

La mobilità nelle aree urbane: stato e tendenza.
Confronto tra gli indicatori della mobilità urbana di alcune città
italiane ed europee

Dr. Luca Di Francesco

Tutor: Dr.ssa Silvia Brini
Cotutor: Dr. Giorgio Cattani

Prefazione

A partire dai primi anni '90 il tema della mobilità, con il "libro verde sull'ambiente urbano", è diventato di centrale importanza nell'agenda dell'Unione Europea in relazione alla importanza strategica legata a una gestione equilibrata e sostenibile delle politiche dei trasporti in ambito urbano. Dopo più di quindici anni numerosi sono ancora i nodi irrisolti relativi a questo tema, sebbene sia cresciuta notevolmente la consapevolezza della gravità e della complessità del problema da parte dei numerosi Soggetti coinvolti nell'articolato processo che dovrebbe portare, attraverso un'insieme di azioni integrate, a realizzare concretamente un sistema di mobilità sostenibile nelle città europee che contribuisca ad accrescerne l'efficienza ambientale. In questo percorso risulta fondamentale individuare obiettivi a breve, medio e lungo termine e definire gli idonei condivisi strumenti per il monitoraggio degli stessi, come sottolineato nel documento redatto dalla Commissione Europea "Libro Bianco - la politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte". L'APAT già da alcuni anni con il progetto "Qualità ambientale nelle aree metropolitane italiane" è attivamente impegnata attraverso la definizione e il popolamento di indicatori adatti a monitorare lo stato e il trend della mobilità nelle aree urbane italiane. Questa attività è ormai matura per essere formalizzata in uno strumento condiviso a più livelli mediante l'istituzione di un "Osservatorio sulla mobilità sostenibile urbana" che diventi un punto di riferimento per i vari Soggetti coinvolti a livello locale e nazionale sul tema. L'importanza di questa attività si amplifica quando si allarga l'orizzonte oltre i confini nazionali: numerose sono le iniziative che negli anni a diversi livelli e da parte di diversi enti e istituzioni sono sorte e hanno prodotto set di indicatori e analisi sulla mobilità nelle aree urbane nelle città europee. L'attività dell'APAT in questo settore potrebbe rappresentare un'importante contributo verso il traguardo della condivisione di strumenti di monitoraggio omogenei e standardizzati per le aree urbane in analogia con quanto realizzato dall' Agenzia Ambientale Europea con lo strumento TERM (*Transport and Environment Reporting Mechanism*) per il monitoraggio degli impatti della mobilità sull'ambiente valutati su scala nazionale.

La tesi di stage propone l'analisi dei dati relativi alle città europee con più di 150.000 abitanti presenti in letteratura e disponibili nelle banche dati predisposte da alcuni enti nazionali ed internazionali (APAT, ISTAT, EUROSTAT, UITP). L'obiettivo primario è quello di individuare gli indicatori di maggiore efficacia, la disponibilità di serie storiche, le problematiche relative al popolamento degli stessi indicatori e di fornire un quadro da cui possano emergere le criticità o le eccellenze italiane rispetto alle principali città europee.

Silvia Brini e Giorgio Cattani

Abstract

Una città può essere considerata come un sistema complesso all'interno del quale l'esigenza di mobilità determina un'insieme di effetti strettamente intercorrelati e tipicamente caratterizzati da andamenti non lineari di relazioni causa-effetto.

Tali esigenze hanno riflessi sulla sfera economica, sociale e ambientale influenzando la qualità della vita dei singoli e della collettività.

Lo scopo della ricerca è quello di:

- 1) individuare gli elementi critici, in termini di pressioni e impatti che la domanda di mobilità delle persone e delle cose all'interno delle aree urbane determina;
- 2) individuare gli indicatori che, a livello europeo, sono già riconosciuti e utilizzati per la valutazione delle performance ambientali delle singole città rispetto al tema della mobilità;
- 3) individuare le criticità rispetto al popolamento degli indicatori e all'interpretazione dei dati;
- 4) dove possibile, fornire un quadro della situazione relativamente alle città europee aventi più di 150.000 abitanti (in analogia con quanto fatto nell'ambito del progetto APAT sull'ambiente urbano).

L'obiettivo non è solamente quello di analizzare la situazione attuale, ma anche di valutare l'evoluzione nel tempo dei fenomeni (attraverso il monitoraggio degli indicatori correlati). La metodologia usata segue il modello DPSIR. La ricerca del set di indicatori è stata effettuata sulla del progetto "*European Common Indicators*", che prevede il monitoraggio e la valutazione della dimensione urbana attraverso le categorie della sostenibilità quale base e supporto per il dibattito sulle politiche comunitarie.

La scelta dei dati è stata effettuata partendo dall'esigenza di fornire un quadro che sia rappresentativo del fenomeno "mobilità urbana".

Le principali tipologie di indicatori si possono raggruppare secondo la propria "dimensione" di appartenenza (sociale, economica e ambientale).

In particolare, nella ricerca sono stati considerati i seguenti indicatori:

Indicatori demografici: il numero di abitanti, la superficie e la densità, Il reddito pro-capite;

Indicatori del trasporto privato: Il numero di autovetture e Il numero di incidenti stradali;

Indicatori dell'impatto ambientale: l'inquinamento atmosferico (L'ozono, Il PM₁₀, L'NO₂);

Indicatori riguardanti l'offerta (in termini di efficienza e caratteristiche dei sistemi di trasporto pubblico);

Le piste ciclabili e le aree pedonali;

La domanda (e relativo confronto tra i vari sistemi di trasporto pubblico);

Indicatori riguardanti i dati economici del sistema di trasporto pubblico (comprese le tariffe).

I risultati della ricerca mostrano i limiti dell'interpretazione dei fenomeni derivanti dalla disomogeneità dei dati.

Sono state individuate delle criticità dovute alle diverse metodologie di reperimento dei dati, ai diversi contesti territoriali e culturali e ai tempi di reperimento non coincidenti.

Quindi, ai fini di uno studio rigoroso, le caratteristiche che i dati raccolti dovrebbero possedere sono:

- il bacino di reperimento deve essere omogeneo;
- occorre maggiore efficienza e garanzia di qualità del flusso di informazioni;
- la scelta degli indicatori e delle metodologie devono essere uguali e condivisi da tutti gli organi tecnici competenti;
- le informazioni devono essere il meno possibile "contagiate" da fattori esterni non facilmente valutabili;
- l'acquisizione degli indicatori deve avvenire con la stessa cadenza temporale.

Le proposte di intervento per una mobilità sostenibile seguono un approccio integrato.

Accanto alle strategie di sostenibilità del sistema di trasporto urbano viene fornito l'*Algoritmo della pianificazione sostenibile dei sistemi di trasporto urbano*.

Mobility in the city areas: state and tendency.

Comparison between the pointers of city mobility of some italian and european cities.

A city can be considered like a complex system inside which the mobility requirement determines a set of closely correlated and typically characterized from not linear courses of cause-effect relationships. Such requirements have reflexes on the economic, social and environmental sphere, by influencing life's quality of individuals and community.

The research's aim is:

1. to identify the critical elements, in terms of pressures and impacts that the demand of people and things mobility inside the urban areas determines;
2. to identify the indicators which are already recognized and used, at European level, for the appraisal of the environmental performances of the single city regarding the topic of mobility;
3. to identify the critical elements regarding the indicators' population and the data interpretation;
4. where possible, to supply a picture of the more than 150.000 inhabitants European cities' situation (in analogy with what done about the APAT project on the city environment).

The object is not only to analyse the present situation, but also to estimate the phenomena's evolution throughout time (by monitoring the connected indicators). The used methodology follows the DPSIR model. The search of the indicators' set has been carried out on the "*European Common Indicators*" project, which implies the monitoring and appraisal of urban dimension through the sustainability's categories as base and support to the debate on communitarian policy.

The data choice has been carried out starting from the requirement to supply a picture which is representative of the "urban mobility" phenomenon.

The indicators can be grouped by the own belongings "dimension" (social, economical and environmental).

In particular, in the research the following indicators have been considered:

Demographic indicators: inhabitants number, surface and density, per capita income;

Private transport's indicators: motor vehicle and street incidents' number;

Environmental impact's indicators: atmospheric pollution (ozone, O₃, particulate matter, PM₁₀, nitrogen dioxide, NO₂);

Public transport supply (in terms of efficiency and characteristics);

Cycling tracks and pedestrian areas;

Public transport demand (and relative comparison between several public transport systems);

Indicators regarding the economic data of public transport system (included rates).

The research's results show the limits of the interpretation of the phenomena, deriving from the data uncertain due to the different methodologies of collecting data, the different territorial and cultural contexts as well as the different collecting times.

Therefore, in order to get a rigorous study, the characteristics the collected data would have to possess are:

- The collecting basin must be homogeneous;
- It is necessary a greater efficiency and guarantee of information's flow's quality;
- The indicators and the methodologies' choice must be the same and shared by all the competent technical organs;
- The information must be the less is possible "infected" by external factors not easy to be valued;
- The indicators acquisition must happen with the same temporal cadence.

The proposal of participation for sustainable mobility follow an integrated approach.

Beside the city transport system's strategies, it comes supplied the *Algorithm of the sustainable planning of the city transport system*.

Indice

Prefazione

Abstract

1 Introduzione

1.1 Il problema della mobilità nelle città del terzo millennio

1.2 Scopo della ricerca e obiettivi

2 Metodologia

2.1 I criteri di scelta dei dati, il confronto e la loro interpretazione

3 Gli indicatori della mobilità

3.1 Indicatori demografici: il numero di abitanti, la superficie e la densità

3.2 Il reddito pro-capite

3.3 Indicatori del trasporto privato

3.3.1 Il numero di autovetture

3.3.2 Il numero di incidenti stradali

3.4 Indicatori dell'impatto ambientale: l'inquinamento atmosferico.

3.4.1 L'ozono

3.4.2 Il PM₁₀

3.4.3 L'NO₂

3.5 Indicatori riguardanti l'efficienza e le caratteristiche dei sistemi di trasporto pubblico

3.5.1 Il trasporto pubblico su gomma

3.5.2 La metropolitana

3.5.3 Il tram

3.5.4 La ferrovia locale

3.5.5 Le piste ciclabili e le aree pedonali

3.6 La domanda del trasporto pubblico

3.6.1 Il trasporto pubblico su gomma

3.6.2 La metropolitana

3.6.3 Il tram

3.6.4 La ferrovia locale

3.6.5 Confronto tra la domanda dei sistemi di trasporto pubblico

3.7 Indicatori riguardanti i dati economici del sistema di trasporto pubblico

3.7.1 Le tariffe dei sistemi di trasporto pubblico

4 Conclusioni

4.1 Risultati della ricerca

4.2 Le proposte di intervento per una mobilità sostenibile

5 Bibliografia

1 Introduzione

1.1 Il problema della mobilità nelle città del terzo millennio

“L'Europa ha bisogno di città sostenibili e in grado di offrire un'elevata qualità della vita, nelle quali sia piacevole vivere e lavorare e le imprese siano invogliate ad investire. La strategia tematica sull'ambiente urbano prevede una collaborazione con gli Stati membri per consentire alle autorità locali e regionali di informarsi reciprocamente sulle misure più efficaci per accrescere l'efficienza ambientale delle nostre città.”

Stavros Dimas, Commissario per l'Ambiente

La mobilità nelle aree urbane è contemporaneamente una sfida e un problema, una risorsa e un'esigenza, un'opportunità e un dramma.

Una città può essere considerata come un sistema complesso all'interno del quale l'esigenza di mobilità delle persone e delle cose determina un'insieme di effetti strettamente intercorrelati e tipicamente caratterizzati da andamenti non lineari di relazioni causa-effetto.

Tali esigenze hanno riflessi sulla sfera economica, sociale e ambientale influenzando la qualità della vita dei singoli e della collettività.

1) Gli aspetti economici del trasporto:

È indubbio che la disponibilità di sistemi di trasporto efficienti ed efficaci accompagna la crescita economica del sistema città.

Intorno ai nodi principali della mobilità si costruiscono sistemi economici con importanti indotti diretti basti pensare all'industria dell'auto (produzione, vendita e manutenzione dei mezzi, produzione, trasporto e vendita dei combustibili) e indiretti (mobilità collettiva, attività commercio nelle strutture di ricezione dei passeggeri - aeroporti, porti ecc.).

Il trasporto delle merci all'interno delle aree urbane rende possibile inoltre la distribuzione capillare dei beni. La possibilità di trasporto in tempi ragionevoli di merci a lunga distanza è stato nel secolo scorso uno dei principali motori dell'economia ed è diventato oggi uno dei principali motori della crescita della popolazione nelle aree urbane (e della loro densità abitativa).

L'idea di una riduzione all'interno delle aree urbane degli attuali livelli di domanda di mobilità è generalmente associabile a una situazione di recessione economica.

Lo sviluppo economico dei paesi industrializzati è stato accompagnato a una crescita della domanda e dell'offerta di mobilità con ricadute positive in termini di crescita economica e di possibilità di occupazione. Basti pensare che nella sola unione europea il giro d'affari del settore dei trasporti è di circa 1000 miliardi di euro l'anno; le persone che in varie forme risultano occupate nelle svariate forme di attività direttamente o indirettamente legate al sistema dei trasporti sono più di 10 milioni.

Bisogna però evidenziare che nel nostro Paese la velocità dell'incremento della domanda è superiore di quella che caratterizza l'aumento dell'offerta.

“Questo pericoloso disallineamento tra il “ciclo della domanda”, ancora largamente dominato dall'auto, e il “ciclo dell'offerta” che insegue a tentoni e procede per miglioramenti marginali dei sistemi di mobilità urbana (complice anche l'instabilità del quadro normativo, la scarsità delle risorse disponibili per i servizi e le infrastrutture e per il rinnovo del materiale rotabile) deve essere fermato al più presto”¹.

2) Gli aspetti sociali del trasporto:

Considerato che attualmente 4 europei su 5 vivono in aree urbane è evidente che la mobilità delle persone rappresenta in primo luogo un terreno di grande rilevanza sociale.

Gran parte delle attività svolte all'interno delle aree urbane è correlabile con distanze percorribili a piedi in tempi superiori a un'ora (4-5 km orari è la velocità pedonale di una persona di media età in buona salute). In funzione dell'età, dello stato di salute, del tipo e del peso degli eventuali carichi da trasportare questo limite (al di sopra del quale la scelta anche dei più virtuosi passa a considerare dei mezzi più rapidi e confortevoli) si può abbassare notevolmente.

Di grande rilevanza è dunque il tema dell'accesso a una mobilità rapida, confortevole, sicura, economica per l'intera popolazione e con particolare riguardo ai soggetti deboli della popolazione (bambini, anziani, malati, disabili, fasce economicamente disagiate).

Non si può peraltro dimenticare l'appeal che rappresenta il mezzo privato per buona parte della popolazione e la forza con cui l'offerta rinnova e consolida tale appeal. Il possesso di un mezzo di trasporto personale rappresenta, in particolare in Italia, più un fine (di affermazione del proprio status economico e sociale) che un semplice mezzo di trasporto.

¹ Hermess-Asstra-Isfort, *Dove vanno a finire i passeggeri? Terzo Rapporto sulla mobilità urbana in Italia*, Roma, 2006

Bisogna però rilevare che il rilancio dell'auto si verifica soprattutto nei centri minori, mentre nelle medie e grandi città non vi è una sostanziale preferenza per il mezzo privato a discapito di quello pubblico.

Prende quindi forma una differenziazione nei modelli di mobilità urbana tra piccole e grandi città, rispetto all'utilizzazione del trasporto collettivo. E' presumibile che nei contesti urbani di maggiore dimensione una consapevolezza più diffusa dei cittadini sugli effetti devastanti del traffico privato si saldi con le misure anche drastiche di divieto/disincentivo all'utilizzo del mezzo privato².

Un ulteriore pericoloso fronte, si sta aprendo sul tema della qualità dei servizi di trasporto pubblico:

- a) il comfort di viaggio è più incidente rispetto al passato tra le motivazioni di non-scelta del mezzo pubblico;
- b) peggiorano i livelli di soddisfazione per alcune tipologie modali, in particolare l'autobus, il tram e il trasporto ferroviario locale.

E' evidente che l'efficienza del sistema complessivo "area urbana" in termini sociali viene a dipendere strettamente dall'efficienza del sistema mobilità dal momento che, mancando quest'ultimo, viene a mancare l'essenziale possibilità di accesso ai servizi essenziali, oltre che a quelli non essenziali.

3) Gli aspetti ambientali del trasporto:

a) Impatti globali

Gli impatti globali sono relativi all'incidenza del settore trasporto sul consumo di energia da fonti non rinnovabili. Il consumo di energia è in crescita ed in crescita risulta la quota di energia consumata dal sistema dei trasporti (35% del totale). Il 98% dei consumi energetici da trasporto derivano dall'uso di combustibili fossili. Il trasporto su strada rappresenta la quota più rilevante dei consumi di energia da trasporto. Gli effetti critici sono evidenziabili nella riduzione delle risorse disponibili (contributo al raggiungimento del picco nella curva della disponibilità di petrolio), nel contributo alle emissioni di gas serra (CO₂ principalmente, ma anche piccole quote di N₂O in aumento con l'introduzione delle marmitte catalitiche e CH₄).

² Hermess-Asstra-Isfort, *Dove vanno a finire i passeggeri? Terzo Rapporto sulla mobilità urbana in Italia*, Roma, 2006

b) Impatti sulla salute umana

E' ormai noto che le malattie dovute all'inquinamento si possono presentare nell'organismo sia in forma acuta (ad esempio una intossicazione dovuta ad altissime concentrazioni di inquinanti ma per un breve periodo di esposizione) sia in forma cronica (formatesi generalmente dopo periodi di esposizione più lunghi alla sostanza nociva). Purtroppo nell'ambiente urbano aumenta il rischio di contrarre malattie di entrambi le tipologie, tra cui le patologie del sistema cardio-respiratorio, patologie tumorali, incremento della mortalità prematura.

Oltre a ciò, gli impatti sulla salute umana derivano direttamente dagli incidenti stradali (principalmente nel trasporto privato) che sono causa di morti e feriti.

c) Impatti sugli ecosistemi naturali e sul paesaggio

Squilibrio dei sistemi e dei cicli naturali, pesanti cambiamenti della biodiversità, deturpazione del paesaggio (sia urbano che naturale), perdita del patrimonio culturale, modifica dei sistemi idrogeologici e inquinamento delle falde sono solo alcuni degli effetti causati dalla presenza dei sistemi di trasporto (ed in generale da tutte le attività antropiche presenti nell'ambiente urbano).

Se possiamo definire l'*ecosistema* come "la comunità e l'ambiente che funzionano insieme", allora ci si rende conto che i processi ambientali non possono prescindere da quelli sociali ed economici, poiché in un contesto urbano, il rapporto fra vita sociale delle persone e ambiente nel quale operano risulta strettamente connesso³.

La trattazione dei soli rapporti fra ecosistema urbano e matrici ambientali risulta non sufficiente a poter descrivere in maniera approfondita la complessità delle interazioni evidenti e nascoste che un contesto cittadino offre.

³ V. Poluzzi, S. Arda, C. Maccone, A. Callegari, M. Cantini - ARPA Emilia Romagna, *Proposta di indicatori per un rapporto di sostenibilità degli ecosistemi urbani*

1.2 Scopo della ricerca e obiettivi

Il presente lavoro non ha la presunzione di trovare soluzioni al complesso problema della mobilità urbana e all'impatto sociale, economico e ambientale che essa produce.

Ciò non vuol dire che esso non possa fornire spunti interessanti e che non si possano fare (con le opportune cautele) delle valide considerazioni, atte a fornire una solida base di partenza per approfondimenti o elaborazioni future.

In particolare abbiamo fissato alcuni punti che rappresentano l'oggetto di questa tesi di stage:

- a) individuare gli elementi critici in termini di pressioni e impatti che la domanda di mobilità delle persone e delle cose all'interno delle aree urbane determina;
- b) individuare gli indicatori che a livello europeo sono già riconosciuti e utilizzati per la valutazione delle performance ambientali delle singole città rispetto al tema della mobilità;
- c) individuare le criticità rispetto al popolamento degli indicatori e all'interpretazione dei dati;
- d) dove possibile, fornire un quadro della situazione relativamente alle città europee aventi più di 150.000 abitanti (in analogia con quanto fatto nell'ambito del progetto APAT sull'ambiente urbano).

La ricerca svolta rientra nel percorso di individuazione di un set di indicatori utili a monitorare quantitativamente l'efficacia delle azioni intraprese dalle amministrazioni finalizzate a modificare il sistema "mobilità" nelle aree urbane verso un sistema di "mobilità sostenibile".

Quindi, l'obiettivo non è solamente quello di analizzare la situazione attuale, ma anche di valutare l'evoluzione nel tempo dei fenomeni (attraverso il monitoraggio degli indicatori correlati). Infatti, i dati raccolti potranno essere utilizzati per:

- a) Valutare i processi in atto;
- b) Monitorare l'efficacia di politiche ed azioni;
- c) Confrontare contesti e situazioni;
- d) Anticipare condizioni e processi futuri¹.

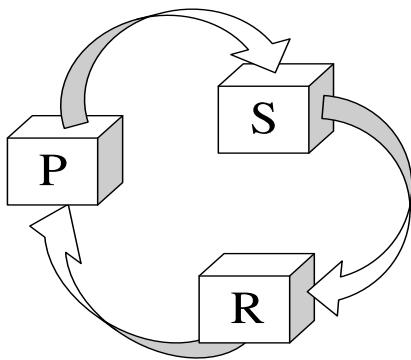
¹ V. Poluzzi, S. Arda, C. Maccone, A. Callegari, M. Cantini - ARPA Emilia Romagna, *Proposta di indicatori per un rapporto di sostenibilità degli ecosistemi urbani*

2 Metodologia

Il primo modello utilizzato per la trattazione di questa tipologia di fenomeni era il *PSR*, proposto negli anni '70 e successivamente sviluppato dall'OCSE.

Esso fornisce un'organizzazione degli indicatori ambientali in tre componenti: Pressioni, Stato, Risposte.

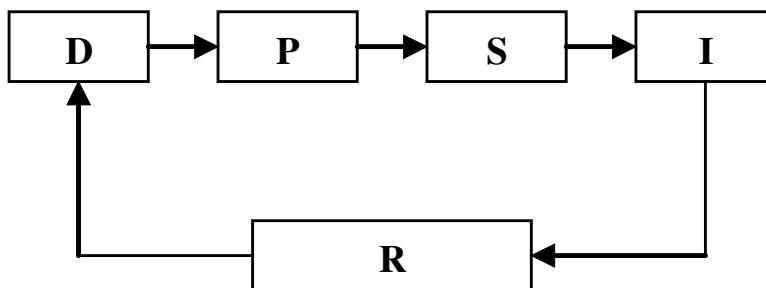
Questi indicatori sono connessi da una relazione circolare: le pressioni sull'ambiente influenzano lo stato dello stesso e lo stato dell'ambiente richiede risposte da porre in atto per ridurre le pressioni¹.



Il modello DPSIR, sviluppato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente rappresenta un'evoluzione del modello PSR.

In particolare esso è costituito da:

- *Determinanti* (cause primarie);
- *Pressioni* (pressioni sull'ambiente causate dalle attività umane);
- *Stato* (qualità ambientale e aspetti qualitativi e quantitativi delle risorse naturali);
- *Impatti* (effetti sui diversi recettori ambientali);
- *Risposte* (risposte della società rispetto ai problemi ambientali).



¹ Dati forniti da "Nota metodologica", presente nel sito <http://www.istat.it/>

Per ciascuna categoria è possibile individuare un core-set di indicatori e uno o più sottoinsiemi di indicatori.

Dopo un lungo dibattito tra statistici ed esperti di indicatori, il modello DPSIR è stato accettato come quello più idoneo a rappresentare le informazioni ambientali degli stati membri dell'unione Europea e da organizzazioni internazionali che si occupano di ambiente².

La metodologia proposta nel presente lavoro prevede oltre al commento dell'andamento dei dati, la possibilità, ove opportuno, di esplicitare, analizzare e valutare le relazioni fra gli indicatori nell'ottica del modello DPSIR.

La ricerca del set di indicatori è stata effettuata sulla base di un'analisi proposta dal progetto “*European Common Index*”.

Le principali tipologie di indicatori si possono raggruppare secondo la propria “dimensione” di appartenenza:

Dimensione sociale ed economica:

- indicatori demografici
- indicatori del benessere economico
- indicatori della salute e della sicurezza
- indicatori di accessibilità delle aree “verdi” e dei servizi
- indicatori della mobilità e delle caratteristiche dei sistemi di trasporto

Dimensione ambientale:

- indicatori dei consumi energetici
- indicatori della qualità dell'aria
- indicatori dell'inquinamento acustico
- indicatori dell'uso del territorio

Nel presente elaborato, sono stati analizzati dapprima gli indicatori demografici (il numero di abitanti, la superficie e la densità), successivamente si è posta l'attenzione sulla valutazione del reddito pro-capite.

Per quanto riguarda il trasporto privato sono stati presi in considerazione il numero di autovetture e gli incidenti stradali, rapportandoli sia con l'aspetto demografico che con quello economico.

