle concentrazioni di NO₂ in atmosfera, vengono attuate restrizioni maggiori, interrompendo il rilascio di autorizzazioni giornaliere e impedendo l'accesso ai veicoli con bollino ambientale meno ecologico.

Per affrontare il problema delle concentrazioni di agenti inquinanti nell'aria (in special modo NO₂ e PM₁₀, derivanti principalmente dai veicoli a combustione e dal riscaldamento domestico), nel 2016 il Comune di Barcellona ha lanciato un Programma che prevede 25 misure strutturali specifiche per affrontare gli episodi di inquinamento elevato e 58 azioni in settori come la mobilità, la gestione delle grandi infrastrutture e la promozione della salute. Tra gli obiettivi principali, la riduzione del 21% degli spostamenti con veicoli privati rispetto al 2013, il miglioramento della rete di trasporto pubblico e l'adozione di un modello urbano sostenibile con spazi verdi e priorità ai pedoni, ampliamento delle piste ciclabili e dei punti di ricarica per auto elettriche, limitando l'accesso ai veicoli più inquinanti nelle aree di tutela ambientale.

Il progetto delle "Superilles" (Superblocchi) riduce il traffico all'interno di gruppi di isolati, creando delle aree verdi pedonalizzate e ciclabili in sostituzione di piazze e viali. Una iniziativa che sembra aver già avuto degli effetti sulle scelte modali di spostamento, come dichiarato dalla Agenzia di Ecologia Urbana

²⁴ <https://www.barcelona.cat/mobilitat/ca/qui-som/pla-de-mobilitat-urbana-2024>.

²⁵ La suddivisione secondo i bollini ambientali adottata in Spagna è stabilita dal DGT (Dirección General de Tráfico).

di Barcellona²⁶; già nel 2017, nella zona di Gràcia, una delle prime interessate dal progetto, risulta esserci stato un incremento del 10% degli spostamenti a piedi, del 30% in bicicletta, e una riduzione del 26% del traffico automobilistico. Entro il 2030, l'amministrazione locale prevede la creazione di 503 Superilles, con un progetto di trasformazione radicale della mobilità urbana. Tra le iniziative a supporto di un più razionale uso dei veicoli privati, è stato promosso un utilizzo più efficiente dei parcheggi, sia sotterranei che in superficie, per ridurre le tensioni del traffico e ottimizzare lo spazio disponibile. Barcellona dispone di una rete di 40 parcheggi con oltre 13.000 posti, destinati a residenti, imprese e visitatori, e offre aree di parcheggio regolamentate che favoriscono i residenti. I parcometri sono stati aggiornati con tecnologie che permettono il pagamento elettronico e applicano una tassa ambientale basata sul bollino ambientale del veicolo, incentivando l'uso di quelli meno inquinanti.

In Spagna, la Direzione Generale del Traffico (DGT) ha introdotto dal 2016 quattro bollini ambientali (0 Emissioni, Eco, C e B) in base all'impatto ambientale dei veicoli. La classificazione del parco veicoli mira a individuare i veicoli più rispettosi dell'ambiente ai quali è permesso l'accesso alle zone a basse emissioni sul territorio, o a limitare l'accesso ad alcune categorie durante episodi di elevato inquinamento atmosferico. Come in Francia i bollini vengono identificati per colore e identificano i veicoli a seconda del tipo di motore, carburante ed età del veicolo. I veicoli più vecchi e più inquinanti non hanno un bollino ambientale.

Nome	Colore	Categorie
Bollino 0 Zero emissioni.	Blu	Veicoli elettrici a batteria (BEV), veicoli elettrici ad autonomia estesa (REEV), veicoli elettrici ibridi plug-in (PHEV) con un'autonomia minima di 40 km o veicoli a celle a combustibile
Bollino E	Eco	Veicoli ibridi non plug-in (HEV), veicoli alimentati a gas naturale, veicoli alimentati a gas naturale (GNC e GNL) o gas naturale liquefatto (GPL).
Bollino C	Verde	Autovetture e furgoni leggeri immatricolati da gennaio 2006 e diesel dal 2014. Veicoli con più di 8 posti e trasporto merci sia benzina che diesel immatricolati dal 2014. I veicoli a benzina devono essere conformi alle norme Euro 4, 5 e 6 mentre i veicoli diesel alla norma Euro 6
Bollino B	Giallo	Autovetture a benzina e furgoni leggeri immatricolati da gennaio 2000 e diesel da gennaio 2006. Veicoli con più di 8 posti e trasporto merci entrambi benzina e diesel immatricolata dal 2005.

Tabella 3: Specchietto per la classificazione dei veicoli secondo il criterio dei bollini ambientali in Spagna

2.5.6 Parigi

Nel 2022, Parigi e la regione dell'Île-de-France hanno fatto significativi progressi verso una mobilità meno inquinante. Rispetto al 2021, Parigi ha visto un incremento notevole dell'uso della bicicletta, una riduzione del traffico automobilistico e un incremento delle infrastrutture per i veicoli elettrici. Questi cambiamenti hanno contribuito a creare un ambiente urbano più sostenibile.

Uno dei dati più rilevanti, registrati nel 2022, è sicuramente l'aumento delle infrastrutture dedicate alla cosiddetta mobilità dolce. Le politiche di mobilità di Parigi danno ampio spazio ai pedoni, ai ciclisti e ai trasporti pubblici, sostenendo cambiamenti nelle abitudini di spostamento. La lunghezza delle aree pedonali è, infatti, cresciuta del 6,5% nel 2024 (rispetto all'anno precedente), raggiungendo un totale di 95,5 km²⁷, mentre le piste ciclabili sono aumentate del 5,2%. Il Nuovo Piano Ciclistico 2021-26²⁸ ha previsto l'investimento di 250 milioni di euro per espandere la rete ciclabile, creare nuovi parcheggi per

²⁶ <https://www.3cat.cat/324/salvador-rueda-sobre-el-pla-de-les-superilles-el-nombre-esta-al-voltant-de-les-500/noticia/2768000/>

²⁷ Paris: Priorité Piéton! Plan Piéton 2023 -2030 de la Ville de Paris; <https://www.paris.fr/pages/un-plan-parisien-pour-donner-la-priorite-aux-pietons-25499>

²⁸ Plan Vélo 2021-2026; <https://cdn.paris.fr/paris/2021/12/08/2fc9cb8ad6db58b6bfde3e6ccfc4c48c.pdf>

le bici e migliorare la segnaletica per i ciclisti. L'attenzione a questo tipo di mobilità ha favorito un incremento del 34,1% del volume di traffico ciclabile nel 2024 rispetto al 2020.

Parallelamente, nel 2024 il traffico automobilistico ha continuato a diminuire, registrando rispetto al 2023 un calo del 12,5% nel centro di Parigi e dell'1,3% sul Boulevard Périphérique rispetto al 2021. Questi dati sono ancora più significativi se confrontati con quelli del 2002, con una riduzione del traffico rispettivamente per le due aree del 60% e del 18,5%²⁹.

Il 2022 ha segnato la ripresa del trasporto pubblico rispetto al periodo pandemico, sebbene i livelli pre-crisi non siano stati ancora completamente raggiunti. La metropolitana e le linee ferroviarie RER hanno recuperato rispettivamente il 90% e il 93% dei passeggeri del 2019, mentre le reti di superficie hanno raggiunto l'80% dell'affluenza pre-pandemica. Questo trend positivo indica una graduale normalizzazione delle abitudini di spostamento dei cittadini, in un contesto di crescente adozione di modalità di trasporto sostenibili.

Sul fronte della riduzione delle emissioni di carbonio, con l'obiettivo di dimezzare le emissioni di gas serra entro il 2030 rispetto ai livelli del 2004, Parigi sta adottando un piano di mobilità sostenibile che si concentra sulla riduzione del ruolo dell'automobile e sull'adozione di tecnologie e infrastrutture più ecologiche. Il 2022 è stato l'anno del sorpasso delle immatricolazioni dei veicoli elettrificati rispetto a quelli a combustione interna, con un aumento del 18,1% per gli ibridi e del 13,7% per gli elettrici. Anche il numero di ricariche effettuate presso le stazioni di ricarica elettrica Belib' è quadruplicato rispetto al 2021, evidenziando un aumento della domanda di infrastrutture per i veicoli elettrici³⁰.

Infine, l'ammodernamento degli assi principali del traffico, con particolare attenzione alla mobilità dolce, è un altro elemento centrale delle politiche di transizione di Parigi. Dal 2025 è previsto l'inserimento di corsie dedicate al *car pooling* e ai trasporti pubblici nella tangenziale, mentre a partire da ottobre 2024 la velocità è già stata ridotta a 50 km/h per favorire una circolazione più sicura e meno inquinante³¹. Già dal 2021, nella maggior parte delle strade parigine vige il limite di velocità a 30 km/h. Parallelamente, la città introdurrà tariffe di parcheggio più elevate per i veicoli più inquinanti, come SUV e 4x4, in un ulteriore sforzo per disincentivare l'uso di veicoli ad alte emissioni, il cui accesso è già limitato dall'adozione di Zone a Traffico Limitato e bollini Crit'Air di riconoscimento della classe emissiva del mezzo.

Il sistema di *vignette Crit'Air* è in vigore nella capitale francese dal 2016. Le *vignette Crit'Air* sono bollini ambientali che permettono o limitano l'accesso nelle zone ambientali ZCR (*Zone à Circulation Restrainte*) permanente e ZPA (*Zone de Protection de l'Air*), attivata in caso di pericolo per l'innalzamento delle emissioni nell'aria. Il bollino viene assegnato in base allo Standard Euro e all'alimentazione del veicolo, come riportato nella Tabella 4.

Tipo di veicolo	Classe vignetta	Colore bollino
Elettriche e idrogeno	Crit'Air E	Verde
Benzina e ibride euro 5 e 6	Crit'Air 1	Viola
Benzina euro 4; diesel euro 5 e 6	Crit'Air 2	Giallo
Benzina euro 2 e 3; diesel euro 4	Crit'Air 3	Arancio
Diesel euro 3	Crit'Air 4	Marrone
Diesel euro 2	Crit'Air 5	Grigio
Euro 1 e precedenti	Non classificato	Nessun bollino

Tabella 4: Specchietto di conversione tra classificazione Crit'Air adottata in Francia e Standard Euro

²⁹ Observatoire Parisien des Mobilités; <https://opendata.paris.fr/pages/observatoire-parisien-mobilites/>

³⁰ Le Bilan des Déplacements en 2022 a Paris; Observatoire Parisien des Mobilités

³¹ <https://www.paris.fr/pages/voie-dediee-au-covoiturage-limitation-de-vitesse-le-boulevard-peripherique-s-accorde-au-plan-climat-25180>

2.5.7 Roma

A Roma, le Zone a Traffico Limitato sono concentrate nelle aree centrali della città (Centro Storico, il Tridente, Trastevere, San Lorenzo e Testaccio) con l'obiettivo di ridurre il traffico e le emissioni inquinanti. Oltre alle ZTL tradizionali, esistono zone con limitazioni specifiche per i veicoli commerciali (ZTL Merci e VAM) e la cosiddetta Fascia Verde, un'ampia area intorno al centro storico con restrizioni mirate al contenimento delle emissioni inquinanti.

Dal 1° novembre 2023, nella Fascia Verde è vietata la circolazione di veicoli a benzina e diesel Euro 2 o inferiori, così come diesel Euro 3. Sono previsti ulteriori provvedimenti in caso di superamento dei limiti di inquinamento atmosferico, con restrizioni più severe nei "Livelli Arancio" e "Rosso" per veicoli più recenti come i diesel Euro 5 ed Euro 6. Roma ha anche introdotto le "Domeniche Ecologiche", durante le quali il traffico privato è vietato nella Fascia Verde per alcune ore della giornata.

Le ZTL del centro hanno orari variabili: per esempio, la ZTL Centro Storico è attiva nei giorni feriali e nei weekend con orari specifici, mentre la ZTL Tridente è più restrittiva. Alcune categorie di veicoli, come quelli elettrici e i motocicli, possono accedere previa registrazione o autorizzazione.

La Fascia Verde, che copre circa il 45% del territorio all'interno del Grande Raccordo Anulare, ha subito un ridisegno recente per migliorarne l'efficacia, con l'installazione di nuovi varchi elettronici entro il 2024, per monitorare l'accesso e il rispetto delle limitazioni. Per alleggerire le restrizioni, è stato introdotto il sistema MOVE-IN, che permette l'uso limitato di veicoli più vecchi, monitorandone i chilometri percorsi tramite una scatola nera.

Il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) di Roma Capitale, adottato nel 2023 e pienamente attivo, si inserisce in un quadro articolato di obiettivi di sostenibilità ambientale, e propone azioni concrete e misurabili per raggiungere risultati significativi nel medio e lungo termine.

Uno degli obiettivi principali del PUMS è ridurre la congestione stradale e le emissioni inquinanti, in particolare quelle prodotte dal trasporto su strada (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂ e i precursori dell'ozono, noti per il loro impatto negativo sulla salute pubblica e sull'ambiente).

Per raggiungere questi obiettivi, il PUMS prevede una serie di strategie e azioni specifiche:

Velocizzare il Trasporto Pubblico Locale (TPL). Per migliorare l'efficienza del TPL, si propone la realizzazione di corsie preferenziali e assi attrezzati, l'installazione di impianti semaforici che favoriscano il passaggio dei mezzi pubblici, e la revisione delle infrastrutture per fluidificare i percorsi del trasporto pubblico. Questi interventi sono mirati a ridurre i tempi di percorrenza e ad aumentare l'attrattività del trasporto pubblico rispetto all'auto privata.

Politiche di regolazione. Il piano include l'introduzione di misure come la "Pollution Charge" per disincentivare l'uso dell'auto privata nelle aree a maggiore inquinamento, la sosta tariffata per limitare la presenza di veicoli nelle zone centrali, e un nuovo regolamento per i bus turistici.

Integrazione dei sistemi di trasporto. Il PUMS promuove la costruzione di parcheggi di interscambio che permettano ai cittadini di combinare l'uso dell'auto privata con il trasporto pubblico, riducendo così il numero di veicoli in circolazione.

Promozione di trasporti innovativi e sostenibili. È previsto il rinnovo del parco veicolare pubblico e l'introduzione di incentivi per l'adozione di veicoli a bassa emissione, con l'obiettivo di diminuire l'impatto ambientale del settore dei trasporti.

Gli indicatori di successo per queste azioni includono l'aumento dei nodi di interscambio, la capacità dei parcheggi per moto e bici, l'estensione della rete di trasporto pubblico e la riduzione dei flussi veicolari.

Un altro obiettivo centrale del PUMS è migliorare l'efficienza e la sostenibilità energetica del sistema di mobilità, in linea con gli sforzi per contrastare i cambiamenti climatici e ridurre drasticamente le emissioni di gas serra entro il 2030.

Le azioni specifiche comprendono:

Logistica urbana a zero emissioni. Entro il 2030, Roma si impegna a creare un sistema di logistica urbana che non produca emissioni di CO₂, attraverso la conversione del parco veicolare del TPL e dei servizi comunali.

Incentivi per l'auto elettrica. Si prevede di promuovere l'uso di veicoli elettrici e di implementare sistemi di ricarica intelligente alimentati da energie rinnovabili.

Infine, il PUMS di Roma si propone di ridurre le emissioni acustiche derivanti dal traffico. Le strategie includono la conversione del parco veicolare con mezzi più silenziosi, l'uso di materiali fonoassorbenti nei progetti infrastrutturali, e la promozione di modalità di trasporto alternative come la bicicletta e gli spostamenti a piedi.

Gli indicatori per monitorare i progressi includono la percentuale di cittadini esposti a livelli di rumore superiori ai limiti raccomandati e l'uso di veicoli elettrici.

2.5.8 Milano

Anche a Milano sono state adottate delle zone a traffico limitato per limitare la circolazione in due aree denominate C e B. L'Area C comprende la parte più centrale della città, mentre l'Area B è estesa a quasi tutto il territorio comunale.

Le regole per l'Area C, operativa dal lunedì al venerdì dalle 7:30 alle 19:30, prevedono il pagamento di un ticket di ingresso, con modalità facilitata per i residenti. Le restrizioni attive nell'Area C riguardano tutte le categorie di veicoli in base alle loro classi emissive. In particolare, non possono più accedere e circolare le auto per trasporto persone a benzina da Euro 0 a 3, diesel fino ad euro 5, e le auto a doppia alimentazione diesel- GPL e diesel fino a Euro 4. Per il futuro le restrizioni verranno estese a nuove categorie: nel 2027 saranno interessate le auto Euro 4 benzina, nel 2028 e nel 2029 le diesel Euro 6 da A a D, e nel 2030 le auto a benzina Euro 5. Per quel che riguarda i veicoli per il trasporto merci, le restrizioni già in vigore sono molto simili a parte alcune eccezioni per i veicoli diesel Euro 5 provvisti di FAP e per i veicoli a benzina Euro 3 che potranno circolare fino a ottobre 2025.

L'Area B è soggetta a delle limitazioni permanenti a prescindere dai livelli di inquinamento dell'aria. La circolazione è interdetta, nella fascia oraria 7.30-19.30 nei giorni feriali, a tutti i veicoli di classe Euro 0 e 1, e per i veicoli diesel il divieto si estende fino agli Euro 4. Mentre gli autobus diesel Euro 0, 1 e 2 e i motocicli e ciclomotori due tempi Euro 0 non possono più circolare, e motocicli e ciclomotori due tempi Euro 1 sono fermi dal 1° ottobre al 31 marzo. Dal 1° ottobre 2025, verranno progressivamente introdotte limitazioni per i veicoli Euro 5 diesel.

Alle limitazioni permanenti se ne affiancano altre temporanee che vengono attivate nel periodo dal 1° ottobre a fine marzo, nel caso in cui i livelli di PM₁₀ superino il limite consentito per due giorni consecutivi. Ad esempio, è previsto lo stop alla circolazione dei veicoli Euro 0 e 1 di tutte le alimentazioni e dei veicoli fino a Euro 4 alimentati a diesel, nella fascia oraria dalle 7.30 alle 19.30.

I veicoli più inquinanti possono aderire al servizio Move- In³² (Monitoraggio Veicoli Inquinanti), che in alternativa alle limitazioni su fasce orarie, consente un limite massimo di chilometri annuali in base alla tipologia e alla classe ambientale del veicolo.

³² Il servizio MoVe-In, attivo dal 1° ottobre 2019, monitora le percorrenze reali tramite una black-box installata sul veicolo in collegamento satellitare a un'infrastruttura tecnologica dedicata.

Il PUMS della Città Metropolitana di Milano affronta vari temi strategici legati alla mobilità, con un focus particolare sugli impatti ambientali. Il Rapporto Ambientale del PUMS valuta gli effetti delle azioni previste sulle componenti ambientali, evidenziando le interferenze potenziali rispetto allo stato delle stesse e alle loro criticità. Viene promosso il trasporto pubblico, sia su ferro che su gomma, per migliorare la connessione con i principali nodi della rete. Questo approccio mira non solo a potenziare l'infrastruttura, ma anche a migliorare la qualità della vita attraverso l'inclusione sociale e l'accesso ai servizi. Il PUMS sottolinea la necessità di una stretta correlazione tra pianificazione urbanistica e mobilità, limitando l'espansione del traffico stradale e promuovendo zone a traffico limitato e mobilità ciclistica. Altre priorità includono la sicurezza dei trasporti e la riduzione dell'inquinamento atmosferico e acustico, con l'obiettivo di migliorare la vivibilità e l'attrattività urbana, sostenendo al contempo uno sviluppo sostenibile del territorio.

Trasporto pubblico ferroviario. Pur non essendo direttamente gestito dalla Città Metropolitana, il PUMS sottolinea l'importanza del trasporto ferroviario, in particolare sulle tratte suburbane. Gli obiettivi includono l'ottimizzazione delle prestazioni e l'attrattività del treno attraverso miglioramenti tecnologici e infrastrutturali, l'adeguamento dei nodi di stazione per aumentarne l'accessibilità, e campagne di sensibilizzazione per incentivare l'uso del treno. Queste azioni mirano a ridurre l'inquinamento atmosferico e acustico derivante dal traffico stradale.

Trasporto pubblico rapido di massa (TRM). Il PUMS considera centrale la mobilità pubblica come alternativa all'uso dell'auto privata. Le strategie includono l'espansione e la riqualificazione della rete TRM, il miglioramento della capacità e sicurezza del servizio, e l'integrazione dei vari sistemi di trasporto. Queste misure, integrate con l'accessibilità per le utenze deboli, puntano a un miglioramento complessivo della qualità urbana e della sostenibilità ambientale.

Trasporto pubblico su gomma. Nonostante l'emergenza sanitaria abbia ridotto la capacità e l'uso del trasporto pubblico, il PUMS riconferma il ruolo strategico del TPL su gomma. Azioni previste includono la fluidificazione delle linee, la riqualificazione delle fermate, e l'integrazione con altri sistemi di trasporto. Queste iniziative mirano a riequilibrare l'uso dei mezzi di trasporto, riducendo le emissioni inquinanti e migliorando l'accessibilità.

Viabilità e sicurezza stradale. Il PUMS propone azioni per migliorare la sicurezza e ridurre la congestione stradale. Interventi infrastrutturali e regolativi mirano a rendere più sicura la rete viaria e a limitare l'uso di veicoli privati, con benefici ambientali come la riduzione delle emissioni e il miglioramento della qualità della vita urbana.

Ciclabilità. La promozione della mobilità ciclistica è centrale nel PUMS, con l'obiettivo di ridurre l'uso dell'auto privata. Il Biciplan prevede interventi per ampliare e mettere in sicurezza le piste ciclabili, promuovendo l'uso della bicicletta anche attraverso servizi come il *bike sharing* e l'introduzione di biciclette a pedalata assistita.

Mobilità condivisa ed elettrica: Il PUMS incoraggia l'uso della mobilità condivisa e dei veicoli elettrici, promuovendo infrastrutture per la ricarica e soluzioni di trasporto innovative. Queste azioni mirano a ridurre l'uso di veicoli privati, diminuendo le emissioni inquinanti e migliorando l'accessibilità e l'inclusione sociale.

I nodi di interscambio, come stazioni e fermate del trasporto pubblico, rivestono un ruolo cruciale nel favorire lo spostamento verso mezzi di trasporto più sostenibili. Il PUMS mira a renderli punti di accesso sicuri, accessibili e integrati nel contesto territoriale, promuovendo scambi veloci e convenienti tra diverse modalità di trasporto. Questo approccio dovrebbe incentivare l'uso del trasporto pubblico, riducendo l'afflusso di veicoli privati e, di conseguenza, le emissioni inquinanti e sonore.

Il *Mobility Management* è un altro strumento chiave del PUMS, che punta a coordinare e ottimizzare gli spostamenti quotidiani, riducendo l'uso dell'auto privata a favore di soluzioni di mobilità condivisa e

sostenibile. L'introduzione di *Mobility Manager* nelle aziende, nelle scuole e nei comuni è volta a riorganizzare i tempi e gli orari delle città, riducendo i picchi di domanda e congestionamento, con effetti positivi sulla qualità dell'aria e del clima acustico.

In termini di scenari futuri, il PUMS prevede una serie di azioni a breve, medio e lungo termine che dovrebbero migliorare il livello di servizio della rete stradale, aumentando la velocità media di percorrenza e riducendo la congestione. Questi cambiamenti, insieme a un parco veicolare più ecologico e un maggiore utilizzo del *car sharing* e della mobilità ciclabile, contribuiranno a migliorare la qualità dell'aria e a rendere la città più vivibile e sostenibile.

2.5.9 Torino

Anche a Torino il contenimento delle emissioni dovute ai veicoli stradali viene attuato soprattutto attraverso misure di limitazione della circolazione. In particolare, nei giorni feriali, dalle 7:30 alle 10:30, è vietata la circolazione e la sosta all'interno della ZTL Centrale, a meno che non si sia in possesso di un'autorizzazione (e comunque il veicolo deve essere almeno di categoria Euro 3, oppure Euro 2 alimentato a GPL o Metano). Quest'area, situata nel centro della città, è sorvegliata da telecamere in 27 punti per controllare gli accessi, e da altre 11 telecamere nelle aree con ulteriori limitazioni. I veicoli autorizzati vengono identificati tramite il monitoraggio della targa. Al di fuori della ZTL Centrale, altre zone come Statuto, Valperga e Valentino sono anch'esse monitorate con telecamere.

I servizi di *car sharing* hanno libero accesso alla ZTL, tranne che nelle strade riservate al trasporto pubblico e nella ZTL Valentino. Quest'ultima si trova all'interno del Parco Valentino ed è chiusa al traffico 24 ore su 24.

All'interno della ZTL Centrale esistono altre aree con restrizioni specifiche e più stringenti con fasce orarie di chiusura e orari di accesso dedicate al carico e scarico merci.

Nella Città di Torino è sempre vietata la circolazione ai veicoli per trasporto merci e persone alimentati a benzina e diesel Euro 0, 1 e 2, GPL e metano Euro 0 e 1.

Nei mesi da settembre ad aprile, si applica anche il blocco h24 alla circolazione dei ciclomotori e motocicli Euro 0 e 1.

Altre misure messe in campo sono le limitazioni temporanee, denominate semaforo antismog, che si attivano a due diversi livelli nel caso in cui si prevedano superamenti dei limiti delle emissioni per più giorni consecutivi. Tali previsioni sono calcolate con un sistema modellistico integrato di valutazione e previsione meteo, a cura di Arpa Piemonte.

Dopo il livello 0 o semaforo verde per cui si applicano solo le limitazioni strutturali, il livello 1 o arancio si attiva qualora la media giornaliera di PM₁₀ superi il valore limite di 50 µg/m³ per tre giorni consecutivi. In tal caso oltre alle limitazioni strutturali si aggiunge lo stop anche ai veicoli diesel Euro 5 per trasporto persone, sempre nella fascia oraria dalle 8:00 alle 19:00.

Il livello 2 o rosso si attiva qualora si preveda una media giornaliera di PM₁₀ superi il valore di 75 µg/m³ (1,5 volte il limite consentito) per tre giorni consecutivi, e comporta un ulteriore fermo che riguarda i veicoli diesel Euro 5 per il trasporto merci oltre che persone.

Il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della Città Metropolitana di Torino si sviluppa su un orizzonte temporale di dieci anni, dal 2020 al 2030, con l'obiettivo di trasformare il sistema di mobilità e trasporti in una realtà più accessibile, sicura e meno inquinante. Approvato dal Consiglio metropolitano il 20 luglio 2022, il PUMS mira a migliorare la qualità della vita dei cittadini attraverso un approccio integrato. Tra gli obiettivi principali vi è la garanzia del diritto alla mobilità per tutti i cittadini, promuovendo una maggiore sicurezza stradale e riducendo i costi della mobilità attraverso servizi integrati.

Il PUMS è articolato per settore e prevede: un Biciplan, un Piano dell'accessibilità e dell'intermodalità e un Piano della logistica.

Uno degli ambiti chiave del PUMS è la promozione della mobilità dolce. Nello scenario di riferimento, sono infatti previste iniziative come l'attuazione del Biciplan di Torino (che prevede percorsi ciclabili nella città ma anche la creazione di superciclabili che colleghino Torino con i comuni della cintura), l'introduzione di Zone 30, sia in città che nei comuni limitrofi, e la promozione dell'integrazione del trasporto ciclabile con il servizio ferroviario metropolitano attraverso l'iniziativa Bike-to-Rail.

Per quanto riguarda la mobilità individuale, il PUMS prevede interventi diffusi sia sulla rete viaria urbana che extraurbana, come gli adeguamenti della rete viaria interna della Città Metropolitana, e progetti più ambiziosi come la realizzazione di nuove infrastrutture stradali, tra cui Corso Marche e la Gronda Est, oltre all'introduzione di limiti di velocità e schemi tariffari alternativi nelle tangenziali. Queste azioni mirano a ridurre il traffico, migliorare la fluidità della circolazione e ridurre le emissioni inquinanti.

Il trasporto pubblico è un altro pilastro del PUMS. Nello scenario di riferimento, sono previsti interventi come il potenziamento del Servizio Ferroviario Metropolitano (SFM) e la velocizzazione della rete tranviaria. Lo scenario di piano amplia queste azioni, includendo il prolungamento delle linee metropolitane M1 e M2, l'estensione delle linee tranviarie e la creazione di nuove busvie elettriche. L'obiettivo è migliorare l'accessibilità e l'efficienza del trasporto pubblico, riducendo la dipendenza dall'auto privata e favorendo una mobilità più sostenibile.

In termini di interventi trasversali, il PUMS punta sul miglioramento del *Mobility Management* e sull'incremento dell'uso di veicoli elettrici e di carburanti alternativi. Nello scenario di piano, si prevede che il 25% del parco veicoli sarà elettrico, e che il parco bus sarà ulteriormente elettrificato. Inoltre, sono previste ulteriori sperimentazioni di veicoli a guida autonoma e l'introduzione di un nuovo disegno urbano basato sul concetto della "Città del quarto d'ora", che mira a portare i servizi essenziali a breve distanza dalle abitazioni, riducendo così la necessità di spostamenti motorizzati.

I risultati attesi dal PUMS sono significativi: un aumento del 52% degli spostamenti motorizzati collettivi, una riduzione del 12,6% dei volumi di traffico, una diminuzione del 15,5% dei tempi di percorrenza, e una riduzione delle emissioni di CO₂ e PM rispettivamente del 27,8% e del 33,9%.

2.5.10 Napoli

Le ZTL di Napoli sono 7 e tutte in zone storiche della città: Tarsia – Pignasecca – Dante, Centro Antico, Belledonne – Martiri – Poerio, Morelli – Filangieri – Mille, Chiaia, Marechiaro, Via Padre Gaetano Errico, a queste vanno aggiunte 9 aree pedonali e, da qualche anno, il parziale divieto di circolazione e di transito veicolare (eccetto i residenti) in alcune strade del Vomero.

L'ultimo divieto alla circolazione per motivi ambientali applicato a Napoli è stato tra il 1° ottobre 2018 e il 31 marzo 2019 e prevedeva il blocco per 3 giorni alla settimana in determinate fasce orarie e riguardava tutti i veicoli privati destinati al trasporto di persone e merci sull'intero territorio cittadino (fatti salvi i veicoli elettrici, a metano e a GPL e i ciclomotori). Ad oggi nel periodo che va da ottobre a marzo, dal lunedì al venerdì nella fascia oraria 8.30-18.30 non possono circolare le auto Euro 0 e 1 a benzina e le diesel fino a Euro 4. Le misure temporanee in casi di superamento oltre 35 giorni, del limite di 50 µg/m³ di PM₁₀ prevedono che dal 1° ottobre al 31 dicembre 2024 per tutti i veicoli sia vietata la sosta con il motore acceso (con ordinanza sindacale, il provvedimento è stato preso anche nel 2025).

Il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) e il Biciplan della Città Metropolitana di Napoli rappresentano strumenti strategici fondamentali per promuovere una mobilità sostenibile, integrata e inclusiva nella città partenopea, con l'obiettivo di migliorare la qualità della vita dei cittadini e ridurre l'impatto ambientale delle attività di trasporto. Sebbene il PUMS non sia un piano attuativo con effetti

immediati sul territorio, esso costituisce un importante supporto nella formazione dei piani urbanistici generali, orientando le politiche di traffico e trasporto pubblico verso una maggiore sostenibilità.

Le azioni proposte nel PUMS e nel Biciplan sono in linea con i principi di sostenibilità ambientale, sociale ed economica. Tra gli obiettivi principali figurano l'aumento della mobilità sostenibile per persone e merci, la riduzione delle emissioni di gas serra, il miglioramento della sicurezza stradale e l'accessibilità per tutti, con particolare attenzione agli utenti vulnerabili come pedoni, ciclisti, anziani e persone con disabilità.

Il PUMS della Città Metropolitana di Napoli prevede un approccio integrato che considera diversi ambiti della mobilità, dalla mobilità dolce e individuale, fino al trasporto pubblico e alle infrastrutture tecnologiche di supporto. In termini di mobilità dolce, il piano prevede un significativo incremento delle piste ciclabili e la loro integrazione con quelle esistenti, l'istituzione di Zone 30 per moderare la velocità del traffico e l'espansione delle aree pedonali. La creazione di percorsi sicuri per ciclisti e pedoni non solo contribuisce alla riduzione delle emissioni, ma favorisce anche la riqualificazione delle aree urbane, migliorando la vivibilità e la sicurezza dei quartieri.

Il piano prevede il potenziamento del TPL su gomma e su ferro, con la sostituzione dei mezzi vetusti con veicoli a ridotte emissioni. L'obiettivo è aumentare il numero di passeggeri trasportati, riducendo così il traffico veicolare privato e le relative emissioni atmosferiche e acustiche. Particolare attenzione è rivolta alle connessioni marittime, con l'introduzione di mezzi meno inquinanti, in linea con gli obiettivi di decarbonizzazione dei trasporti. Le strategie adottate mirano a un riequilibrio modale della mobilità, incentivando il passaggio dal trasporto privato a quello pubblico, con un impatto positivo sulla qualità della vita, soprattutto per le fasce di popolazione più fragili, come bambini e anziani.

Per quanto riguarda la mobilità individuale motorizzata, il PUMS si concentra sulla fluidificazione del traffico, che dovrebbe portare a una riduzione dei fenomeni di congestione e delle emissioni. Il piano prevede il completamento di interventi infrastrutturali già avviati e l'ottimizzazione dei consumi attraverso una gestione più efficiente del traffico. Inoltre, l'introduzione di sistemi di trasporto intelligente (ITS) contribuirà a una mobilità più razionale, riducendo l'esposizione della popolazione all'inquinamento e migliorando la sicurezza stradale.

L'obiettivo a lungo termine del PUMS è un significativo cambiamento nella ripartizione modale della mobilità. Nel breve-medio periodo, si prevede una riduzione dell'uso dell'auto privata al 56,2%, mentre nel medio-lungo periodo questa percentuale dovrebbe scendere al 44%. Contestualmente, si punta a incrementare l'uso delle reti di mobilità dolce, che potrebbe raggiungere il 13,7% nel breve-medio periodo e il 16,7% nel medio-lungo periodo. Il trasporto pubblico, sia su ferro che su gomma, dovrebbe attestarsi su valori del 30,1% nel breve-medio periodo e del 39,4% nel medio-lungo periodo. Questi obiettivi riflettono una visione ambiziosa e sostenibile della mobilità urbana, con benefici tangibili per l'ambiente e la qualità della vita dei cittadini.

3 LA FOTOGRAFIA DEL PARCO CIRCOLANTE

In questo capitolo viene illustrata la fotografia del parco auto circolante nel contesto europeo e in modo più approfondito per Francia, Germania, Spagna e Regno Unito, oltre all'Italia. Dopo una iniziale panoramica degli scenari nazionali, sono stati dettagliati alcuni aspetti a livello locale relativi ai comuni di Parigi, Berlino, Madrid, Barcellona e Londra, messi a confronto, dove possibile, con le caratteristiche di alcune città italiane: Milano, Napoli, Roma e Torino.

3.1 Fotografia del parco auto circolante in alcune nazioni europee

3.1.1 Parco auto circolante e tasso di motorizzazione

Nelle due tabelle proposte a seguire si riporta il numero delle automobili circolanti in Italia, Francia, Germania, Spagna, Regno Unito e in Europa dal 2018 al 2024, prima in valori assoluti e poi rispetto alla popolazione.

Negli ultimi anni il parco auto ha visto valori sempre crescenti in tutti i Paesi considerati e in Europa, in generale. I valori assoluti più elevati si registrano in Germania, seguita dall'Italia, mentre il parco auto meno consistente si rileva in Spagna.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Italia	39.018.170	39.545.232	39.717.874	39.822.723	40.213.061	40.915.229	41.340.516
Francia	38.229.305	38.422.428	38.468.861	38.817.350	38.970.771	39.258.632	39.738.933
Germania	47.095.784	47.715.977	48.248.584	48.540.878	48.763.036	49.098.685	49.339.166
Spagna	24.520.287	24.966.922	25.129.152	25.344.776	25.644.367	26.020.504	26.469.462
UK	34.887.915	35.168.259	36.454.665	36.728.649	37.050.775	37.754.481	38.299.196
UE	239.047.934	237.415.206	239.907.608	242.871.234	245.344.959	248.824.542	255.999.373

Tabella 5: Numero delle automobili circolanti in alcuni stati europei, in UK e nell'Unione Europea dal 2018 al 2024

Fonte: ACEA, Vehicles on European roads

Rapportando il parco auto alla popolazione residente invece l'Italia risulta essere lo Stato con più auto pro-capite tra quelli esaminati in tutto il periodo osservato, arrivando nel 2024 a 701 auto per migliaio di abitanti.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Italia	645	661	666	672	681	694	701
Francia	570	571	570	573	572	576	580
Germania	569	575	580	584	586	591	591
Spagna	526	533	531	535	540	541	544
UK	526	528	548	548	548	551	553
UE	545	541	544	552	557	564	570

Tabella 6: Numero di automobili per 1.000 abitanti in alcuni stati europei, in UK e nell'Unione Europea dal 2018 al 2024

Fonte: ACEA, Vehicles on European roads

3.1.2 Parco auto per alimentazione, fasce di età, classe emissiva

Nella tabella che segue è riportato, in milioni, il numero di auto circolanti rispetto all'anno di prima immatricolazione nei Paesi considerati. Le auto che superano i 10 anni di età sono oltre il 50% per l'Italia, la Francia e la Spagna, mentre la maggiore presenza di auto con meno di 5 anni si riscontra in Germania (24,14%). In ogni caso l'età media delle auto supera i 10 anni in tutti i Paesi monitorati.

	Italia	Francia	Germania	Spagna	UK	UE
2024	1.699.341	1.627.036	2.572.081	995.933	2.065.451	
2023	1.716.147	1.707.530	2.536.119	905.858	1.909.635	
2022	1.445.725	1.487.588	2.303.710	785.004	1.604.042	
2021	1.558.317	1.638.092	2.102.286	799.077	1.588.845	
2020	1.441.391	1.679.462	2.395.724	796.702	1.576.750	
2019	1.966.187	2.130.199	3.092.876	1.141.209	2.226.586	
2018	1.918.329	2.124.595	2.931.680	1.215.169	2.250.054	
2017	1.946.760	2.043.245	2.842.272	1.151.216	2.376.000	
2016	1.792.368	1.932.638	2.689.345	1.075.504	2.497.491	
2015	1.521.701	1.789.742	2.467.081	972.546	2.411.395	
>10 anni	24.334.250	21.578.805	23.405.992	16.631.244	17.792.947	
Totale	41.340.516	39.738.933	49.339.166	26.469.462	38.299.196	
Età media (anni)	13,0	11,5	10,6	14,5	10,8	12,7
% auto > 10 anni	58,86%	54,30%	47,44%	62,83%	46,46%	
% auto < 5 anni	19,02%	20,48%	24,14%	16,18%	22,83%	

Tabella 7: Milioni di automobili circolanti secondo l'anno di prima di immatricolazione ed età media delle auto in alcuni stati europei, in UK e nell'Unione Europea. Anno 2024
Fonte dati: ACEA, Vehicles on European roads

Per quanto riguarda le fonti di alimentazione, sempre nel 2024, il primato spetta ancora alle auto a benzina in Italia, Germania e Regno Unito, seguite dalle auto a gasolio, mentre la percentuale di auto elettriche (BEV) rimane piuttosto bassa in Italia e Spagna (rispettivamente 0,7% e 0,8%); in Francia Germania e Regno Unito la percentuale sale fino al 3,8%, un punto percentuale e mezzo in più rispetto alla media europea.

	Benzina	Diesel	BEV	PHEV	HEV	Metano	GPL	Altro	N.C.
Italia	42,7	39,8	0,7	7,0		2,2	7,6	0,0	0,0
Francia	40,4	48,3	2,8	1,8	5,8	0,8	0,0	0,0	0,0
Germania	60,7	28,0	3,3	2,0	5,2	0,1	0,6	0,0	0,0
Spagna	39,2	52,4	0,8	1,0	6,0	0,1	0,5	0,0	0,0
UK	56,2	31,1	3,8	1,9	6,9	0,0	0,0	0,1	0,0
UE	49,2	38,4	2,3	1,4	5,0	0,6	2,7	0,3	0,2

Tabella 8: Percentuale di automobili suddivise per alimentazione in alcuni stati europei, in UK e nell'Unione Europea nel 2024
Fonte: ACEA, Vehicles on European roads

3.2 Il parco circolante confronto tra alcune città europee

3.2.1 Evoluzione del parco circolante

Il presente capitolo riporta il quadro del parco circolante autoveicoli e l'evoluzione che ha avuto negli ultimi dodici anni nelle città analizzate: Barcellona, Londra, Madrid, Parigi, oltre alle italiane, Milano, Napoli, Roma e Torino³³.

La Figura 3 mostra l'evoluzione del parco auto in numeri assoluti nelle città esaminate. Londra e Roma sono le città che registrano un numero maggiore di autoveicoli teoricamente circolanti al 2024 (rispettivamente oltre 2,6 milioni e oltre 1,8 milioni di veicoli).

Nella Greater London, la più estesa e popolosa, dal 2015 circa si assiste ad un incremento del numero di veicoli, con una lieve riduzione dal 2021 e una ripresa nel 2024.

Nella Capitale italiana il numero di auto in circolazione, nell'ultimo decennio, resta costante, con una tendenza ad aumentare negli ultimi tre anni considerati.

Tra le altre città analizzate, solo Madrid supera il milione di auto (oltre 1,4 milioni nel 2024), anche se le città italiane mostrano un trend in crescita negli ultimi anni.

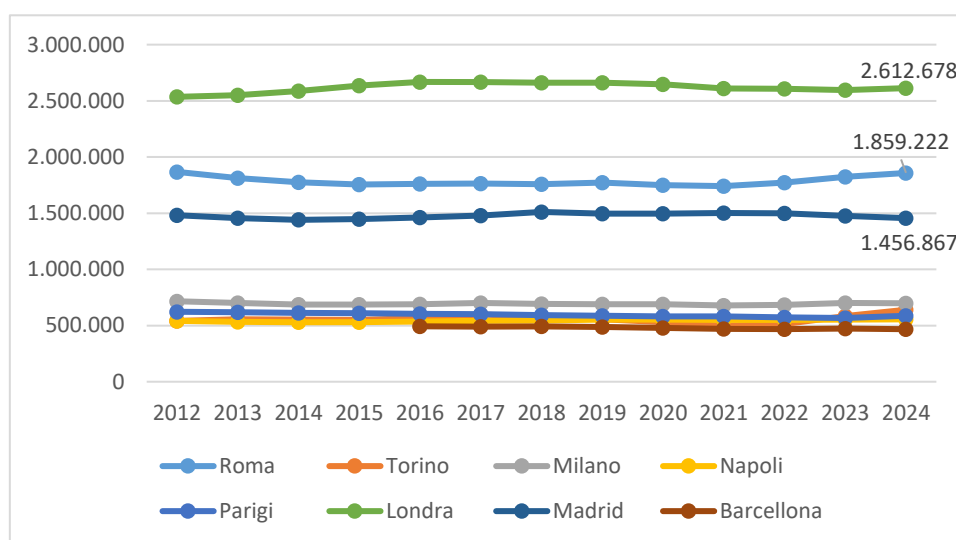


Figura 3: Evoluzione del parco auto in alcune città europee – Anni da 2012 al 2024
Fonte: si veda Nota 33

³³ I dati delle città europee elaborati in questo capitolo sono stati estratti da:

Statista: <https://www.statista.com/statistics/910658/population-of-london/#statisticContainer>

London DataStore, Department of Transport: <https://data.london.gov.uk/dataset/licensed-vehicles-type-0>

Institute national de la statistique et des études économiques: <https://www.insee.fr/en/statistiques/serie/001760155>

Ministères Aménagement Du Territoire Transitoire Écologique:

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/catalogue?page=dataset&datasetId=64511438f3196b5b550dd093>

Portale statistico del comune di Madrid:

https://portalestadistico.com/municipioencifras/?pn=madrid&pc=ZTV21&idp=&idioma=&idpl=1330&Id_Territorio=28079

Estudio del Parque Circulante de la Ciudad de Madrid, Año 2024, Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental

Ajuntament de Barcelona – Barcelona Dades, <https://portaldades.ajuntament.barcelona.cat/ca/>

ISTAT – demografia in cifre; ACI – Open Parco Veicoli

Un punto di vista differente viene fornito dall'osservazione del tasso di motorizzazione (veicoli/1.000 abitanti). Infatti, la Figura 4 rende subito evidente come, nonostante in numeri assoluti il parco auto di Londra sia il più numeroso, in rapporto alla popolazione la proporzione risulti invece tra le più basse (287).

Ancora più evidente è la differenza tra le altre città europee e i comuni italiani: Parigi conta 283 veicoli ogni 1.000 abitanti, Barcellona 278, mentre le città italiane sono quelle con i tassi di motorizzazione più elevati, Torino 752, Roma 676, Napoli 607 e infine Milano con 510 auto ogni 1.000 abitanti.

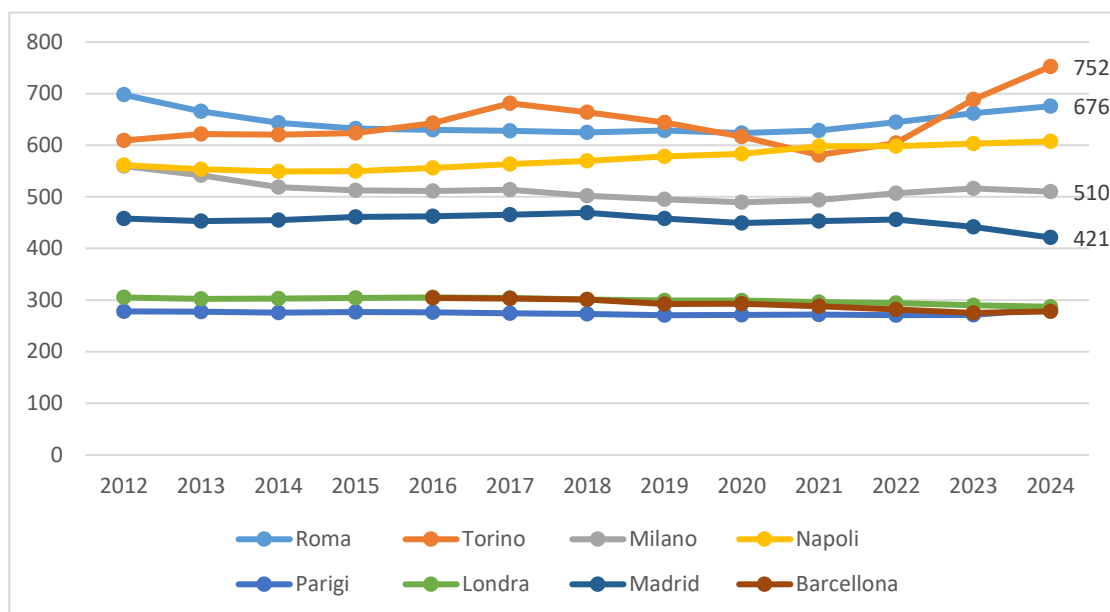


Figura 4: Evoluzione del tasso di motorizzazione (numero di auto/1.000 abitanti) in alcune città europee – Anni dal 2012 al 2024

Fonte: si veda Nota 33

3.2.2 Età del parco auto

La Figura 5 fotografa la distribuzione dei veicoli in base all'età nei comuni selezionati.

I comuni italiani hanno tutti percentuali di auto ultra decennali superiori al 40%. Particolarmente negativo è il caso di Napoli in cui quasi il 78% dei veicoli ha oltre 10 anni (e di questi il 47,6% oltre venti) e solo il 9% con meno di 5 anni.

Roma conta il 52% di ultradecennali, di cui quasi il 21% ultraventennali e il 25,5% di auto sotto i 5 anni d'età.

Milano conta quasi il 27% di auto con meno di 5 anni e Torino il 19%.

Corre obbligo, qui, specificare che molte auto ultra ventennali in Italia, ancora presenti nel Pubblico Registro Automobilistico, perché non radiate, probabilmente non sono realmente circolanti. Un dato che sembra trovare conferma da alcune indagini sul campo realizzate dalla Fondazione Caracciolo nella città di Roma e come di recente sottolineato dall'Istat³⁴.

³⁴Le percorrenze dei veicoli stradali circolanti 2021, ISTAT, Giugno 2025.

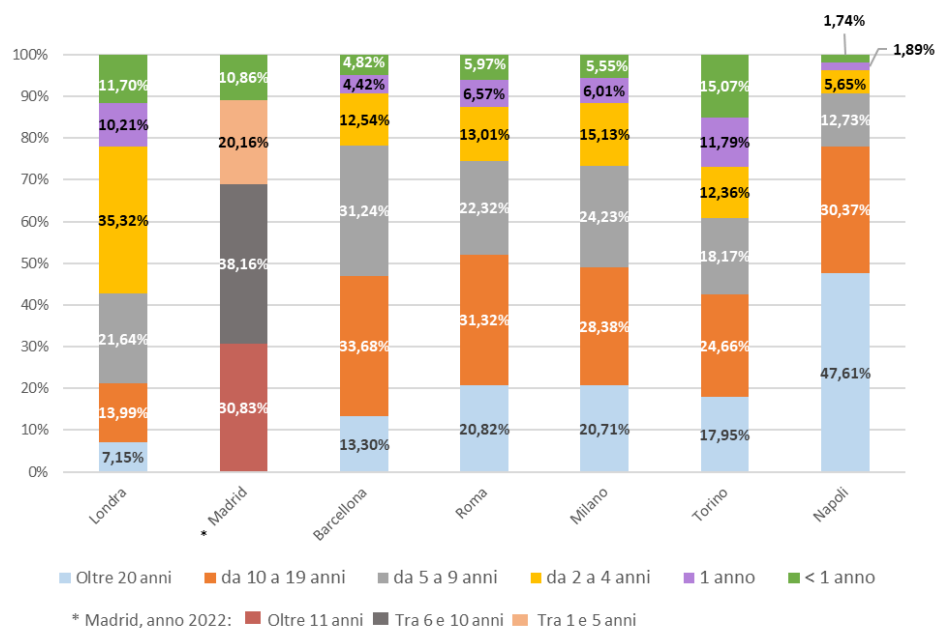


Figura 5: Età del parco auto in alcune città europee – anno 2024 (per Madrid anno 2022)
Fonte: si veda Nota 33

Tra le altre città europee, Londra è il comune con il maggior numero di auto di ultima generazione (quasi il 57% di veicoli con meno di 5 anni) e il numero più basso di veicoli ultradecennali (21%).

Barcellona registra una quota di veicoli nuovi (<5anni) del 21,8% e il 47% di ultradecennali.

Gli ultimi dati disponibili della città di Madrid sono del 2022, i veicoli con oltre 11 anni d'età rappresentano quasi il 31% del parco circolante, mentre i veicoli più moderni sono il 39% (meno di un anno e fino a 5).

3.2.3 Alimentazione e classe emissiva del parco auto

Di seguito, le Figure 6, 7 e 8 mostrano l'evoluzione del parco auto circolante per tipo di alimentazione, secondo i dati degli archivi dei pubblici registri delle città di Barcellona, Londra, Parigi, Napoli, Milano, Roma e Torino.

L'evoluzione del parco auto, considerato circolante, dipende da molti fattori, tra questi, da un lato, le politiche di incentivazione come, ad esempio, a livello nazionale e regionale, i contributi per la sostituzione dei veicoli più inquinanti con veicoli *neutral* e *low carbon*, e, a livello locale, le agevolazioni per la libera circolazione nelle ZTL o la sosta gratuita nelle strisce blu. Allo stesso tempo, le scelte di acquisto e sostituzione dei veicoli possono essere influenzate da misure di disincentivazione come, a livello nazionale, ad esempio, l'aumento delle tasse per i veicoli considerati più inquinanti, e, a livello locale, attraverso l'uso della misura della limitazione della circolazione (strutturale o emergenziale), in aree più o meno ampie del territorio, per alcuni tipi di alimentazione e Standard emissivo. Ma non possiamo escludere anche fattori culturali, sociali ed economici nelle scelte degli utenti automobilisti.

L'analisi mette in evidenza come i veicoli elettrici (BEV) rappresentino ancora percentuali residuali rispetto al totale del parco auto. Le Figure riportano solo le percentuali sopra l'1%. Le città con un incremento maggiore delle auto elettriche negli ultimi 3/4 anni sono sicuramente Londra (passata da un 1,6% nel 2021 al 2,6% nel 2022, fino a raggiungere il 5,4% nel 2024) e Parigi (dall'1,6% nel 2021 al 4,1% nel 2024). Barcellona nel 2024 registra una quota del 1,3%, così come Milano, Roma e Torino.

Le ibride elettriche crescono molto in tutte le città (con punte che vanno dal 11% minimo a oltre il 17% come quota massima nel 2024, ad eccezione di Napoli (2,5% nel 2024). Le auto termiche (benzina e diesel) rappresentano ancora la grande maggioranza dei veicoli circolanti, ma con una tendenza in forte calo dei veicoli diesel e, in Italia, anche delle auto a benzina.