² OCSE, 1993; European Environment Agency, 1998; Eurostat, 1999

Riguardo l'impatto ambientale sono stati considerati tre indicatori relativi all'inquinamento atmosferico: la concentrazione di ozono, la concentrazione di PM_{10} e la concentrazione di NO_2 .

Successivamente si sono analizzati gli elementi principali che caratterizzano i sistemi di trasporto pubblico in termini di offerta, domanda, efficacia ed efficienza, dando spazio anche ad una breve trattazione sulle piste ciclabili e sulle aree pedonali.

Si è poi passati a valutare l'aspetto della domanda dei sistemi suddetti (facendo anche un loro confronto), concludendo con la trattazione dei dati economici e delle tariffazioni.

2.1 I criteri di scelta dei dati, il confronto e la loro interpretazione

La scelta dei dati è stata effettuata partendo dall'esigenza di fornire un quadro che fosse rappresentativo del fenomeno "mobilità urbana", compatibilmente con la reale disponibilità degli stessi. In particolare, gli indicatori devono avere le seguenti caratteristiche:

- a) Devono essere utili al fine di monitorare l'efficacia delle azioni intraprese per raggiungere gli obiettivi prioritari prefissati;
- b) Non devono essere troppo complicati da calcolare (in modo da non dovere essere necessariamente gestiti da personale altamente specializzato);
- c) Devono avere un significato chiaro per gli *stakeholders*¹, in particolare per gli amministratori e per il pubblico.

Nella scelta degli indicatori dovrebbe essere considerato prioritario il grado di integrazione degli stessi nel processo decisionale.

La scelta delle città selezionate cerca di fornire (per quanto possibile) un quadro generale dei sistemi di trasporto urbano e metropolitano europei, ricordando anche il tessuto socio-economico e culturale a cui essi fanno riferimento.

Laddove i dati lo consentono, le città italiane sono integrate nelle tabelle con le città europee, fornendo a volte spunti per confronti e riflessioni.

Sono stati inoltre presi in considerazione i valori degli indicatori relativi all'ultimo aggiornamento e con lo stesso anno di riferimento. Quando tali valori non sono disponibili vengono utilizzati quelli cronologicamente più vicini.

Per quanto detto sinora occorre una certa cautela nel valutare ed interpretare i dati a disposizione: potrebbe capitare di trarre conclusioni affrettate e di giudicare con approssimazione fenomeni complessi che richiederebbero ben altri approfondimenti.

Per quanto riguarda il confronto dei dati, nei casi in cui l'indicatore in studio non fosse da confrontare con i valori limite di legge da rispettare o con obiettivi condivisi a livello comunitario o internazionale da raggiungere, si è deciso di considerare come ipotetico *target*² (rappresentato nei grafici con una linea rossa verticale) il valore medio dell'indicatore calcolato sull'insieme delle città europee per le quali erano disponibili i dati.

¹ Questo termine indica i "portatori di interesse", cioè tutti quei soggetti che hanno un interesse nei confronti di un'organizzazione e che possono influenzarne l'attività con il loro comportamento.

² Inteso come target di "prestazione", così come proposto in: A. D. May, *Strategie sostenibili di trasporto ed uso del territorio – Guida per i decisori*, Institute for Transport Studies, University of Leeds, 2003 (UK)

3 Gli indicatori della mobilità

3.1 Indicatori demografici delle città campione: il numero di abitanti, la superficie e la densità.

La trattazione dei dati demografici costituisce il punto di partenza del presente lavoro.

Essa permetterà di effettuare sia delle elaborazioni, sia delle comparazioni, partendo dai dati assoluti degli indicatori man mano considerati.

Fanno parte della sfera demografica i seguenti indicatori:

- 1) Densità di popolazione (per il centro urbano e per il territorio comunale);
- 2) Distribuzione della popolazione per sesso e fasce d'età;
- 3) Natalità/Mortalità;
- 4) Tasso di crescita o diminuzione della popolazione;
- 5) Immigrazione: cittadini stranieri residenti¹.

Nella serie di città campione è stata effettuata una suddivisione a “fasce demografiche” in base al numero di abitanti, identificando così la fascia delle città di piccole dimensioni (con meno di 400.000 abitanti), la fascia delle città di medie dimensioni (con un numero di abitanti compreso tra 400.000 e un milione) e la fascia delle grandi città e metropoli (numero di abitanti maggiori di un milione).

Questa suddivisione sarà effettuata per tutti gli indicatori man mano presentati.

La tabella 1.1 evidenzia questa suddivisione fornendo, tra l'altro, la superficie, la densità, l'anno di riferimento e (per le città straniere) lo Stato di appartenenza.

Data la difficoltà di attingere informazioni su più indicatori riferite allo stesso anno e relativi a tutte le città campione, si è reso necessario indicare due anni di riferimento: il primo è riferito al numero di abitanti, mentre il secondo è relativo alla superficie.

Dai dati presenti in tabella si nota che la “corona metropolitana” di Parigi detiene il record di abitanti (9.644.507), mentre l'area metropolitana di Barcellona è quella con una maggiore estensione (3.236 km²).

Il record di densità spetta all'area cittadina di Parigi con più di ventimila abitanti per chilometro quadrato.

Fanalino di coda per il numero di abitanti è Oulu (circa 93.000), mentre tra le città campione, quella con la minore densità risulta Belfast (289 ab/ km²).

¹ V. Poluzzi, S. Arda, C. Maccone, A. Callegari, M. Cantini - ARPA Emilia Romagna, *Proposta di indicatori per un rapporto di sostenibilità degli ecosistemi urbani*

Tabella 1.1 – Indicatori demografici delle città campione in ordine decrescente del numero di abitanti (dati *Urban Transport Benchmarking Initiative* di Transport & Travel Research 2005 , *Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia, Eurostat).

Città	Abitanti	Superficie (km²)	Densità (ab/km²)	Anno
Parigi metropolitana (Francia)	9.644.507	2.370	4.069	2002-2003
Londra metropolit. (Inghilterra)	7.428.590	1.580	4.702	2005
Barcellona metropol. (Spagna)	4.482.623	3.236	1.385	2002
Berlino (Germania)	3.387.545	891	3.802	2005
Atene (Grecia)	3.200.000	544	5.882	2001-2002
Madrid (Spagna)	3.099.854	606	5.115	2005
Londra città (Inghilterra)	2.766.065	321	8.617	2001-2003
Roma	2.553.873	1.285	1.987	2005
Parigi (Francia)	2.144.700	105	20.426	2005
Budapest (Ungheria)	1.959.509	525	3.732	2003
Bucarest (Romania)	1.705.309	238	7.165	2003
Varsavia (Polonia)	1.688.200	517	3.265	2002
Vienna (Austria)	1.626.440	415	3.919	2005
Barcellona (Spagna)	1.593.075	101	15.773	2005
Lione (Francia)	1.300.000	600	2.167	2005
Milano	1.299.439	182	7.140	2005
Dublino (Irlanda)	1.180.083	433	2.725	2002-2003
Praga (Repubblica Ceca)	1.170.571	496	2.360	2005
Colonia (Germania)	1.020.603	405	2.520	2002
Bruxelles (Belgio)	1.006.749	161	6.253	2005
Napoli	995.171	117	8.486	2005
Birmingham (Inghilterra)	977.087	268	3.646	2001-2005
Torino	865.263	130	6.656	2001-2006
Stoccolma (Svezia)	765.044	188	4.069	2005
Valencia (Spagna)	746.612	135	5.547	2001
Amsterdam (Paesi Bassi)	734.594	130	5.651	2001-2005
Riga (Lettonia)	731.760	305	2.403	2005
Siviglia (Spagna)	702.520	141	4.982	2001-2005
Palermo	686.722	158	4.346	2001-2005
Francoforte (Germania)	641.076	248	2.585	2001-2005
Genova	610.307	243	2.512	2001-2006
Rotterdam (Paesi Bassi)	599.700	209	2.869	2002
Glasgow (Scozia)	585.090	176	3.324	2003
Lisbona (Portogallo)	564.657	85	6.643	2001-2002
Helsinki (Finlandia)	559.046	187	2.990	2005
Vilnius (Lituania)	554.281	402	1.379	2001-2003
Copenaghen (Danimarca)	502.362	90	5.582	2005
Göteborg (Svezia)	484.993	450	1.078	2005
Anversa (Belgio)	483.041	204	2.368	2005
Dresda (Germania)	480.347	328	1.464	2005
Dansika (Polonia)	457.000	262	1.744	2002
Manchester (Inghilterra)	418.600	116	3.609	2001-2004
Bristol (Inghilterra)	393.900	110	3.581	2005
Bologna	371.217	141	2.633	2001-2005
Firenze	356.118	102	3.491	2001
Bari	316.532	116	2.729	2000-2001
Catania	313.110	180	1.740	2001
Aarhus (Danimarca)	294.954	468	630	2005
Belfast (Irlanda del Nord)	277.391	960	289	2001-2003
Venezia	271.073	412	658	2001-2004
Malmö (Svezia)	267.171	159	1.680	2003
Clermont-Ferrand (Francia)	263.829	229	1.152	1999-2003
Verona	253.208	207	1.223	2001-2004
Trieste	211.184	84	2.514	2001-2006
Tampere (Finlandia)	204.337	691	296	2005
Taranto	202.033	217	931	2001
Reggio Calabria	180.353	236	764	2001-2006
Turku (Finlandia)	174.868	306	571	2005
Cagliari	164.249	85	1.932	2001-2005
Aalborg (Danimarca)	121.100	60	2.018	2003
Oulu (Finlandia)	93.161	84	1.109	2003

Terza fascia
demografica

Il numero di abitanti per le città appartenenti alla prima, alla seconda ed alla terza fascia demografica (ordinato per popolazione decrescente) è rappresentato rispettivamente dai grafici 1.1, 1.2 e 1.3.

Grafico 1.1 - Numero di abitanti per le città appartenenti alla prima fascia demografica (maggiore a 1 milione di abitanti)

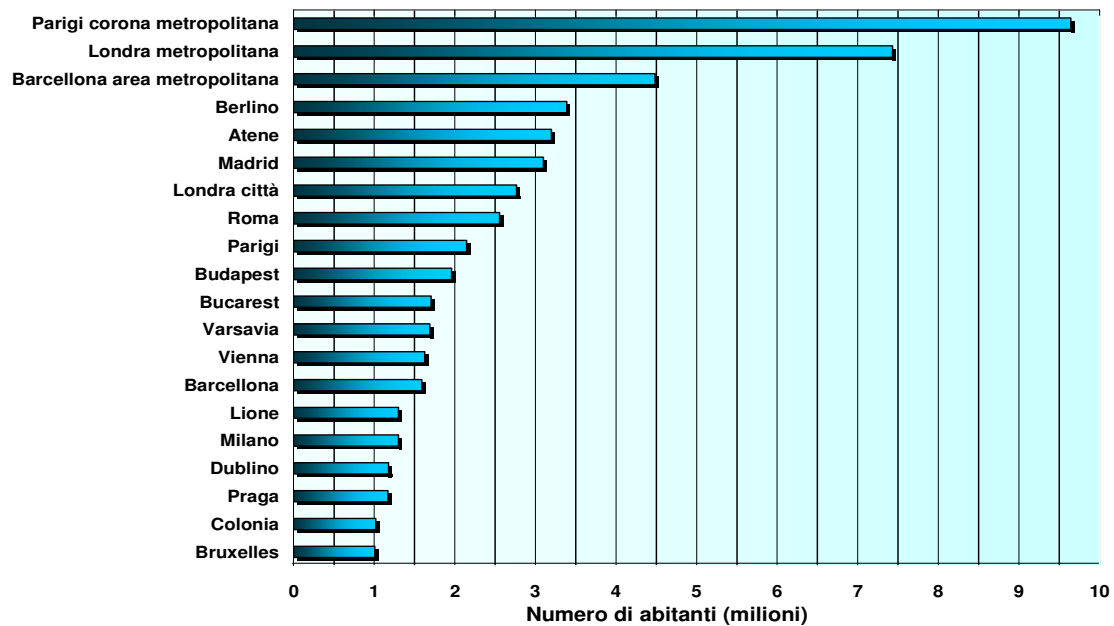


Grafico 1.2 - Numero di abitanti per le città appartenenti alla seconda fascia demografica (tra un milione e quattrocentomila abitanti)

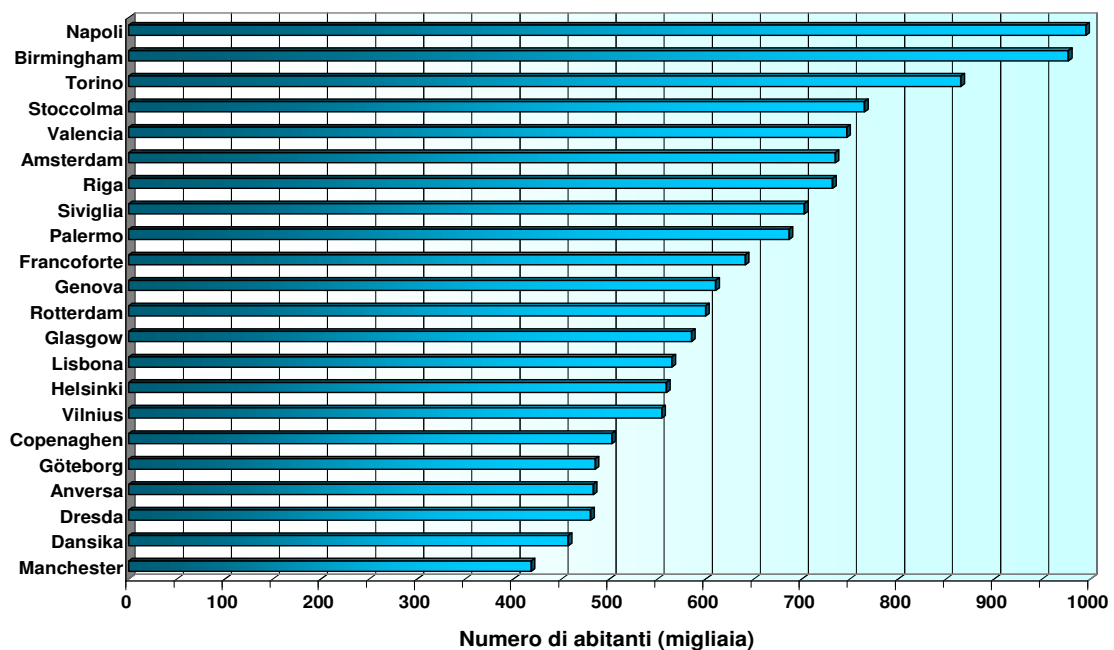
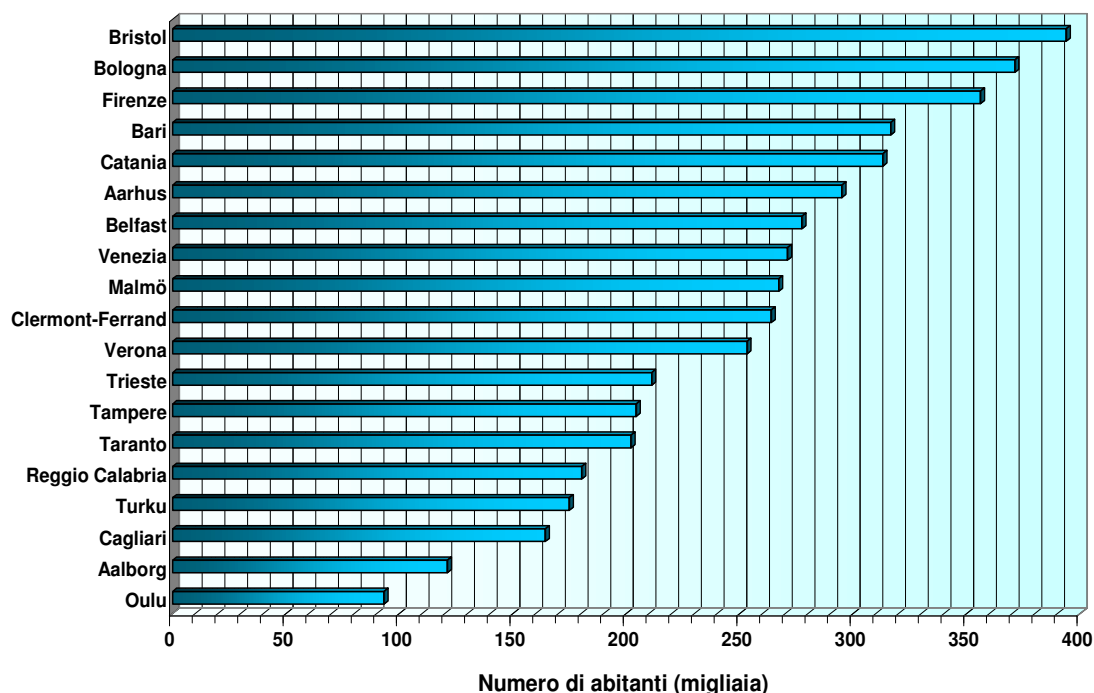


Grafico 1.3 - Numero di abitanti per le città appartenenti alla terza fascia demografica (inferiore a quattrocentomila abitanti)



Dai dati nella tabella 1.1 riguardanti la densità demografica nascono i grafici 1.4, 1.5 e 1.6 facenti riferimento ognuno ad una delle tre fasce demografiche ed ordinati secondo il valore decrescente del numero di abitanti.

C'è da notare che le città di Parigi, Londra e Barcellona hanno ovviamente una densità maggiore rispetto alle rispettive aree metropolitane, complice la grande estensione territoriale delle aree suddette.

Va inoltre rilevata anche la differenza di densità tra Roma e Milano (la prima non arriva neanche ad 1/3 della seconda). Ciò può trovare spiegazione nella diversa delimitazione di quelli che sono ritenuti i "limiti cittadini" (infatti la superficie di Roma risulta dalla tabella 1.1 circa dieci volte più grande di quella milanese). Inoltre l'area romana ha nel suo interno estese zone non abitative (parchi, aree verdi, zone agricole, ecc.) mentre la superficie milanese è maggiormente interessata da aree abitate.

Grafico 1.4 - Densità per le città appartenenti alla prima fascia demografica

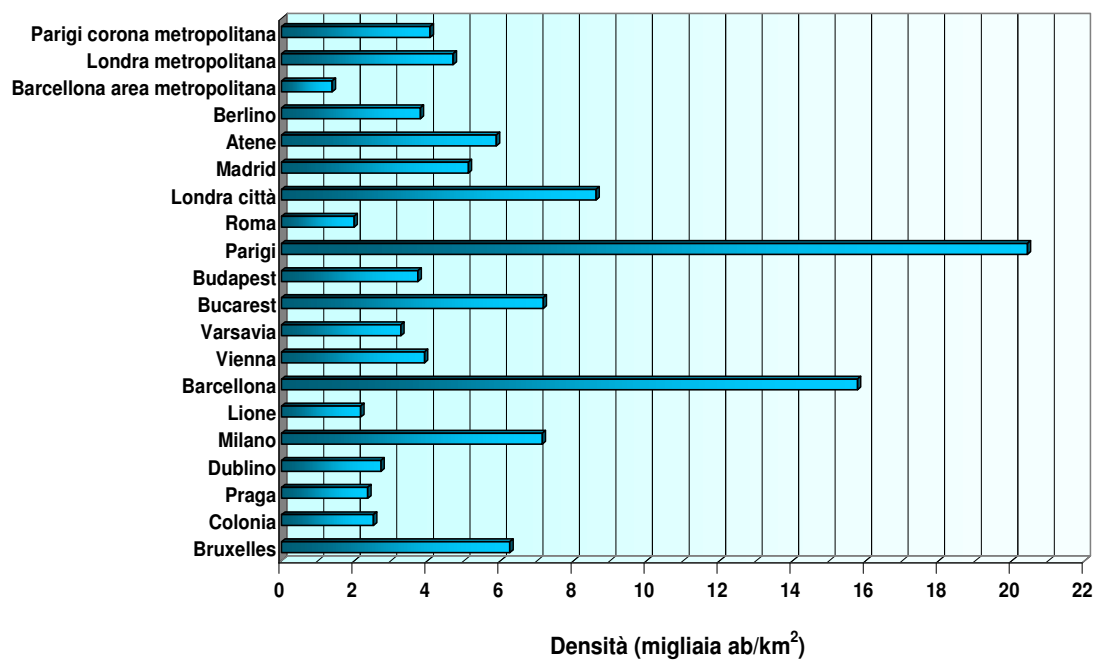


Grafico 1.5 - Densità per le città appartenenti alla seconda fascia demografica

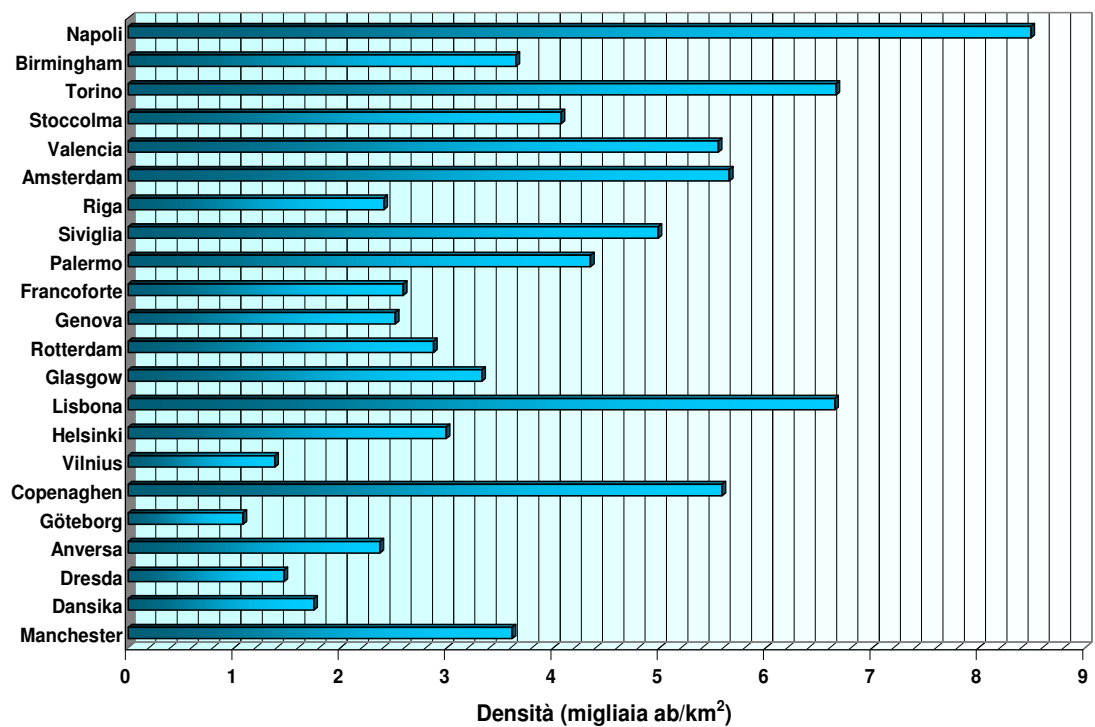
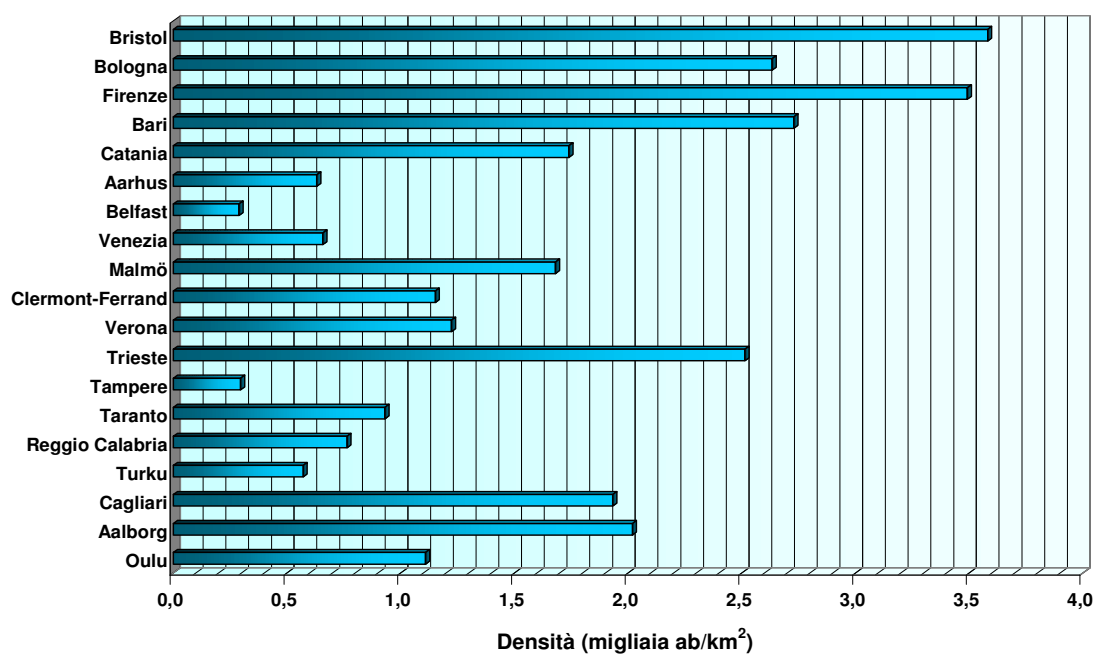


Grafico 1.6 - Densità per le città appartenenti alla terza fascia demografica



3.2 Il reddito pro-capite

Secondo il modello ECI¹, questo indicatore rientra nella *Dimensione sociale ed economica*, con riferimento specifico al “benessere economico ed equità sociale”.