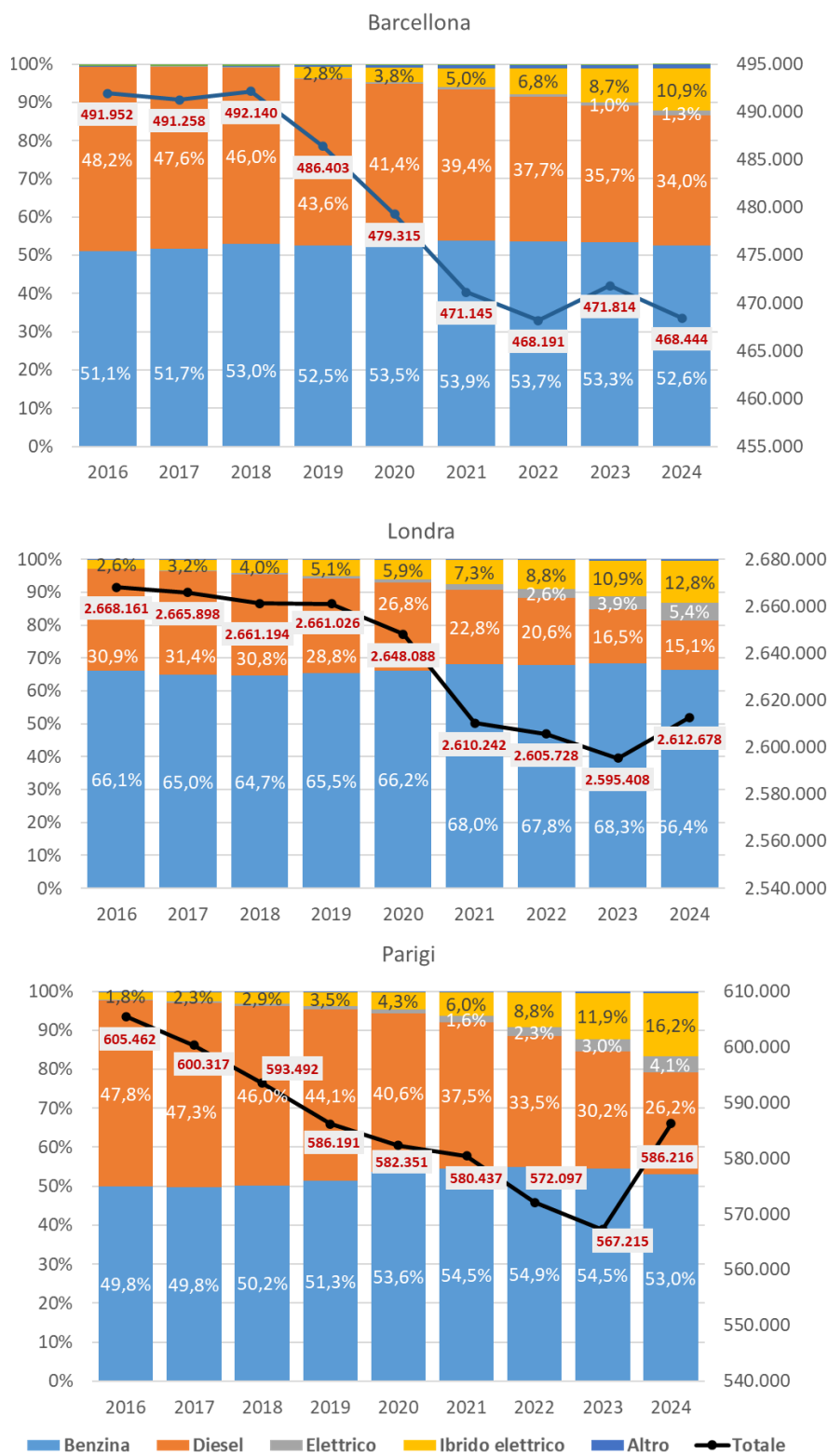


Figura 6: Evoluzione parco auto circolante per tipo di alimentazione nelle città di Barcellona, Grande Londra e Parigi (Anni 2016 – 2024), (val. %) (Totali n.a.)
Fonte: elaborazione Fondazione Caracciolo su dati in Nota 33

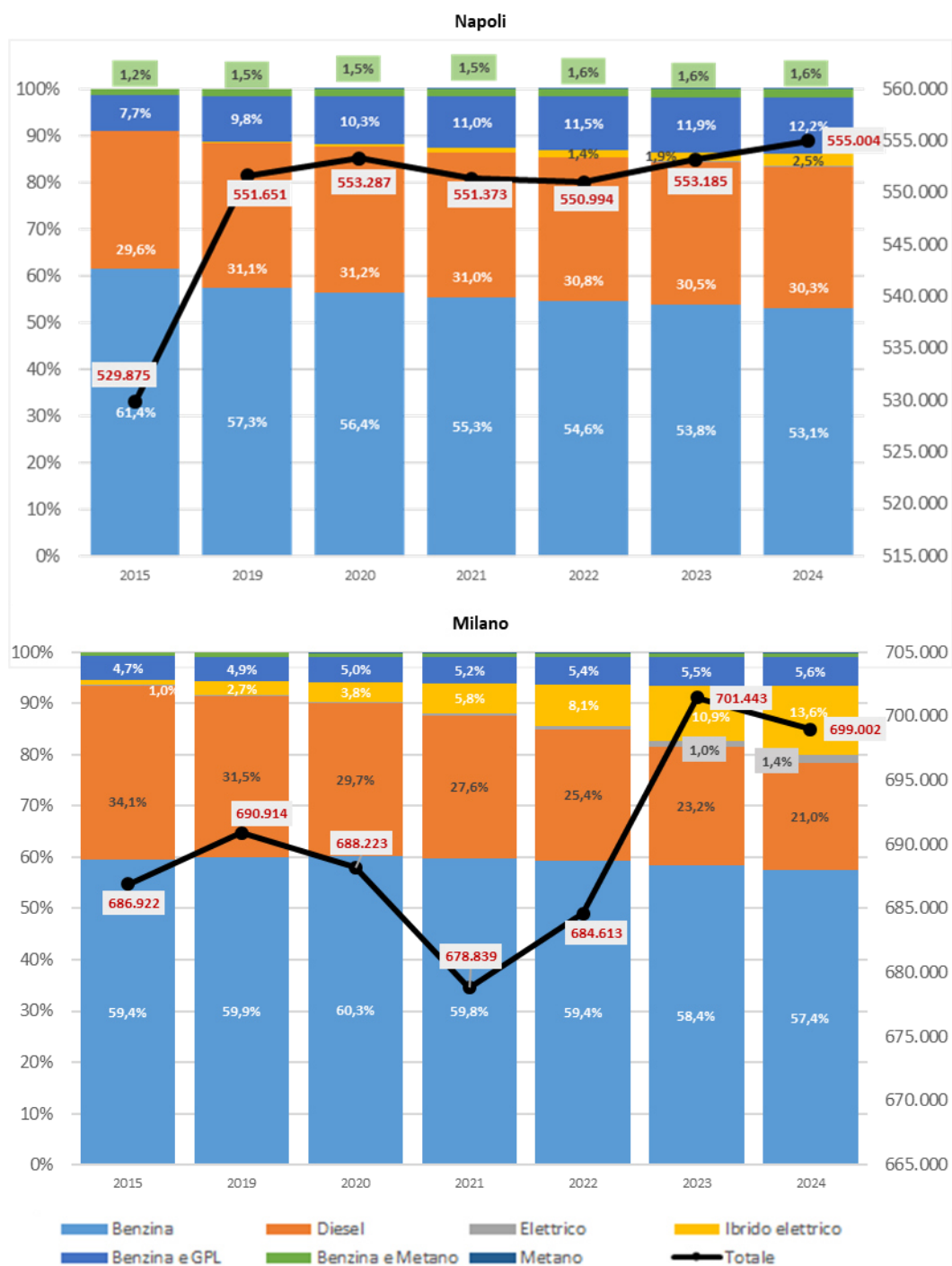


Figura 7: Evoluzione del parco auto circolante per tipo di alimentazione nelle città di Napoli e Milano (Anni 2015 - 2024), (val. %) (Totali n.a.); Fonte: dati ACI

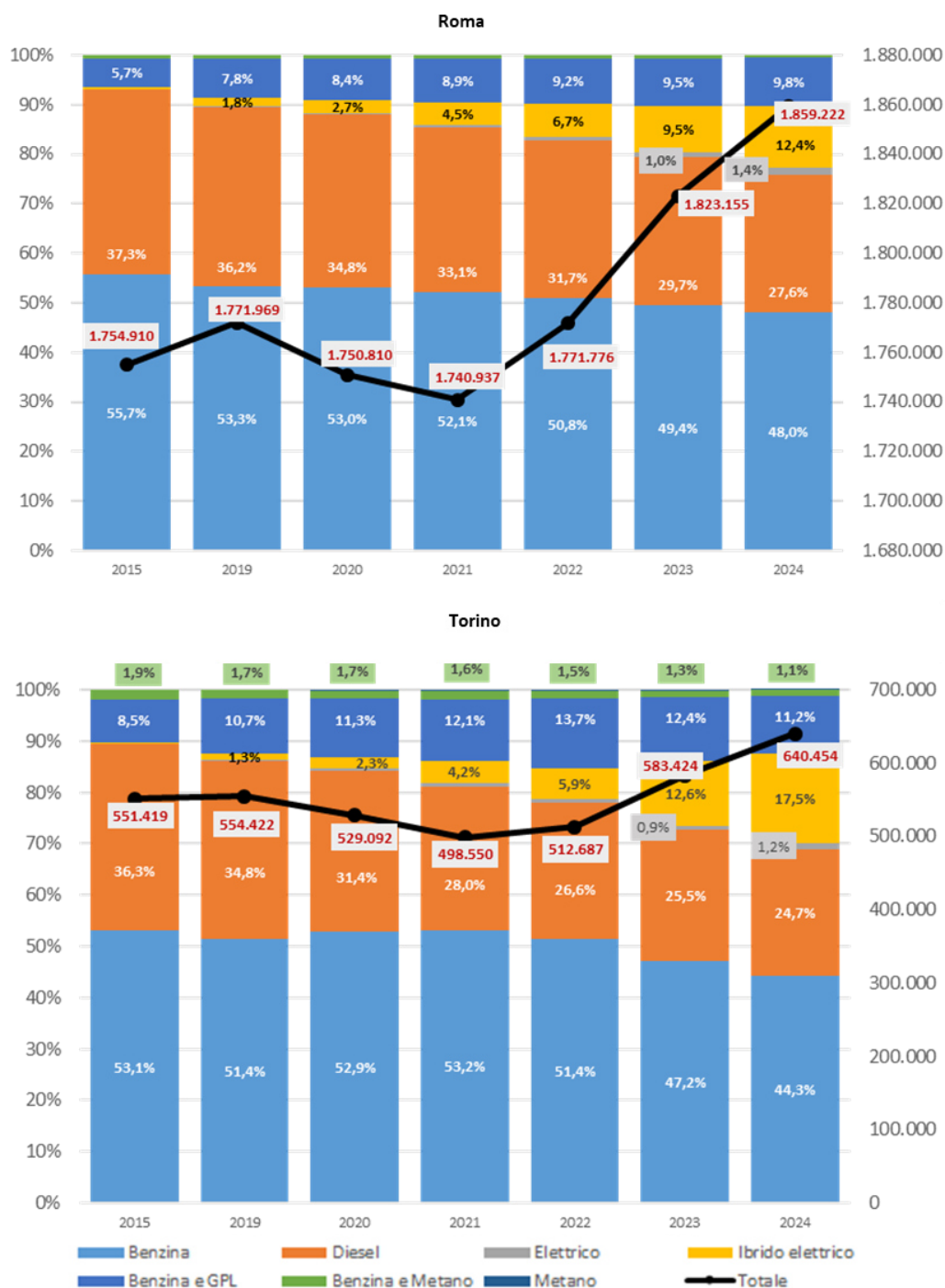


Figura 8: Evoluzione del parco auto circolante per tipo di alimentazione nelle città di Roma e Torino (Anni 2015 - 2024), (val. %) (Totali n.a.); Fonte: dati ACI

Per quel che riguarda l'evoluzione del parco auto rispetto allo Standard emissivo Euro, nelle città italiane analizzate, negli ultimi anni, si è rilevato un generale aumento delle auto Euro 6, ma, sebbene in calo, le quote di veicoli Euro 0-4 sono ancora elevate: oltre il 30% a Torino, Milano e Roma, e oltre il 67% a Napoli. Questi dati fanno riferimento ai veicoli registrati presso l'archivio del pubblico registro automobilistico (PRA), ma nelle valutazioni emissive, si deve tener conto che molti dei veicoli più vecchi, benché non radiati, probabilmente non sono più circolanti.

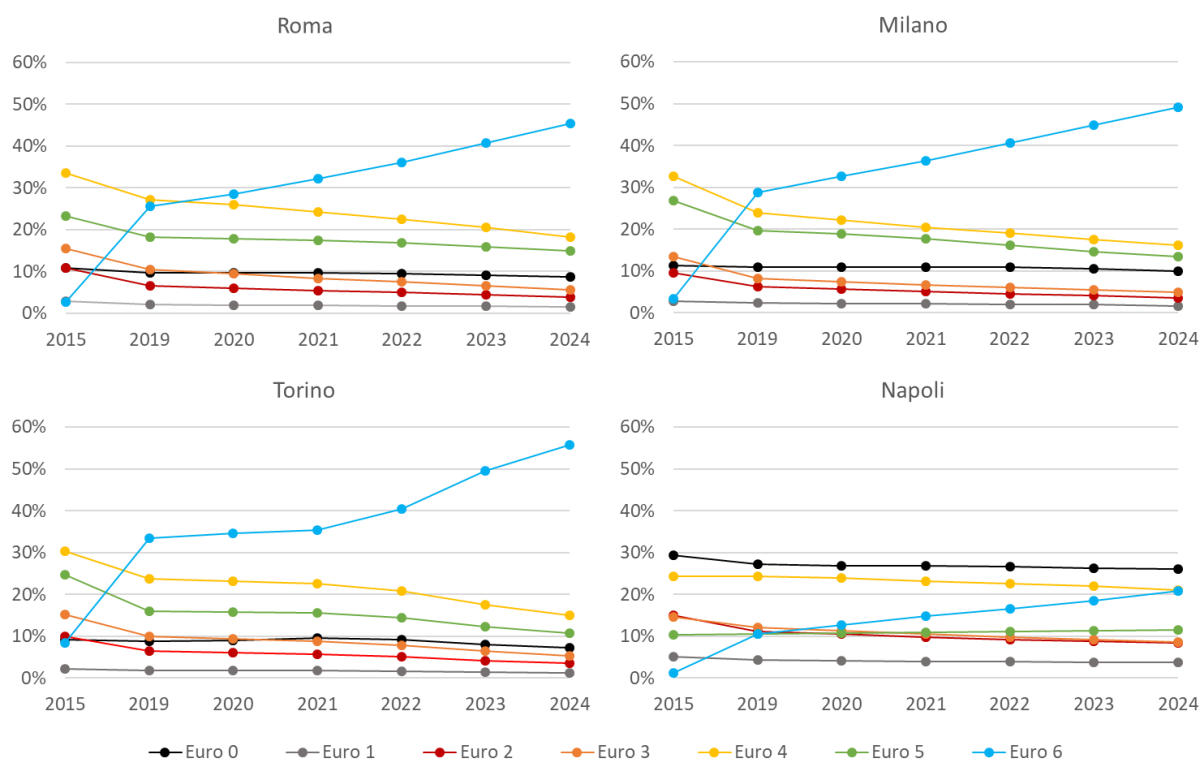


Figura 9: Evoluzione del parco auto suddiviso secondo lo standard Euro a Roma, Milano, Torino e Napoli; anni dal 2015 al 2024
Fonte: Dati ACI

A Barcellona sono in aumento dal 2019 le auto con bollino verde (a benzina da Euro 4 a 6 e diesel Euro 6), le elettriche, le ibride e le auto a GPL e metano (bollini blu ed Eco), mentre sono in diminuzione quelle con bollino giallo e senza classificazione, più vecchie ed inquinanti.

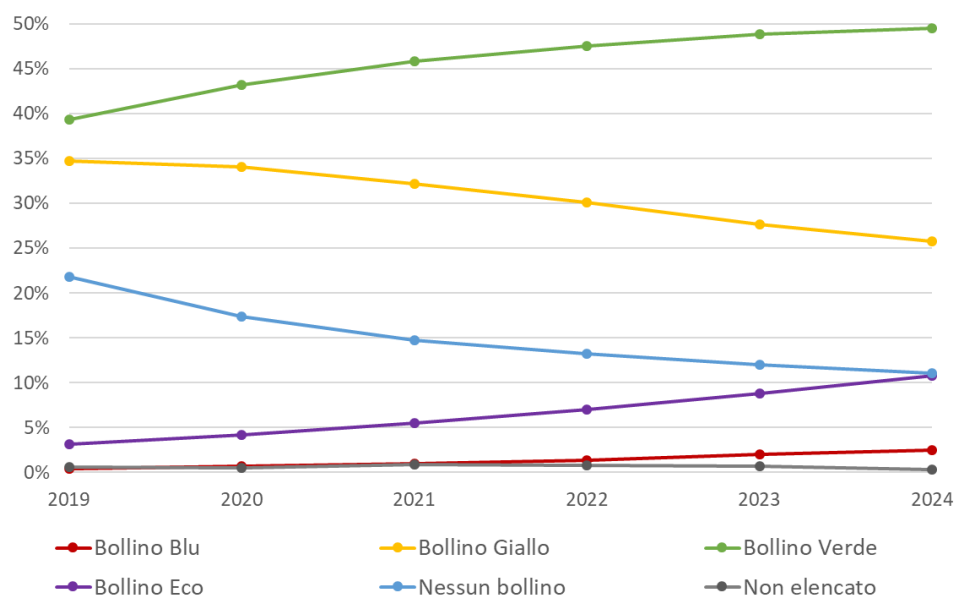


Figura 10: Evoluzione del parco auto di Barcellona suddiviso secondo il bollino ambientale nel comune di Barcellona; anni dal 2019 al 2024
Fonte: Ajuntament de Barcelona – Barcelona Dades, <https://portaldades.ajuntament.barcelona.cat/ca/>

A Madrid, nel 2024, la classificazione secondo lo standard Euro indica una marcata presenza di auto Euro 6, pari quasi al 60%, mentre le auto più inquinanti da Euro 0 a Euro 2 non superano complessivamente il punto percentuale (0,97%).

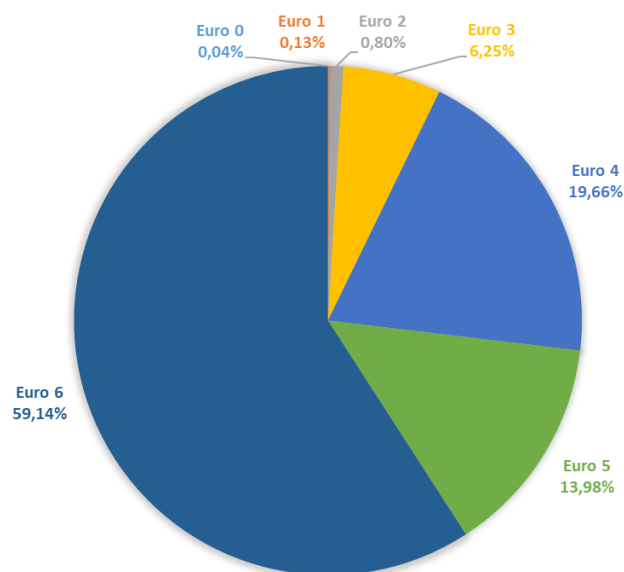


Figura 11: Parco auto suddiviso secondo lo standard Euro nel comune di Madrid; anno 2024
Fonte: <https://portalestadistico.com/municipioencifras/> (si veda Nota 33)

A Parigi, l'evoluzione negli ultimi 13 anni del parco circolante, secondo la classificazione *Crit'Air*, mostra una crescita quasi costante delle auto benzina e ibride euro 5 e 6 (*Crit'Air 1*), crescono anche, seppure più lentamente, in particolare dal 2021, le auto elettriche e a idrogeno (*Crit'Air E*), mentre le auto diesel Euro 5 e 6 e precedenti, insieme ai veicoli benzina Euro 4 e precedenti (*Crit'Air 2, 3, 4 e 5*), sono in netto calo proprio a partire dal 2016.

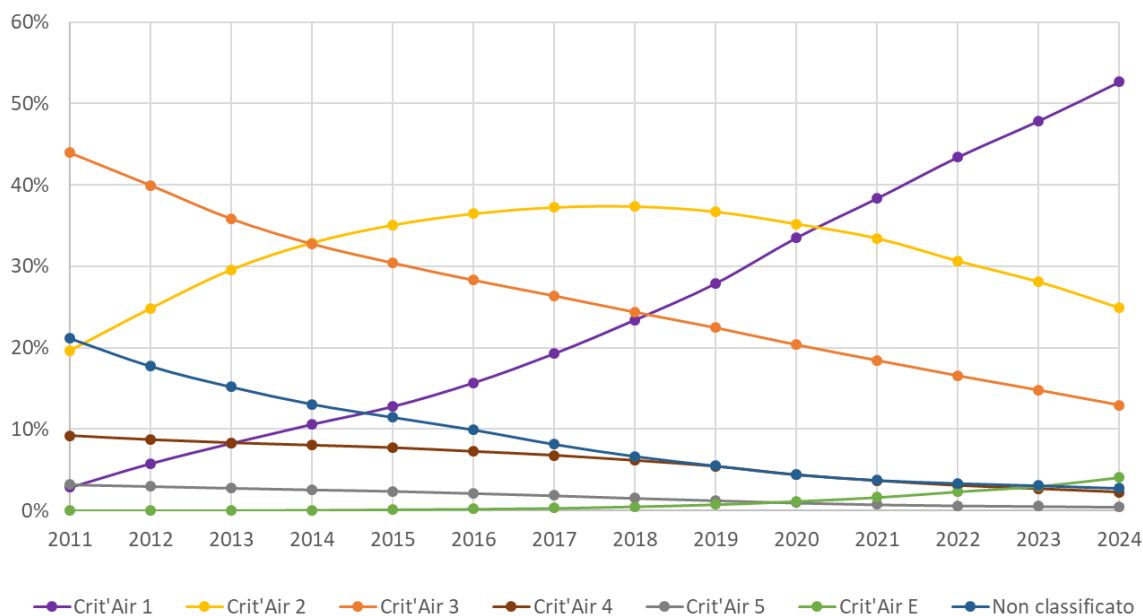


Figura 12: Evoluzione del parco auto parigino in percentuale suddiviso secondo la classificazione *Crit'Air* dal 2011 al 2024
Fonte: <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/>

4 LA QUALITÀ DELL'ARIA

4.1 La qualità dell'aria a livello urbano

In questo capitolo verrà proposta una descrizione di sintesi della qualità dell'aria in alcune città europee e italiane a confronto, secondo alcuni dei parametri che sono maggiormente riconducibili al traffico veicolare come causa di inquinamento dell'aria. In primo luogo, i volumi del parco veicolare e la vetustà e classe emissiva dei veicoli sono di grande rilevanza nel potenziale inquinante del parco, così come i livelli di congestione, i tempi di percorrenza e il tempo perso nel traffico con il motore acceso, con velocità medie molto basse e continui rallentamenti e accelerazioni, tutti fattori che contribuiscono ad un maggiore consumo di carburante.

I limiti legali imposti da ciascuno Stato relativamente alle concentrazioni di sostanze nocive disperse in aria sono il risultato del recepimento nazionale della Direttiva 2008/50/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, che definisce limiti e obiettivi di qualità dell'aria negli Stati della Comunità europea (si rimanda al paragrafo 2.4 per un approfondimento).

In questo studio sono considerate le concentrazioni di biossido di azoto, PM₁₀ e PM_{2,5}.

Il biossido di azoto (NO₂) è un inquinante prodotto dalla combustione di carburanti di origine fossile. Le principali fonti di emissione sono il traffico stradale, gli impianti di riscaldamento e le attività industriali. Si tratta di una sostanza tossica, nociva per la salute e per l'ambiente in quanto contribuisce ai fenomeni di smog fotochimico, eutrofizzazione e piogge acide. Il biossido di azoto viene emesso dai veicoli termici tradizionali sotto forma di emissioni dirette o "primarie", ma è anche prodotto nell'atmosfera attraverso un processo chimico come l'ossidazione del monossido di azoto (NO), anch'esso emesso in maggior misura dai veicoli: in questo caso si tratta di biossido di azoto "secondario". In tutti i Paesi europei il valore limite annuale del biossido di azoto è di 40 µg/m³ e il valore limite orario è di 200 µg/m³, con un massimo di superamenti annui consentiti di 18 volte.

Il PM_{2,5} e PM₁₀ sono entrambi particolato aerodisperso, cioè particelle solide e liquide sospese in aria che si differenziano le une dalle altre per il diametro aerodinamico: inferiore o uguale a 2,5 µm per il PM_{2,5}, noto anche come particolato fine, e da 2,5 fino a 10 µm per il PM₁₀, particolato grossolano.

Il PM_{2,5} è principalmente di origine antropica, prodotto da tutti i processi di combustione. Le sue particelle microscopiche sono in grado di percorrere grandi distanze, sospinte dalle correnti d'aria, e hanno più facilità ad introdursi nelle vie respiratorie. Il valore limite del PM_{2,5} per la protezione della salute umana, stabilito dalla normativa, è di 25 µg/m³ come media annuale.

Il PM₁₀, oltre che per le dimensioni, si differenzia dal PM_{2,5} per il modo in cui si origina, infatti, è, in parte, un prodotto di origine antropica (combustioni, traffico, composti organici volatili o altro) e, in parte, di origine naturale (come polveri da rocce erose, eruzioni vulcaniche o combustioni naturali).

I valori limite del PM₁₀, per la protezione della salute umana, stabiliti dalla normativa, sono di 50 µg/m³, limite giornaliero da non superare più di 35 volte per anno civile, mentre il limite sulla media annuale è di 40 µg/m³.

4.1.1 Livelli di congestione

Come già più volte sottolineato, il livello di congestione delle strade in una città può determinare maggiore o minore concentrazione di alcuni inquinanti in aria. Al fine di poter fotografare lo stato di congestionamento da traffico stradale nelle città, un punto di riferimento è l'indice di traffico Tom

Tom³⁵. Il sistema consente di mettere a confronto la situazione delle città attraverso i dati anonimizzati GPS e la velocità di guida. La classifica tiene conto del tempo in più speso in mezzo al traffico congestionato rispetto a situazioni di flusso libero. Un monitoraggio realizzato nelle aree metropolitane più grandi e nelle aree centrali delle città, lungo l'intera rete stradale, comprese le strade a scorrimento veloce e le autostrade che attraversano queste aree.

Il tempo di percorrenza stimato da Tom Tom in ogni città è il risultato di molteplici fattori che possono essere raggruppati in: a) fattori quasi statici (ad esempio, infrastrutture stradali, come categorie di strade, dimensioni e capacità delle strade o limiti di velocità) e b) fattori dinamici che influenzano il flusso del traffico (ad esempio, congestione del traffico, lavori stradali, maltempo *etc.*).

L'analisi dei *ranking* offerti da Tom Tom ha consentito di monitorare lo stato del livello di congestione delle città qui analizzate e l'impatto che questo ha sulla qualità della vita nei centri urbani, sui tempi di spostamento (che hanno un impatto economico importante sulla società), sulle emissioni inquinanti e sull'inquinamento acustico.

Particolarmente significativa è la fotografia del traffico nella città di Londra che nel 2023 era indicata, nella classifica Tom Tom, come la prima a livello europeo e la quinta a livello mondiale per tempo medio di viaggio per percorrere 10 km (33 min e 17 secondi) e un tempo medio annuo speso nel traffico nelle ore di punta pari a 113 ore. Tra le città analizzate in questo studio, sempre nel 2023, Barcellona si trovava al terzo posto a livello europeo (con 31 min e 13 secondi per 10 km). Roma si trovava al settimo posto (con 29 min e 59 s) e 103 ore annue spese nel traffico nelle ore di punta. Seguivano Parigi all'11° posto a livello europeo (28 min e 53 s), Torino al 14° (28 min e 29 s), Milano al 19° (27 min e 6 sec).