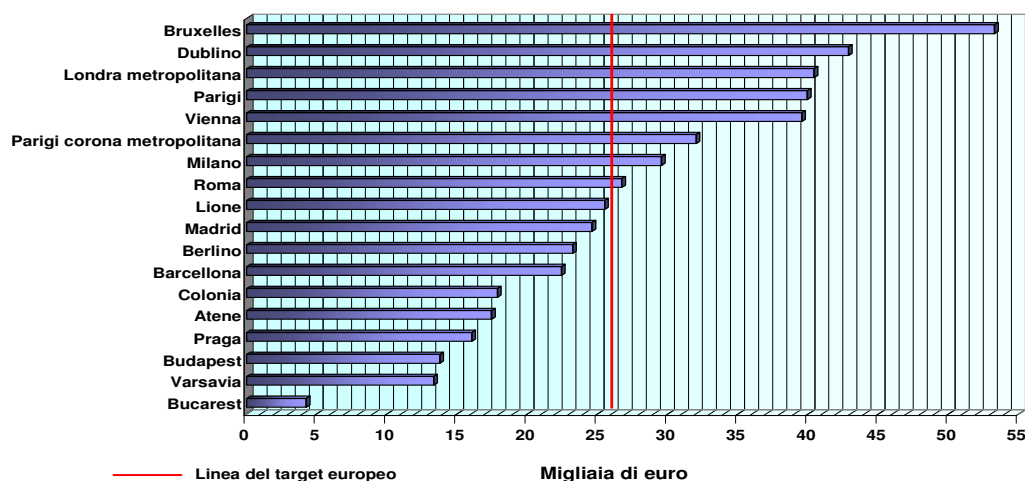
Le tabelle e i grafici 2.1, 2.2 e 2.3 riportano il valore del reddito pro-capite per diverse città italiane ed europee seguendo la consueta divisione a fasce demografiche.

La divisione a fasce permette di evidenziare che, come nel caso della dimensione territoriale, non c'è una relazione diretta tra la grandezza demografica e il reddito pro-capite. Il *target europeo*² è di 25.758 euro all'anno.

Tabella 2.1 – Reddito pro-capite per le città della prima fascia demografica in ordine decrescente (*Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia, Eurostat)

Città	PIL pro-capite in €	Anno
Bruxelles	53.251	2005
Dublino	42.852	2002
Londra metropolitana	40.402	2005
Parigi	39.924	2005
Vienna	39.530	2005
Parigi corona metropolitana	32.000	2002
Milano	29.525	2005
Roma	26.710	2005
Lione	25.483	2005
Madrid	24.584	2005
Berlino	23.205	2005
Barcellona	22.415	2005
Colonia	17.854	2002
Atene	17.431	2002
Praga	16.029	2005
Budapest	13.760	2003
Varsavia	13.315	2002
Bucarest	4.237	2001

Grafico 2.1 - Reddito pro-capite per le città della prima fascia demografica



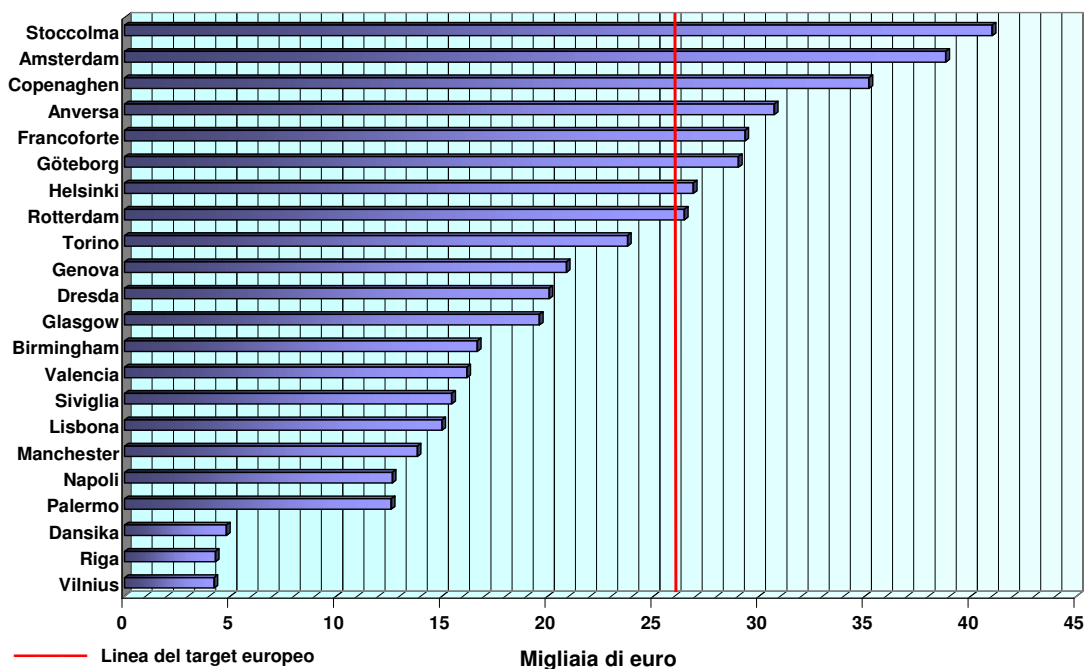
¹ European Common Indicators

² E' un “target di prestazione” e rappresenta la media dei valori dell'indicatore relativo alle città europee. Tale definizione sarà adottata per la trattazione di tutti gli indicatori di seguito presentati.

Tabella 2.2 – PIL pro-capite per le città appartenenti alla seconda fascia demografica in ordine decrescente (dati ISTAT e *Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia, Eurostat)

Città	PIL pro-capite in €	Anno
Stoccolma	41.005	2005
Amsterdam	38.809	2000
Copenaghen	35.184	2005
Anversa	30.706	2005
Francoforte	29.320	2002
Göteborg	29.016	2005
Helsinki	26.880	2002
Rotterdam	26.455	2001
Torino	23.769	2002
Genova	20.875	2002
Dresda	20.064	2005
Glasgow	19.597	2002
Birmingham	16.660	2002
Valencia	16.181	2002
Siviglia	15.457	2002
Lisbona	15.000	2000
Manchester	13.832	2002
Napoli	12.650	2002
Palermo	12.598	2002
Dansika	4.808	2002
Riga	4.291	2005
Vilnius	4.229	2002

Grafico 2.2 - Reddito pro-capite per le città della seconda fascia demografica



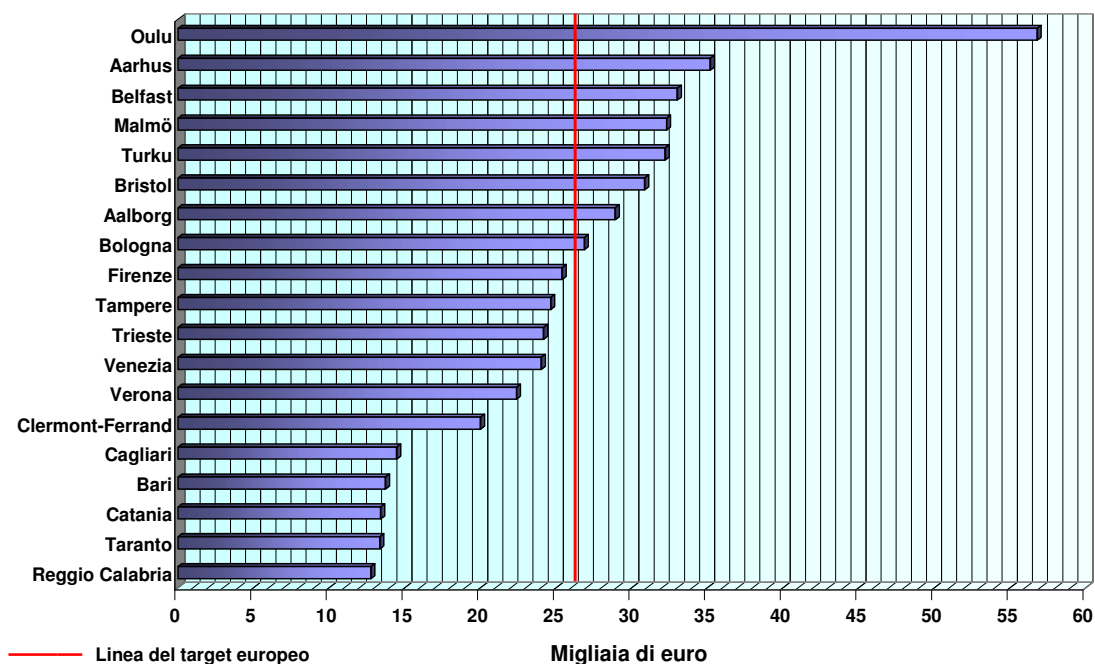
Da notare come Oulu detiene il record di città più “ricca” (56.784 euro all’anno) mentre Bucarest, Vilnius, Dansika e Riga si troverebbero praticamente con una popolazione vicino al limite della soglia di povertà con valori al di sotto dei 5.000 euro/anno!

Si può inoltre evidenziare che, per quanto riguarda la prima fascia demografica, il reddito pro-capite delle città italiane si trova in linea col target europeo mentre, nella seconda e terza suddivisione, tale reddito ha valori inferiori.

Tabella 2.3 – Reddito pro-capite per le città appartenenti alla terza fascia demografica in ordine decrescente (dati ISTAT e *Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia, Eurostat)

Città	PIL pro-capite in €	Anno
Oulu	56.784	2003
Aarhus	35.184	2005
Belfast	32.993	2001
Malmö	32.292	2003
Turku	32.198	2005
Bristol	30.834	2005
Aalborg	28.898	2002
Bologna	26.860	2002
Firenze	25.390	2002
Tampere	24.635	2005
Trieste	24.159	2000
Venezia	24.014	2002
Verona	22.375	2002
Clermont-Ferrand	20.000	2000
Cagliari	14.458	2002
Bari	13.714	2002
Catania	13.388	2002
Taranto	13.343	2002
Reggio Calabria	12.750	2002

Grafico 2.3 - Reddito pro-capite per le città della terza fascia demografica



3.3 Indicatori del trasporto privato

3.3.1 Il numero di autovetture

Negli ultimi cinquanta anni, il numero delle auto nel mondo è salito da 50 a 450 milioni. L'annunciata crescita esplosiva del numero delle auto private nei paesi in via di sviluppo provocherà effetti allarmanti nonostante i grandi progressi della tecnologia dei motori¹.

In Europa l'auto con zero emissioni è ancora lungi da venire e le auto private sono tra le cause primarie dell'inquinamento atmosferico urbano dovuto al trasporto. Il numero dei passeggeri a bordo delle auto private sta diminuendo. Questo significa che ci sono più auto sulle strade e questo a sua volta comporta maggiori emissioni nonostante l'impiego di una tecnologia dei motori più pulita.

Passando ora ad una analisi dei dati a disposizione, si sottolinea il fatto che, al di là del valore in termini assoluti del numero di auto (riportato nei grafici 3.1, 3.3 e 3.5), è interessante rapportare tale indicatore alla grandezza demografica, così come riportato nelle tabelle 3.1, 3.2 e 3.3 e rappresentato nei grafici 3.2, 3.4 e 3.6, seguendo la consueta divisione a fasce demografiche in ordine decrescente.

Roma ha il maggiore numero di autovetture per abitante (723 auto ogni mille abitanti) mentre Dublino si colloca all'ultimo posto con solo 162 auto ogni mille abitanti.

Dai grafici 3.2, 3.4 e 3.6 si evidenzia che, per tutte le fasce demografiche, il valore relativo alle città italiane è sempre superiore al target europeo (che è di 364 auto per 1000 abitanti).

Tabella 3.1 – Numero di auto per le città appartenenti alla prima fascia demografica (dati Eurostat, *Urban Transport Benchmarking Initiative – Year two, Final Report*, 2005)

Città	Numero auto	N. auto*1000/n. ab	Anno
Parigi corona metropolitana	5.106.130	529	2004
Londra	2.290.708	308	2002
Barcellona area metropolitana	2.257.575*	504	2004
Berlino	1.100.552	325	2001
Atene	896.000	280	2002
Londra città	664.267	240	2002
Roma	1.847.258	723	2004
Parigi	747.910	349	2004
Budapest	578.960	295	2001
Bucarest	330.830	194	2002
Varsavia	694.805	412	2002
Vienna	490.131	301	1996
Lione	485.400	373	1999
Milano	739.121	569	2004
Dublino	191.254	162	2002
Praga	547.872	468	2001
Colonia	387.357	380	2001
Bruxelles	496.562	493	2002

*Dato relativo alla provincia di Barcellona

¹ *Un biglietto per il futuro -3 Fermate per la mobilità sostenibile*, Unione Internazionale Trasporti Pubblici, Bruxelles 2003

Grafico 3.1 - Numero di auto per le città della prima fascia demografica

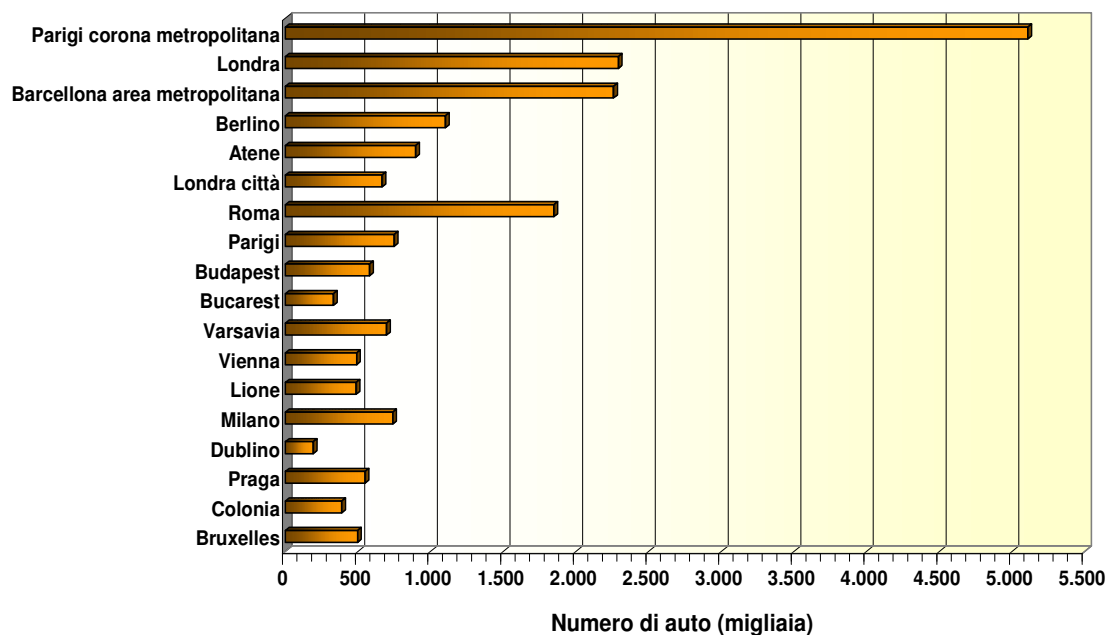


Grafico 3.2 - Numero di auto per abitante per le città della prima fascia demografica

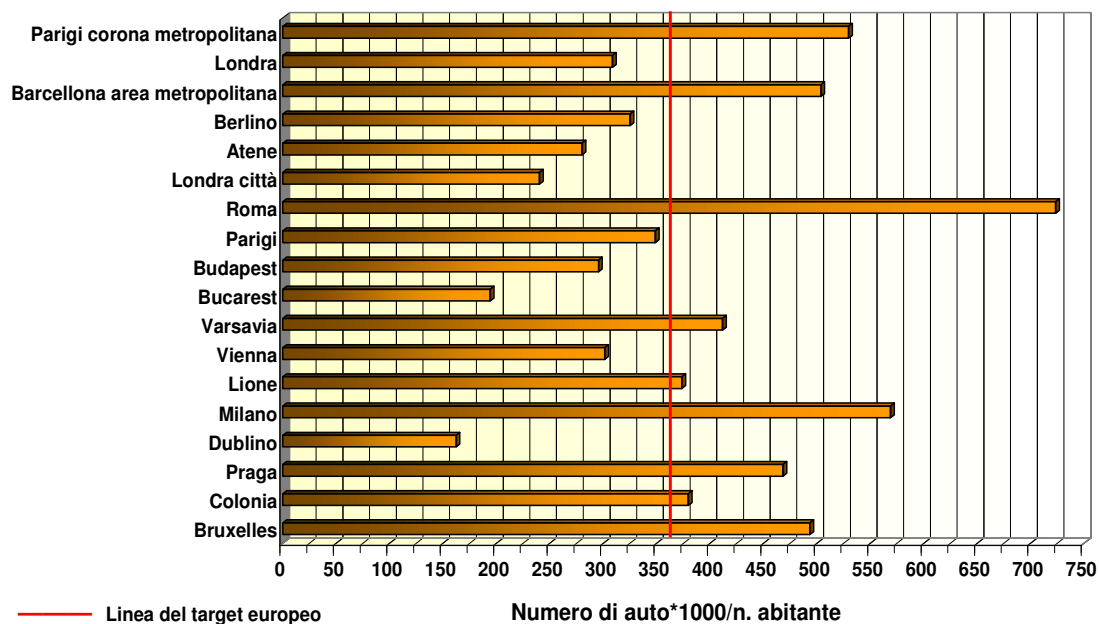


Tabella 3.2 – Numero di auto per le città appartenenti alla seconda fascia demografica (dati Eurostat)

Città	Numero auto	N. auto*1000/n. ab	Anno
Napoli	534.067	537	2004
Birmingham	306.392	314	2002
Torino	561.934	649	2004
Stoccolma	279.838	366	2001
Amsterdam	238.955	325	2002
Riga	163.715	224	2001
Palermo	381.970	556	2004
Francoforte	229.458	358	2001
Genova	287.286	471	2004
Rotterdam	192.996	322	2002
Glasgow	135.446	231	2002
Lisbona	337.100	597	2001
Helsinki	186.452	334	2000
Vilnius	177.215	320	2001
Copenaghen	106.333	212	2000
Göteborg	166.516	343	2001
Anversa	192.268	398	2002
Dresda	178.380	371	2001
Dansika	165.850	363	2001
Manchester	103.979	248	2002

Grafico 3.3 - Numero di auto per le città della seconda fascia demografica

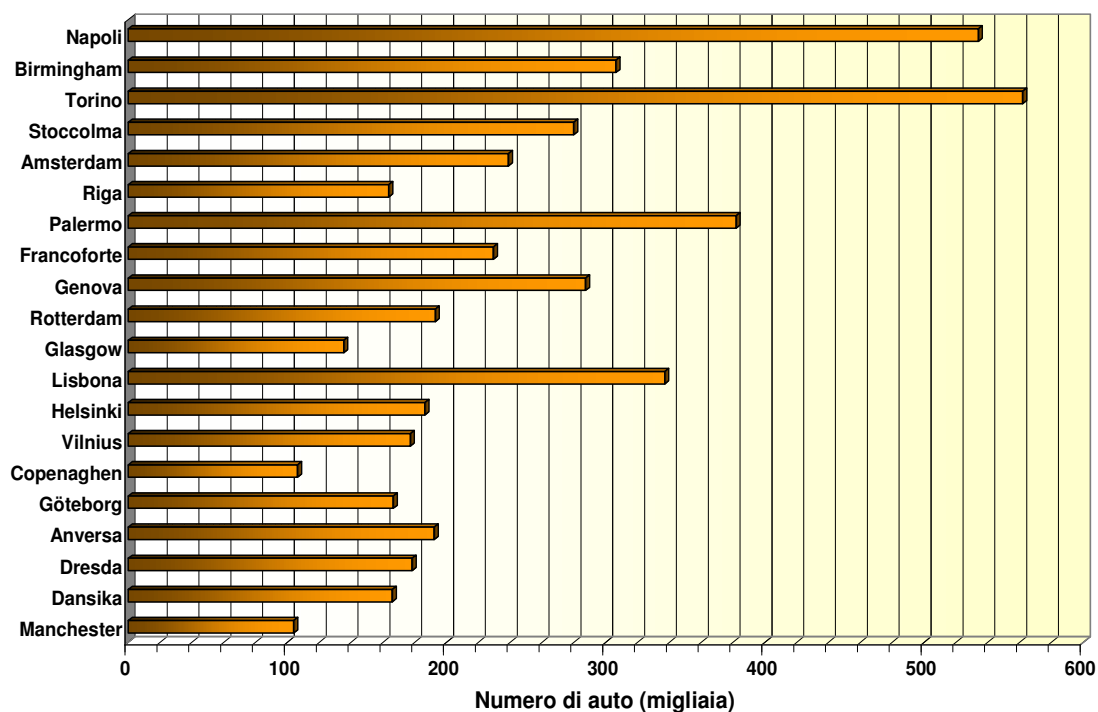


Grafico 3.4 - Numero di auto per abitante per le città della seconda fascia demografica

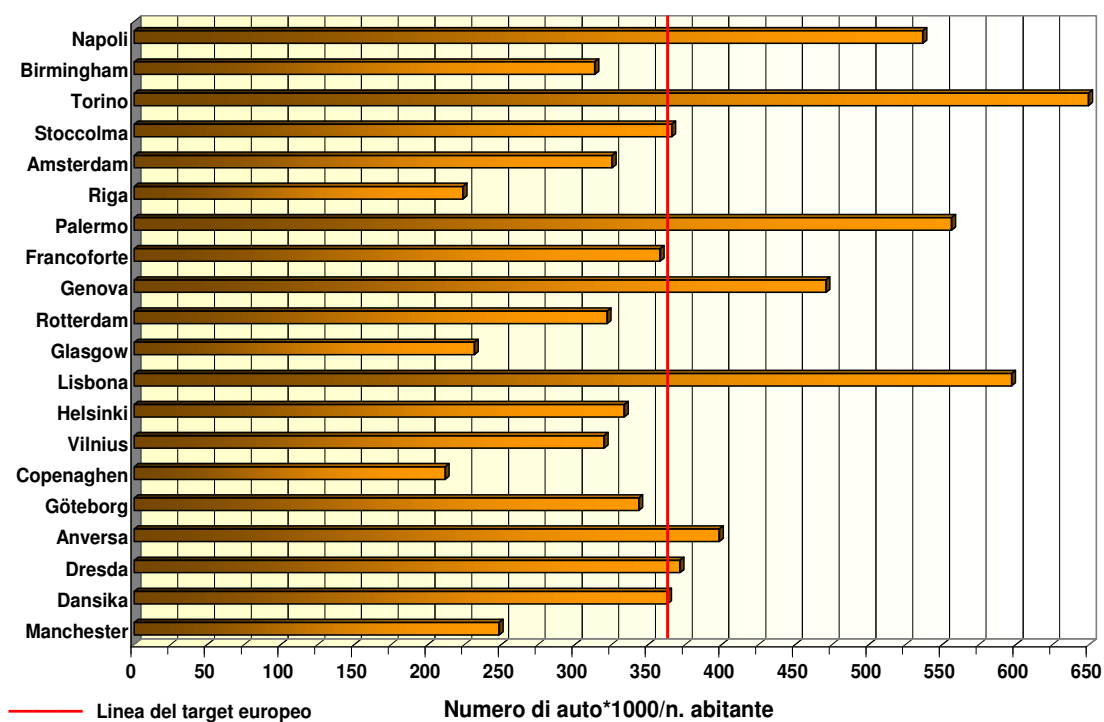


Tabella 3.3 – Numero di auto per le città appartenenti alla terza fascia demografica (dati Eurostat)

Città	Numero auto	N. auto*1000/n. ab	Anno
Bristol	141.221	359	2002
Bologna	206.411	556	2004
Firenze	203.177	571	2004
Bari	178.299	563	2004
Catania	195.949	626	2004
Aarhus	82.085	278	2000
Belfast	85.354	308	2002
Venezia	116.005	428	2004
Malmö	95.389	357	2001
Clermont-Ferrand	126.009	478	1999
Verona	157.437	622	2004
Trieste	108.935	516	2004
Tampere	74.282	364	2000
Taranto	107.420	532	2004
Reggio Calabria	102.321	567	2004
Turku	66.801	382	2000
Cagliari	103.254	629	2004
Aalborg	51.018	421	2000
Oulu	46.171	496	2000

Grafico 3.5 - Numero di auto per le città della terza fascia demografica

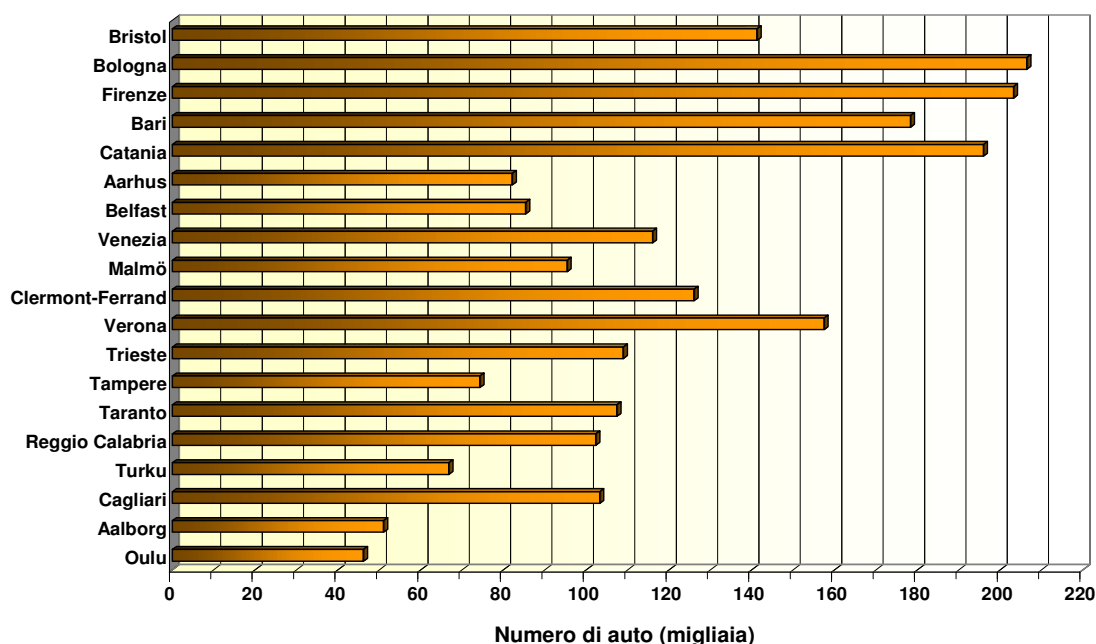
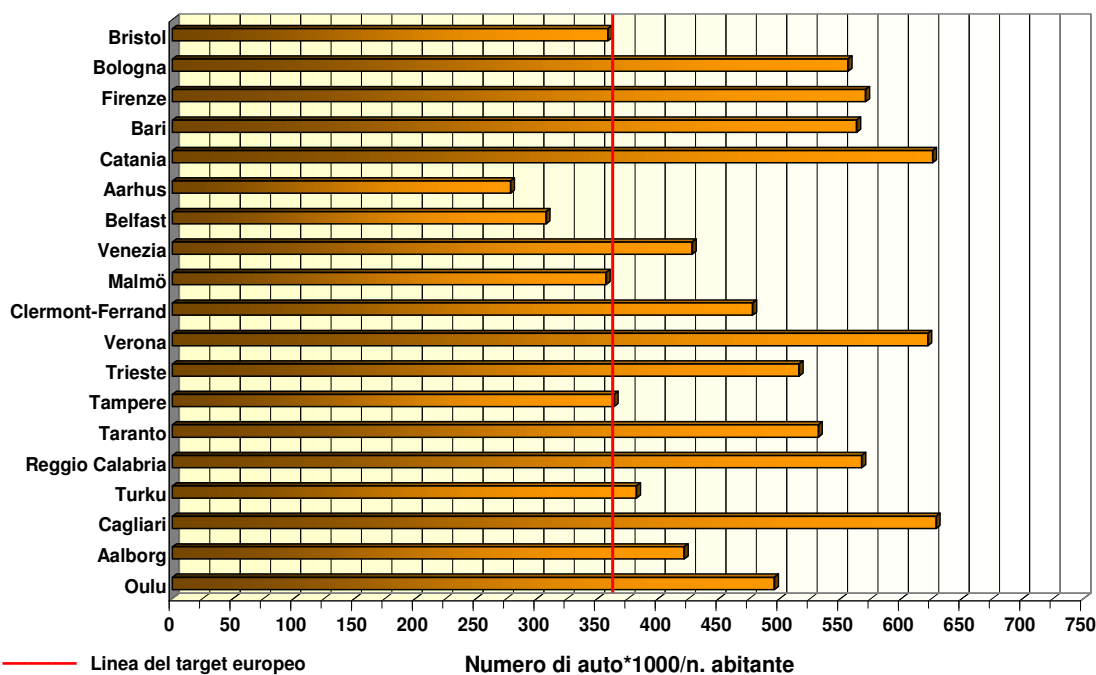


Grafico 3.6 - Numero di auto per abitante per le città della terza fascia demografica



La tabella 3.4 riporta un indice ricavato dal rapporto tra il numero di auto per abitante ed il reddito pro-capite.

E' interessante notare che tra la città che detiene il valore più elevato (Vilnius con 75,6) e quella col valore più basso (Dublino con 3,78) vi sia un coefficiente di grandezza pari circa a 20, denotando una forte eterogeneità nel rapporto tra il sistema della mobilità privata e quello economico.

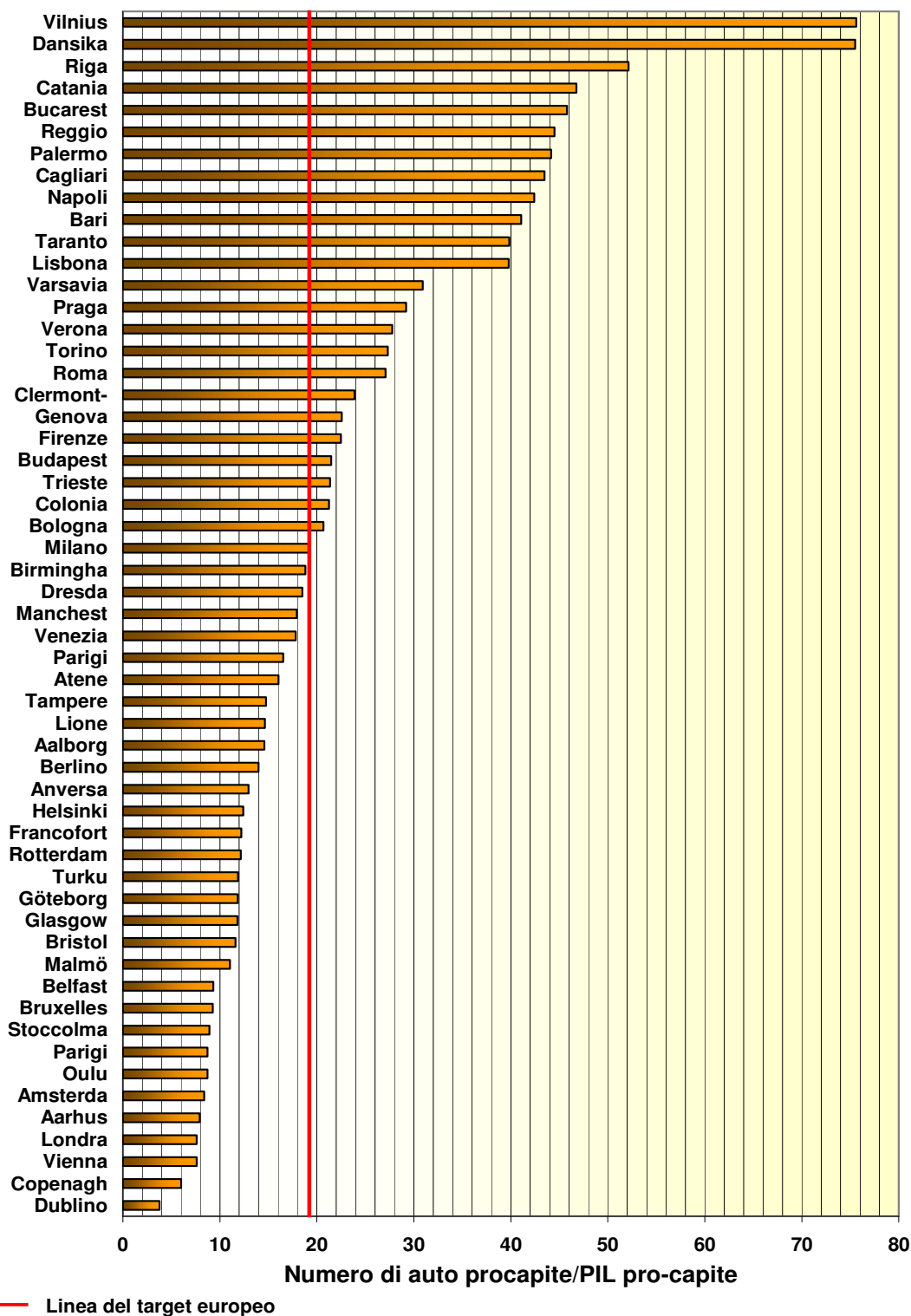
Tabella 3.4 – Rapporto tra il numero di auto pro-capite ed il PIL pro-capite in ordine decrescente.

Città	N. auto pro-capite/PIL pro-capite
Vilnius	75,60
Dansika	75,48
Riga	52,14
Catania	46,74
Bucarest	45,79
Reggio Calabria	44,50
Palermo	44,15
Cagliari	43,48
Napoli	42,42
Bari	41,07
Taranto	39,85
Lisbona	39,80
Varsavia	30,91
Praga	29,20
Verona	27,79
Torino	27,32
Roma	27,08
Clermont-Ferrand	23,88
Genova	22,55
Firenze	22,47
Budapest	21,47
Trieste	21,35
Colonia	21,26
Bologna	20,70
Milano	19,27
Birmingham	18,82
Dresda	18,51
Manchester	17,96
Venezia	17,82
Parigi corona metropolitana	16,54
Atene	16,06
Tampere	14,76
Lione	14,65
Aalborg	14,58
Berlino	14,00
Anversa	12,96
Helsinki	12,41
Francoforte	12,21
Rotterdam	12,16
Turku	11,86
Göteborg	11,83
Glasgow	11,81
Bristol	11,63
Malmö	11,06
Belfast	9,33
Bruxelles	9,26
Stoccolma	8,92
Parigi	8,73
Oulu	8,73
Amsterdam	8,38
Aarhus	7,91
Londra	7,63
Vienna	7,62
Copenaghen	6,02
Dublino	3,78

Un'altra considerazione interessante riguarda il fatto che questo indice relativo alle città italiane si trova esclusivamente al di sopra del target europeo, che si attesta a 19,08 auto

pro-capite/reddito pro-capite (grafico 3.7), denotando una maggiore attitudine all'acquisto del mezzo privato in Italia rispetto al resto d'Europa.

Grafico 3.7 - Rapporto tra il numero di auto pro-capite ed il PIL pro-capite in ordine decrescente



La tabella 3.5 mostra il trend del parco auto nel decennio 1991-2001 e le relative variazioni percentuali. E' interessante notare come nel quinquennio '91-'96 il numero di città che hanno registrato una flessione della consistenza del parco auto è simile a quello delle città che invece hanno registrato un aumento (grafico 3.8), mentre nel quinquennio '96-'01 prevalgono le città con un incremento del numero di auto (grafico 3.9).

Il grafico 3.10 evidenzia comunque come nel decennio di riferimento vi sia stata una notevole differenza del trend di questo indicatore nelle città in esame (si va da Dublino con 118% a Milano con -18%). In particolare nelle città italiane la flessione del parco auto immatricolate nell'area comunale è generalmente accompagnata da un aumento del parco auto immatricolate nell'area "vasta".

Tabella 3.5 – Trend del parco veicolare privato (autovetture) nel decennio 1991-2001 per alcune città italiane ed europee in ordine alfabetico (dati Eurostat)

Città	N. veicoli	Anno	N. veicoli	Anno	N. veicoli	Anno	Variazione % (1991-1996)	Variazione % (1996-2001)	Variazione % (1991-2001)
Anversa	194.645	1991	189.177	1996	192.268	2002	-3	2	-1
Bari	164.075	1991	164.173	1996	178.050	2000	0	8	9
Berlino	850.000	1992	1.135.557	1996	1.100.552	2001	34	-3	29
Birmingham	n.d.	1991	280.563	1996	306.392	2002	n.d.	9	n.d.
Bologna	244.380	1991	215.990	1996	214.701	2000	-12	-1	-12
Bristol	n.d.	1991	121.870	1996	141.221	2002	n.d.	16	n.d.
Bruxelles	n.d.	1991	440.530	1996	496.562	2002	n.d.	13	n.d.
Budapest	471.799	1990	568.371	1996	578.960	2001	20	2	23
Cagliari	124.597	1991	108.861	1996	107.603	2000	-13	-1	-14
Catania	187.811	1991	193.346	1996	204.970	2000	3	6	9
Cl.- Ferrand	108.603	1990	n.d.	1996	126.009	1999	n.d.	n.d.	16
Dresda	105.048	1992	183.100	1996	178.380	2001	74	-3	70
Dublino	87.843	1991	n.d.	1996	191.254	2002	n.d.	n.d.	118
Firenze	249.769	1991	214.948	1996	212.438	2000	-14	-1	-15
Francoforte	221.712	1992	223.726	1996	229.458	2001	1	3	3
Dansika	96.062	1992	115.200	1996	165.850	2001	20	44	73
Genova	328.742	1991	302.787	1996	300.418	2000	-8	-1	-9
Glasgow	n.d.	1991	114.275	1996	135.446	2002	n.d.	19	n.d.
Göteborg	157.232	1991	153.677	1996	166.516	2001	-2	8	6
Helsinki	166.018	1991	160.996	1996	186.452	2000	-3	16	12
Colonia	375.454	1992	381.068	1996	387.357	2001	1	2	3
Lione	431.002	1990	n.d.	1996	485.400	1999	n.d.	n.d.	13
Londra	n.d.	1991	2.014.156	1996	2.290.708	2002	n.d.	14	n.d.
Malmö	84.282	1991	n.d.	1996	95.389	2001	n.d.	n.d.	13
Manchester	n.d.	1991	87.773	1996	103.979	2002	n.d.	18	n.d.
Milano	956.715	1991	792.592	1996	787.590	2000	-17	-1	-18
Napoli	505.491	1991	578.691	1996	607.813	2000	14	5	20
Oulu	40.332	1991	40.100	1996	46.171	2000	-1	15	14
Palermo	357.346	1991	369.871	1996	390.844	2000	4	6	9
Parigi	572.239	1990	559.962	1999	747.910	2004	-2	34	31
R. Calabria	84.869	1991	89.306	1996	103.703	2003	5	16	22
Riga	111.019	1991	118.685	1996	163.715	2001	7	38	47
Roma	1.771.347	1991	1.675.058	1996	1.855.354	2000	-5	11	5
Stoccolma	232.235	1991	221.236	1996	279.838	2001	-5	26	20
Tampere	62.756	1991	65.190	1996	74.282	2000	4	14	18
Taranto	100.733	1991	99.367	1996	112.532	2003	-1	13	12
Torino	622.286	1991	549.019	1996	581.783	2000	-12	6	-7
Trieste	123.740	1991	115.134	1996	112.184	2000	-7	-3	-9
Turku	60.607	1991	60.673	1996	66.801	2000	0	10	10
Varsavia	532.772	1991	642.386	1996	694.805	2002	21	8	30
Venezia	124.992	1991	116.908	1996	117.306	2000	-6	0	-6
Verona	151.199	1991	146.561	1996	156.001	2002	-3	6	3
Vienna	461.363	1991	490.131	1996	652.602	2002	6	33	41
Vilnius	89.896	1991	116.877	1996	177.215	2001	30	52	97

Grafico 3.8 - Variazione percentuale del parco autovetture tra il 1991 ed il 1996

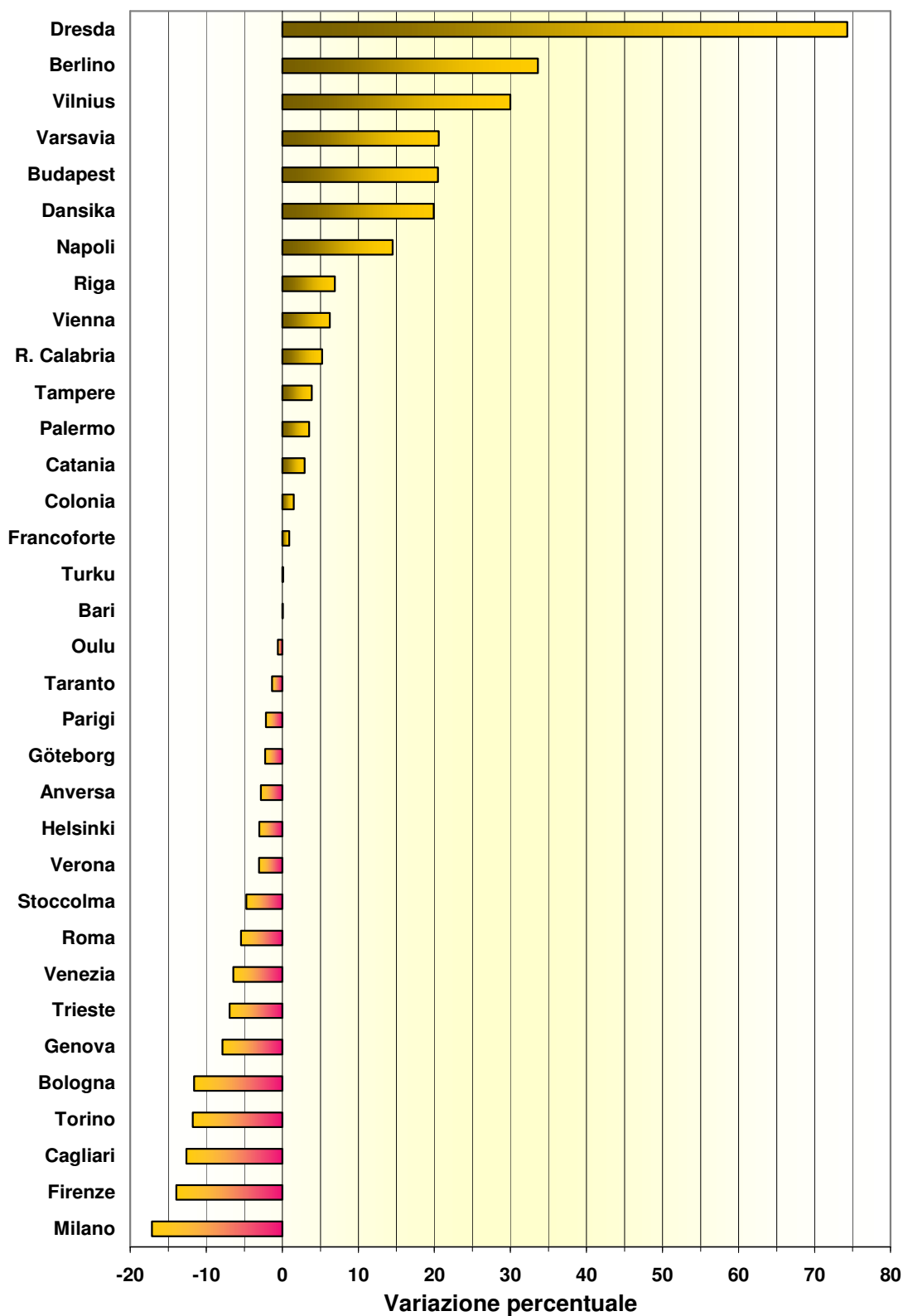


Grafico 3.9 - Variazione percentuale del parco autovetture tra il 1996 ed il 2001

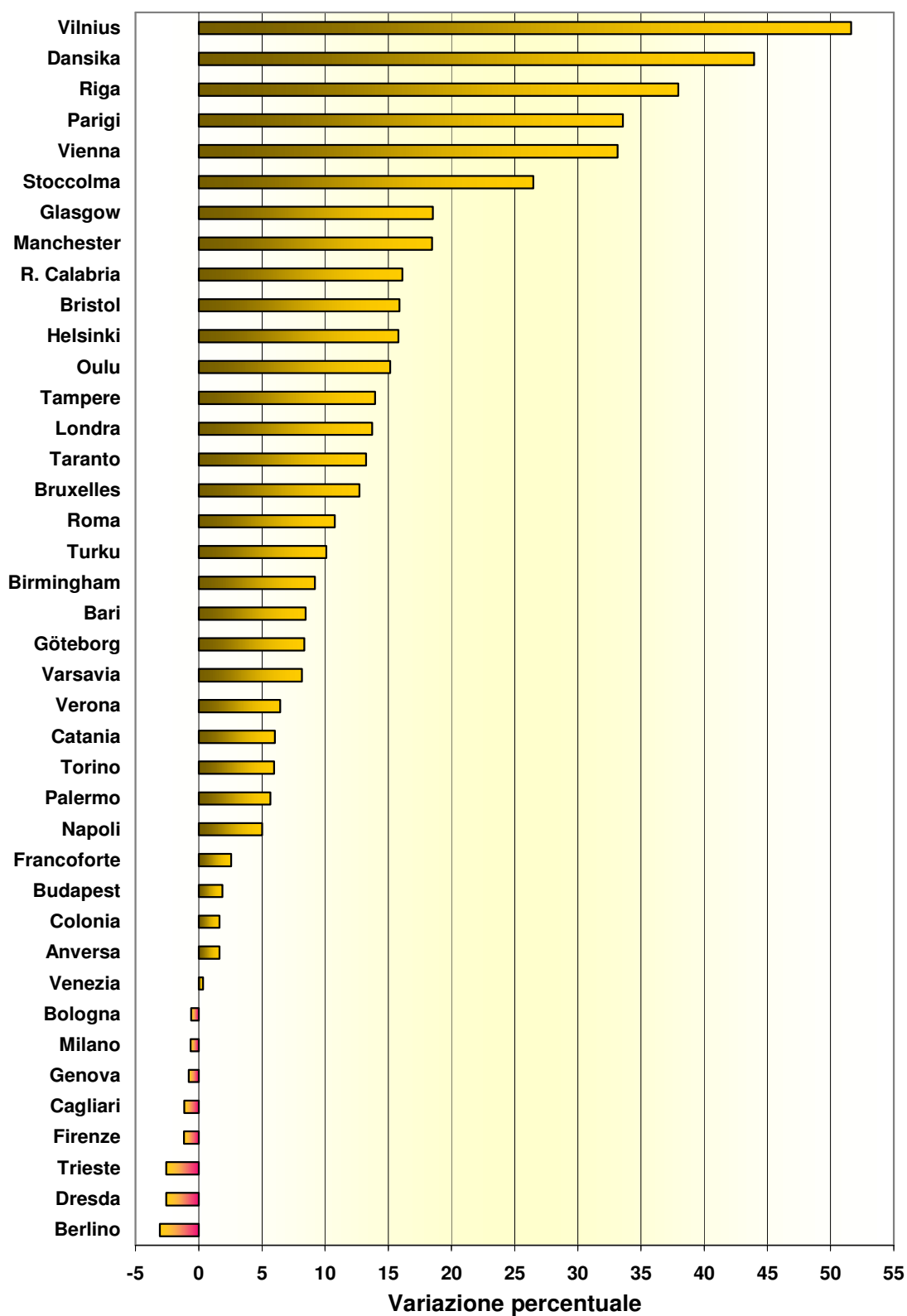
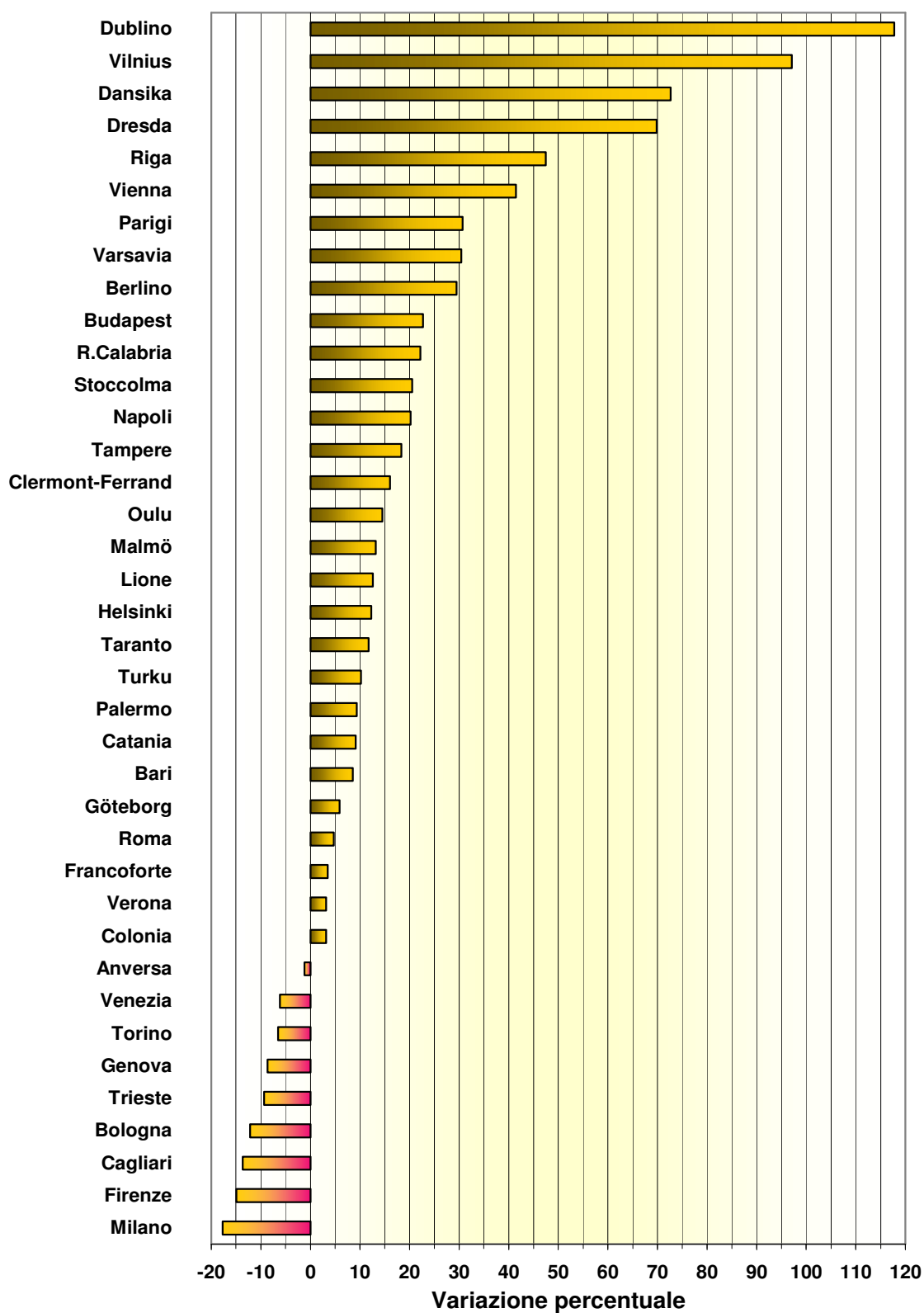


Grafico 3.10 - Variazione percentuale del parco autovetture nel decennio 1991-2001



3.3.2 Il numero di incidenti stradali

Questo indicatore viene proposto all'interno del modello ECI, relativo alla mobilità, nella categoria "Salute e sicurezza".