Le analisi dell'evoluzione del traffico e della qualità dell'aria delle singole città, riportate di seguito, mostrano come misure, anche restrittive della circolazione, volute dalle amministrazioni locali, hanno prodotto importanti cambiamenti.

4.1.2 Concentrazioni di biossido di azoto

4.1.2.1 Biossido di azoto a Londra

Nel Report annuale Inner London Ultra Low Emission Zone, pubblicato dal Comune di Londra a febbraio del 2023, vengono evidenziati ed analizzati gli impatti delle zone a basse emissioni nella città. L'analisi mostra che i livelli di ossidi di azoto, particolato e anidride carbonica si sono ridotti tra il 2019 e il 2022, in particolare le concentrazioni di NO₂ si sono ridotte di oltre il 46% nel centro di Londra.

³⁵ Nota metodologica TomTom Index: Quelli impiegati per le analisi sono dati flottanti delle auto (FCD: Floating Car Data; FCD sono informazioni geolocalizzate in tempo reale, velocità, direzione di viaggio e altre metriche inviate dai veicoli in movimento o dagli smartphone a bordo per monitorare il traffico e le condizioni stradali). Le analisi vengono eseguite usando un campione rappresentativo di tali dati, e permettono di comprendere l'evoluzione del traffico nelle città del mondo. I tempi di viaggio nelle varie città sono ottenuti dalla somma del tempo ottimale di viaggio in città (determinato da fattori statici come infrastruttura stradale, categoria di strada, capacità e limiti di velocità) e dai cambiamenti nei flussi di traffico (determinati da fattori dinamici come congestione e cambiamenti del flusso).

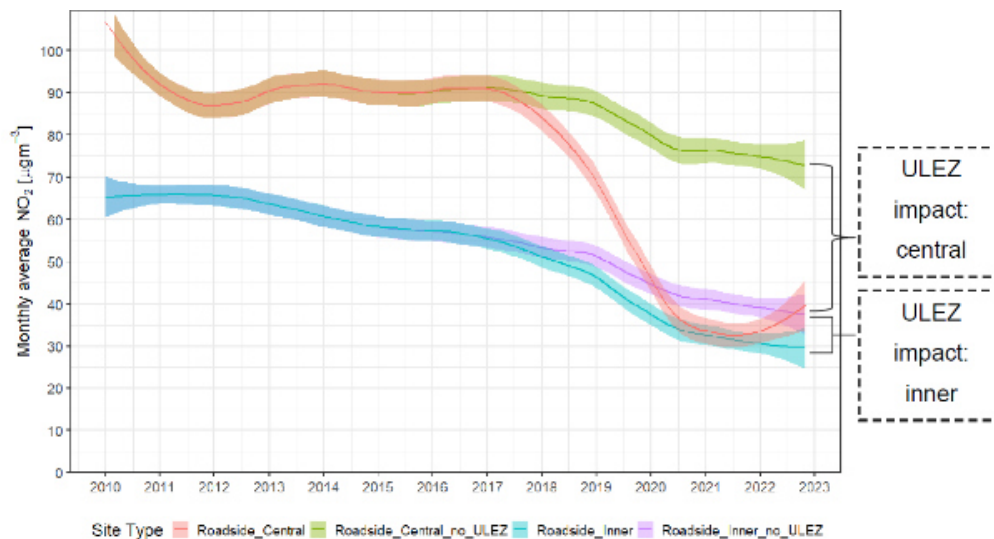


Figura 13: Andamento della concentrazione di NO₂ a Londra a confronto con uno scenario senza ULEZ (LEZ introdotta nel 2016 – ULEZ introdotta nel 2019)

Fonte: Inner London Ultra Low Emission Zone – One-year report, Febbraio 2023

Nel report si analizzano anche gli andamenti del biossido di azoto nelle strade che circondano la Zona a Traffico Limitato, per valutare al meglio gli impatti della variazione di accesso e viabilità sulle zone limitrofe. Nei sei siti monitorati risulta esserci stata una diminuzione delle concentrazioni di NO₂.

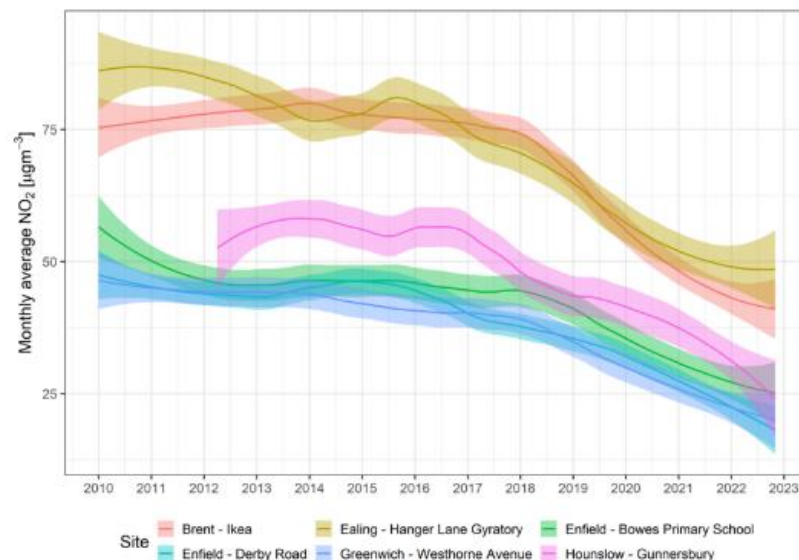


Figura 14: Andamento della concentrazione di NO₂ su strade che circondano la ULEZ

Fonte: Inner London Ultra Low Emission Zone – One-year report, Febbraio 2023

4.1.2.2 Biossido di azoto a Madrid

Nella Figura 15 sono riportati i valori medi annui delle concentrazioni di NO₂ nelle stazioni della rete di monitoraggio ambientale della capitale spagnola negli anni dal 2021 al 2024. In nessuna delle 24 stazioni considerate sono stati rilevati valori medi che eccedano il limite legale, ad eccezione della stazione di Plaza Eliptica, dove nel 2021 è stato registrato il valore medio più alto di 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e nell'anno successivo 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, sebbene si tratti di una delle due Zone a Bassa Emissione di Protezione Speciale. Nel 2024 i valori registrati sono nettamente inferiori, con il massimo raggiunto pari a 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

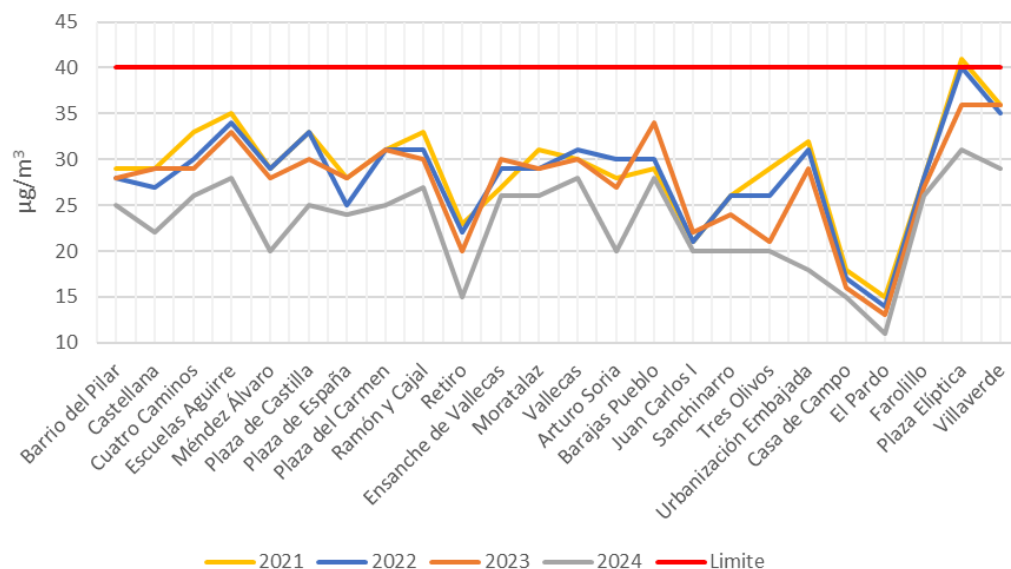


Figura 15: Valori delle concentrazioni medie annuali di NO₂ nelle stazioni della rete monitoraggio ambientale di Madrid – Anni 2021 - 2024

Fonte: Comune di Madrid, Portale sulla qualità dell'aria – Dati annuali ³⁶

Tra le stazioni di monitoraggio, nel 2024, si è registrata una generale diminuzione dei valori dell'NO₂, fino a -43,7% rispetto al 2021. Anche il valore limite orario di 200 µg/m³ non è mai stato superato.

4.1.2.3 Biossido di azoto a Barcellona

La tabella di seguito mostra i valori medi delle concentrazioni di NO₂ rilevati nelle stazioni di monitoraggio ambientale della città di Barcellona nel 2023. I valori limite annui sono stati rispettati in tutte le stazioni.

NO ₂ [µg/m ³]	Stazioni di transito		Stazioni di fondo urbano				
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Poblenou	Sants	Palau Reial	Ciutadella	Vall d'Hebron
Media annuale	35	29	24	20	17	27	19
Massimo orario	158	164	107	106	110	150	100
Ore di superamento del limite orario	0	0	0	0	0	0	0
Massimo giornaliero	83	83	62	56	57	71	65
Giorni di superamento del massimo giornaliero	280	191	134	84	71	151	65

Tabella 9: Livelli di NO₂ (in µg/m³) nelle stazioni della rete di monitoraggio di Barcellona durante il 2023

Fonte: Si veda Nota ³⁷

³⁶ <https://airedemadrid.madrid.es/portales/calidadaire/es/Bases-de-datos-y-publicaciones/Bases-de-datos-de-calidad-del-aire/Datos-anuales/?vgnnextfmt=default&vgnnextchannel=b18844e815617710VgnVCM1000001d4a900aRCRD>

³⁷ Rico M, Font L, Arimon J, Gómez A. *Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona 2023*. Barcelona: Agència de Salut Pública de Barcelona; 2024

Nel 2023, le medie di NO₂ nelle stazioni cittadine confermano il trend di diminuzione degli anni precedenti – durante il periodo pre-pandemico (2000-2019) i livelli erano superiori al valore limite legale della media annuale (40 µg/m³), mentre attualmente si mantengono inferiori – raggiungendo livelli vicini a quelli registrati durante la pandemia con le restrizioni alla circolazione, mentre nell’anno precedente i livelli di NO₂ avevano visto un aumento proprio in virtù della totale riapertura alla circolazione. Nel 2023, rispetto ai valori registrati nel 2014, sono state rilevate diminuzioni del -38,5% dei valori medi annui nelle stazioni di traffico e del 36,4% per le stazioni di fondo urbano.

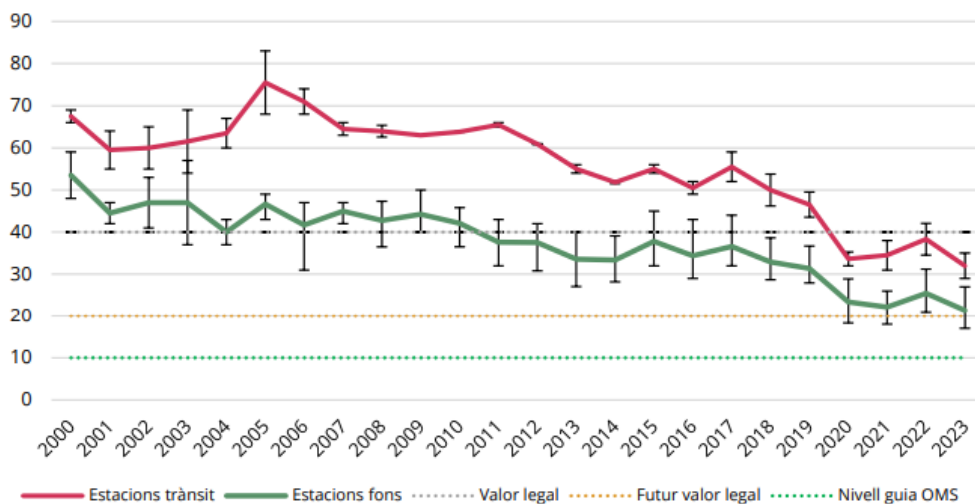


Figura 16: Evoluzione temporale della media annuale di NO₂ aggregata per stazioni di transito e di fondo urbano (valori in µg/m³) per il periodo 2000 – 2023 a Barcellona

Nota: Gli intervalli indicano le medie annuali massime e minime misurate

Fonte: si veda Nota 37

Rispetto ai profili orari, i livelli di NO₂ nel 2023, mostrano picchi di inquinamento nelle ore di maggiore intensità di traffico, soprattutto nelle ore mattutine dalle 8 alle 10. Valori che sfiorano il limite consentito.

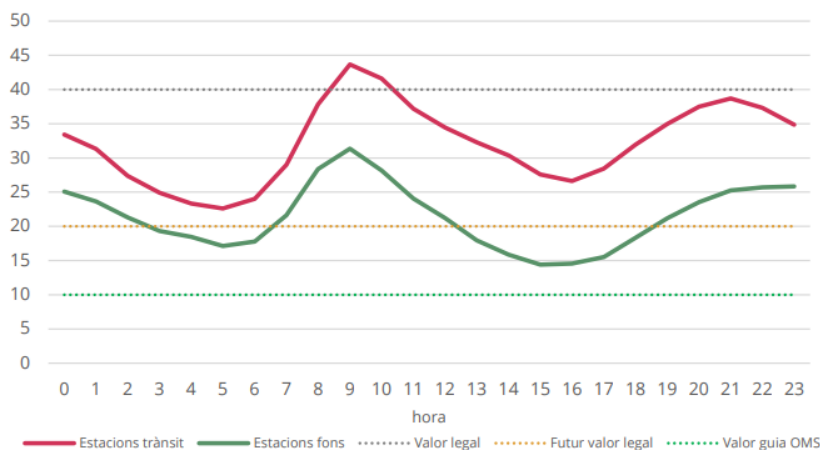


Figura 17: Media oraria di NO₂ aggregata per stazioni di transito e di fondo urbano (valori in µg/m³) per l’anno 2023 nella città di Barcellona

Fonte: si veda Nota 37

4.1.2.4 Biossido di azoto a Parigi

Nel 2023, le medie annuali di NO₂ delle stazioni di fondo parigine sono comprese tra 17 e 24 µg/m³.

Mentre in prossimità delle strade principali, nel centro di Parigi, le medie annuali misurate vanno da 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Avenue des Champs-Élysées) a 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Place de l'Opéra), quasi al limite del valore massimo consentito.

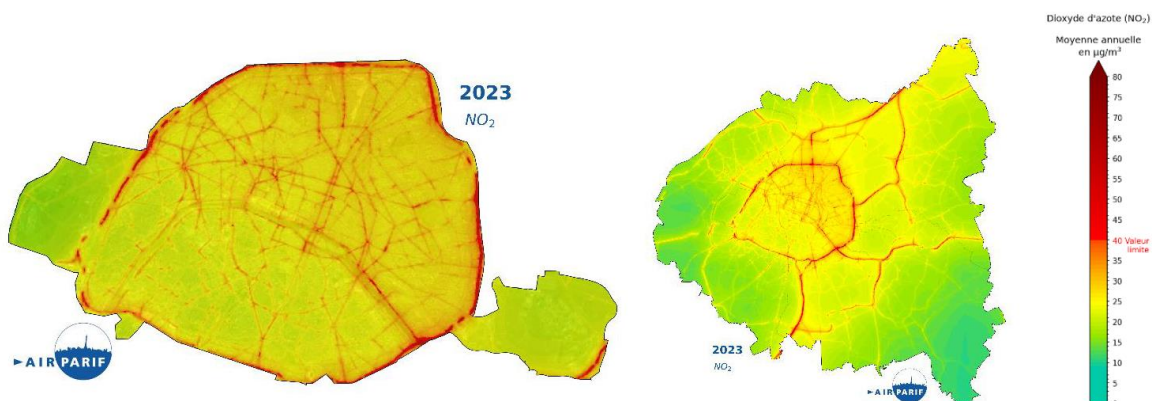


Figura 18: Concentrazione media annua di NO_2 a Parigi e nei sobborghi interni della regione parigina nel 2023
Fonte: Air Parif - Bilan de la qualité de l'air – Paris 2023 Nota 38 e 39

La tendenza alla diminuzione delle concentrazioni di NO_2 si notano maggiormente analizzando le variazioni sul medio periodo, come rappresentato nella Figura 19, in cui è ben visibile il progressivo calo dei livelli di questo inquinante dal 2007 al 2023.

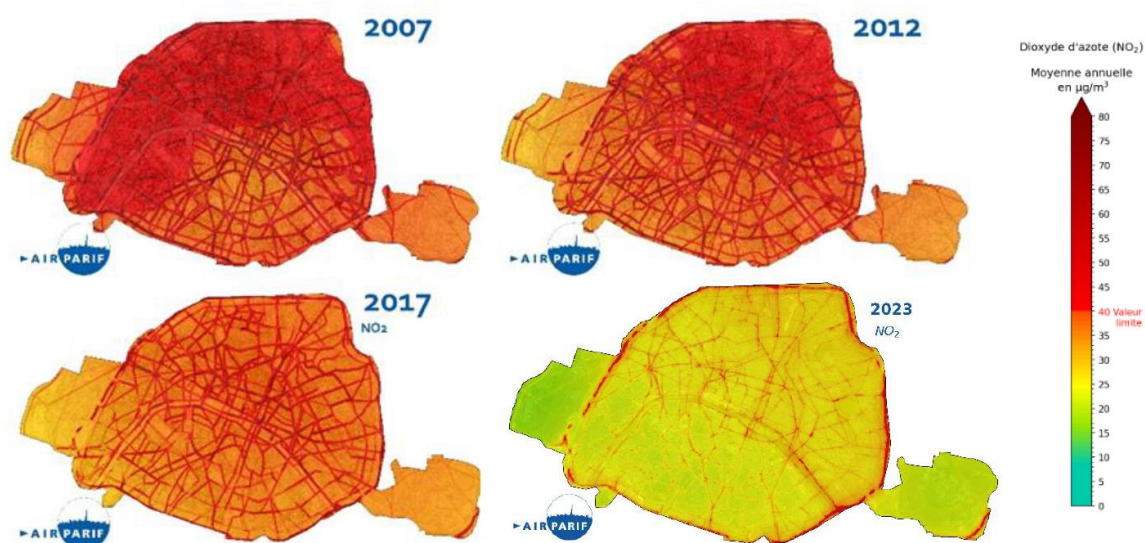


Figura 19: Evoluzione della concentrazione media annuale di NO_2 tra il 2007 e il 2023
Fonte: Airparif³⁸

Dai dati rilevati nelle stazioni di monitoraggio ambientale di traffico e di fondo si nota che nel primo caso i livelli sono scesi del 50%, e nel secondo di quasi il 45% dal 2014 al 2023. Secondo quanto riportato nel rapporto Bilan Paris 2023³⁹, questo miglioramento è da attribuire al rinnovo del parco veicolare e alla diminuzione del traffico stradale. Va inoltre notato come in prossimità delle stazioni di traffico il valore medio annuo sia sceso al di sotto del limite massimo di legge di 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

³⁸ <https://www.paris.fr/pages/etat-des-lieux-de-la-qualite-de-l-air-a-paris-7101#evolution-des-concentrations>

³⁹ Air Parif; Surveillance et information sur la qualité de l'air, Bilan Paris 2023; Luglio 2024.

4.1.2.5 Biossido di azoto a Roma

Nei grafici seguenti viene mostrata l'evoluzione dei livelli di biossido di azoto nelle tre stazioni di monitoraggio di Roma in cui si rilevano i valori più alti di questo inquinante. Le concentrazioni medie annue hanno subito una costante diminuzione fino al 2020, anno dopo il quale i livelli si sono stabilizzati, mantenendosi, ancora nel 2024, al di sopra del limite di legge per la sola stazione di monitoraggio Fermi ($44 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Si riporta inoltre che, per la prima volta dal 2020, anche la stazione Magna Grecia (non presente nel grafico) ha raggiunto la soglia limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per quanto riguarda invece il numero di superamenti annui massimi consentiti del valore limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, si sono mantenuti stabilmente al di sotto del massimo consentito dal 2014 per tutte le stazioni di monitoraggio e nel 2023 e 2024 non si è registrato alcun caso.

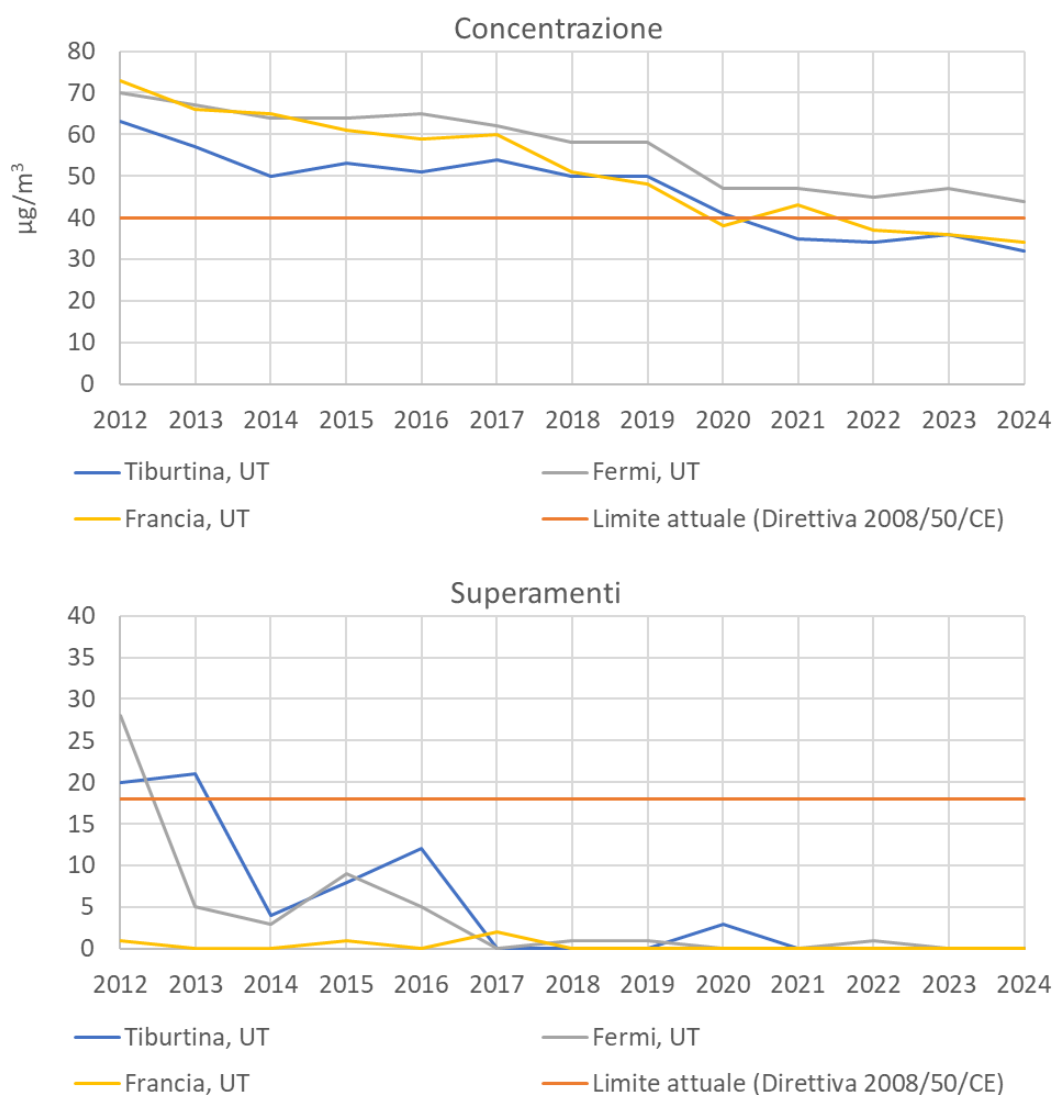


Figura 20: Evoluzione delle concentrazioni di NO_2 a Roma e superamenti annui - Anni dal 2012 al 2024
Fonte: Fondazione Caracciolo su dati ARPA Lazio

4.1.2.6 Biossido di azoto a Milano

Per quanto riguarda la città di Milano, l'andamento delle concentrazioni medie di NO_2 mostra una diminuzione mediamente del 5% dal 2021 al 2022, primo anno in cui il valore medio è al di sotto del limite di legge, senza alcuno sfioramento del limite massimo di superamenti orari consentiti annualmente.

Nel 2024⁴⁰ (dati non presenti nel grafico), il valore medio annuo di concentrazione dell'NO₂ a Milano è stato 34 µg/m³ con un calo del 3% rispetto al 2023, ma al di là delle fluttuazioni tra anni successivi si conferma un trend di diminuzione su un intervallo temporale più ampio. Inoltre non è stato registrato alcun superamento annuo del limite orario di 200 µg/m³.

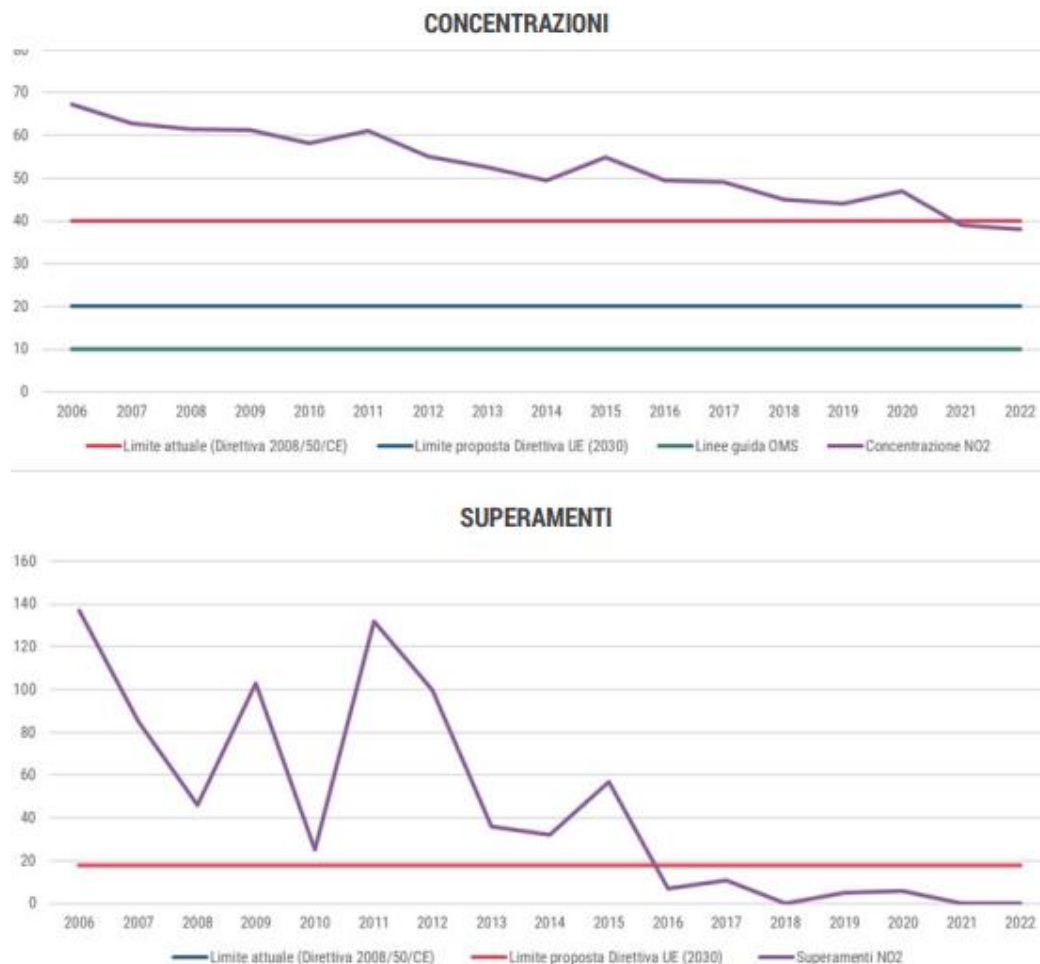


Figura 21: Evoluzione delle concentrazioni di NO₂ a Milano e superamenti annui - Anni dal 2006 al 2022
Fonte: Report Mobilitaria 2023 su dati ARPA Lombardia

4.1.2.7 Biossido di azoto a Torino

Nel corso del 2024 a Torino, rispetto ai livelli medi annui di NO₂ si riscontra una generale tendenza alla diminuzione, con la sola stazione di monitoraggio Rebaudengo a restare, seppur di poco, al di sopra dei limiti di legge, facendo registrare il valore medio di 42 µg/m³ annui. Altrettanto positiva è la diminuzione del numero di superamenti annui del valore limite orario: nel 2024, infatti, non è stato registrato nessun superamento.