Le tabelle 4.1, 4.2 e 4.3 e i grafici 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 danno una rappresentazione di questo indicatore, rispettando la consueta divisione a fasce demografiche. Da ciò si evidenzia come vi sia una forte eterogeneità nel valore degli incidenti stradali tra le varie città, anche rispetto al numero di abitanti.

Si rileva inoltre che le città italiane hanno dei valori generalmente superiori rispetto ai valori medi europei, che si attestano a 1469 incidenti e a 1,48 incidenti stradali per migliaia di abitanti.

Roma detiene il record di incidenti stradali con oltre ventiduemila all'anno, mentre Oulu e Tampere si collocano all'ultimo posto con solo due incidenti.

Analizzando tale indicatore in relazione al numero di abitanti, si evidenzia che Manchester risulta al primo posto con quasi sedici incidenti per migliaia di abitanti e Tampere costituisce il fanalino di coda con un valore di 0,01.

Tabella 4.1 – Numero di incidenti stradali con morti o feriti gravi per le città della prima fascia demografica (dati EMTA¹, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002, Eurostat).

Città	Numero incidenti	N. incid*1000/n. ab	Anno
Parigi corona metropolitana	1.534	0,16	2001
Londra	6.094	0,82	2001
Barcellona	4.914	1,10	2002
Berlino	5.487	1,62	2002
Atene	324	0,10	2002
Madrid	3.513	1,13	2002
Londra città	2.866	1,04	2001
Roma	22.220	8,70	2001
Parigi	3.259	1,52	2002
Budapest	1.082	0,55	2001
Varsavia	2.018	1,20	2001
Vienna	738	0,45	2001
Lione	317	0,24	2000
Milano	18.026	13,87	2001
Dublino	1.799	1,52	2002
Praga	3.243	2,77	2001
Colonia	842	0,83	2001
Bruxelles	475	0,47	2002

¹ European Metropolitan Transport Authorities

Grafico 4.1 - Numero di incidenti stradali per le città della prima fascia demografica

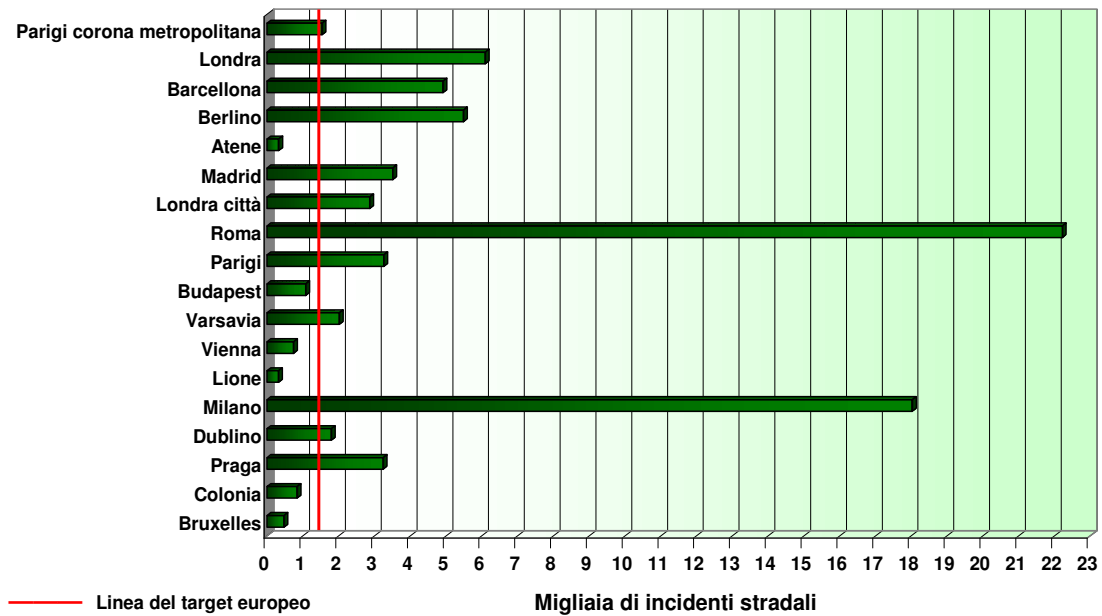


Grafico 4.2 - Numero di incidenti stradali in relazione al numero di abitanti per le città della prima fascia demografica

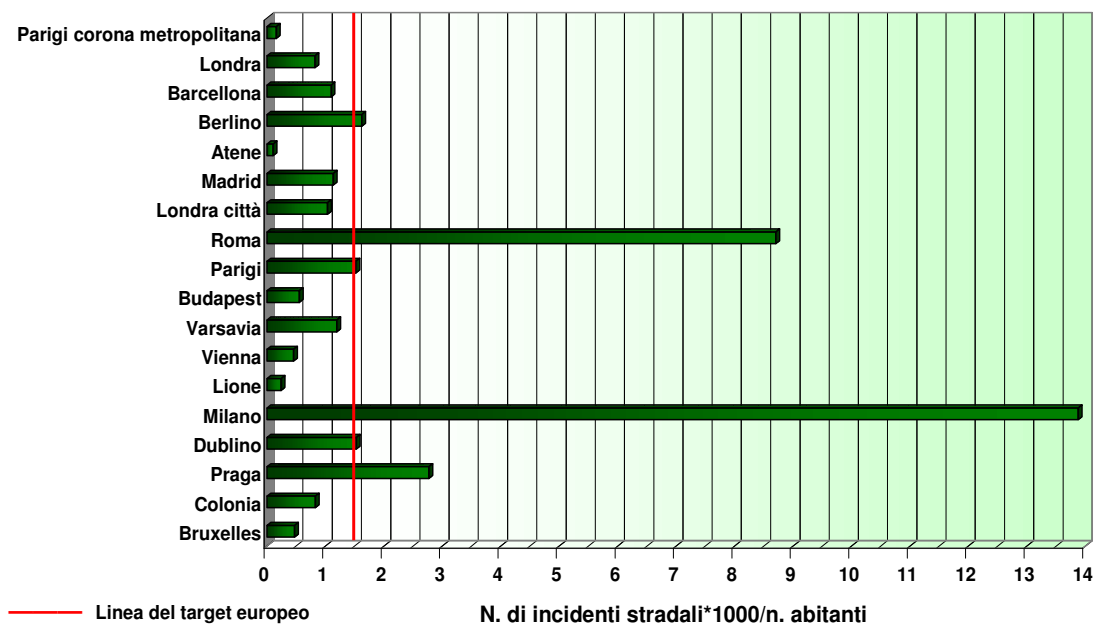


Tabella 4.2 – Numero di incidenti stradali con morti o feriti gravi per le città della seconda fascia demografica (dati EMTA, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002, Eurostat).

Città	Numero incidenti	N. incid*1000/n. ab	Anno
Napoli	1.999	2,01	2001
Birmingham	577	0,59	2001
Torino	5.224	6,04	2001
Stoccolma	227	0,30	2001
Valencia	864	1,16	2001
Amsterdam	293	0,40	2001
Riga	1.999	2,73	2001
Siviglia	5.206	7,41	2002
Palermo	2.609	3,80	2001
Francoforte	5.677	8,86	2002
Genova	4.664	7,64	2001
Rotterdam	306	0,51	2001
Glasgow	371	0,63	2001
Lisbona	761	1,35	2000
Helsinki	1.383	2,47	2002
Vilnius	2.185	3,94	2003
Copenaghen	727	1,45	2000
Göteborg	135	0,28	2001
Anversa	214	0,44	2001
Dresda	420	0,87	2001
Danska	712	1,56	2001
Manchester	6.678	15,95	2002

Grafico 4.3 - Numero di incidenti stradali per le città della seconda fascia demografica

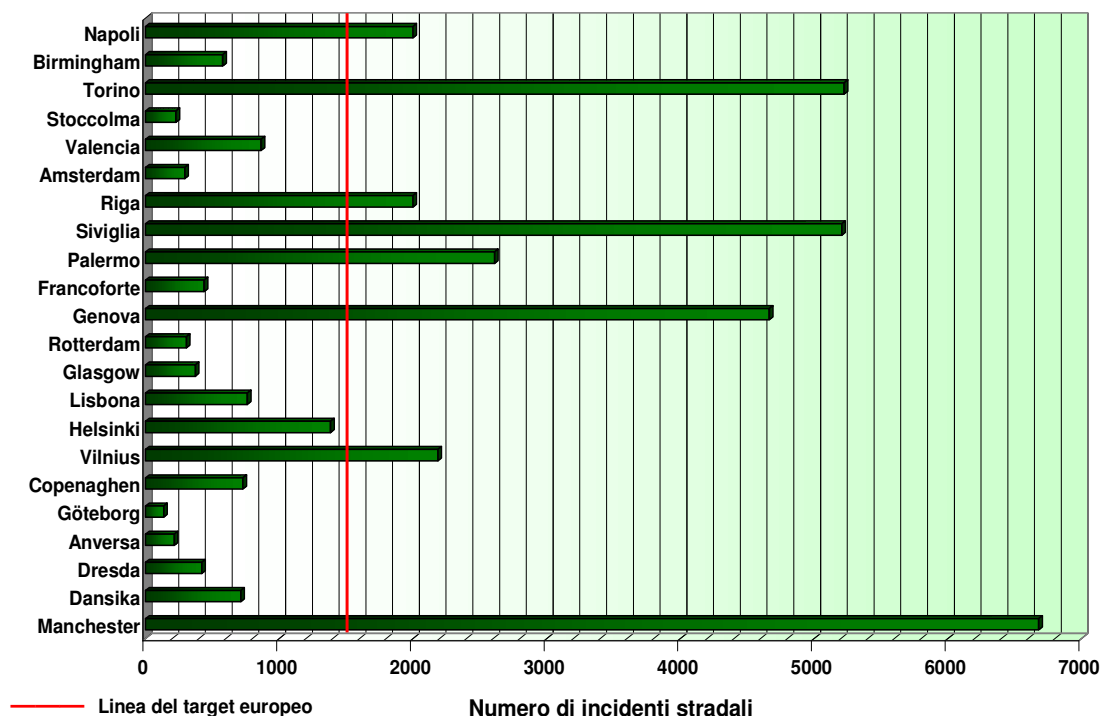


Grafico 4.4 - Numero di incidenti stradali in relazione al numero di abitanti per le città della seconda fascia demografica

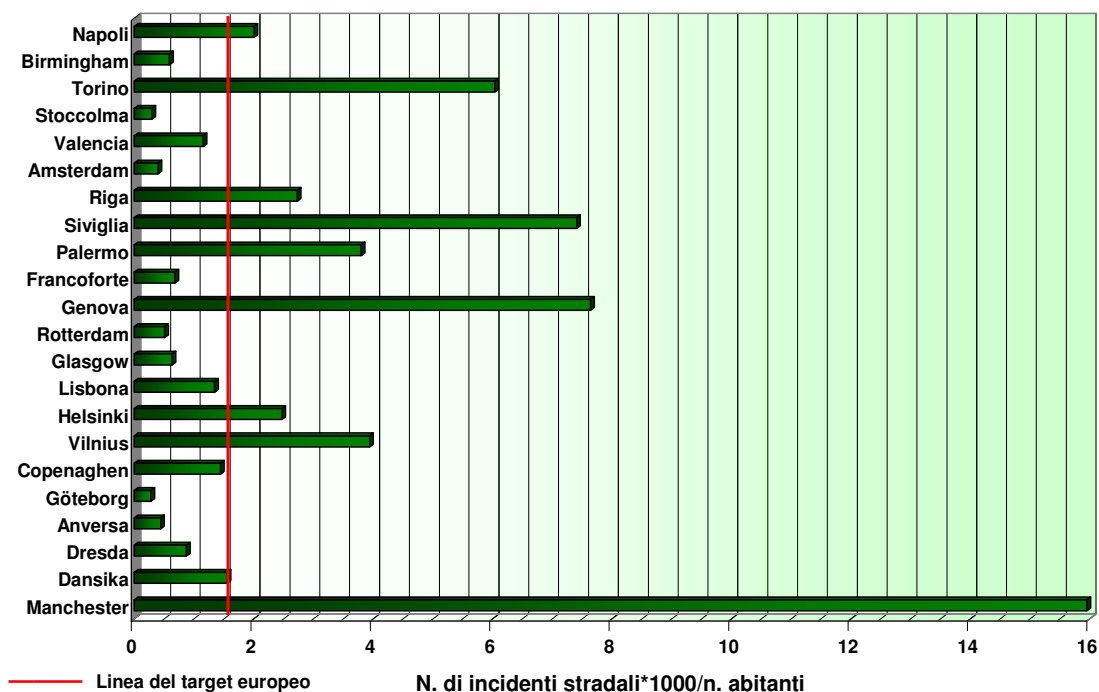


Tabella 4.3 – Numero di incidenti stradali con morti o feriti gravi per le città della terza fascia demografica (dati EMTA, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002, Eurostat).

Città	Numero incidenti	N. incid*1000/n. ab	Anno
Bristol	180	0,46	2001
Bologna	2.823	7,60	2001
Firenze	4.500	12,64	2001
Bari	1.969	6,22	2001
Catania	1.700	5,43	2001
Aarhus	299	1,01	2000
Belfast	230	0,83	2001
Venezia	1.255	4,63	2001
Malmö	103	0,39	2001
Clermont-Ferrand	68	0,26	2000
Verona	2.020	7,98	2001
Trieste	1.525	7,22	2001
Tampere	2	0,01	2000
Taranto	695	3,44	2001
Reggio Calabria	630	3,49	2001
Turku	9	0,05	2000
Cagliari	713	4,34	2001
Aalborg	293	2,42	2000
Oulu	2	0,02	2000

Grafico 4.5 - Numero di incidenti stradali per le città della terza fascia demografica

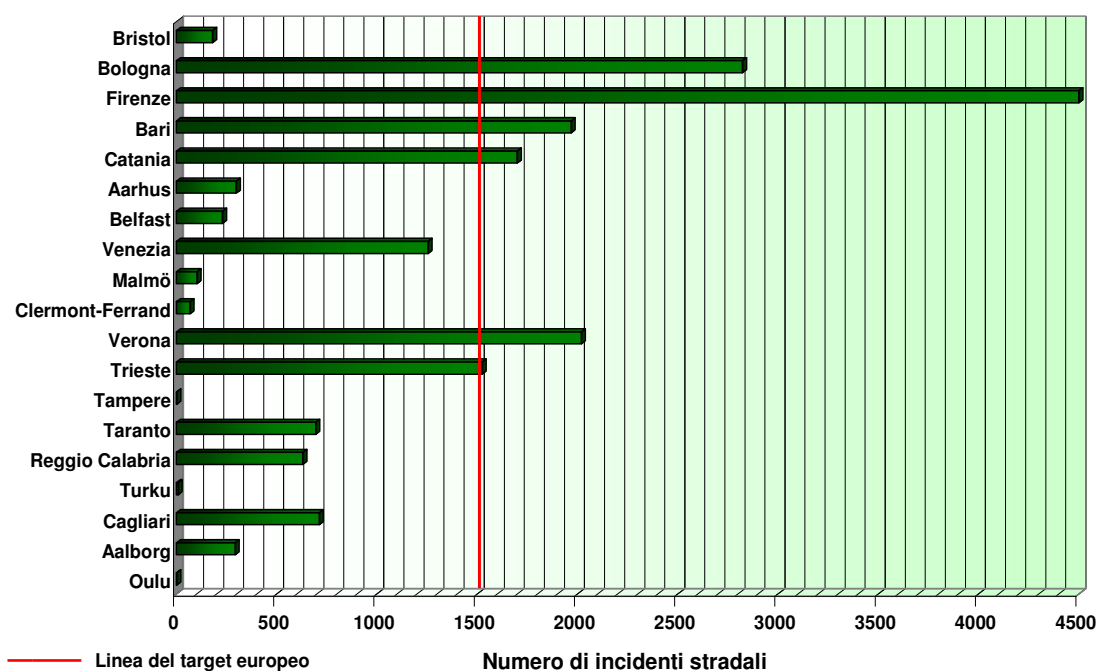
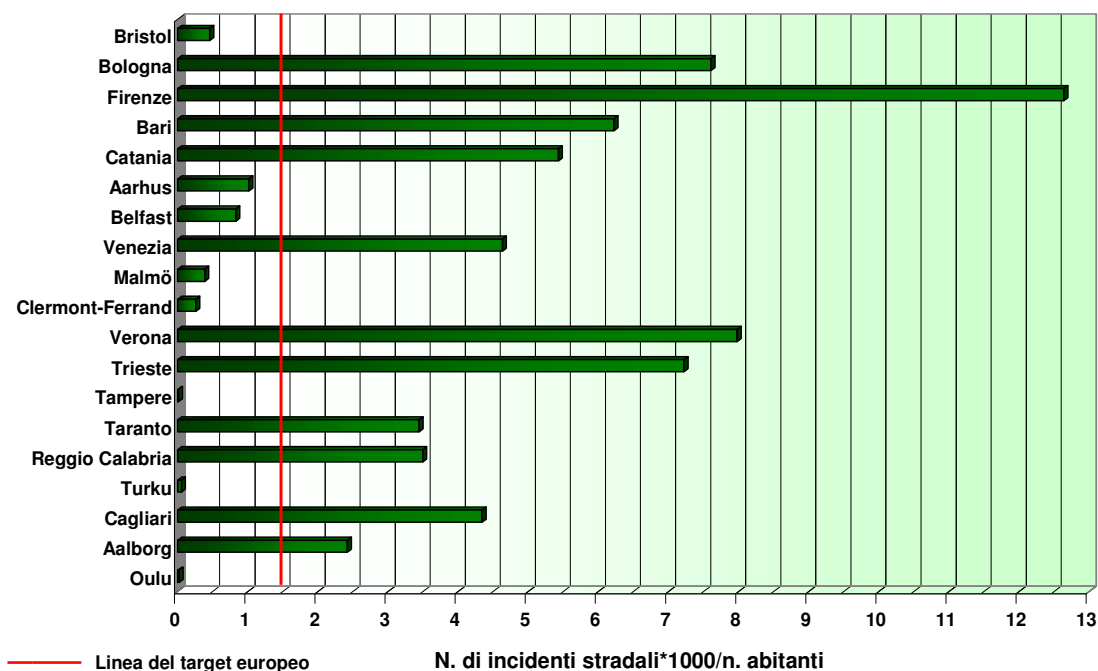


Grafico 4.6 - Numero di incidenti stradali in relazione al numero di abitanti per le città della terza fascia demografica



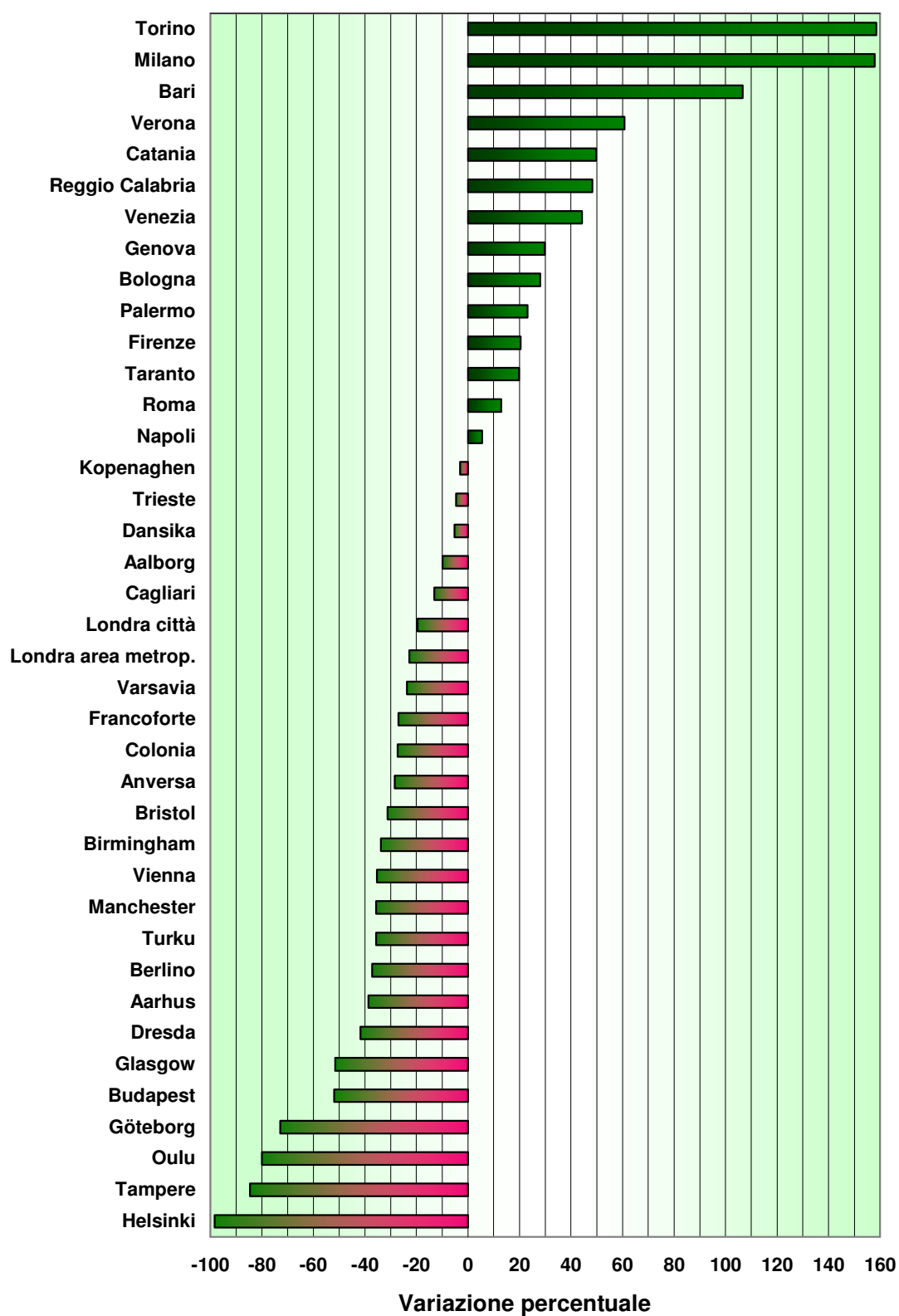
Dal trend di questo indicatore riferito al decennio 1991-2001 si ottiene la variazione percentuale riportata nella tabella 4.4. e rappresentata nel grafico 4.7.

E' facile notare come le città italiane detengono il (triste) primato per quanto riguarda l'aumento del numero del incidenti, mentre tutte le città europee hanno avuto una regressione.

Tabella 4.4 – Trend degli incidenti stradali nel decennio 1991-2001 con relativa variazione percentuale (dati Eurostat)

Città	Valore	Anno	Valore	Anno	Valore	Anno	Variazione %
Roma	19.677	1991	16.384	1996	22.220	2001	12,92
Londra area metropolitana	7.885	1991	6.847	1996	6.094	2001	-22,71
Milano	6.989	1991	13.172	1996	18.026	2001	157,92
Firenze	3.737	1991	4.022	1996	4.500	2001	20,42
Genova	3.593	1991	4.538	1996	4.664	2001	29,81
Londra città	3.564	1991	2.962	1996	2.866	2001	-19,58
Berlino	3.191	1992	2.585	1996	2.004	2001	-37,20
Varsavia	2.645	1991	2.266	1996	2.018	2001	-23,71
Budapest	2.253	1990	1.139	1996	1.082	2001	-51,98
Bologna	2.204	1991	2.463	1996	2.823	2001	28,09
Palermo	2.119	1991	2.474	1996	2.609	2001	23,12
Torino	2.021	1991	2.810	1996	5.224	2001	158,49
Napoli	1.896	1991	1.762	1996	1.999	2001	5,43
Trieste	1.599	1991	2.034	1996	1.525	2001	-4,63
Verona	1.257	1991	1.523	1996	2.020	2001	60,70
Colonia	1.158	1992	1.106	1996	842	2001	-27,29
Vienna	1.141	1992	751	1996	738	2001	-35,32
Catania	1.136	1991	1.402	1996	1.700	2001	49,65
Bari	953	1991	727	1996	1.969	2001	106,61
Helsinki	912	1991	792	1996	15	2000	-98,36
Birmingham	872	1991	756	1996	577	2001	-33,83
Venezia	870	1991	1.116	1996	1.255	2001	44,25
Cagliari	821	1991	747	1996	713	2001	-13,15
Glasgow	766	1991	427	1996	371	2001	-51,57
Dansika	751	1991	597	1996	712	2001	-5,19
Copenaghen	750	1991	711	1996	727	2000	-3,07
Dresda	720	1992	640	1996	420	2001	-41,67
Taranto	580	1991	542	1996	695	2001	19,83
Göteborg	497	1991	494	1996	135	2001	-72,84
Aarhus	487	1991	419	1996	299	2000	-38,60
Manchester	440	1991	316	1996	283	2001	-35,68
Reggio Calabria	425	1991	458	1996	630	2001	48,24
Aalborg	325	1991	282	1996	293	2000	-9,85
Anversa	299	1992	248	1996	214	2001	-28,43
Bristol	262	1991	156	1996	180	2001	-31,30
Francoforte	213	1992	170	1996	110	2001	-48,36
Turku	14	1991	4	1996	9	2000	-35,71
Tampere	13	1991	4	1996	2	2000	-84,62
Oulu	10	1991	4	1996	2	2000	-80,00

Grafico 4.7 - Variazione percentuale degli incidenti stradali nel decennio 1991-2001



3.4 Indicatori dell'impatto ambientale: l'inquinamento atmosferico

Il settore dei trasporti contribuisce in maniera massiccia all'effetto serra, sia direttamente che indirettamente ed è responsabile del 26% di tutti i gas serra emessi nell'UE (equivalenti a 823 milioni di tonnellate di carbonio all'anno)¹.

Sarebbe errato mettere in relazione il numero di auto con le concentrazioni degli inquinanti presenti nelle varie aree urbane, infatti quest'ultime dipendono da una molteplicità di fattori che non vengono considerati in questa trattazione, tra cui: le condizioni meteorologiche e climatiche, le altre attività antropiche che contribuiscono all'inquinamento (industrie, riscaldamento domestico), l'estensione e la densità delle aree urbane, l'impatto prodotto da altri sistemi di trasporto (autobus), la presenza di nodi intermodali (porti, aeroporti) e del parco veicolare privato in aggiunta alle autovetture (camion, furgoni, motocicli, ciclomotori).

Gli indicatori ambientali proposti dal ECI si suddividono in:

- quelli relativi agli inquinanti che danno un contributo al cambiamento climatico globale (emissioni di CO₂);
- quelli relativi alle emissioni di sostanze che determinano la qualità dell'aria locale quali: l'ozono (O₃), il materiale particolato (PM₁₀) e il biossido di azoto (NO₂).

Quest'ultima tipologia di indicatori sarà oggetto di trattazione del presente lavoro.

¹ *Un biglietto per il futuro -3 Fermate per la mobilità sostenibile*, Unione Internazionale Trasporti Pubblici, Bruxelles 2003

3.4.1 L'ozono

La presenza di questo gas varia anche di molto a seconda della zona geografica considerata, dell'ora, del periodo dell'anno, delle condizioni climatiche, della direzione e velocità del vento. Infatti, le più alte concentrazioni di ozono si rilevano nei mesi più caldi dell'anno, per la forte insolazione; le condizioni di alta pressione e di scarsa ventilazione favoriscono inoltre il ristagno degli inquinanti ed il loro accumulo. Nelle aree urbane i livelli massimi di concentrazione si verificano in genere verso mezzogiorno. Dopo le ore 18 di solito questi valori scendono e raggiungono i minimi durante la notte a testimonianza dell'importanza della luce nella produzione dell'ozono.

L'indicatore relativo a questo inquinante considerato nella presente trattazione è il numero di giorni all'anno in cui la sua concentrazione supera i 120 microgrammi al metro cubo.

Bisogna tener presente che, secondo la normativa europea, il target di legge è fissato a 25 giorni di superamento della concentrazione suddetta, mentre il valore medio europeo (target di prestazione) si attesta a 6,3.

Effettuando la consueta divisione a fasce demografiche si riportano di seguito le tabelle 5.1, 5.2 e 5.3. Nei grafici corrispondenti vengono rappresentati sia la linea del target europeo, sia quella del target di legge.

Tabella 5.1 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di ozono supera i 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per le città della prima fascia demografica (dati Eurostat)

Città	Numero di giorni	Anno
Parigi corona metropolitana	4	2001
Berlino	14	2001
Atene	24	2001
Roma	10	2000
Parigi	4	2001
Budapest	1	2002
Varsavia	21	2001
Vienna	42	1996
Lione	4	2001
Milano	42	2000
Dublino	0	2002
Praga	3	2001
Colonia	12	2001
Bruxelles	9	2002

Per le città della prima fascia demografica Milano e Vienna sono le uniche che hanno i valori al di sopra del target di legge con quarantadue giorni di superamento, mentre Dublino è l'unica con il valore uguale a zero (grafico 5.1).

Grafico 5.1 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di ozono supera i 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per le città della prima fascia demografica

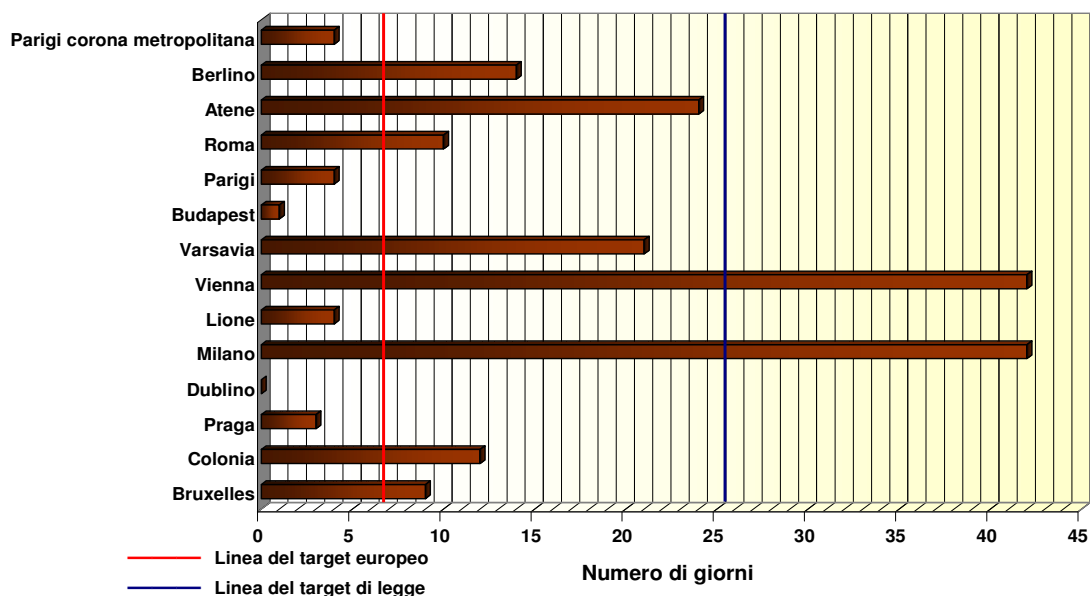


Tabella 5.2 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di ozono supera i 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per le città della seconda fascia demografica (dati Eurostat)

Città	Numero di giorni	Anno
Napoli	6	2000
Birmingham	4	2001
Torino	13	2000
Amsterdam	11	2001
Riga	0	2001
Palermo	15	2000
Francoforte	26	2001
Genova	30	2000
Glasgow	0	2001
Lisbona	10	2001
Vilnius	0	2003
Copenaghen	0	2001
Göteborg	5	1996
Anversa	7	2002
Dresda	5	2001
Dansika	6	2001
Manchester	0	2001

Per la seconda fascia demografica, gli unici due valori che superano il target di legge appartengono a Genova (30 giorni) e a Francoforte (26 giorni) mentre vi sono diverse città che fanno registrare nessun giorno di superamento (grafico 5.2).

Grafico 5.2 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di ozono supera i 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per le città della seconda fascia demografica

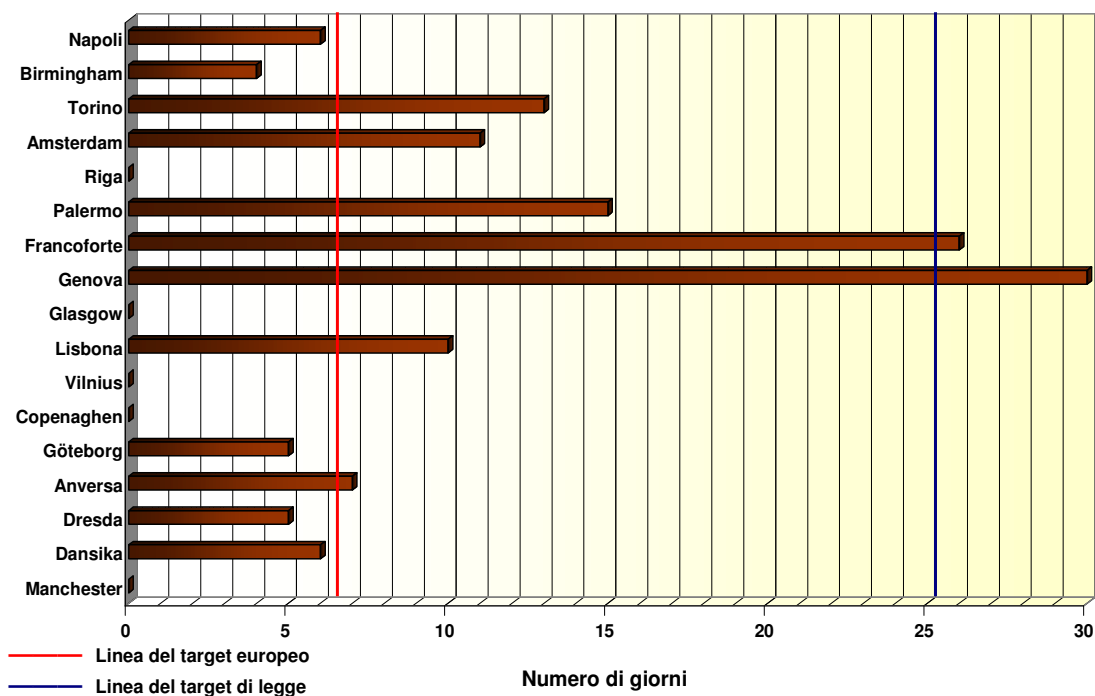


Tabella 5.3 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di ozono supera i 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per le città della terza fascia demografica (dati Eurostat)

Città	Numero di giorni	Anno
Bristol	1	2001
Bologna	37	2000
Firenze	3	2000
Bari	3	2000
Catania	0	2000
Aarhus	8	2001
Belfast	0	2002
Venezia	52	2000
Clermont-Ferrand	2	2001
Trieste	0	2000
Turku	0	2001
Cagliari	0	2000
Aalborg	8	2002

Anche la situazione nella terza fascia demografica rivela che vi sono diverse città con un numero di giorni di superamento uguale a zero, mentre Bologna e Venezia sono le uniche con i valori superiori del target di legge (grafico 5.3).

Grafico 5.3 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di ozono supera i 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per le città della terza fascia demografica

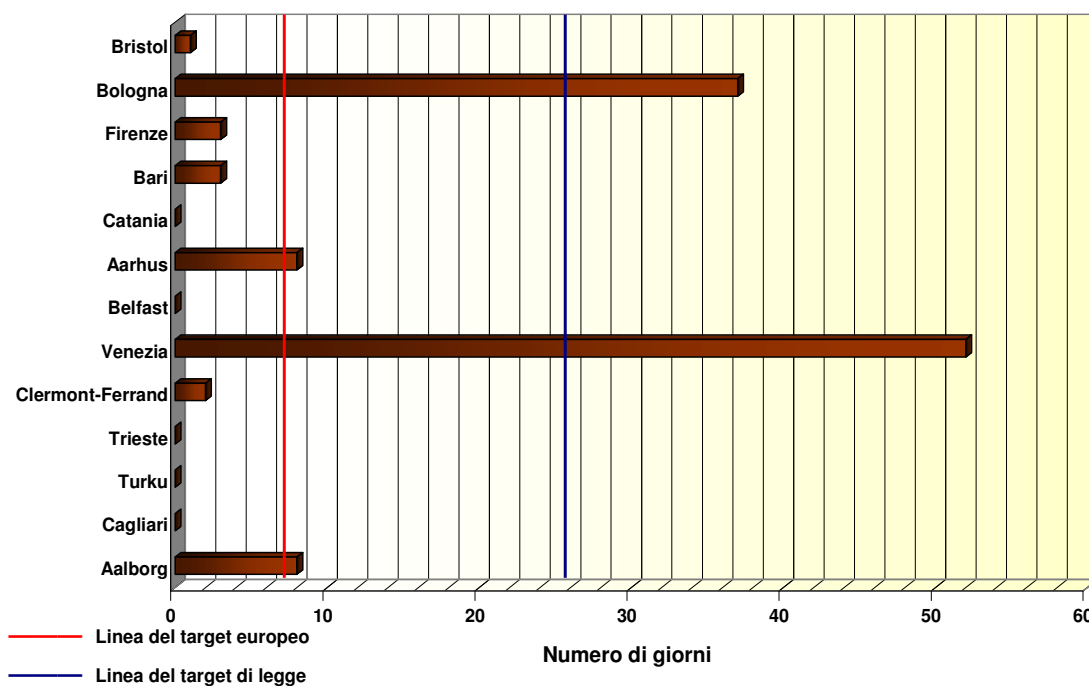


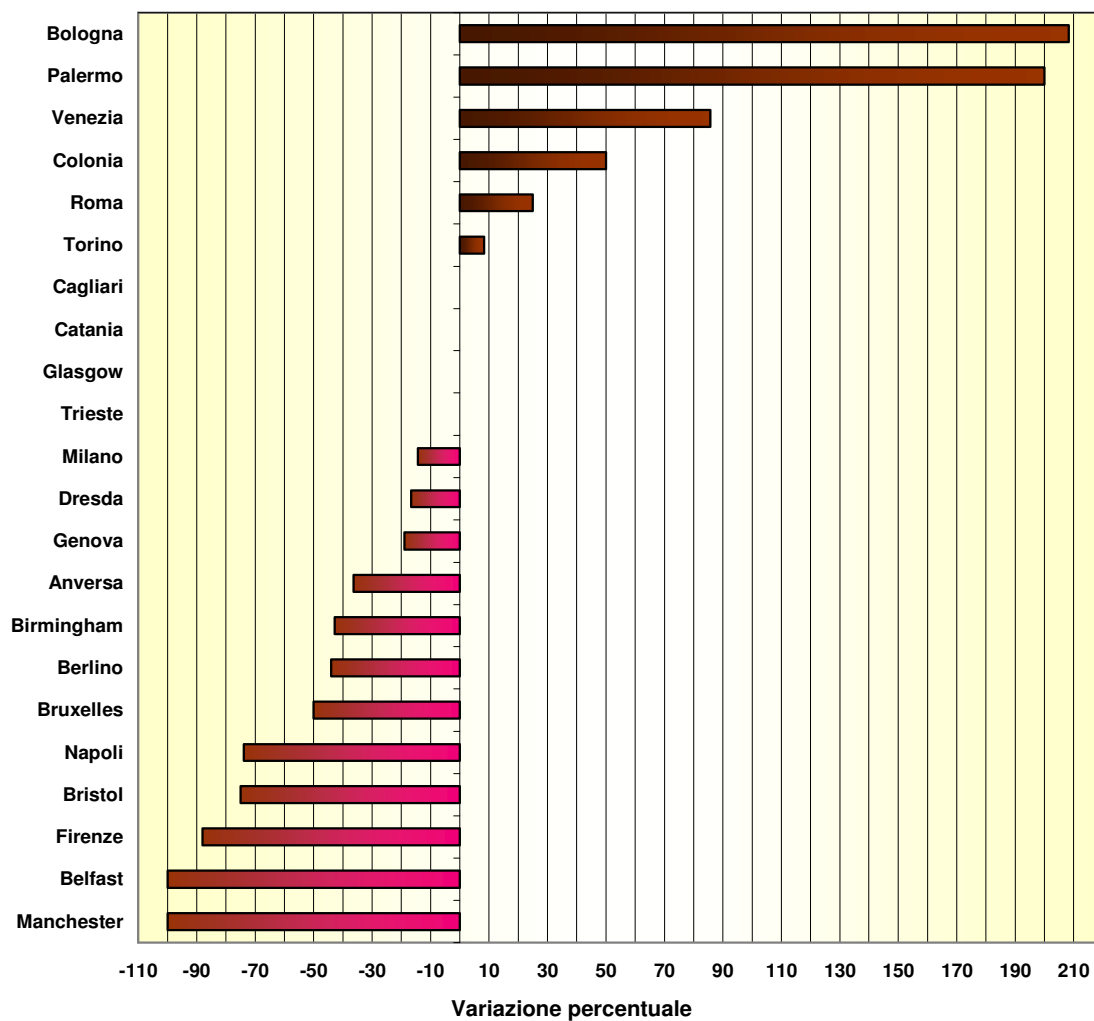
Tabella 5.4 - Trend del numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di ozono supera i 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nel quinquennio 1996-2001 ordinato secondo la variazione percentuale (dati Eurostat).

Città	Valore	Anno	Valore	Anno	Variazione %
Bologna	12	1996	37	2000	208,33
Palermo	5	1996	15	2000	200,00
Venezia	28	1996	52	2000	85,71
Colonia	8	1996	12	2001	50,00
Roma	8	1996	10	2000	25,00
Torino	12	1996	13	2000	8,33
Cagliari	0	1996	0	2000	0,00
Catania	0	1996	0	2000	0,00
Glasgow	0	1996	0	2001	0,00
Trieste	0	1996	0	2000	0,00
Milano	49	1996	42	2000	-14,29
Dresda	6	1996	5	2001	-16,67
Genova	37	1996	30	2000	-18,92
Anversa	11	1996	7	2002	-36,36
Birmingham	7	1996	4	2001	-42,86
Berlino	25	1996	14	2001	-44,00
Bruxelles	18	1996	9	2002	-50,00
Napoli	23	1996	6	2000	-73,91
Bristol	4	1996	1	2001	-75,00
Firenze	25	1996	3	2000	-88,00
Belfast	5	1996	0	2002	-100,00
Manchester	4	1996	0	2001	-100,00
Bari*	0	1996	3	2000	
Francoforte*	n.d.	1996	26	2001	

*Impossibile fare una stima della variazione percentuale

Il grafico 5.4 mette in evidenza la forbice della variazione del numero di giorni di superamento della concentrazione, si va da un più 208,33% per la città di Bologna ad un meno 100% per Belfast e Manchester.

Grafico 5.4 - Variazione percentuale del numero di giorni in cui la concentrazione di ozono supera i $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel quinquennio 1996-2001



3.4.2 Il PM₁₀

Il materiale in sospensione nell'aria è costituito da una miscela di particelle solide e liquide. L'insieme di queste particelle è definito PTS (polveri totali sospese) o PM (materiale particolato). Esse vengono solitamente distinte in due classi, a seconda della loro dimensione: PM₁₀ (con dimensione inferiore ai 10 µm) e PM_{2,5} (con dimensione inferiore ai 2,5 µm). Ad ogni classe corrisponde una capacità di penetrazione nelle vie respiratorie da cui dipende l'intensità degli effetti nocivi.

Scendendo con le dimensioni, studi recenti hanno dimostrato che il materiale ultrafine o PM₁ (inferiore al micron) è in grado di penetrare nei polmoni, mentre le nanopolveri (comprese tra 2 nm e 200 nm) riescono a entrare nella circolazione sanguigna e di conseguenza nell'organismo.

In questa trattazione i dati raccolti sono riferiti al PM₁₀, considerando sia le concentrazioni medie annue, sia il numero di giorni all'anno in cui la sua concentrazione supera i 50 microgrammi al m³.

Il target di legge è fissato a 40 µg/m³ mentre il valore medio europeo si attesta a 36,6 µg/m³.

Le tabelle 6.1, 6.2 e 6.3 riportano le concentrazioni medie annue di PM₁₀ secondo la consueta divisione a fasce demografiche.

Riferendosi alle città campione non presenti nelle tabelle si evidenzia che, per quanto riguarda la fonte utilizzata, i dati corrispondenti non erano disponibili.

Si va dal valore massimo riscontrato per la città di Milano (62 µg/m³) a quello minimo relativo a Turku (18 µg/m³).

Tabella 6.1 - Concentrazioni medie annue di PM₁₀ per le città della prima fascia demografica, anno 2005 (*Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia).

Città	µg/m ³
Barcellona area metropolitana	55
Berlino	36
Madrid	40
Londra città	43
Roma	54
Parigi	42
Vienna	40
Lione	38
Milano	62
Praga	58

Dai grafici 6.1 e 6.2 si evince che diverse città hanno dei valori più alti rispetto al target di legge, mentre dal grafico 6.3 si nota che tutte le città hanno i valori corrispondenti al di sotto sia del target di legge, sia del valore medio europeo.

Grafico 6.1 - Concentrazioni medie annue di PM₁₀ per le città appartenenti alla prima fascia demografica.

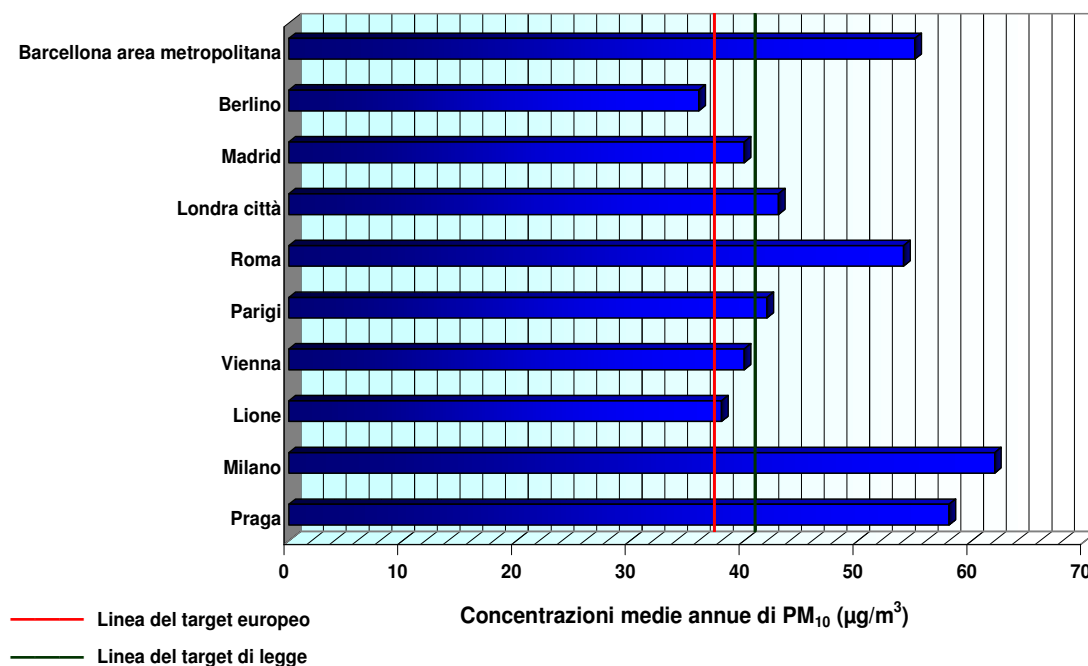


Tabella 6.2 - Concentrazioni medie annue di PM₁₀ per le città della seconda fascia demografica, anno 2005 (*Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia).

Città	µg/m³
Napoli	44
Stoccolma	41
Riga	48
Helsinki	24
Copenaghen	41
Göteborg	22
Dresda	30

Grafico 6.2 - Concentrazioni medie annue di PM₁₀ per le città appartenenti alla seconda fascia demografica.