⁴⁰ Report Mobilitaria 2025 su dati ARPA Lombardia.

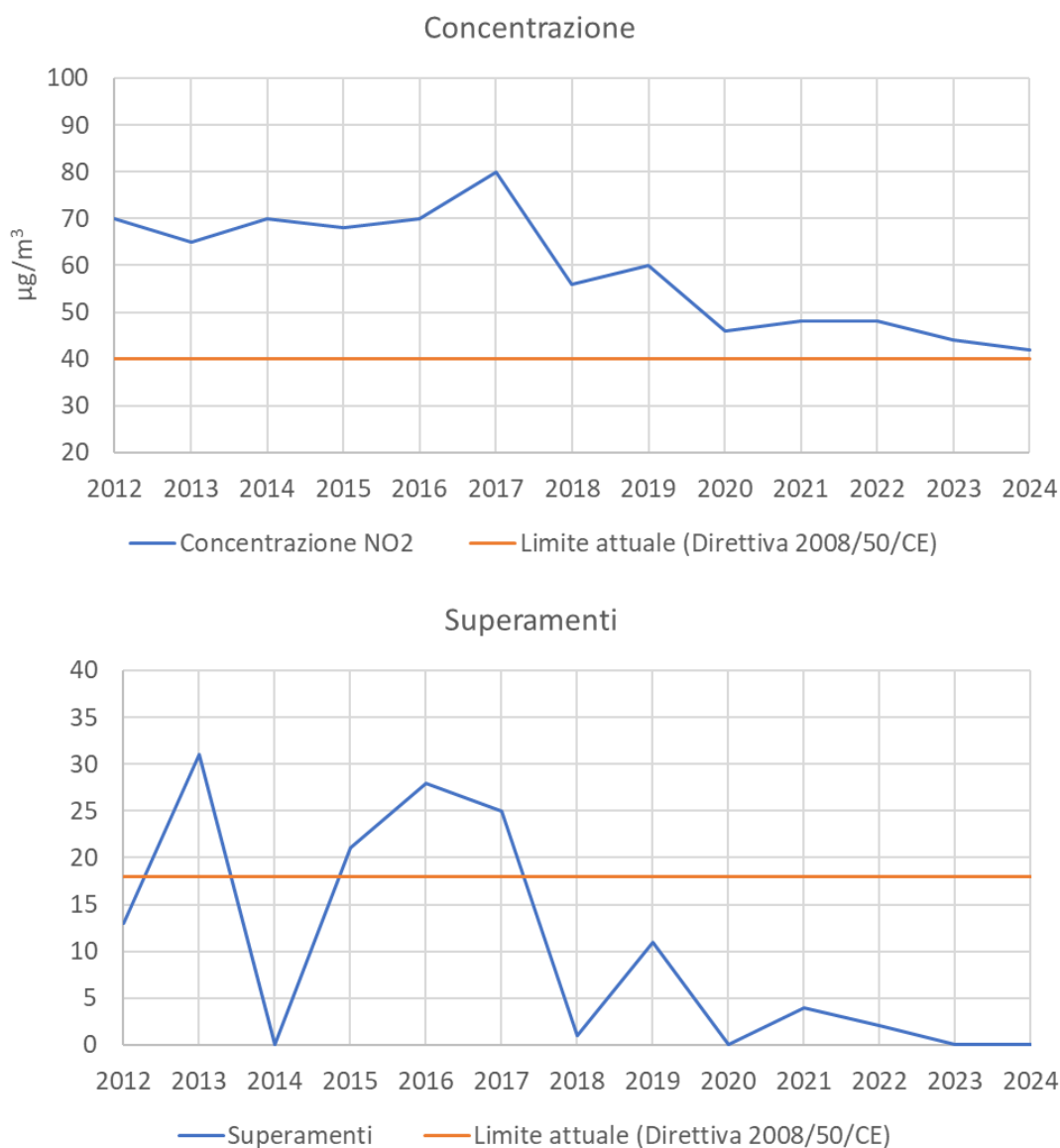


Figura 22: Evoluzione delle concentrazioni di NO₂ a Torino e superamenti annui del valore limite orario per la protezione della salute umana (Valore limite: 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte/anno), Stazione di monitoraggio Rebaudengo- Anni dal 2012 al 2024

Fonte: Elaborazione di Fondazione Caracciolo su dati ARPA Piemonte

4.1.2.8 Biossido di azoto a Napoli

Nella città di Napoli, le concentrazioni medie annue di NO₂ dopo il calo al di sotto del limite registrato nel 2020 (anno in cui il superamento si è verificato in una sola stazione), sono tornate a salire negli anni successivi in quasi tutti i punti di monitoraggio. Nel 2024, nella stazione di monitoraggio Ente ferrovie, storicamente la più problematica, è stato rilevato il livello massimo di NO₂ medio annuo pari a 53µg/m³. Positivo invece il dato relativo al numero di superamenti del limite orario posto a 200 µg/m³ da non superare più di 18 volte l'anno: nel 2024 non ne sono stati registrati, mentre nel 2023 sono stati 5.

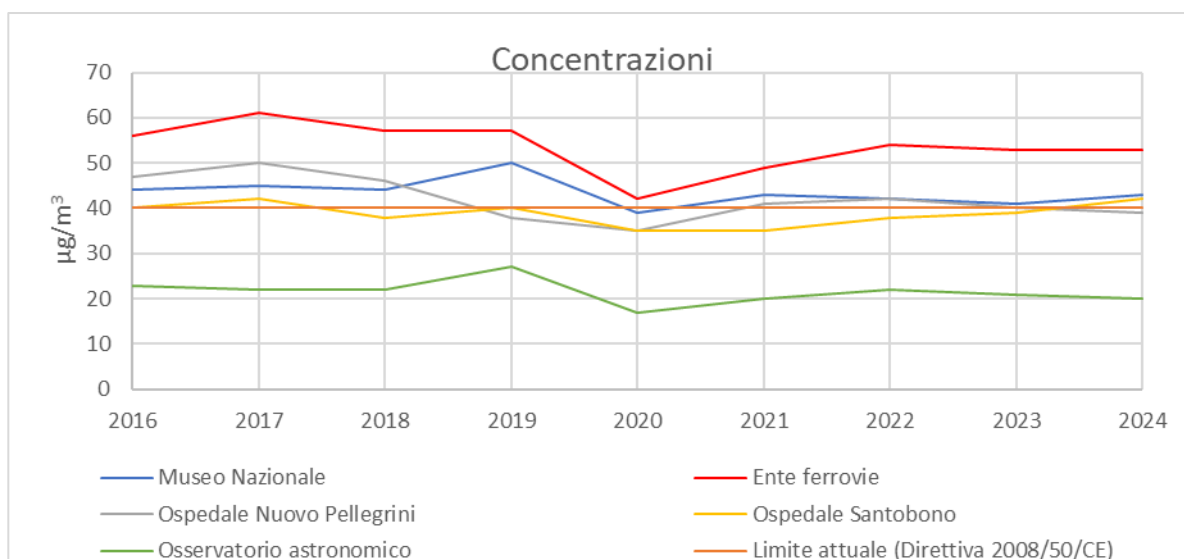


Figura 23: Evoluzione delle concentrazioni di NO₂ a Napoli - Anni dal 2016 al 2024
Fonte: Fondazione Caracciolo su dati ARPAC⁴¹

4.1.3 Concentrazioni di PM₁₀

4.1.3.1 PM₁₀ a Madrid

Nella città di Madrid le concentrazioni di PM₁₀ sono particolarmente influenzate dalle polveri sahariane portate dai venti, che periodicamente vanno a sommarsi alle altre fonti di particolato, principalmente generate dal traffico stradale.

Nella Figura 24 sono riportati per ciascuna delle stazioni della rete di monitoraggio ambientale della città i valori medi annui nel 2024 e nei tre anni precedenti. Si può notare che, in ogni caso, sono stati inferiori al limite di 40 µg/m³ stabilito dalla normativa, in linea con gli anni precedenti⁴².

⁴¹ Fonte: Analisi preliminare dei dati della qualità dell'aria misurati in Campania dalle stazioni di monitoraggio della rete regionale, Anno 2024, ARPA CAMPANIA; La qualità dell'aria in Campania, 2015-2021, ARPA CAMPANIA.

⁴² Fonte: Calidad del Aire, Direccion General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Comune di Madrid 2023.

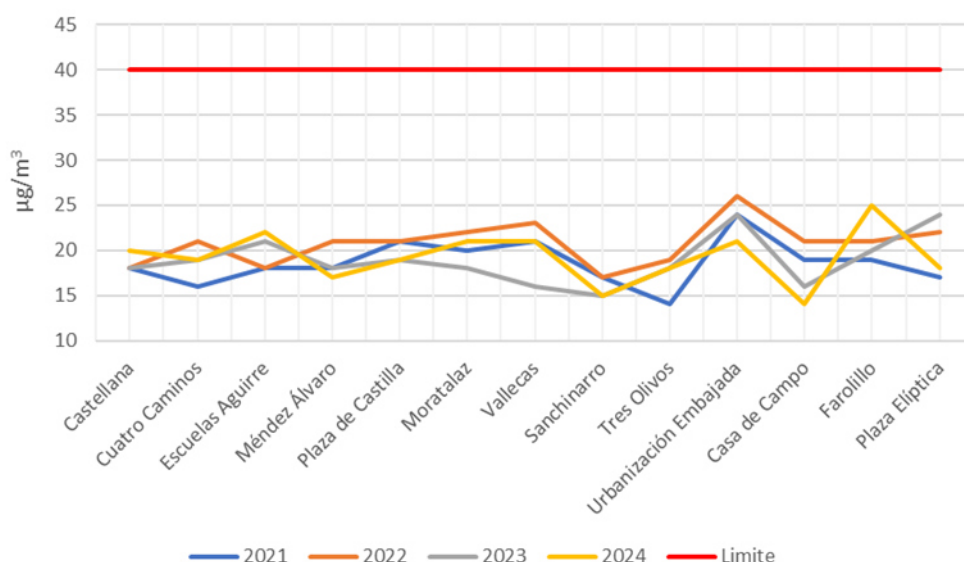


Figura 24: Concentrazione media annua di PM₁₀ nelle stazioni della rete di monitoraggio della città di Madrid – Anni 2021- 2024
Fonte. Si veda Nota 42

Anche la soglia di 35 superamenti annui del limite giornaliero di 50 µg/m³ è stato rispettato in tutte le stazioni monitorate durante il 2024.

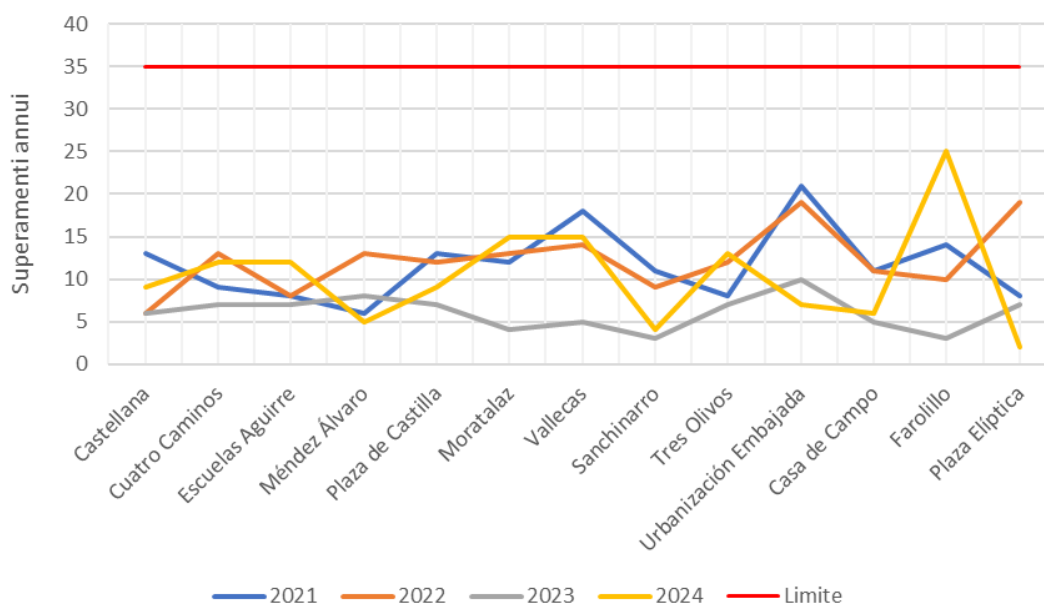


Figura 25: Superamenti del limite giornaliero di PM₁₀ nelle stazioni della rete di monitoraggio della città di Madrid – Anni 2021 - 2024
Fonte. Si veda Nota 42

4.1.3.2 PM₁₀ a Barcellona

La tabella di seguito mostra le concentrazioni di PM₁₀ rilevate durante il 2023 nelle stazioni della rete di monitoraggio della qualità dell'aria nella città di Barcellona. Il valore limite di 40 µg/m³ per la media annuale è stato rispettato in tutti i punti di rilevamento. Il valore limite della media giornaliero di 50 µg/m³ invece è stato superato in tutte le stazioni eccetto una, senza però superarlo più delle 35 volte massime consentite.

		Media annuale	Massimo giornaliero	Giorni di superamento del massimo giornaliero (2023)
Stazioni di transito	Eixample	23	48	0
	Gracia Sant Gervasi	23	58	6
	Plaça Universitat	25	62	4
Stazioni di fondo urbano	Poblenou	21	51	1
	Sants	24	54	3
	Palau Reial	16	58	1
	IES Verdaguer	28	88	16
	Zona Universitària	21	64	1
	Val Hebron	19	58	2

Tabella 10: Livelli di PM₁₀ (in µg/m³) nelle stazioni della rete di monitoraggio di Barcellona durante il 2023

Fonte: si veda Nota⁴³

Il particolato è generato, come sopra descritto, da diverse fonti, anche di origine naturale, ed è quindi riconducibile in modo limitato agli effetti del traffico. I livelli di PM₁₀ si sono mantenuti pressoché costanti nella città dal 2013, nonostante tutte le misure attuate in termini di ammodernamento del parco auto e limitazione della circolazione. Tuttavia, dal confronto con i dati storici la riduzione delle concentrazioni medie annue supera il 50% nelle stazioni di traffico rispetto ai valori del 2004 (20 anni).

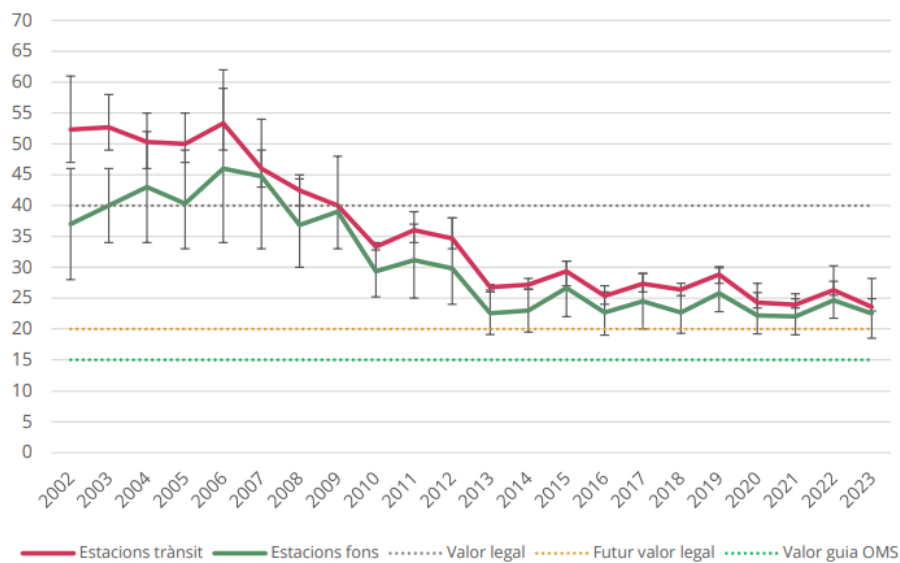


Figura 26: Evoluzione temporale della media annuale aggregata di PM₁₀ per stazioni di transito e di fondo urbano (in µg/m³) per il periodo 2002-2023 nella città di Barcellona

Nota: Gli intervalli indicano le medie annuali massime e minime misurate

Fonte: Si veda Nota 43

4.1.3.3 PM₁₀ a Parigi

Nel 2023, i livelli medi annui di PM₁₀ rilevati in differenti zone della città di Parigi si mantengono mediamente tra i 17 e i 20 µg/m³, con valori leggermente più elevati nella zona nord in prossimità delle principali vie di traffico. Quindi, il valore limite annuale è stato rispettato in tutte le stazioni di monitoraggio ambientale della città (limite legale di 40 µg/m³).

⁴³ Fonte: Rico M, Font L, Arimon J, Gómez A. Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona 2023. Barcelona: Agència de Salut Pública de Barcelona; 2024.



Figura 27: Concentrazione media annuale di PM10 a Parigi e piccola corona nel 2023⁴⁴
Fonte: Air Parif

Come rappresentato nella Figura 28, il livello medio di PM10 a Parigi dal 2012 è diminuito progressivamente, con cali del 35% nelle stazioni di traffico del comune Parigi e superando il 40% nelle stazioni di traffico di Parigi Intramuros.

La stazione Boulevard Périphérique Est ha registrato un calo di oltre il 35% tra il 2014 e il 2023. Secondo quanto riportato nel rapporto Bilan Paris 2023, questa riduzione è diretta conseguenza del calo delle emissioni del settore residenziale e della diminuzione delle emissioni da parte del parco circolante rinnovato e, secondariamente, alle limitazioni del traffico.

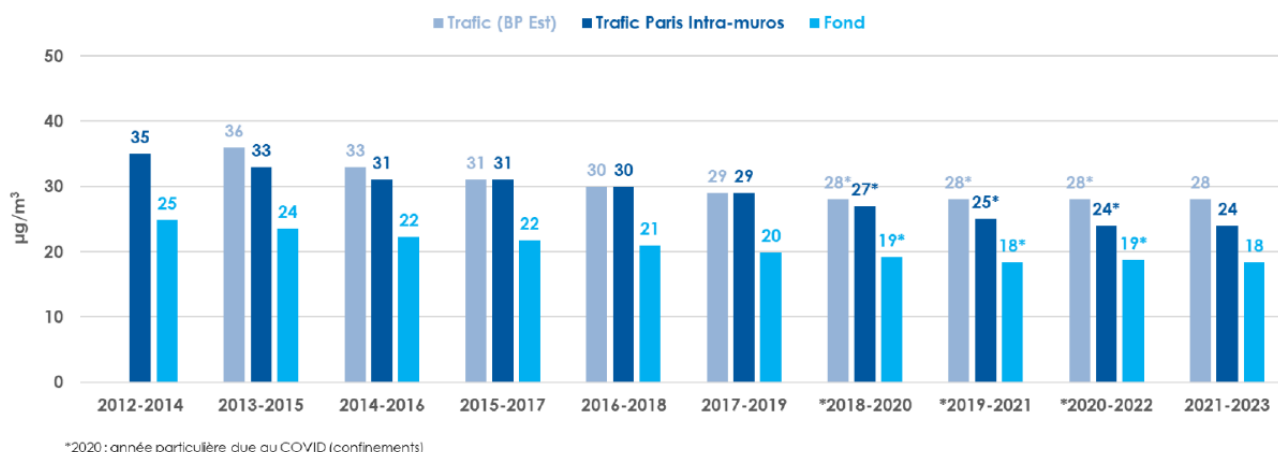


Figura 28: Evoluzione della concentrazione media su tre anni del PM10 in stazioni di fondo e di traffico a Parigi – Anni 2012-2023
Fonte: Air Parif

A riguardo, dalla Figura 29 si osserva un evidente miglioramento anche nel medio termine (dal 2007 al 2023). L'anno 2023 è chiaramente in linea con la tendenza al ribasso.

⁴⁴ La piccola corona è un territorio che comprende il comune di Parigi e tre dipartimenti limitrofi, di estensione poco inferiore alla città metropolitana.

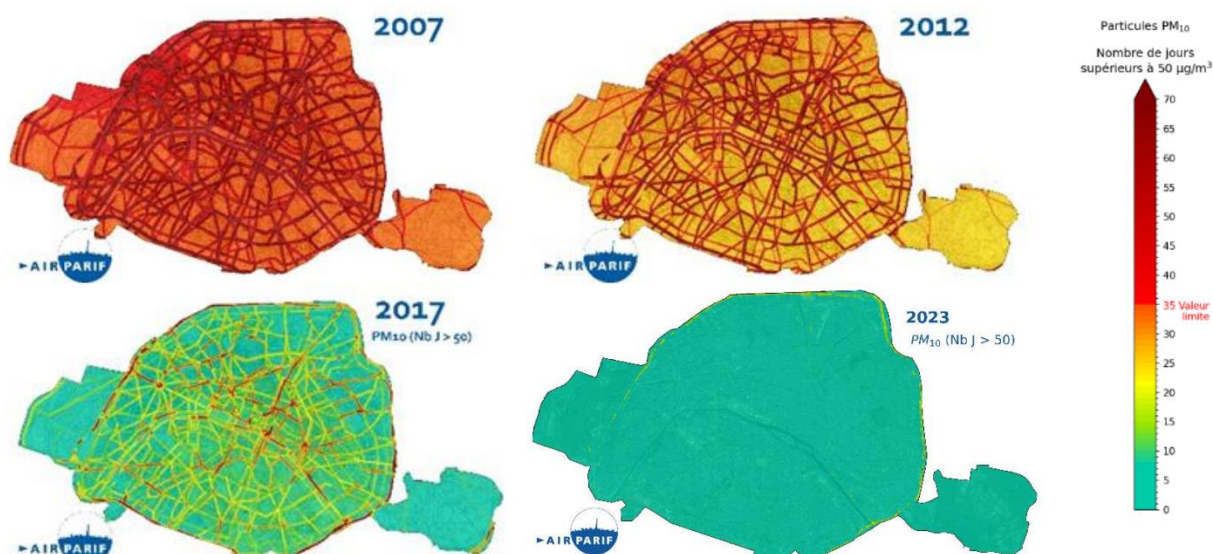


Figura 29: Numero di giorni di superamento del limite giornaliero di 50 µg/m³ del PM₁₀ dal 2007 al 2023
Fonte: Air Parif

4.1.3.4 PM₁₀ a Roma

A Roma i valori medi annui di PM₁₀ registrati nel 2024 sono pressoché stabili rispetto agli anni precedenti e si mantengono al di sotto del limite di legge dal 2008. Il numero di superamenti del limite giornaliero, nella stazione di monitoraggio Tiburtina - che mostra i valori più alti di tutte quelle nel territorio comunale - dopo tre anni consecutivi al di sopra del limite consentito, nel 2023 è tornata al di sotto passando a 34 e nel 2024 il valore è ulteriormente migliorato scendendo a 27 superamenti (limite massimo di 35 superamenti annui del valore di 50 µg/m³).

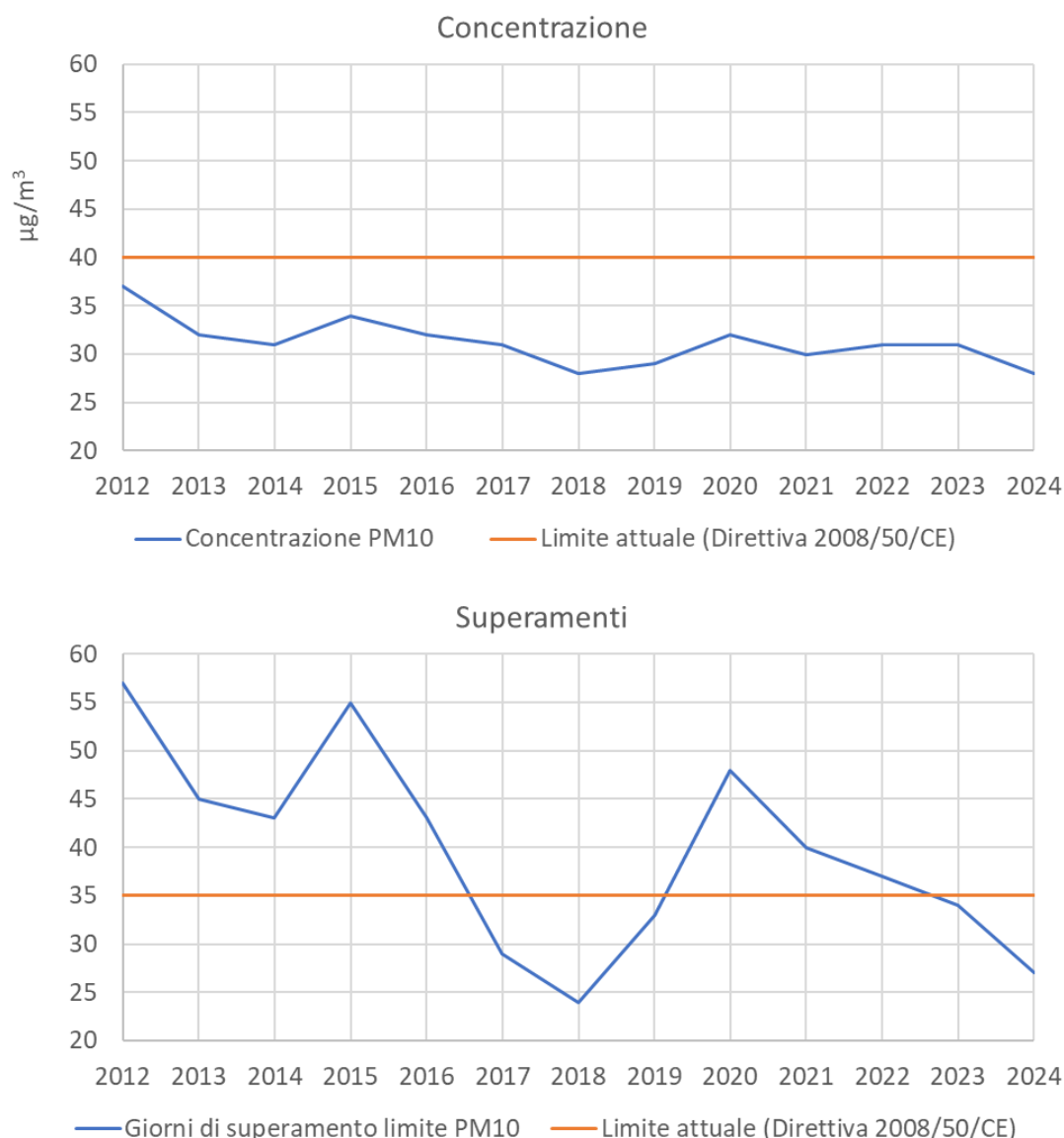


Figura 30: Evoluzione delle concentrazioni di PM₁₀ a Roma e superamenti annui, Stazione di monitoraggio Tiburtina - Anni dal 2012 al 2024

Fonte: Fondazione Caracciolo su dati ARPA Lazio

4.1.3.5 PM₁₀ a Milano

Per la città di Milano sono riportati i livelli di PM₁₀ relativi alla stazione di monitoraggio Senato, che nel 2024 ha riportato i livelli più alti di questo inquinante. Dopo un aumento nel 2022, i livelli sono nuovamente tornati a diminuire negli anni successivi con media annua stabilmente al di sotto del limite massimo di concentrazione consentita dal 2018. Tuttavia il numero di superamenti annui del limite giornaliero è stato, nel 2024, di 53, ben maggiore dei 35 consentiti e in aumento rispetto ai 49 del 2023, sebbene l'osservazione dello storico evidenzia una tendenza alla diminuzione⁴⁵.