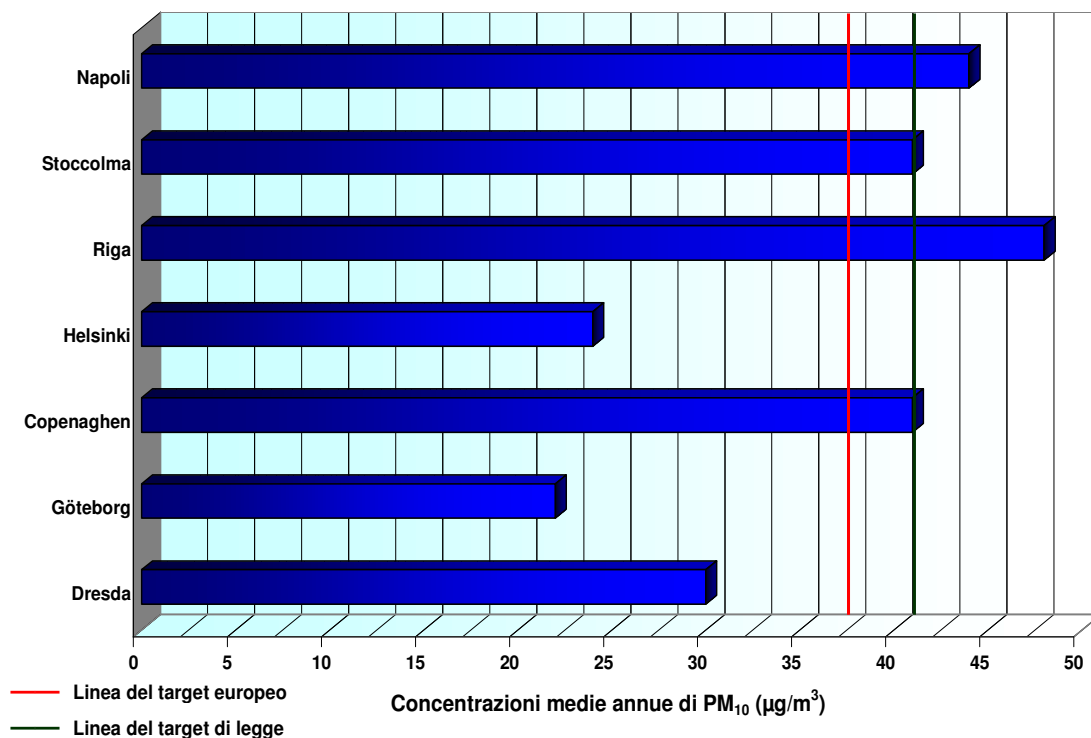
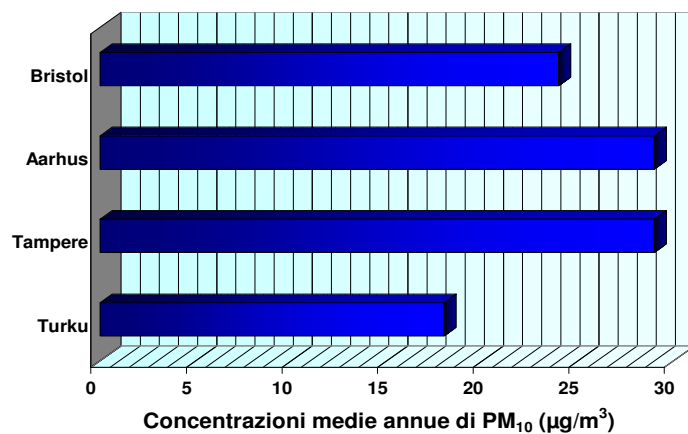


Tabella 6.3 - Concentrazioni medie annue di PM₁₀ per le città della terza fascia demografica relative all'anno 2005 (*Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia).

Città	µg/m³
Bristol	24
Aarhus	29
Tampere	29
Turku	18

Grafico 6.3 - Concentrazioni medie annue di PM₁₀ per le città appartenenti alla terza fascia demografica



Le tabelle 6.4, 6.5 e 6.6 riportano la suddivisione a fasce per il numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di PM₁₀ supera i 50 µg/m³ relativi però solamente alle città europee, mentre i grafici 6.4, 6.5 e 6.6 costituiscono le rappresentazioni corrispondenti.

Tabella 6.4 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di PM₁₀ supera i 50 µg/m³ per le città della prima fascia demografica (dati Eurostat).

Città	Numero di giorni	Anno
Parigi corona metropolitana	4	2001
Berlino	17	2001
Atene	174	2001
Parigi	4	2001
Budapest	166	2002
Varsavia	56	2001
Lione	5	2001
Dublino	12	2002
Praga	62	2001
Colonia	17	2001
Bruxelles	58	2002

Grafico 6.4 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di PM₁₀ supera i 50 µg/m³ per le città della prima fascia demografica

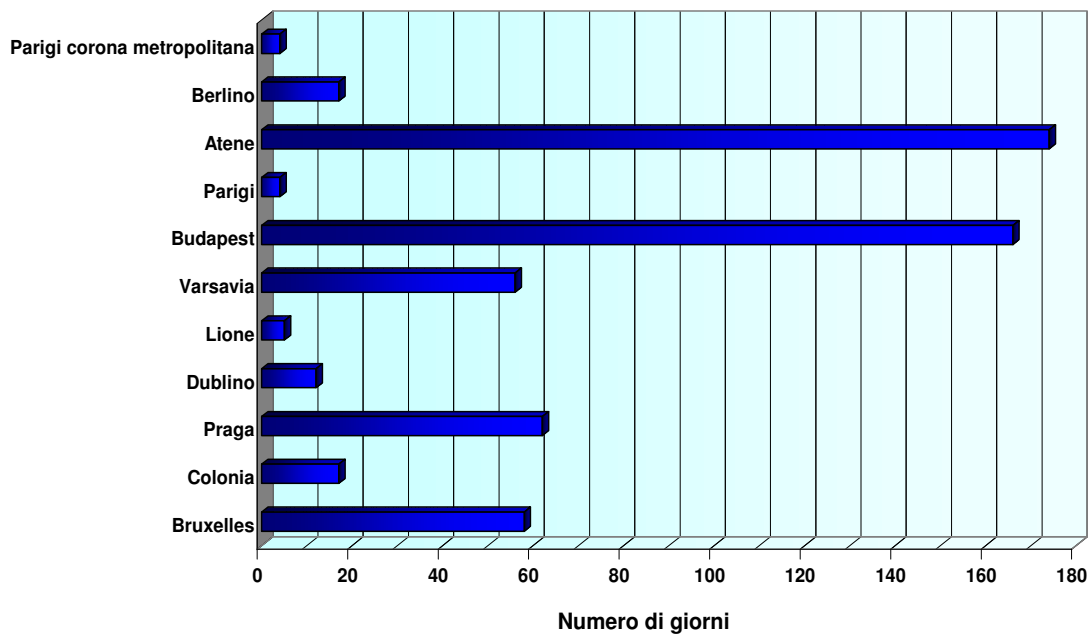


Tabella 6.5 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di PM₁₀ supera i 50 µg/m³ per le città della seconda fascia demografica (dati Eurostat).

Città	Numero di giorni	Anno
Birmingham	10	2001
Riga	57	2001
Francoforte	20	2001
Rotterdam	45	2001
Glasgow	36	2001
Vilnius	118	2003
Copenaghen	49	2002
Anversa	49	2002
Dresda	19	2001
Dansika	97	2001
Manchester	71	2001

Grafico 6.5 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di PM₁₀ supera i 50 µg/m³ per le città della seconda fascia demografica

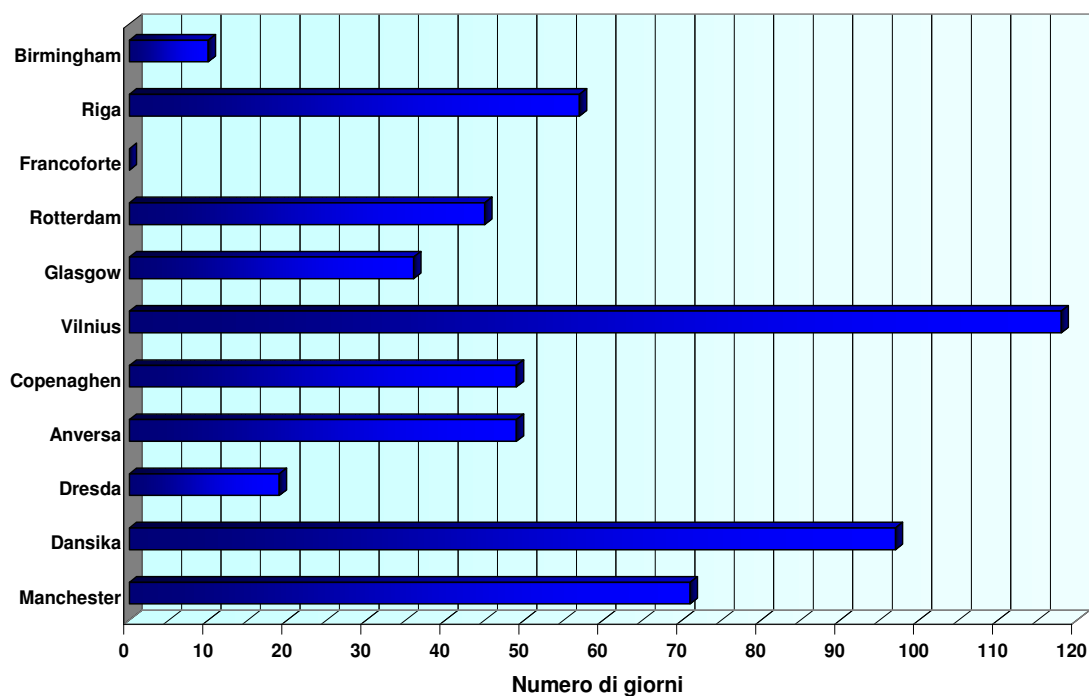
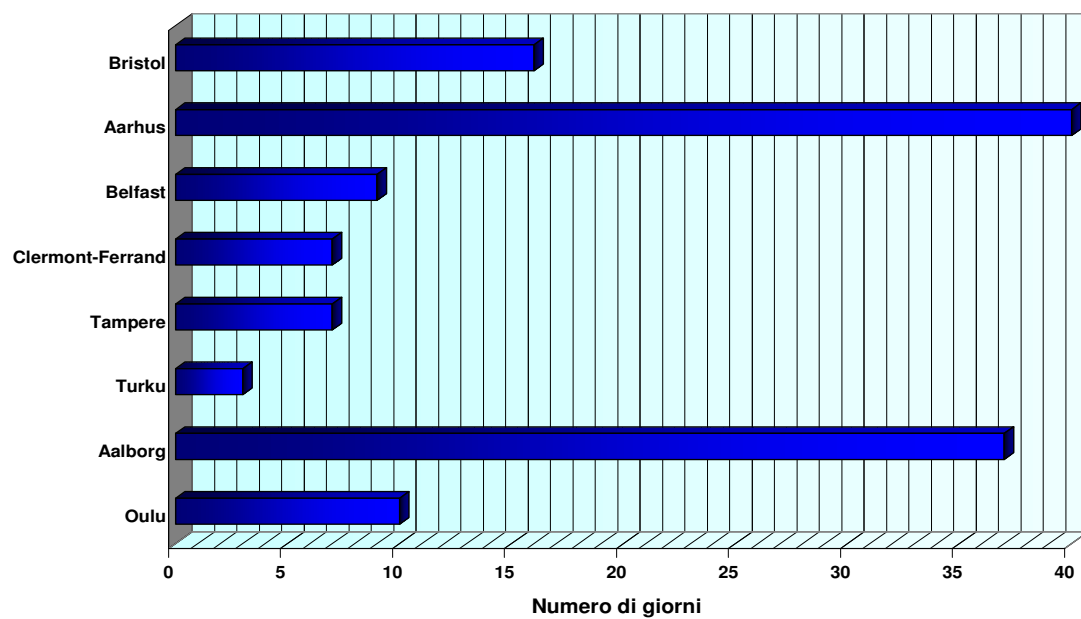


Tabella 6.6 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di PM₁₀ supera i 50 µg/m³ per le città della terza fascia demografica (dati Eurostat).

Città	Numero di giorni	Anno
Bristol	16	2001
Aarhus	40	2001
Belfast	9	2002
Clermont-Ferrand	7	2001
Tampere	7	2001
Turku	3	2001
Aalborg	37	2002
Oulu	10	2001

Grafico 6.6 - Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di PM₁₀ supera i 50 µg/m³ per le città della terza fascia demografica



3.4.3 L'NO₂

Il biossido di azoto si presenta sotto forma di un gas rossastro di odore forte e pungente. Esso si forma in tutti i processi di combustione, soprattutto in condizioni di elevata temperatura. La sua formazione dipende anche dalla reazione dell'NO con l'ozono prodotto nelle ore di maggiore irraggiamento solare. Le principali sorgenti artificiali di NO₂ sono gli impianti di riscaldamento, alcuni processi industriali e i gas di scarico dei veicoli a motore. Questo inquinante provoca irritazioni alle mucose degli occhi, danni alla vie respiratorie e alla funzionalità polmonare e contribuisce all'acidificazione delle precipitazioni.

Nella presente trattazione, per questo gas, sono stati considerati sia le concentrazioni medie annue, sia il numero di giorni all'anno in cui la sua concentrazione supera i 200 microgrammi al metro cubo.

Il limite di concentrazione media annua fissato per legge (target di legge) è di 50 µg/m³, mentre dal 2010 scenderà a 40 µg/m³.

La concentrazione media annua di NO₂ è riportata nelle tabelle 7.1, 7.2 e 7.3, secondo la consueta divisione a fasce demografiche.

Dalle rispettive rappresentazioni grafiche si possono fare le seguenti considerazioni:

- a) i valori delle città campione appartenenti alla prima fascia demografica sono maggiori sia del target di legge, sia del valore medio europeo (63,1 µg/m³), ad eccezione di Berlino;
- b) tutte le città della seconda e terza fascia demografica hanno valori al di sotto del target europeo, mentre solo Bristol, Riga e Copenaghen hanno valori superiori al target di legge.

Tabella 7.1 – Concentrazioni medie annue di NO₂ riferite all'anno 2005 per le città della prima fascia demografica (*Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia).

Città	µg/m ³
Barcellona area metropolitana	83
Berlino	62
Madrid	86
Londra città	110
Roma	81
Parigi	104
Vienna	73
Lione	71
Milano	82
Praga	76
Bruxelles	87

Grafico 7.1 - Concentrazioni medie annue di NO₂ per le città appartenenti alla prima fascia demografica

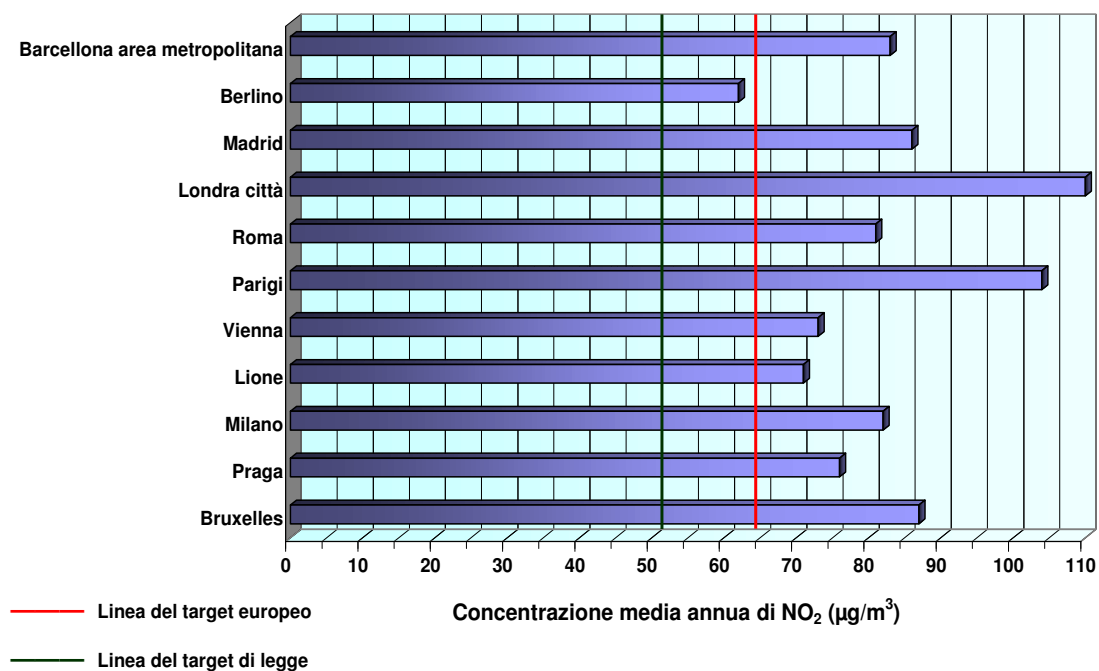


Tabella 7.2 – Concentrazioni medie annue di NO₂ riferite all'anno 2005 per le città della seconda fascia demografica (*Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia).

Città	µg/m ³
Napoli	49
Stoccolma	50
Riga	59
Helsinki	43
Copenaghen	52
Göteborg	24
Anversa	47
Dresda	47
Bristol	60

Anche in questo caso, considerando le città campione non presenti nelle tabelle si evidenzia che, per quanto riguarda la fonte utilizzata, i dati corrispondenti non erano disponibili.

Grafico 7.2 - Concentrazioni medie annue di NO₂ per le città appartenenti alla seconda fascia demografica

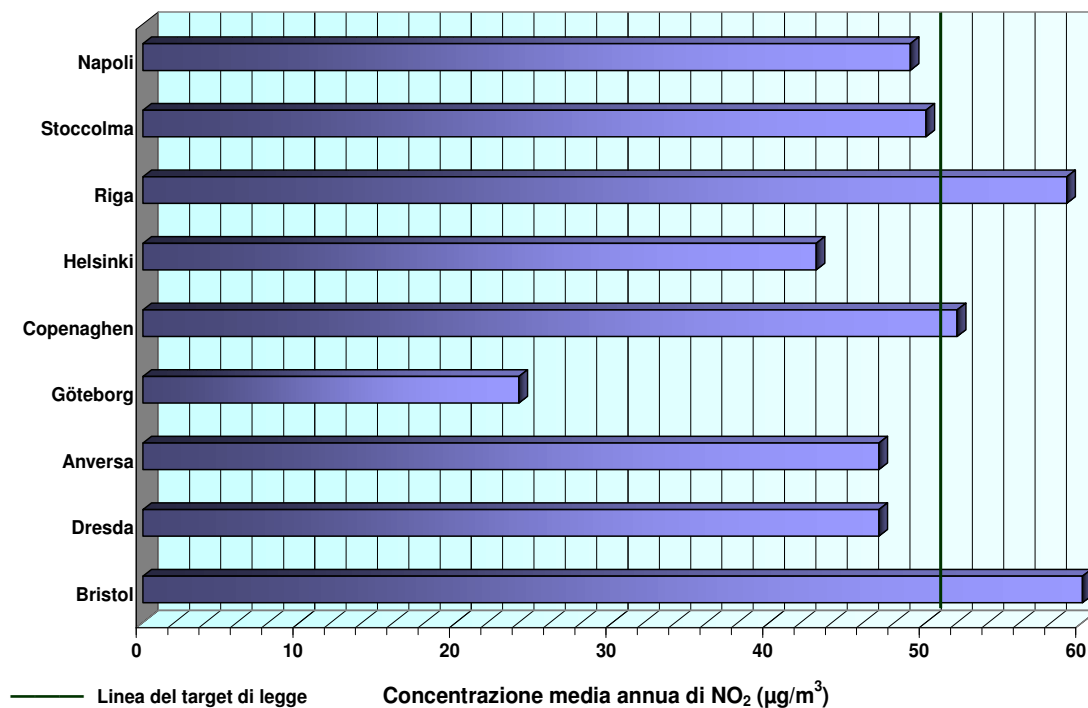
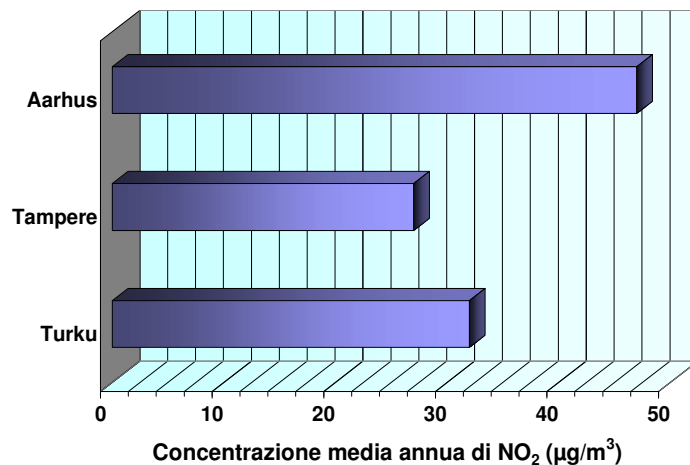


Tabella 7.3 – Concentrazioni medie annue di NO₂ riferite all'anno 2005 per le città della terza fascia demografica (*Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia).

Città	µg/m³
Aarhus	47
Tampere	27
Turku	32

Grafico 7.3 - Concentrazioni medie annue di NO₂ per le città appartenenti alla terza fascia demografica



Anche per il numero di giorni all'anno di superamento della concentrazione prefissata, si è proceduto alla medesima divisione a fasce.

Il limite di legge è fissato a 18 giorni all'anno e dai grafici 7.4, 7.5 e 7.6 si evidenzia che viene superato solamente dai valori corrispondenti ad Atene, Torino (che detiene il record con 47 giorni) e Palermo.

Il target europeo (o valore medio europeo) di 2,5 giorni di superamento all'anno è comunque abbondantemente al di sotto del limite di legge.

Tabella 7.4 – Numero di giorni all'anno in cui la concentrazione di NO₂ supera i 200 µg/m³ per le città della prima fascia demografica (dati Eurostat).

Città	Numero di giorni	Anno
Parigi corona metropolitana	1	2001
Berlino	0	2001
Atene	39	2001
Roma	0	2000
Parigi	1	2001
Budapest	0	2002
Varsavia	0	2001
Lione	1	2001
Milano	3	2000
Dublino	15	2002
Praga	0	2001
Colonia	1	2001
Bruxelles	2	2002

Grafico 7.4 - Numero di giorni annui in cui la concentrazione di NO₂ supera i 200 µg/m³ per le città della prima fascia demografica

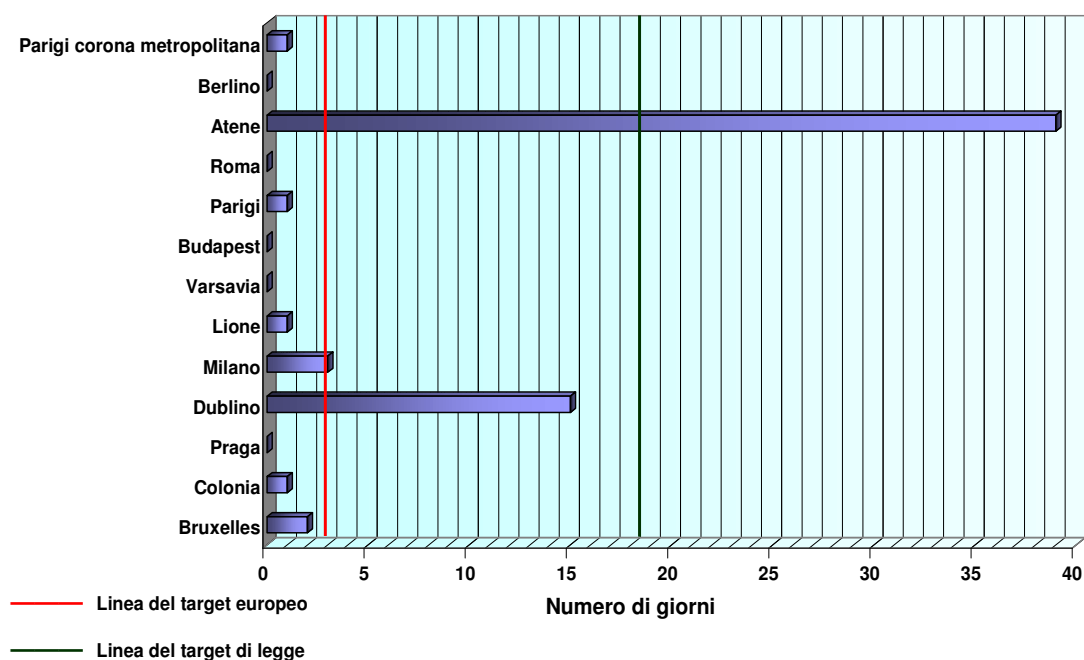


Tabella 7.5 – Numero di giorni all’anno in cui la concentrazione di NO₂ supera i 200 µg/m³ per le città della seconda fascia demografica (dati Eurostat).