⁴⁵ ARPA Lombardia, Qualità dell'aria un primo bilancio dell'anno 2023, Gennaio 2024.

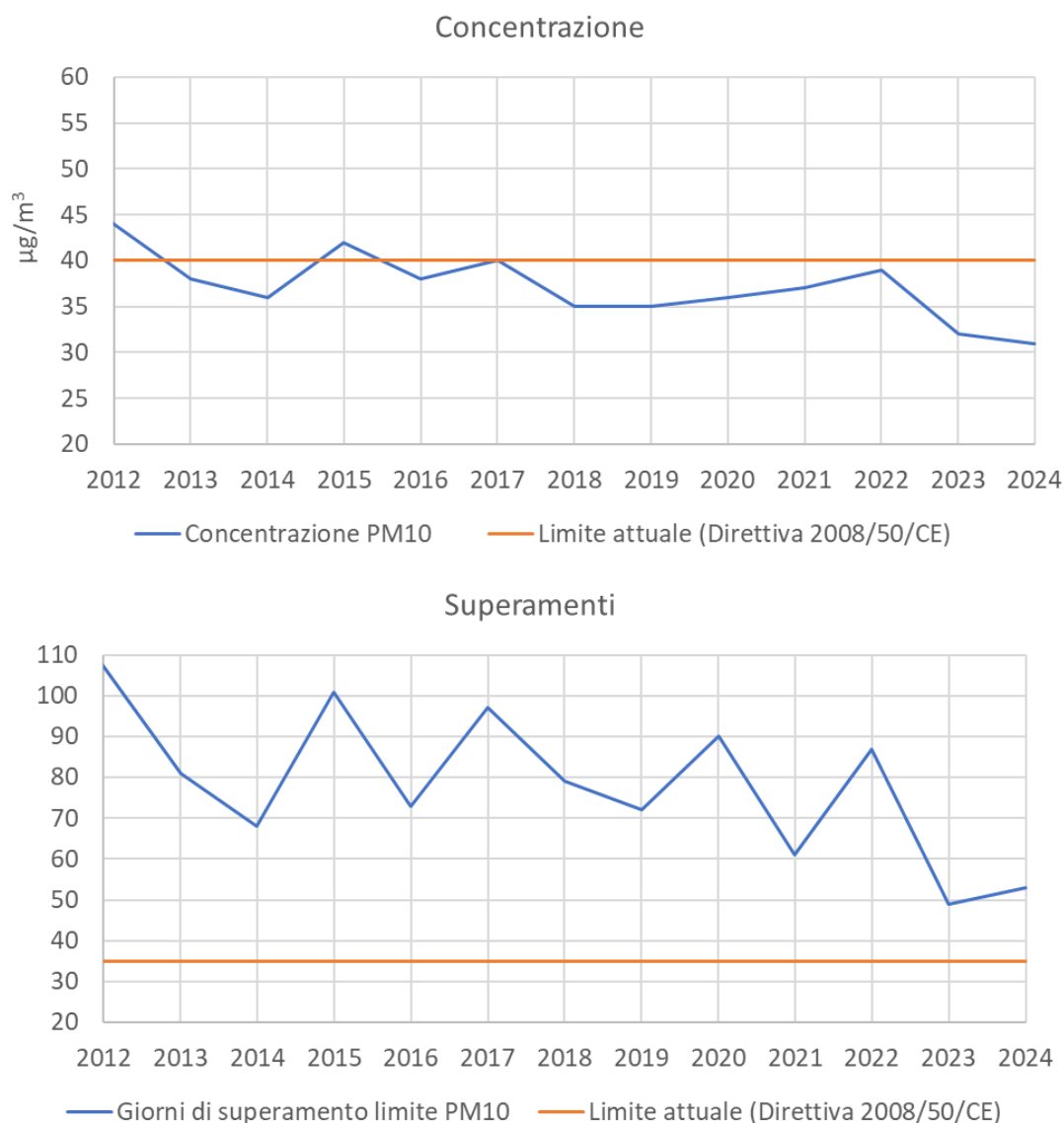


Figura 31: Evoluzione delle Concentrazioni medie annue di PM₁₀ e Numero di giorni di superamento della soglia di 50 µg/m³ - Milano - Anni dal 2012 al 2024
Elaborazione di Fondazione Caracciolo su dati ARPA Lombardia⁴⁶

4.1.3.6 PM₁₀ a Torino

Nella città di Torino, l'evoluzione delle concentrazioni di PM₁₀ mostra una tendenza alla diminuzione che è andata poi stabilizzandosi negli ultimi anni. Nel 2022 i livelli medi annui sono maggiori rispetto all'anno precedente, pur mantenendosi entro il limite di legge, scendendo ulteriormente nel 2023, anno in cui le condizioni metereologiche sono state più favorevoli, per poi tornare nel 2024 in linea con il 2022. Nel 2024 il valore limite annuale è stato rispettato in tutti i siti di monitoraggio. Tuttavia, gli sforamenti del limite giornaliero nel 2024 sono stati registrati in tutte le stazioni di traffico urbano del territorio comunale ad eccezione della stazione Consolata, sebbene l'andamento sia tendenzialmente in diminuzione dal 2006, infatti secondo quanto riportato nel report *Uno sguardo all'aria*⁴⁷, negli anni 2023 e 2024, è stato registrato un quinto dei superamenti rilevati all'inizio degli anni 2000.

⁴⁶ I dati sono riferiti alla stazione di monitoraggio con i risultati peggiori in termini di qualità dell'aria.

⁴⁷ Uno sguardo all'aria – Anteprima 2024; a cura di Città metropolitana di Torino e Arpa Piemonte, Marzo 2025.

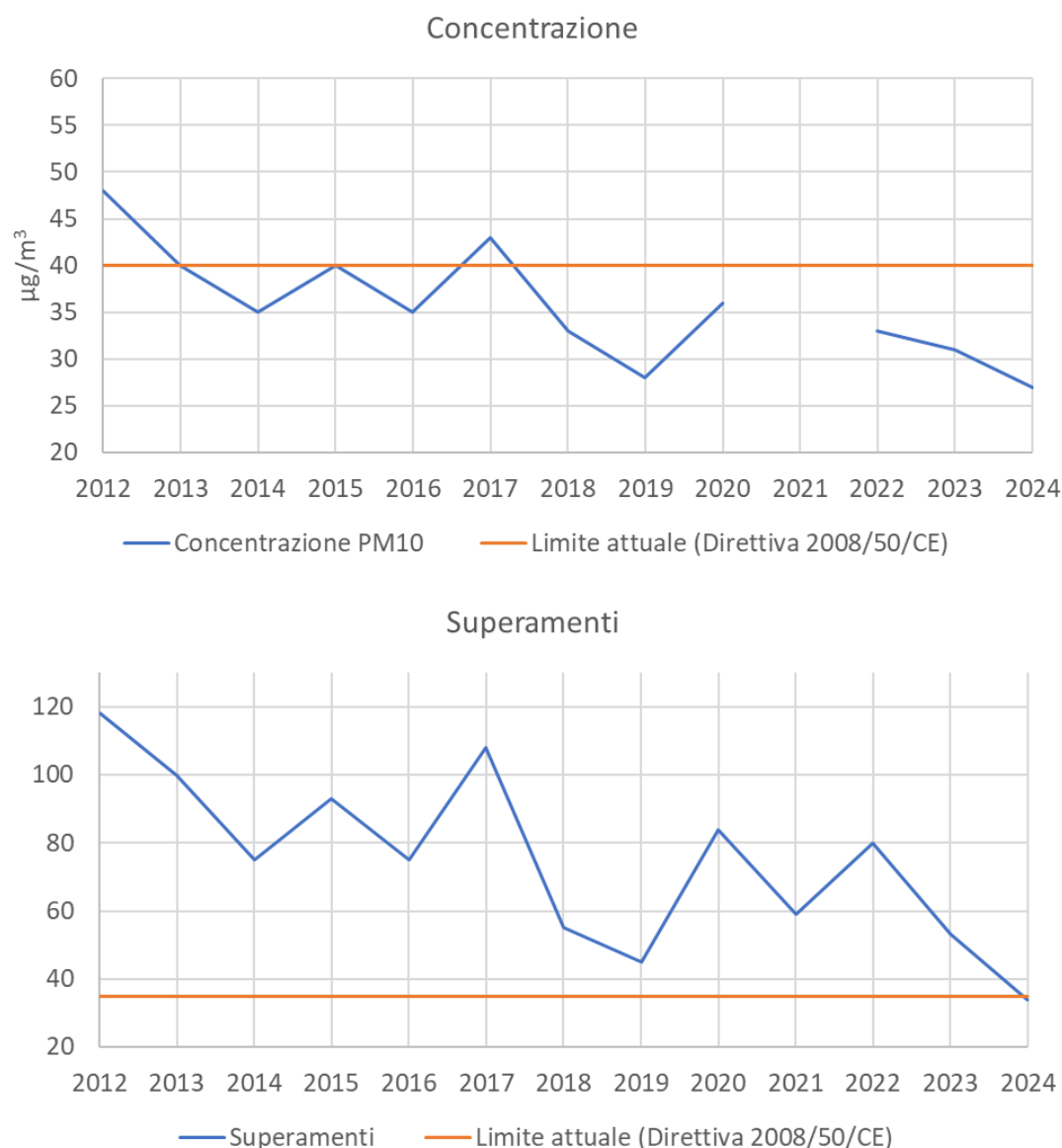


Figura 32: Evoluzione delle concentrazioni di PM10 a Torino e superamenti annui del livello giornaliero protezione della salute (Valore limite: 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile) - Stazione di monitoraggio Consolata, Anni dal 2012 al 2024

Fonte: Fondazione Caracciolo su dati ARPA Piemonte

4.1.3.7 PM10 a Napoli

A Napoli l'evoluzione della concentrazione media annua di PM10 è in lieve diminuzione e non ci sono stati superamenti del limite di 40 µg/m³ annui. Differente è quanto invece si verifica per il numero massimo di 35 superamenti consentiti in un anno del limite giornaliero di 50 µg/m³, infatti ancora nel 2024 i giorni di sfioramento sono stati 57 nella stazione di monitoraggio Ospedale Nuovo Pellegrini.

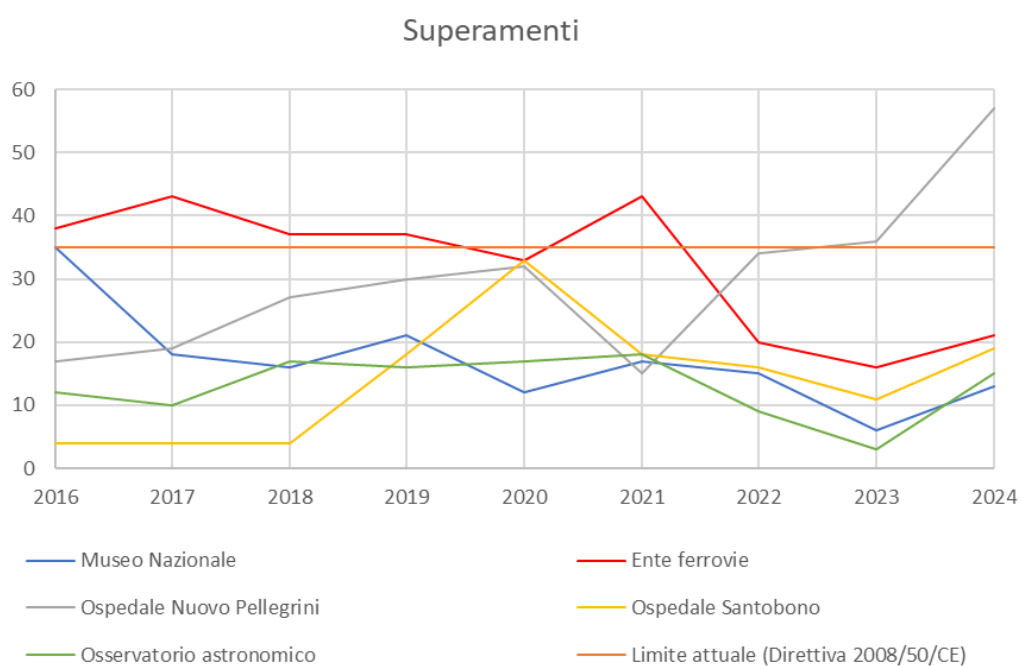
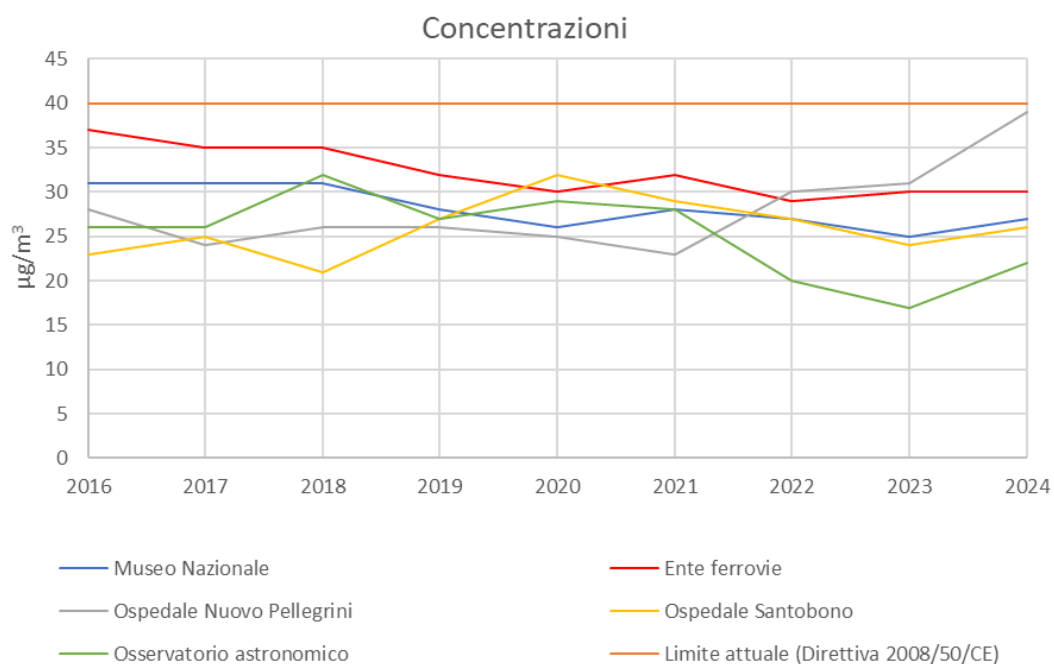


Figura 33: Evoluzione delle concentrazioni di PM₁₀ a Napoli e superamenti annui - Anni dal 2006 al 2022
 Fonte: Fondazione Caracciolo su dati ARPAC (si veda Nota 41)

4.1.4 Concentrazioni di PM_{2,5}

4.1.4.1 PM_{2,5} a Londra

Il 30% delle emissioni di particolato nella città di Londra deriva dai trasporti, ma il particolato fine proviene per la maggior parte da fonti esterne alla città, trasportato da eventi meteorologici, quindi è influenzato anche dal clima. È prodotto dalla combustione, ma proviene anche dal consumo di pneumatici, freni e dalla strada stessa. È quindi difficile da abbattere se ci si basa solo sullo *switch* verso veicoli meno emissivi. Nonostante questi limiti, le medie mensili delle concentrazioni di PM_{2,5} dal 2010 al 2022 mostrano una generale diminuzione dei livelli di particolato per tutto il periodo in tutte le zone monitorate. La riduzione maggiore è stata del 41% a partire dal 2017 per le zone di background urbano centrale⁴⁸ e di traffico nella Inner London.

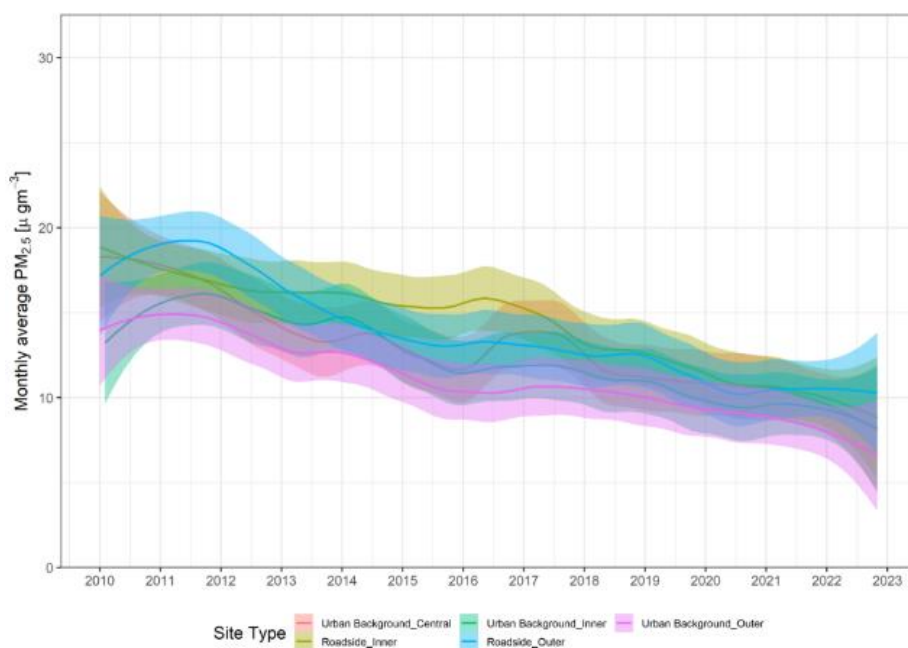


Figura 34: Medie mensili delle concentrazioni di PM_{2,5} a Londra dal 2010 a Ottobre 2022
Fonte: Inner London Ultra Low Emission Zone – One-year report, Febbraio 2023

4.1.4.1 PM_{2,5} a Madrid

Dai dati delle stazioni di monitoraggio ambientale, rilevati nel 2023, emerge che i valori medi annui di PM_{2,5} si sono mantenuti al di sotto del valore limite di legge di 25 µg/m³ e sono mediamente inferiori agli anni precedenti.

⁴⁸ Misurazioni effettuate lontano dalle fonti dirette di inquinamento (misurazioni effettuate in parchi, giardini o aree residenziali).

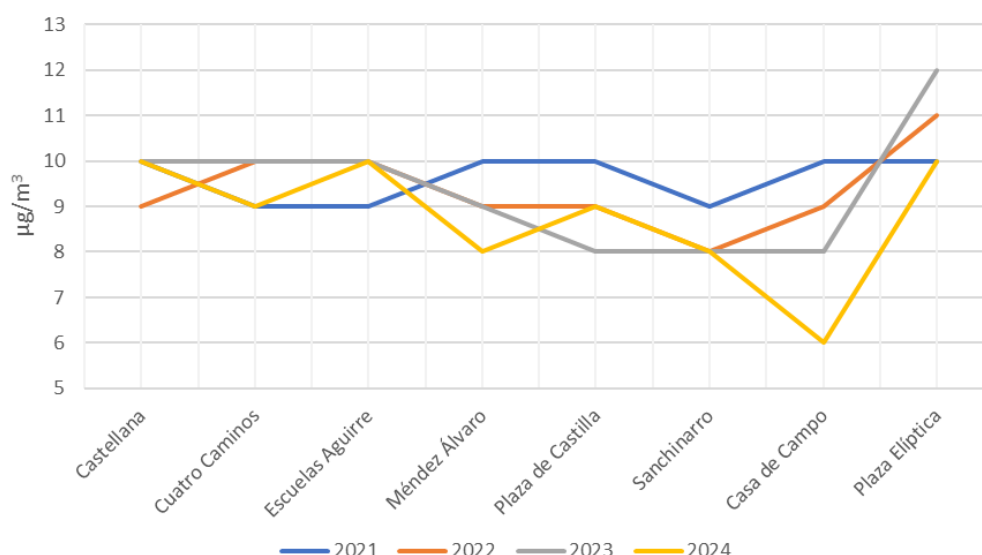


Figura 35: Concentrazione media di PM_{2,5} nelle stazioni della rete di monitoraggio della città di Madrid – Anni 2021- 2024
Fonte: Calidad del Aire, Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental, Comune di Madrid 2023.

4.1.4.2 PM_{2,5} a Barcellona

Nella tabella di seguito sono mostrati i valori delle concentrazioni di PM_{2,5} rilevati nella città di Barcellona nel 2023. In tutte le stazioni della rete di monitoraggio ambientale è stato rispettato il limite di legge per la media annuale pari a 25 μg/m³.

		Media annuale	Massimo giornaliero
Stazioni di transito	Eixample	15	36
	Gracia Sant Gervasi	12	32
	Plaça Universitat	16	42
Stazioni di fondo urbano	Poblenou	15	34
	Zona Universitària	13	35
	Val Hebron	10	24

Tabella 11: Livelli di PM_{2,5} in μg/m³ nelle stazioni della rete di monitoraggio di Barcellona nel 2023
Fonte: Si veda Nota 37

La media annuale di PM_{2,5} si è mantenuta al di sotto dei limiti di legge nel periodo 2010 - 2023, come si può osservare nella Figura 36 infatti si rileva un andamento regolare delle concentrazioni rilevate, a eccezione dei due anni di pandemia in cui si nota un lieve calo dei valori, al quale si sono allineati i valori del 2023.

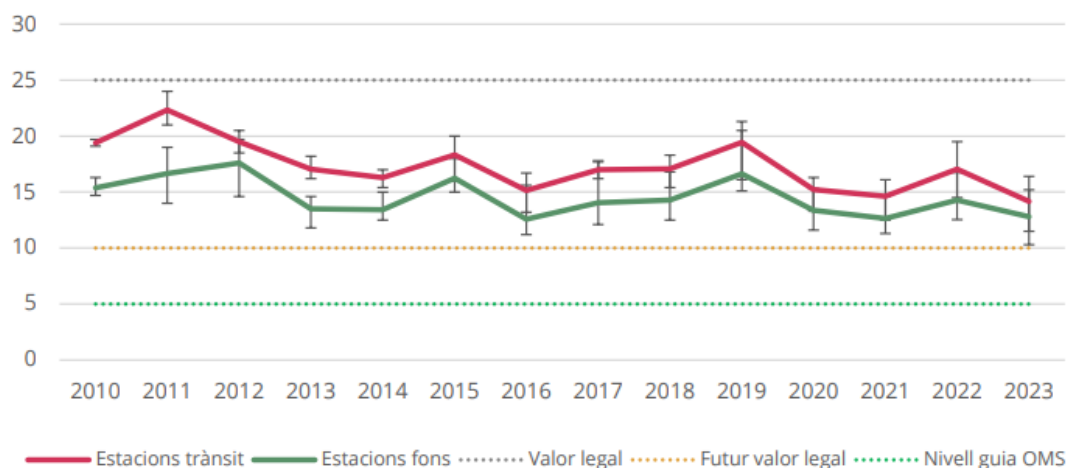


Figura 36: Evoluzione temporale della media annuale aggregata di PM_{2,5} per le stazioni di transito e di fondo urbano (in µg/m³) per il periodo 2010-2023 nella città di Barcellona

Nota: Gli intervalli indicano le medie annuali massime e minime misurate

Fonte: Si veda Nota 37

4.1.4.3 PM_{2,5} a Parigi

Nel 2023, la concentrazione media di PM_{2,5} annua nella città di Parigi è di circa 10 µg/m³, con punte più elevate in prossimità delle zone più popolate e densamente trafficate. In tutte le stazioni di monitoraggio ambientale non è stato rilevato alcun superamento del limite di legge per la media annuale di 25 µg/m³. Come si può osservare nelle figure di seguito riportate, i livelli medi annui della concentrazione di PM_{2,5} sono diminuiti nel corso degli anni: dal 2014 al 2023 si è verificato un calo superiore al 45%.

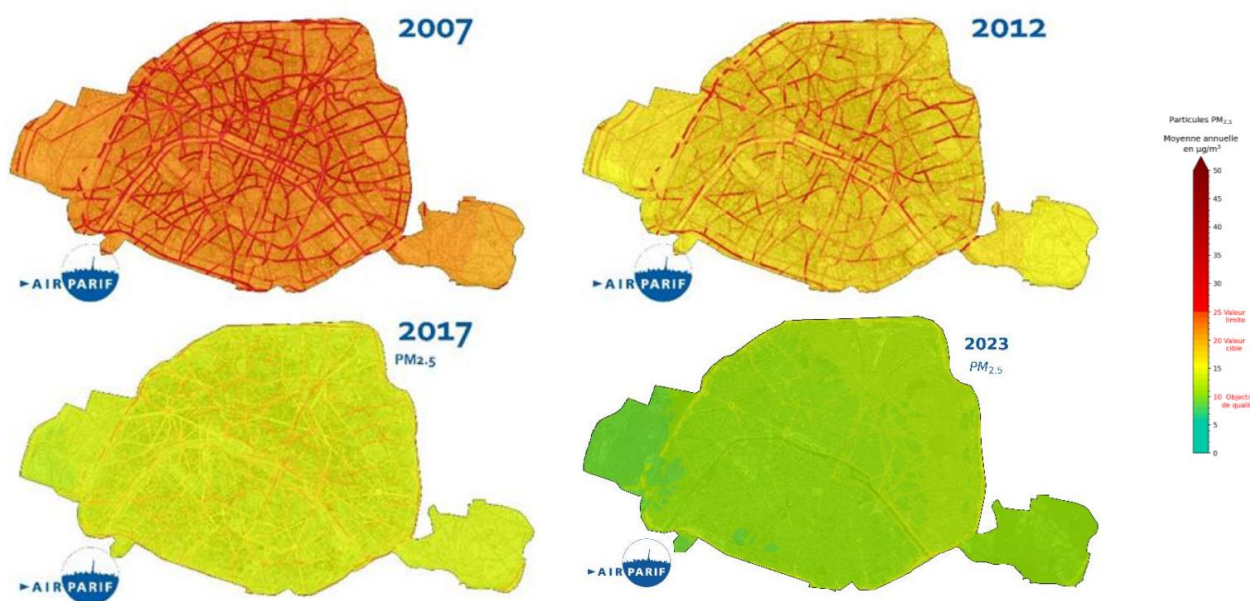


Figura 37: Evoluzione della concentrazione media annuale di PM_{2,5} tra il 2007 e il 2023 a Parigi

Fonte: Air Parif

4.1.4.4 PM_{2,5} a Roma

A Roma il valore medio annuo di PM_{2,5} si mantiene al di sotto del limite consentito in tutta la rete di monitoraggio ambientale. Nella stazione di Cinecittà, quella in cui si registrano i valori più alti, nel 2024 il livello è in calo rispetto agli anni precedenti.

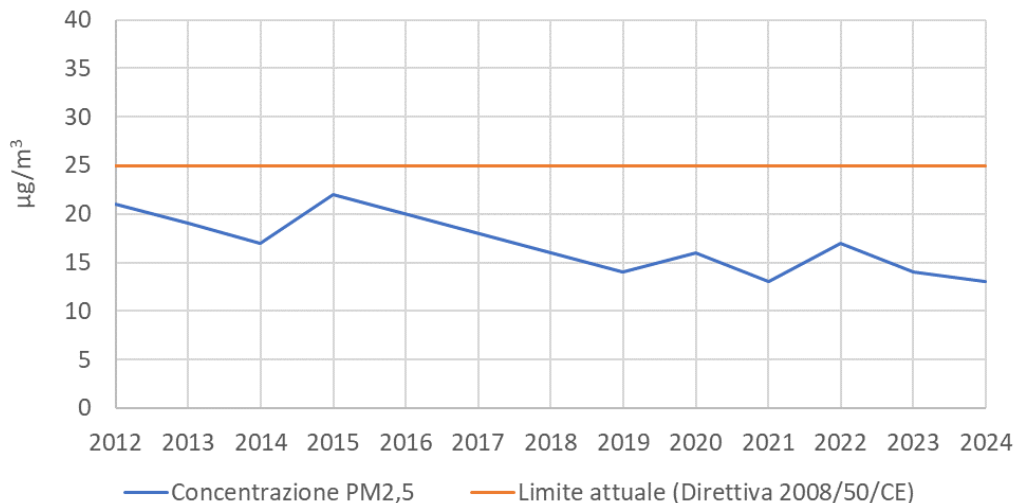


Figura 38: Evoluzione delle concentrazioni di PM_{2,5} a Roma, Stazione di monitoraggio Cinecittà (Background urbano) - Anni dal 2012 al 2024

Fonte: Fondazione Caracciolo su dati ARPA Lazio

4.1.4.5 PM_{2,5} a Milano

A Milano il valore medio della concentrazione media annua di PM_{2,5} è aumentato del 5% tra il 2023 e il 2024⁴⁹, con i livelli medi annui di PM_{2,5} che si mantengono al di sotto dell'attuale limite di legge dal 2018. Nella sola stazione di monitoraggio Senato, i cui valori medi annui di PM_{2,5} sono riportati nel grafico a seguire, fatta eccezione per un picco nel 2022, non si registrano altri superamenti dal 2017 e si osserva inoltre un trend di diminuzione di questo inquinante.

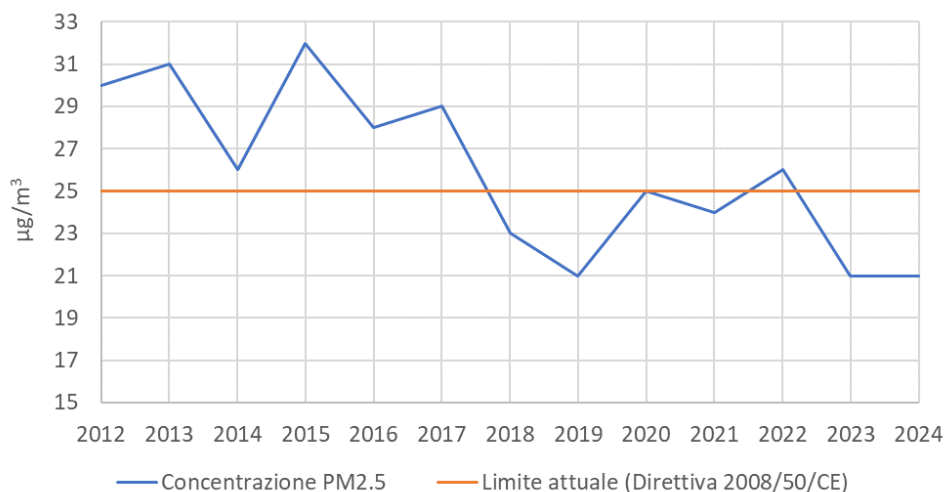


Figura 39: Evoluzione delle concentrazioni medie annue di PM_{2,5} a Milano - Anni dal 2012 al 2024

Fonte: Fondazione Caracciolo su dati ARPA Lombardia⁵⁰

⁴⁹ Fonte: Rapporto Mobilitaria 2025.

⁵⁰ I dati sono riferiti alla stazione di monitoraggio con i risultati peggiori in termini di qualità dell'aria.

4.1.4.6 PM_{2,5} a Torino

Nella città di Torino, si registra una tendenziale riduzione dei livelli di PM_{2,5} nell'aria, sebbene negli anni 2021 e 2022 le concentrazioni medie siano aumentate rispetto all'anno precedente, pur mantenendosi nei limiti di legge. Nel 2023 e 2024 le concentrazioni rilevate sono ulteriormente scese. Nel grafico a seguire si mostrano i livelli di concentrazione media annua registrati negli ultimi dieci anni nella stazione di monitoraggio Rebaudengo (traffico urbano), uno dei siti con maggiore concentrazione di particolato a Torino, da cui è osservabile il netto calo di questo inquinante negli ultimi anni.

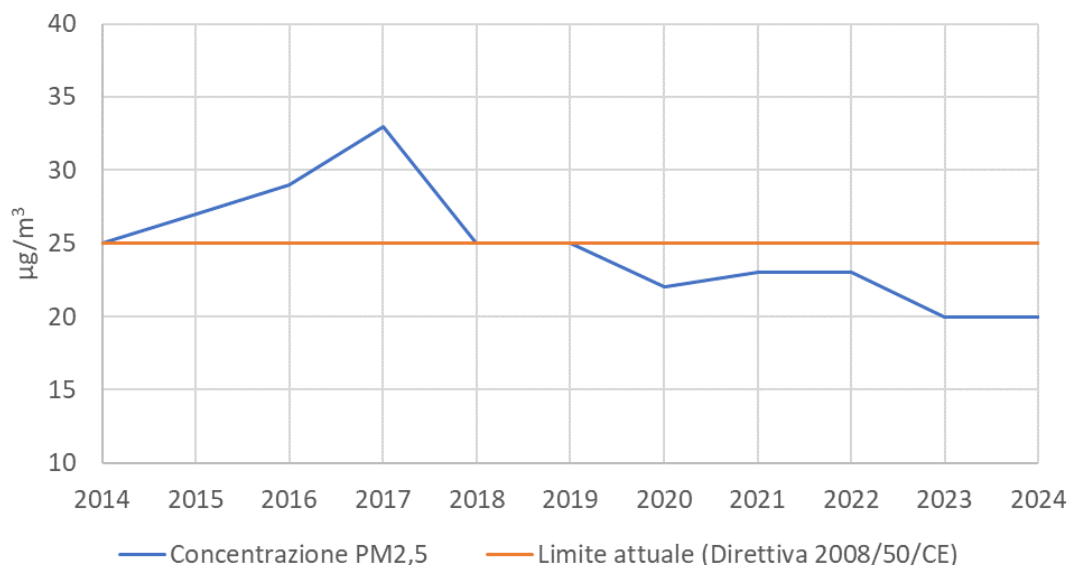


Figura 40: Evoluzione delle concentrazioni di PM_{2,5} a Torino, stazione di monitoraggio Rebaudengo - Anni dal 2014 al 2024
Fonte: Fondazione Caracciolo su dati ARPA Piemonte

4.1.4.7 PM_{2,5} a Napoli

Rispetto all'evoluzione della concentrazione di PM_{2,5} a Napoli il livello medio annuo si mantiene stabilmente al di sotto del limite di legge in entrambe le stazioni di monitoraggio che registrano il dato.

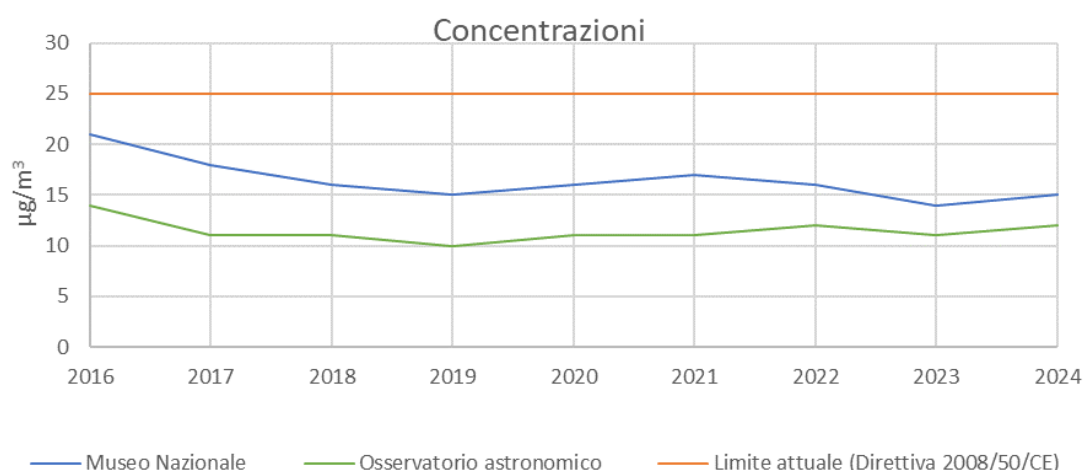


Figura 41: Evoluzione delle concentrazioni di PM_{2,5} a Napoli - Anni dal 2006 al 2022
Fonte: Fondazione Caracciolo su dati ARPAC (si veda Nota 41)

4.1.5 Confronto livelli emissivi

Il confronto tra le concentrazioni di inquinanti nelle città europee e italiane osservate evidenzia come la qualità dell'aria segua una tendenza di generale miglioramento negli anni, ma i progressi sono stati disomogenei anche a causa delle differenti strategie locali.

Le politiche adottate dalle diverse città europee per contrastare l'inquinamento atmosferico, sebbene mirino tutte a migliorare la qualità dell'aria e la salute pubblica, si differenziano per le modalità di attuazione e i risultati ottenuti. Città come Londra, Parigi, Madrid e le principali città italiane hanno messo in campo strategie innovative, ma con effetti differenti a causa di vari fattori come la densità urbana, la disponibilità di risorse e le politiche nel lungo periodo.

Nelle tabelle di seguito si riporta una sintesi dei dati sull'andamento delle emissioni inquinanti estratti dai paragrafi precedenti, che permette di avere una panoramica di confronto diretta rispetto alle più recenti informazioni disponibili.

NO ₂				Andamento
	Anno	Media annua [µg/m ³]	Superamenti	
Londra	2022	Sotto il limite	n.d.	dal 2019 - 46% nelle stazioni di traffico
Parigi	2023	Sotto il limite	n.d.	dal 2014 - 50% nelle stazioni di traffico e – 45% nelle stazioni di fondo
Madrid	2024	31	0	In calo generale
Barcellona	2023	35	0	Dal 2014 -38,5% nelle stazioni di traffico; - 36,4% nelle stazioni di fondo
Roma	2024	44 (Fermi)	0	In calo generale
Milano	2024	34	0	In calo generale
Torino	2024	42 (Rebaudengo)	0	In calo generale
Napoli	2024	53 (Ente Ferrovie)	0	In calo generale

Tabella 12: Andamento concentrazioni NO₂ in alcune città europee (Anno base rilevazione sulla base dei dati disponibili)

PM ₁₀				Andamento
	Anno	Media annua [µg/m ³]	Superamenti	
Londra	2022	n.d.	n.d.	n.d.
Parigi	2023	nei limiti	n.d.	- 35% dal 2012
Madrid	2024	25	0	Stabile dal 2021
Barcellona	2023	24 (traffico) 23 (fondo)	34	Stabile negli ultimi 10 anni; -52% nelle stazioni di fondo rispetto al 2004
Roma	2024	28 (Tiburtina)	27 (Tiburtina)	In calo generale
Milano	2024	31 (Senato)	53 (Senato)	In calo generale
Torino	2024	27 (Consolata)	34 (Consolata)	In calo generale
Napoli	2024	39 (Nuovo Pellegrini)	57 (Nuovo Pellegrini)	In peggioramento solo in questa stazione

Tabella 13: Andamento concentrazioni PM₁₀ in alcune città europee (Anno base rilevazione sulla base dei dati disponibili)

PM2.5			Andamento
	Anno	Media annua [µg/m³]	
Londra	2022	Nei limiti	Dal 2017 – 41% nella Inner London
Parigi	2023	10 (media cittadina)	Dal 2014 - 45 %
Madrid *	2024	10	Lieve calo
Barcellona**	2023	14 (traffico) 13 (fondo)	Lieve calo
Roma	2023	14 (Cinecittà)	In calo generale
Milano	2023	21 (Senato)	In calo generale
Torino	2023	20 (Rebaudengo)	In calo generale
Napoli	2023	17 (Ente Ferrovie)	In calo generale

Tabella 14: Andamento concentrazioni di PM2.5 in alcune città europee (Anno base rilevazione sulla base dei dati disponibili)

* Fonte dati Madrid: <https://airedemadrid.madrid.es/portales/calidadaire/es/Bases-de-datos-y-publicaciones/Bases-de-datos-de-calidad-del-aire/Datos-anuales/?vgnextfmt=default&vgnextchannel=b18844e815617710VgnVCM1000001d4a900aRCRD>

** Fonte dati Barcellona: <https://www.aspb.cat/documents/informe-mensual-qualitat-aire-barcelona/>

Per le città italiane le fonti dei dati sono: il report Mobilitaria 2024 e i siti web delle ARPA regionali;

Fonte dati Parigi: Air PArif, Rapporto "Surveillance et information sue la qualité de l'air, Bilan Paris 2023", Luglio 2024;

Fonte dati Londra Rapporto "Inner London Ultra Low Emission Zone – One-year report", Febbraio 2023.

4.2 Valutazione emissiva del parco auto circolante nelle città italiane

In questo paragrafo si produce una valutazione del potenziale emissivo del parco auto circolante su tratte urbane all'interno dei comuni italiani presi in esame nello studio, quantificandolo in tonnellate di ossidi di azoto (NOx), particolato (PM) e monossido di carbonio (CO).

La valutazione è stata condotta in considerazione dei limiti emissivi imposti per legge alle singole auto in base alla loro classe Euro e alimentazione. Le percorrenze (km medi annui per veicolo) riprendono le stime utilizzate nello studio *La mobilità automobilistica a Roma. Il parco veicolare e le abitudini di spostamento*⁵¹ e nello studio del Cluster Tecnologico Nazionale Trasporti Italia, PATHs to 2030⁵². Sulla base delle analisi svolte sono state ipotizzate percorrenze medie su tratte urbane di 2.000 km annui per veicolo.

	Euro 0 - 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Roma	21,92%	20,72%	16,08%	41,28%
Milano	20,18%	16,38%	13,65%	49,79%
Torino	17,57%	15,11%	10,75%	56,57%
Napoli	46,73%	20,98%	11,49%	20,80%

Tabella 15: Distribuzione percentuale delle automobili rispetto alla classe di Euro di appartenenza - Anno 2024

Fonte: Elaborazioni di Fondazione Caracciolo su dati ACI

⁵¹ Fondazione Filippo Caracciolo, 2024.

⁵² PATHS TO 2030: Possibili traiettorie del trasporto su strada per il raggiungimento degli obiettivi del pacchetto climatico EU "Fit for 55", Cluster Tecnologico Nazionale Trasporti, https://www.clustertrasporti.it/wp-content/uploads/2023/05/path_sole-24h_- 2.05.23_1683297483_3be03db7a6.pdf, anno 2022.

La valutazione, inoltre, tiene conto del fatto che sebbene i dati del Pubblico Registro Automobilistico riportino una presenza elevata di autovetture con immatricolazione precedente al 1993 (Euro 0), è realistico pensare che un gran numero di queste auto non sia di fatto in circolazione (e comunque produca un numero di km molto inferiore rispetto ai veicoli più performanti). Alla luce di questa considerazione, si è ritenuto di assumere come realmente circolanti solo il 10% delle auto Euro 0.

Di seguito si riportano i risultati delle valutazioni emissive delle auto circolanti per standard Euro nelle città italiane di Napoli, Milano, Roma e Torino.

Per quanto riguarda il monossido di carbonio, le stime del potenziale emissivo delle auto di classe ambientale da Euro 0 a Euro 3 restituiscono il valore percentuale più alto nella città di Napoli (la percentuale è calcolata rispetto al totale delle emissioni del parco auto), dove la presenza delle auto Euro 0-3 è più alta (46,7% sul totale, più del doppio rispetto alle altre città). Le auto appartenenti a queste classi emissive danno un contributo emissivo pari al 54% circa rispetto al totale emesso dal parco autovetture circolante. Guardando invece ai valori assoluti, il livello emissivo di Napoli, con un valore assoluto di 551 tonnellate di CO emesse, viene superato solo dalle auto Euro 0-3 di Roma (896t), quest'ultima tuttavia avendo un parco auto di dimensioni notevolmente maggiori ha un risultato in percentuale inferiore.

Nelle altre città (Milano, Roma e Torino) il peso percentuale delle emissioni di CO prodotte dalle auto Euro 0-3 rispetto alle emissioni totali prodotte dal parco autovetture circolante è intorno al 25%, mentre il contributo maggiore è dovuto alla circolazione delle auto Euro 6, che hanno una diffusione più ampia (sempre superiore al 40%); potrebbe sembrare che l'aumento delle auto più nuove abbia un effetto negativo sulle emissioni, tuttavia è bene ricordare come una singola auto Euro 6 abbia un apporto emissivo molto inferiore rispetto ad una di classe tra Euro 0 e 3. Infatti, un veicolo diesel Euro 6 emette l'81% in meno della CO emessa da un Euro 0 diesel.

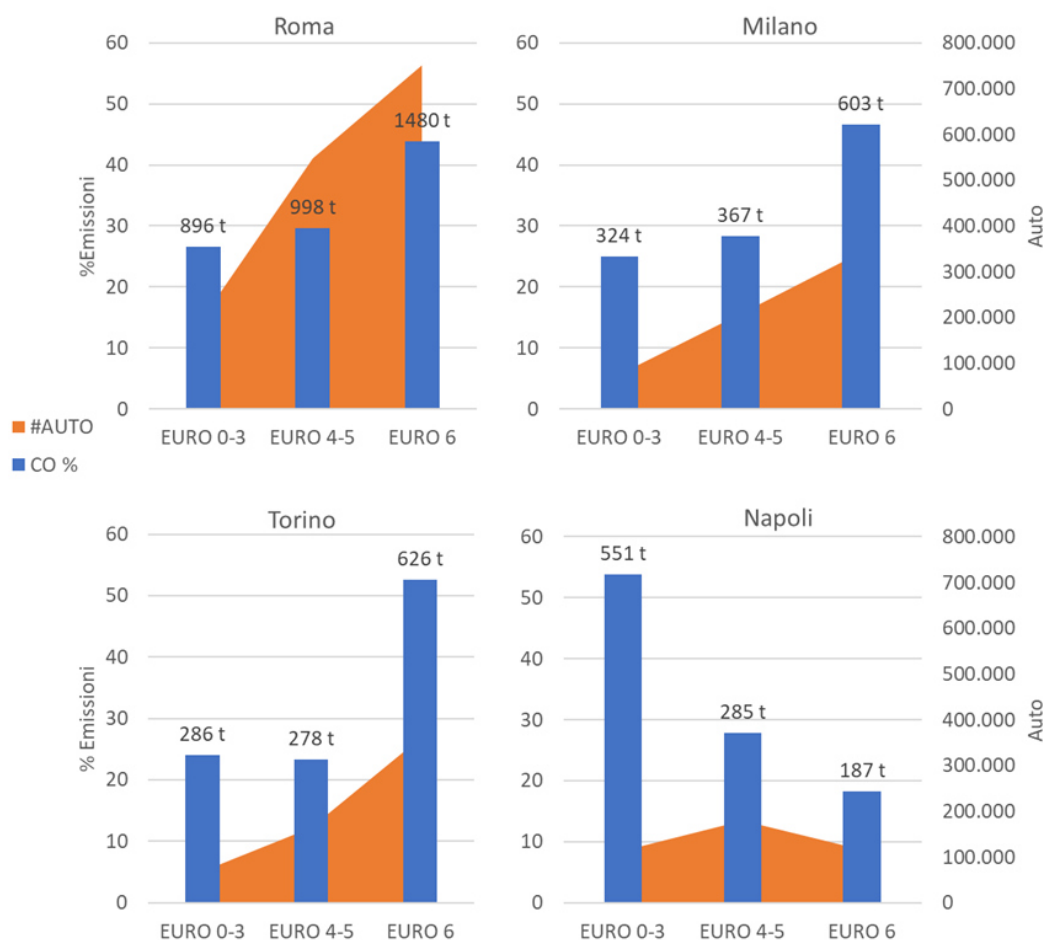


Figura 42: Potenziale emissivo di monossido di carbonio del parco auto di quattro città italiane rispetto al numero di auto circolanti, suddiviso secondo gli standard euro di emissioni (i valori delle emissioni sono rappresentati in percentuale, in etichetta sono riportati i valori assoluti)
Fonte: Elaborazioni di Fondazione Caracciolo su dati ACI

Per quanto riguarda le emissioni di particolato, in tutte le città esaminate, le auto di classe da Euro 0 a Euro 3 ne sono le maggiori responsabili.

A Roma spetta il primato negativo dei valori assoluti più alti, con 35 tonnellate a carico delle auto più vecchie. Ma i valori percentuali sono analoghi anche a Milano e Torino (tra il 55% e il 56 % del totale), percentuali più alte si riscontrano a Napoli (75%).

È importante notare come al crescere della presenza delle auto Euro 6 corrisponda una significativa riduzione delle emissioni nelle città di Roma, Milano e Torino.

Sebbene in questa analisi non ne sia stato computato l'effetto, va ricordato che tra le emissioni da particolato legate al traffico veicolare, andrebbero considerate anche quelle legate all'usura degli pneumatici e dei freni, nelle norme fino a Euro 6 queste non erano considerate.

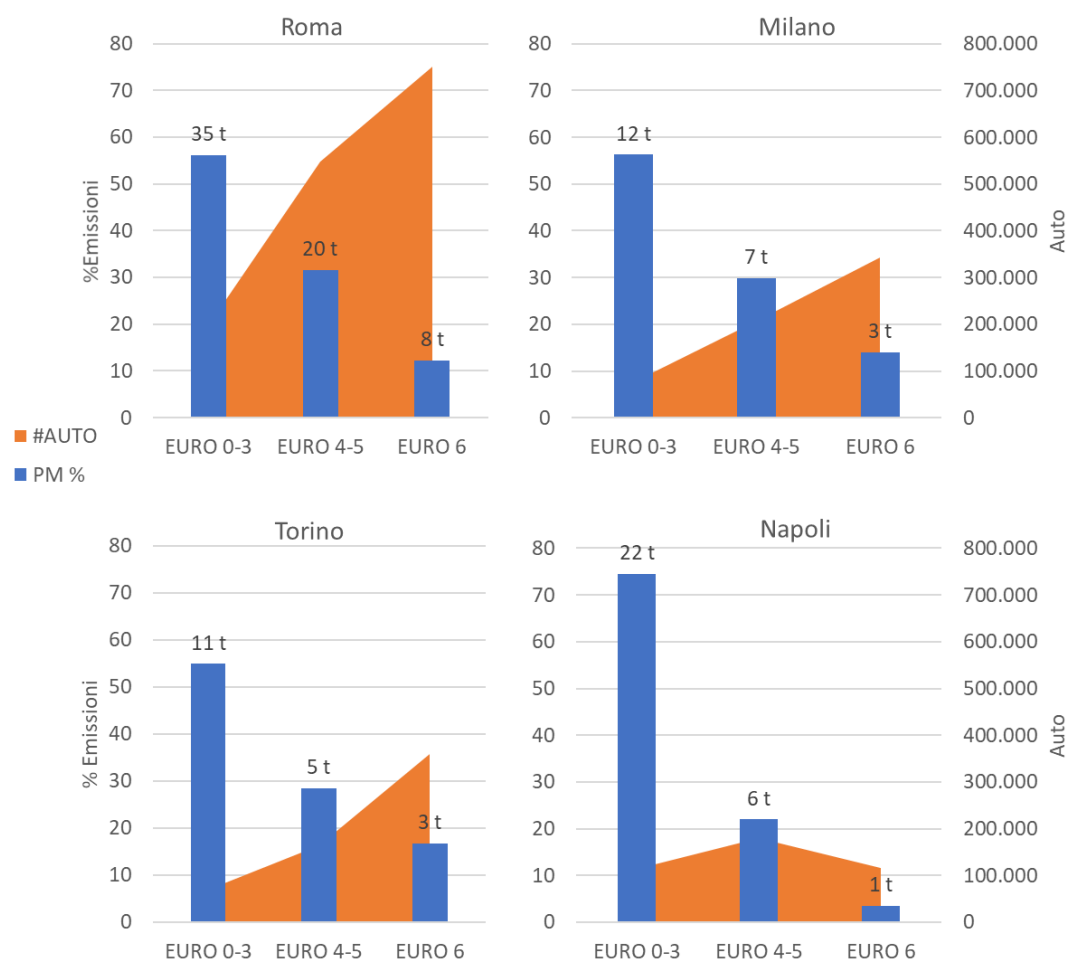


Figura 43: Potenziale emissivo di particolato del parco auto di quattro città italiane rispetto al numero di auto circolanti, suddiviso secondo gli standard euro di emissioni (i valori delle emissioni sono rappresentati in percentuale, in etichetta sono riportati i valori assoluti)
Fonte: Elaborazioni di Fondazione Caracciolo su dati ACI

Anche per quanto riguarda gli ossidi di azoto, le più alte percentuali delle emissioni sono ancora una volta a carico dei veicoli più datati; in valori assoluti, a Roma si stima il valore più elevato, con 232 tonnellate di NO_x dovute alla presenza delle auto da Euro 0 a Euro 3. Valori così elevati a carico di una porzione di parco con una ridotta presenza in termini di numero di veicoli (anche in considerazione delle valutazioni iniziali, che hanno portato alla scelta di non conteggiare la maggior parte dei veicoli Euro 0) è indicativa degli sforzi messi in atto per la riduzione delle emissioni di una sostanza inquinante di cui i veicoli a motore termico sono ritenuti tra i principali responsabili.

Osservando la Figura 44 si nota anche come le emissioni dovute ai veicoli Euro 6 siano più elevate di quelle a carico dei veicoli Euro 4 e 5, ma ancora una volta questa circostanza è legata alla maggiore diffusione dei primi rispetto ai secondi in quanto la differenza percentuale tra le emissioni consentite per l'NO_x per i veicoli Euro 4 ed Euro 6 è minore del 30%, mentre tra Euro 5 ed Euro 6 non vi è alcuna differenza.

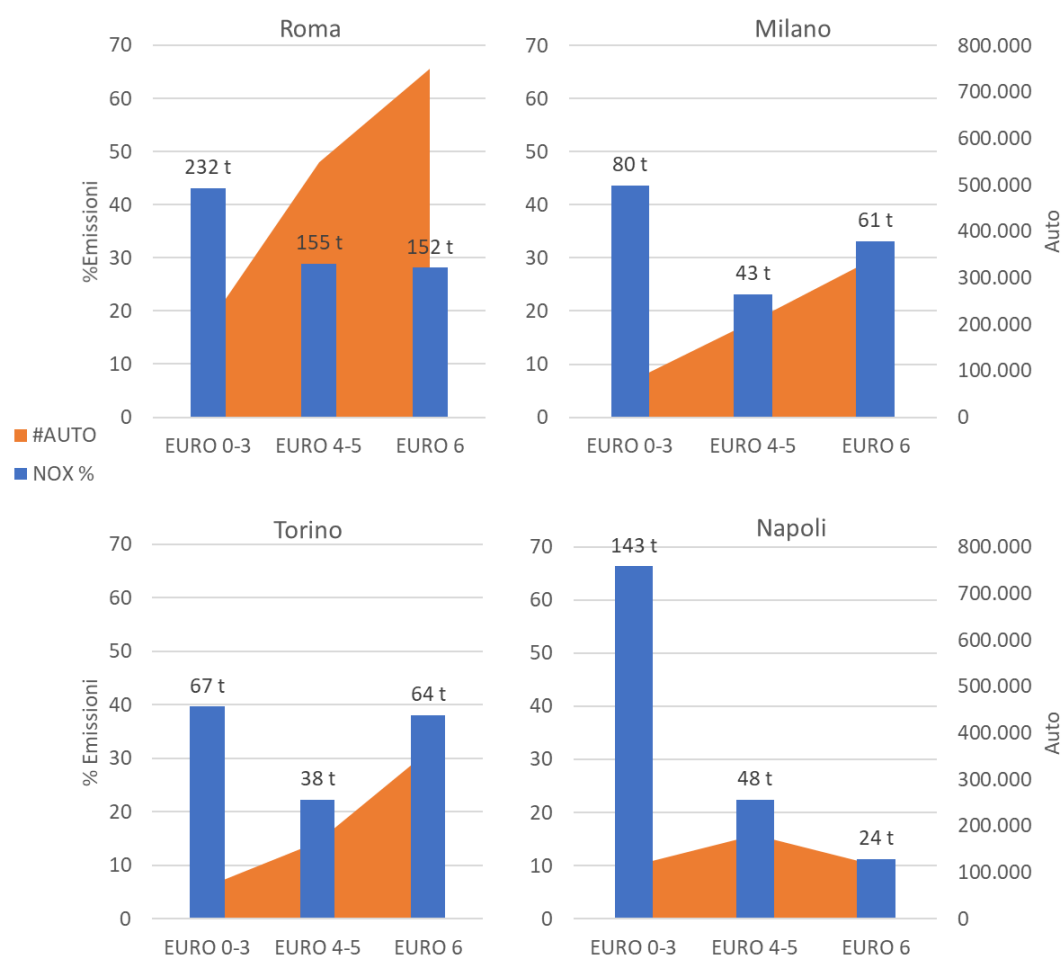


Figura 44: Potenziale emissivo di ossidi di azoto del parco auto di quattro città italiane rispetto al numero di auto circolanti, suddiviso secondo gli standard euro di emissioni (i valori delle emissioni sono rappresentati in percentuale, in etichetta sono riportati i valori assoluti)
Fonte: Elaborazioni di Fondazione Caracciolo su dati ACI

In estrema sintesi, dall'analisi del potenziale emissivo del parco auto circolante nelle tratte urbane, emerge che le auto di classe da Euro 0 a Euro 3, oltre a rappresentare una parte significativa del parco veicolare, sono responsabili di una quota di emissioni di monossido di carbonio, particolato e ossidi di azoto che potrebbe essere drasticamente ridotta passando a veicoli di ultima generazione. Infatti, le città con una maggiore presenza di veicoli più vecchi, come Napoli e Roma, sono particolarmente colpite, con emissioni di particolato e NOx superiori rispetto alle altre città. In particolare, Roma detiene il primato in termini di emissioni assolute di ossidi di azoto, mentre Napoli è caratterizzata da un contributo significativo delle auto Euro 0-3 sul totale delle emissioni di monossido di carbonio prodotte dal parco circolante.

Nonostante le difficoltà nello stimare con precisione le percorrenze su tratte urbane e la presenza di un numero rilevante di auto datate, unitamente alle approssimazioni del computo che si è limitato a valutare il potenziale emissivo in base alle classi Euro e all'alimentazione del parco circolante senza distinguere tra modelli di auto, è chiaro che un'azione mirata per la transizione verso una mobilità più sostenibile deve considerare non solo il rinnovo del parco veicolare, ma anche interventi specifici per ridurre il numero di veicoli obsoleti e incentivare l'adozione di tecnologie più pulite. Le auto Euro 6, pur rappresentando una fetta crescente del parco veicolare, e avendo quindi un impatto notevole sulle emissioni proprio in virtù della loro larga diffusione, hanno di fatto un effetto unitario molto inferiore sulle emissioni, suggerendo che l'incentivazione di veicoli a basse emissioni potrebbe contribuire in

modo significativo alla riduzione complessiva dell'inquinamento nelle aree urbane. Pertanto, è fondamentale proseguire con politiche che favoriscano la transizione energetica e l'adozione di tecnologie più ecologiche, in particolare attraverso incentivi per il rinnovo del parco auto e per l'utilizzo di veicoli elettrici, ibridi o a basse emissioni.

5 CONCLUSIONI

L'inquinamento atmosferico, insieme alla sicurezza stradale, rappresenta una delle problematiche più urgenti da affrontare nelle città europee e italiane. Le politiche di contenimento del traffico, la creazione di zone a basse emissioni e l'incentivazione all'acquisto di veicoli a basse emissioni sono strumenti efficaci per migliorare la qualità dell'aria. Tuttavia, per raggiungere risultati significativi e duraturi, è necessario un approccio integrato che preveda, oltre al rinnovo del parco veicoli, la promozione di soluzioni di mobilità sostenibile e l'efficientamento dei trasporti pubblici.

In questo lavoro si sono volute analizzare le politiche adottate da diverse città europee e italiane per promuovere una mobilità sostenibile e meno dipendente dall'auto privata, focalizzandosi sulle iniziative di Londra, Parigi, Madrid, Barcellona, e alcune città italiane come Roma, Milano, Torino e Napoli.

La qualità dell'aria nelle città europee e italiane è profondamente influenzata dal traffico stradale, dal livello di congestione e dalle caratteristiche del parco circolante. Il livello di congestione, in particolare, accentua il problema, poiché comporta tempi di percorrenza elevati, basse velocità medie e continue variazioni di marcia, con conseguente aumento del consumo di carburante e delle emissioni, in particolare di biossido di azoto (NO₂) e di particolato atmosferico (PM₁₀ e PM_{2,5}).

Al fine di tutelare la salute dei cittadini e rendere più vivibili le proprie città, alcuni Comuni europei, come quelli qui monitorati, negli ultimi anni, hanno avviato severe politiche di contenimento delle emissioni inquinanti, con l'obiettivo di migliorare la qualità dell'aria e la vivibilità delle città.

A Londra, il Vision Zero Action Plan punta a eliminare le vittime di incidenti stradali e ad aumentare l'uso dei mezzi pubblici e della mobilità attiva, mentre le espansioni dell'Ultra Low Emission Zone (ULEZ) e l'introduzione di punti di ricarica per veicoli elettrici mirano a ridurre l'inquinamento. La ULEZ, limitando l'accesso alle aree centrali della città ai veicoli che non rispettano gli standard di emissione Euro 4 (benzina) e Euro 6 (diesel), dal 2019 al 2022 ha ridotto drasticamente le emissioni di NO_x, con un calo del 47,6%, e fino al 53% in meno di biossido di azoto (NO₂) nel centro città. Le misure adottate hanno portato a una riduzione delle emissioni di CO₂ che dal 2019 al 2022 sono diminuite di circa 800.000 tonnellate.

A Parigi la Zona a Basse Emissioni (ZFE) si è progressivamente estesa, coprendo sempre più aree urbane; sono state, inoltre, introdotte politiche di mobilità volte a limitare il traffico motorizzato e incentivare la mobilità in bicicletta e con veicoli elettrici, creando quartieri a basso impatto di carbonio. L'adozione di politiche di riduzione del traffico, come il divieto di circolazione per i veicoli diesel più vecchi e l'espansione della rete di trasporti pubblici, ha contribuito a un miglioramento generale della qualità dell'aria, facendo registrare, secondo i dati disponibili, una riduzione delle concentrazioni di NO₂ del 45% nelle stazioni di traffico dal 2007 al 2023. Uno sforzo che ha permesso di registrare in prossimità delle stazioni di traffico un valore medio annuo al di sotto del limite massimo di legge di 40 µg/m³.

A Madrid la ZBE, introdotta nel 2021, ha ridotto l'accesso dei veicoli più inquinanti nelle aree centrali della città con un notevole impatto sul traffico delle zone più critiche. L'implementazione della ZBE fa parte di un più ampio piano urbano che ha previsto la progressiva eliminazione dei veicoli più inquinanti entro il 2025. Oltre alle zone a basse emissioni è stato implementato un sistema di sanzioni per migliorare la sicurezza e la salute pubblica. L'effetto complessivo di queste misure ha portato a miglioramenti nelle concentrazioni di NO₂.

A Barcellona, oltre alla creazione di una ZBE che include molte delle aree più trafficate della città, viene promosso un ampio uso della mobilità sostenibile, in particolare quella ciclabile, e la creazione di Superilles (aree per lo più pedonalizzate e con accessi controllati dei veicoli) per ridurre il traffico.

Nonostante i progressi nella riduzione del NO₂, i livelli del particolato fine (PM_{2,5}) rimangono al di sopra dei limiti raccomandati dall'OMS, soprattutto nelle vicinanze delle principali arterie stradali.

In Italia, l'inquinamento atmosferico nelle grandi città rappresenta una criticità, soprattutto nei comuni di Milano, Roma, Torino e Napoli, caratterizzate da un traffico veicolare intenso e un parco auto in parte obsoleto. Per questo motivo, anche i Comuni italiani stanno adottando politiche integrate di mobilità sostenibile. Nonostante gli sforzi delle amministrazioni locali per ridurre le emissioni e migliorare la qualità dell'aria, i risultati sono ancora parziali, e molte città continuano a superare i limiti di legge per i principali inquinanti.

A Roma, ad esempio, sono state create delle Zone a Traffico Limitato (ZTL), viene promosso il trasporto pubblico, integrato da modalità a basse o zero emissioni e viene disincentivato l'uso dei veicoli più vecchi con più alto impatto emissivo. Tuttavia ancora si registrano superamenti localizzati dei limiti di NO₂. Le misure di restrizione del traffico sono limitate rispetto ad altre città europee e le politiche di mobilità sostenibile sono in fase di implementazione graduale.

A Milano sono state istituite aree a traffico limitato come l'Area C, in cui i veicoli più inquinanti sono soggetti a restrizioni, e viene promosso l'uso di mezzi pubblici e biciclette, tuttavia, la città ha continuato a registrare superamenti dei limiti di PM₁₀, con 84 superamenti nel 2022 e, seppur in diminuzione, ancora 53 superamenti nel 2024.

A Torino è stato introdotto il "semaforo antismog" per limitare le emissioni nei mesi invernali e sono stati ottenuti dei miglioramenti nelle concentrazioni di PM₁₀, ma i superamenti dei limiti giornalieri sono ancora frequenti, soprattutto durante i periodi di maggiore traffico.

Nella città di Napoli sono presenti diverse zone a traffico limitato, ma anche qui il traffico e la presenza di un parco auto circolante molto vecchio rimangono ostacoli significativi al miglioramento della qualità dell'aria.

Nonostante i progressi, il parco auto europeo, in particolare in Italia, rimane dominato da veicoli datati e alimentati da tecnologie tradizionali, con una scarsa diffusione di auto elettriche.

Napoli è la città con la percentuale di auto con età maggiore di 10 anni più alta (78%); segue Madrid, con il 69%. Roma registra il 52% di veicoli con oltre 10 anni e Milano il 49%.

Le auto elettriche in circolazione sono ancora un numero esiguo rispetto al parco circolante delle città analizzate. Londra e Parigi, con il 4% di BEV circolanti, sono le città con la percentuale maggiore sul totale. Madrid conta il 2,5% di BEV, mentre nelle altre città (in particolare le italiane) le auto elettriche rappresentano ancora l'1% del totale.

Infine, lo studio ha stimato il potenziale emissivo del parco circolante nelle città basato su età dei veicoli ed emissioni correlate sulla base dello standard Euro di appartenenza e su un'ipotesi di percorrenza media annua di 2.000 km in urbano per veicolo, una cifra indicativa che presenta delle incertezze, dovute in parte alla difficoltà di valutare esattamente le percorrenze su tratte urbane e alla presenza di un numero rilevante di veicoli Euro 0, molti dei quali non sono presumibilmente più in circolazione. Non è stato possibile, invece, tener conto dei flussi di traffico, per mancanza di dati. Questo ultimo punto, porta necessariamente a risultati sottostimati, soprattutto nelle città metropolitane che raccolgono un'utenza ampia dagli enormi bacini circostanti.

L'analisi ha messo in evidenza come, pur avendo deciso di provare a correggere il numero di veicoli circolanti più vecchi, eliminando arbitrariamente dal conteggio il 90% dei veicoli Euro 0, nelle città italiane, la circolazione dei veicoli della fascia emissiva Euro 0-3 contribuisca in maniera significativa alle emissioni inquinanti, in particolare nelle città di Napoli e Roma.

A Napoli, le auto Euro 0–3 contribuiscono a quasi il 56% delle emissioni di CO. Sebbene Napoli registri il valore assoluto di potenziale emissivo di CO più basso rispetto ad altre città, le auto più vecchie restano la causa principale dell'inquinamento.

Roma detiene il primato nelle emissioni di ossidi di azoto (NO_x), con una stima di 251 tonnellate di NO_x prodotte dai veicoli Euro 0–Euro 3. Questi veicoli, pur costituendo una parte ridotta del parco veicolare, restano i maggiori responsabili dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane.

Un aspetto positivo emerso dall'analisi riguarda invece i veicoli di classe Euro 6. L'adozione di veicoli Euro 6 ha infatti portato a una riduzione sostanziale delle emissioni, soprattutto per quanto riguarda il particolato. Nelle città con maggiore presenza di veicoli Euro 6, come ad esempio Milano, si registra una notevole diminuzione di questi inquinanti. Purtroppo, come è noto, le auto Euro 6 non sono ancora prevalenti in tutte le città.

L'analisi evidenzia la necessità di adottare politiche più incisive per ridurre il numero di veicoli obsoleti (Euro 0-3) e incentivare l'acquisto di veicoli più ecologici, come quelli elettrici, ibridi o a basse emissioni. Una gestione più attenta del parco auto urbano, volto a disincentivare l'uso di veicoli più inquinanti e che introduca incentivi per il rinnovo del parco veicolare, potrebbe portare a una significativa riduzione delle emissioni e migliorare la qualità dell'aria nelle città italiane.

La transizione verso una mobilità sostenibile, quindi, deve considerare non solo il miglioramento delle tecnologie dei veicoli, ma anche la gestione efficace del parco auto e l'adozione di soluzioni di trasporto alternative e meno inquinanti, contribuendo così a raggiungere gli obiettivi di sostenibilità ambientale e a migliorare la salute pubblica nelle aree urbane.

Le misure adottate da alcune città europee, come Parigi e Londra, hanno mostrato risultati tangibili nel rinnovamento del parco auto, contribuendo a migliorare la qualità dell'aria. Le città prese in esame stanno facendo significativi progressi nel promuovere una mobilità urbana più sostenibile e sicura.

Al fine di poter ridurre la necessità di utilizzare l'auto per gli spostamenti urbani quotidiani, sarà però necessario aumentare gli sforzi per incentivare l'uso di mezzi pubblici, attraverso un incremento e un adeguamento dei servizi offerti per rispondere ad una domanda di mobilità crescente nei grandi centri urbani, soprattutto attraverso l'incremento e il rinnovamento del parco mezzi del TPL, oltre ad una sempre maggiore integrazione modale a basse emissioni sul territorio e una pianificazione razionale dei parcheggi di scambio.

La transizione verso una mobilità urbana sostenibile presenta ancora molte sfide. L'introduzione di misure restrittive per la circolazione dei veicoli più inquinanti, l'ampliamento delle aree pedonali e l'incremento del verde urbano rappresentano strumenti importanti a supporto di un cambiamento delle abitudini di mobilità verso città più vivibili, ma, perché ciò sia possibile, serve una risposta alternativa efficiente, anche attraverso infrastrutture smart, capaci di rispondere alle esigenze di mobilità dei cittadini.

Indice Figure

Figura 1: Mappa dell'estensione della ULEZ del centro di Londra e attuale confine della ULEZ	15
Figura 2: Flussi di traffico a Londra per zone, per tutti i veicoli. Medie mobili su 13 periodi dal 2008 al 2023.....	16
Figura 3: Evoluzione del parco auto in alcune città europee – Anni da 2012 al 2024.....	29
Figura 4: Evoluzione del tasso di motorizzazione (numero di auto/1.000 abitanti) in alcune città europee – Anni dal 2012 al 2024.....	30
Figura 5: Età del parco auto in alcune città europee – anno 2024 (per Madrid anno 2022).....	31
Figura 6: Evoluzione parco auto circolante per tipo di alimentazione nelle città di Barcellona, Grande Londra e Parigi (Anni 2016 – 2024), (val. %) (Totali n.a.).....	32
Figura 7: Evoluzione del parco auto circolante per tipo di alimentazione nelle città di Napoli e Milano (Anni 2015 - 2024), (val. %) (Totali n.a.); Fonte: dati ACI	33
Figura 8: Evoluzione del parco auto circolante per tipo di alimentazione nelle città di Roma e Torino (Anni 2015 - 2024), (val. %) (Totali n.a.); Fonte: dati ACI	34
Figura 9: Evoluzione del parco auto suddiviso secondo lo standard Euro a Roma, Milano, Torino e Napoli; anni dal 2015 al 2024.....	35
Figura 10: Evoluzione del parco auto di Barcellona suddiviso secondo il bollino ambientale nel comune di Barcellona; anni dal 2019 al 2024.....	35
Figura 11: Parco auto suddiviso secondo lo standard Euro nel comune di Madrid; anno 2024.....	36
Figura 12: Evoluzione del parco auto parigino in percentuale suddiviso secondo la classificazione Crit'Air dal 2011 al 2024.....	36
Figura 13: Andamento della concentrazione di NO ₂ a Londra a confronto con uno scenario senza ULEZ (LEZ introdotta nel 2016 – ULEZ introdotta nel 2019).....	39
Figura 14: Andamento della concentrazione di NO ₂ su strade che circondano la ULEZ	39
Figura 15: Valori delle concentrazioni medie annuali di NO ₂ nelle stazioni della rete monitoraggio ambientale di Madrid – Anni 2021 - 2024	40
Figura 16: Evoluzione temporale della media annuale di NO ₂ aggregata per stazioni di transito e di fondo urbano (valori in µg/m ³) per il periodo 2000 – 2023 a Barcellona	41
Figura 17: Media oraria di NO ₂ aggregata per stazioni di transito e di fondo urbano (valori in µg/m ³) per l'anno 2023 nella città di Barcellona.....	41
Figura 18: Concentrazione media annua di NO ₂ a Parigi e nei sobborghi interni della regione parigina nel 2023.....	42
Figura 19: Evoluzione della concentrazione media annuale di NO ₂ tra il 2007 e il 2023	42
Figura 20: Evoluzione delle concentrazioni di NO ₂ a Roma e superamenti annui - Anni dal 2012 al 2024	43
Figura 21: Evoluzione delle concentrazioni di NO ₂ a Milano e superamenti annui - Anni dal 2006 al 2022	44
Figura 22: Evoluzione delle concentrazioni di NO ₂ a Torino e superamenti annui del valore limite orario per la protezione della salute umana (Valore limite: 200 µg/m ³ , da non superare più di 18 volte/anno), Stazione di monitoraggio Rebaudengo- Anni dal 2012 al 2024	45
Figura 23: Evoluzione delle concentrazioni di NO ₂ a Napoli - Anni dal 2016 al 2024.....	46
Figura 24: Concentrazione media annua di PM ₁₀ nelle stazioni della rete di monitoraggio della città di Madrid – Anni 2021- 2024	47
Figura 25: Superamenti del limite giornaliero di PM ₁₀ nelle stazioni della rete di monitoraggio della città di Madrid – Anni 2021 -2024	47
Figura 26: Evoluzione temporale della media annuale aggregata di PM ₁₀ per stazioni di transito e di fondo urbano (in µg/m ³) per il periodo 2002-2023 nella città di Barcellona	48
Figura 27: Concentrazione media annuale di PM ₁₀ a Parigi e piccola corona nel 2023.....	49
Figura 28: Evoluzione della concentrazione media su tre anni del PM ₁₀ in stazioni di fondo e di traffico a Parigi – Anni 2012-2023.....	49

Figura 29: Numero di giorni di superamento del limite giornaliero di 50 µg/m ³ del PM10 dal 2007 al 2023	50
Figura 30: Evoluzione delle concentrazioni di PM10 a Roma e superamenti annui, Stazione di monitoraggio Tiburtina - Anni dal 2012 al 2024	51
Figura 31: Evoluzione delle Concentrazioni medie annue di PM10 e Numero di giorni di superamento della soglia di 50 µg/m ³ - Milano - Anni dal 2012 al 2024	52
Figura 32: Evoluzione delle concentrazioni di PM10 a Torino e superamenti annui del livello giornaliero protezione della salute (Valore limite: 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile) - Stazione di monitoraggio Consolata, Anni dal 2012 al 2024	53
Figura 33: Evoluzione delle concentrazioni di PM10 a Napoli e superamenti annui - Anni dal 2006 al 2022	54
Figura 34: Medie mensili delle concentrazioni di PM2,5 a Londra dal 2010 a Ottobre 2022	55
Figura 35: Concentrazione media di PM2,5 nelle stazioni della rete di monitoraggio della città di Madrid - Anni 2021- 2024	56
Figura 36: Evoluzione temporale della media annuale aggregata di PM2,5 per le stazioni di transito e di fondo urbano (in µg/m ³) per il periodo 2010-2023 nella città di Barcellona	57
Figura 37: Evoluzione della concentrazione media annuale di PM2,5 tra il 2007 e il 2023 a Parigi	57
Figura 38: Evoluzione delle concentrazioni di PM2,5 a Roma, Stazione di monitoraggio Cinecittà (Background urbano) - Anni dal 2012 al 2024	58
Figura 39: Evoluzione delle concentrazioni medie annue di PM2,5 a Milano - Anni dal 2012 al 2024 ..	58
Figura 40: Evoluzione delle concentrazioni di PM2,5 a Torino, stazione di monitoraggio Rebaudengo - Anni dal 2014 al 2024	59
Figura 41: Evoluzione delle concentrazioni di PM2,5 a Napoli - Anni dal 2006 al 2022	59
Figura 42: Potenziale emissivo di monossido di carbonio del parco auto di quattro città italiane rispetto al numero di auto circolanti, suddiviso secondo gli standard euro di emissioni (i valori delle emissioni sono rappresentati in percentuale, in etichetta sono riportati i valori assoluti)	63
Figura 43: Potenziale emissivo di particolato del parco auto di quattro città italiane rispetto al numero di auto circolanti, suddiviso secondo gli standard euro di emissioni (i valori delle emissioni sono rappresentati in percentuale, in etichetta sono riportati i valori assoluti)	64
Figura 44: Potenziale emissivo di ossidi di azoto del parco auto di quattro città italiane rispetto al numero di auto circolanti, suddiviso secondo gli standard euro di emissioni (i valori delle emissioni sono rappresentati in percentuale, in etichetta sono riportati i valori assoluti)	65

Indice Tabelle

Tabella 1: Limiti di emissione dallo scarico Euro 7 per le autovetture con motore a combustione interna	11
Tabella 2: Limiti di emissioni di particolato dai freni Euro 7 nel ciclo di guida standard applicabili fino al 31 dicembre 2029, secondo la tecnologia del gruppo propulsore; in mg/km per veicolo.....	11
Tabella 3: Specchietto per la classificazione dei veicoli secondo il criterio dei bollini ambientali in Spagna	19
Tabella 4: Specchietto di conversione tra classificazione Crit'Air adottata in Francia e Standard Euro 20	
Tabella 5: Numero delle automobili circolanti in alcuni stati europei, in UK e nell'Unione Europea dal 2018 al 2024.....	27
Tabella 6: Numero di automobili per 1.000 abitanti in alcuni stati europei, in UK e nell'Unione Europea dal 2018 al 2024	27
Tabella 7: Milioni di automobili circolanti secondo l'anno di prima di immatricolazione ed età media delle auto in alcuni stati europei, in UK e nell'Unione Europea. Anno 2024	28
Tabella 8: Percentuale di automobili suddivise per alimentazione in alcuni stati europei, in UK e nell'Unione Europea nel 2024.....	28
Tabella 9: Livelli di NO ₂ (in µg/m ³) nelle stazioni della rete di monitoraggio di Barcellona durante il 2023	40
Tabella 10: Livelli di PM ₁₀ (in µg/m ³) nelle stazioni della rete di monitoraggio di Barcellona durante il 2023	48
Tabella 11: Livelli di PM _{2,5} in µg/m ³ nelle stazioni della rete di monitoraggio di Barcellona nel 2023	56
Tabella 12: Andamento concentrazioni NO ₂ in alcune città europee (Anno base rilevazione sulla base dei dati disponibili)	60
Tabella 13: Andamento concentrazioni PM ₁₀ in alcune città europee (Anno base rilevazione sulla base dei dati disponibili)	60
Tabella 14: Andamento concentrazioni di PM _{2,5} in alcune città europee (Anno base rilevazione sulla base dei dati disponibili)	61
Tabella 15: Distribuzione percentuale delle automobili rispetto alla classe di Euro di appartenenza - Anno 2024.....	61

Fondazione **Filippo Caracciolo**
Centro Studi



ISBN 9788832245219