Città	Numero di giorni	Anno
Napoli	17	2000
Birmingham	1	2001
Torino	47	2000
Amsterdam	0	2001
Riga	0	2001
Palermo	22	2000
Francoforte	0	2001
Genova	0	2000
Rotterdam	0	2001
Glasgow	0	2001
Lisbona	0	2002
Vilnius	16	2003
Copenaghen	0	2001
Göteborg	1	1996
Anversa	0	2002
Dresda	0	2001
Danska	0	2001
Manchester	2	2001

Grafico 7.5 - Numero di giorni all’anno in cui la concentrazione di NO₂ supera i 200 µg/m³ per le città della seconda fascia demografica

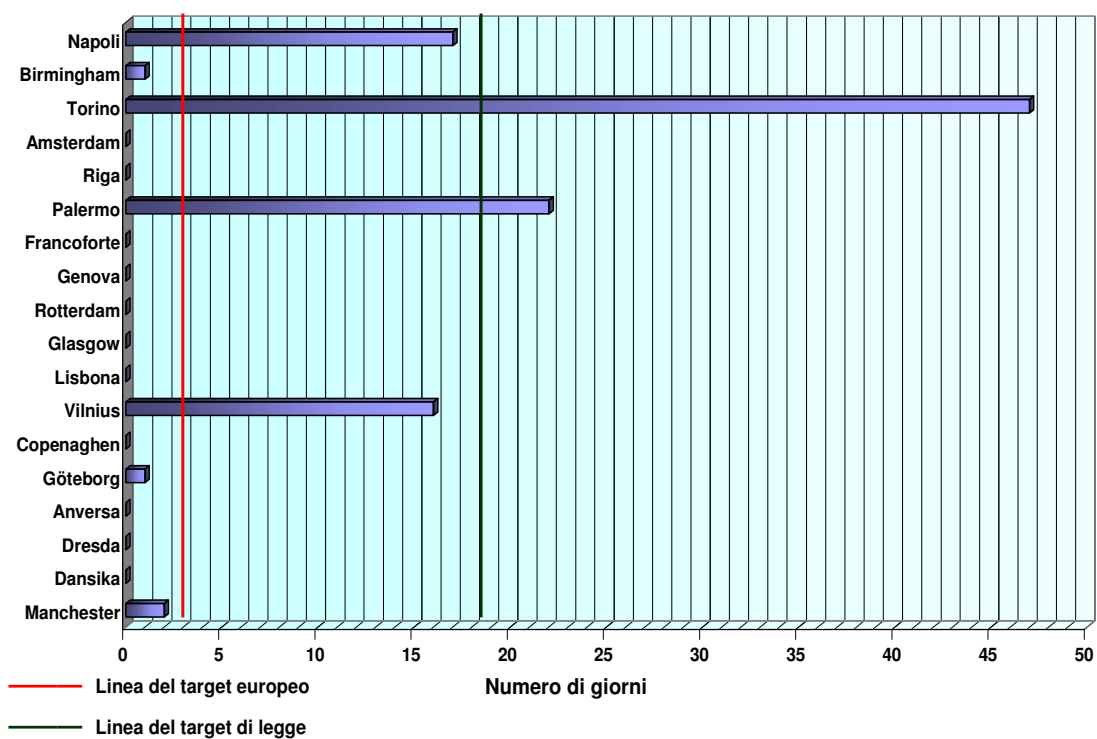
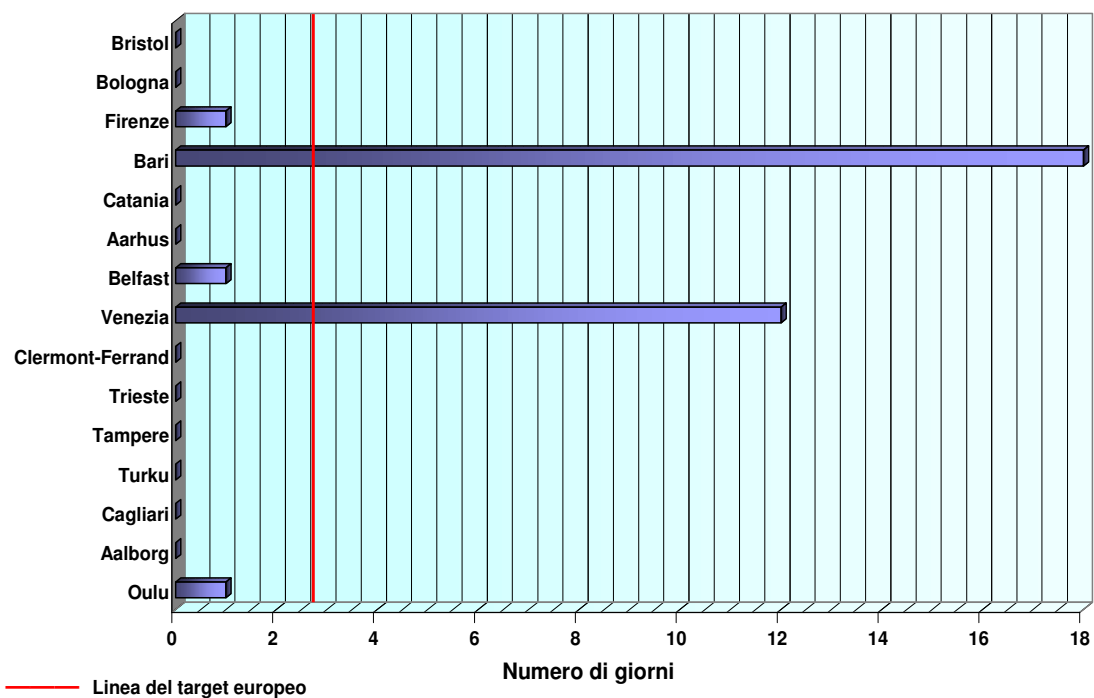


Tabella 7.6 – Numero di giorni all’anno in cui la concentrazione di NO₂ supera i 200 µg/m³ per le città della terza fascia demografica (dati Eurostat).

Città	Numero di giorni	Anno
Bristol	0	2001
Bologna	0	2000
Firenze	1	2000
Bari	18	2000
Catania	0	2000
Aarhus	0	2001
Belfast	1	2002
Venezia	12	2000
Clermont-Ferrand	0	2001
Trieste	0	2000
Tampere	0	2001
Turku	0	2001
Cagliari	0	2000
Aalborg	0	2001
Oulu	1	2001

Grafico 7.6 - Numero di giorni all’anno in cui la concentrazione di NO₂ supera i 200 µg/m³ per le città della terza fascia demografica



3.5 Indicatori riguardanti l'efficienza e le caratteristiche dei sistemi di trasporto pubblico

Questi indicatori sono atti a fornire le caratteristiche dei sistemi di trasporto in termini di efficienza, di estensione e di capillarità del servizio nel tessuto urbano che vanno ad interessare.

La tabella 8.1 elenca l'estensione complessiva della rete di trasporto pubblico locale su ferro espressa in metri disponibili ogni 100 abitanti per alcune città campione.

In questo caso il target europeo è di 18,1 m per 100 abitanti.

Interessante notare come Turku e Tampere praticamente non abbiano un sistema di trasporto su ferro, mentre Barcellona possiede la rete su ferro più lunga e articolata (48,84 m/100 ab.).

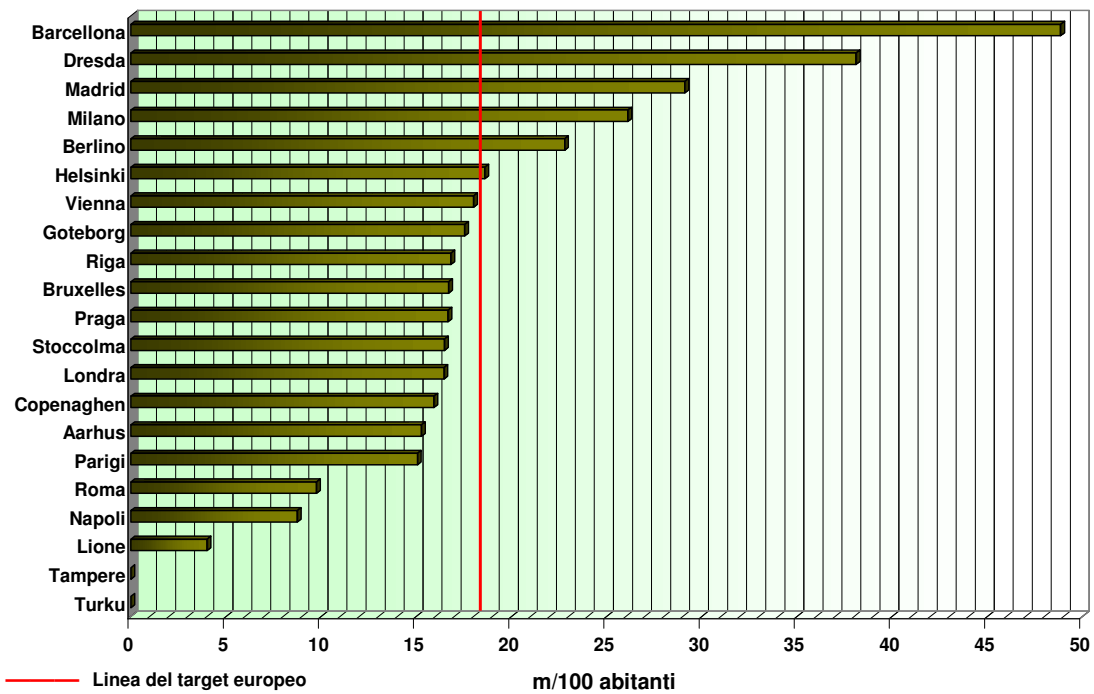
Ciò non è però sufficiente ad affermare che il sistema di trasporto di Barcellona sia quello più efficiente e quello che meglio soddisfa la domanda di mobilità cittadina.

Tabella 8.1 – Sommatoria della lunghezza delle linee di tram, metropolitana e ferrovia urbana riferito al numero di abitanti per l'anno 2005 in ordine decrescente (dati *Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia).

Città	m/100 ab
Barcellona	48,84
Dresda	38,1
Madrid	29,1
Milano	26,11
Berlino	22,79
Helsinki	18,6
Vienna	18,01
Goteborg	17,53
Riga	16,81
Bruxelles	16,69
Praga	16,66
Stoccolma	16,47
Londra	16,45
Copenaghen	15,92
Aarhus	15,26
Parigi	15,05
Roma	9,75
Napoli	8,74
Lione	4
Tampere	0
Turku	0

Riguardo alle città italiane si osserva che solo Milano ha un valore superiore rispetto al target europeo, mentre Roma e Napoli sono ben al di sotto di tale indice.

Grafico 8.1 – Estensione complessiva della rete di trasporto pubblico locale su ferro riferita al numero di abitanti in ordine decrescente.



Nei prossimi paragrafi si analizzeranno separatamente i quattro sistemi di trasporto pubblico cittadino:

- a) trasporto pubblico su gomma (autobus, filobus)
- b) metropolitana
- c) tram
- d) ferrovia locale

3.5.1 Il trasporto pubblico su gomma

Gli indicatori scelti per la rappresentazione delle caratteristiche di questo (come degli altri) sistema di trasporto sono: numero di linee, lunghezza complessiva della rete, numero di veicoli, velocità media operativa, orario giornaliero di apertura al pubblico del servizio e età media dei veicoli.

In tabella 9.1 sono riportati i dati delle caratteristiche suddette relativi al trasporto pubblico su gomma per alcune città europee, in base ai quali si possono fare le seguenti considerazioni:

- a) i valori del numero delle linee e della lunghezza della rete sono eterogenei (si noti la differenza di lunghezza della rete tra Madrid con 22.186 km e Bruxelles con 696 km);
- b) il valore della velocità media relativo a Praga (26,5 km/h) è più del doppio di quello corrispondente alla città di Siviglia (12,5 km/h);
- c) alcune città offrono un servizio continuativo per tutto l'arco della giornata.

Tabella 9.1 –Alcuni indicatori del trasporto pubblico su gomma (autobus) riferiti all'anno 2002 in ordine alfabetico (dati EMTA, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

Città	Numero linee	Lunghezza rete (Km)	Numero veicoli	Velocità media (Km/h)	Orario apertura (h)	Età media veicoli (anni)
Atene	324	6.886	2.460	15,0 ⁽¹⁾	18,0	7,0
Barcellona	438	9.200	1.682	16,6	17,5	7,0
Berlino	1.030	16.674	2.778	19,5	20,0	8,0
Birmingham	500	7.524	2.200	22,2	22,4	6,0
Bruxelles	101	696	691	17,9	19,0	8,0
Dublino	126	3.869	1.062	16,6 ⁽²⁾	17,0	5,5
Francoforte	775 ⁽³⁾	n.d.	5.000	n.d.	n.d.	n.d.
Helsinki	260	3.500	1.500	25,0	21,0	5,0
Londra	700 ⁽⁴⁾	3.730	6.500	16,5	24,0	7,4
Madrid	556	22.186	3.394	20,6 ⁽⁵⁾	18,4	9,2
Manchester	630	2.300	3.000	19,0	21,0	n.d.
Parigi	1.191	18.693	8.304	22,0 ⁽⁶⁾	15,5	10,0
Praga	385	4.912	1.285	26,5	24,0	n.d.
Siviglia	91	1.894	481	12,5	19,0	6,7
Stoccolma	469	9.323	1.800	20,0	19,0	n.d.
Valencia	103	3.689	605	14,0	18,8	8,3
Varsavia	189	3.257	1.673	17,2	24,0	10,5
Vienna	254	6.046	1.170	18,4	19,0	n.d.
Vilnius	163	1.972	990	19,7	21,3	10,7

⁽¹⁾ è stato considerato il valore medio della velocità (10-20=15)

⁽²⁾ è stato considerato il valore medio della velocità (14,6-18,5=16,6)

⁽³⁾ è stato considerato il valore medio del numero di linee (750-800=775)

⁽⁴⁾ è stato considerato il valore minimo del numero di linee (>700)

⁽⁵⁾ è stato considerato il valore medio della velocità (14,2-27=20,6)

⁽⁶⁾ è stato considerato il valore medio della velocità (17-27=22)

I dati sopra elencati sono rappresentati nei grafici seguenti.

Grafico 9.1 - Numero delle linee

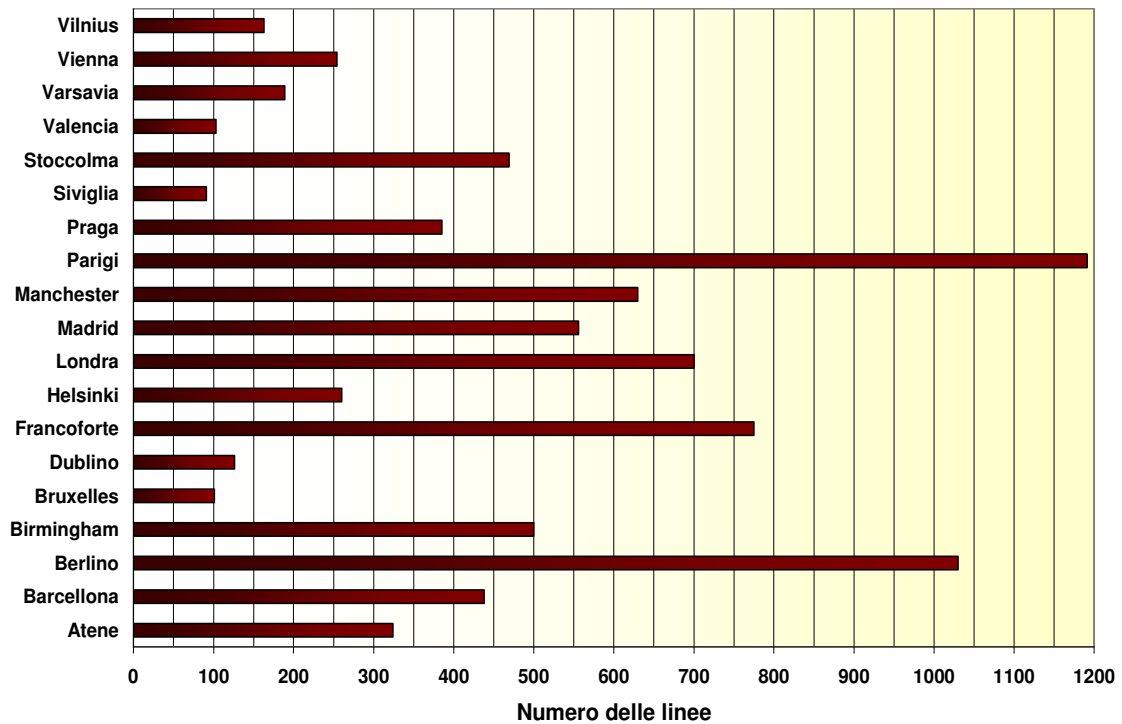


Grafico 9.2 - Lunghezza della rete

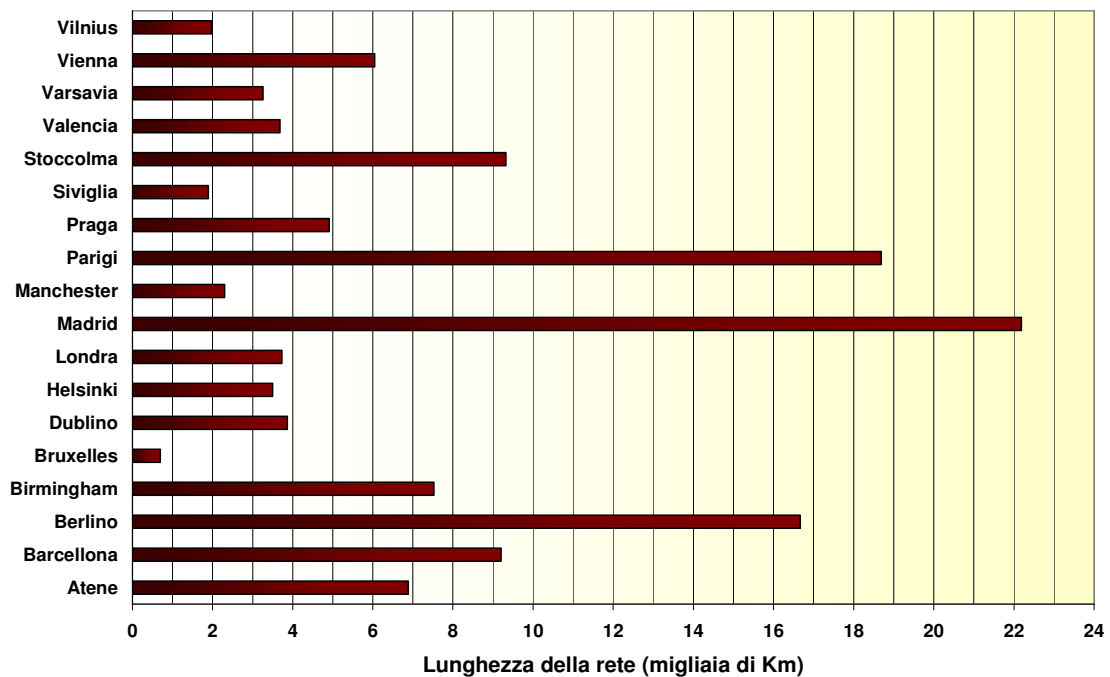


Grafico 9.3 - Numero di veicoli

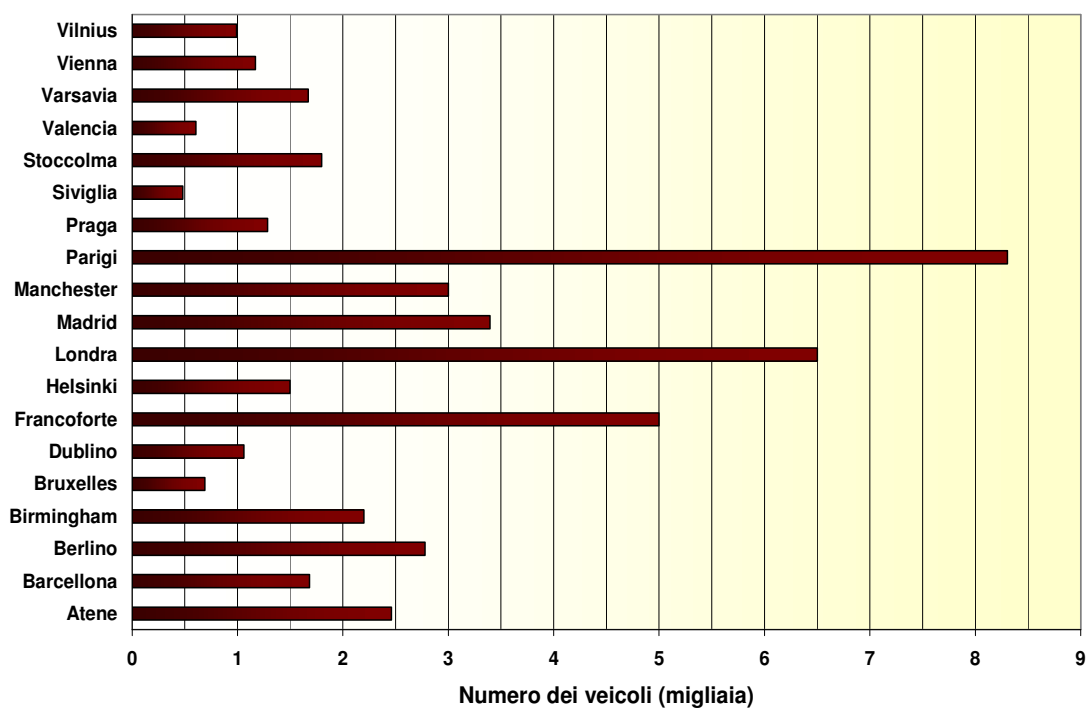


Grafico 9.4 - Velocità media

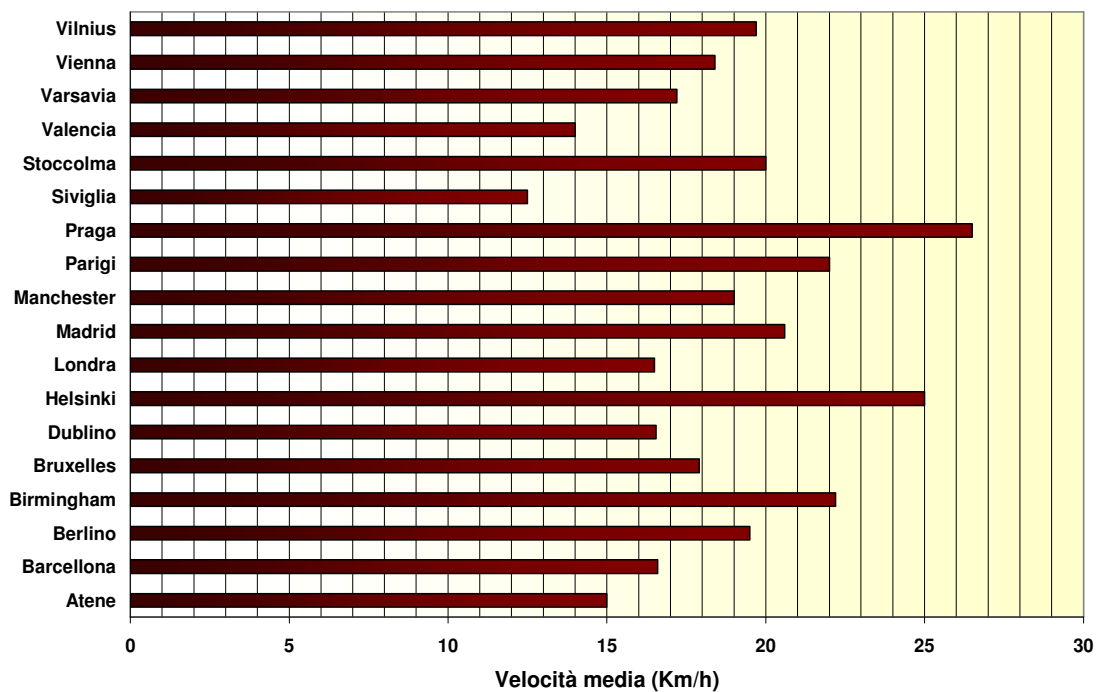


Grafico 9.5 - Orario di apertura al pubblico

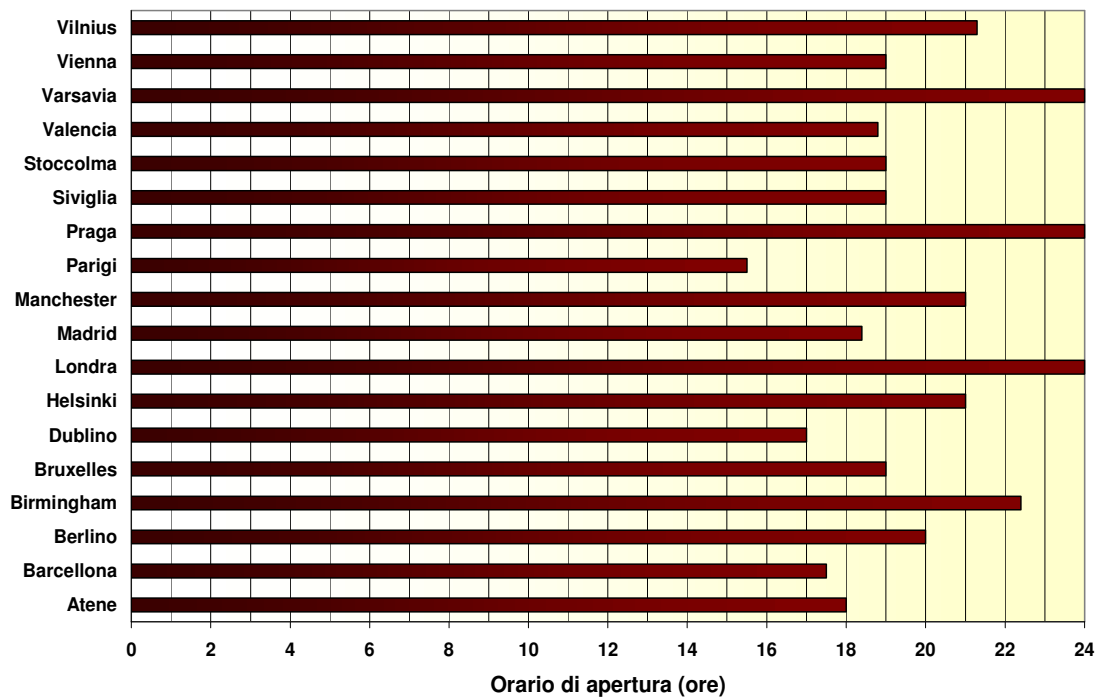
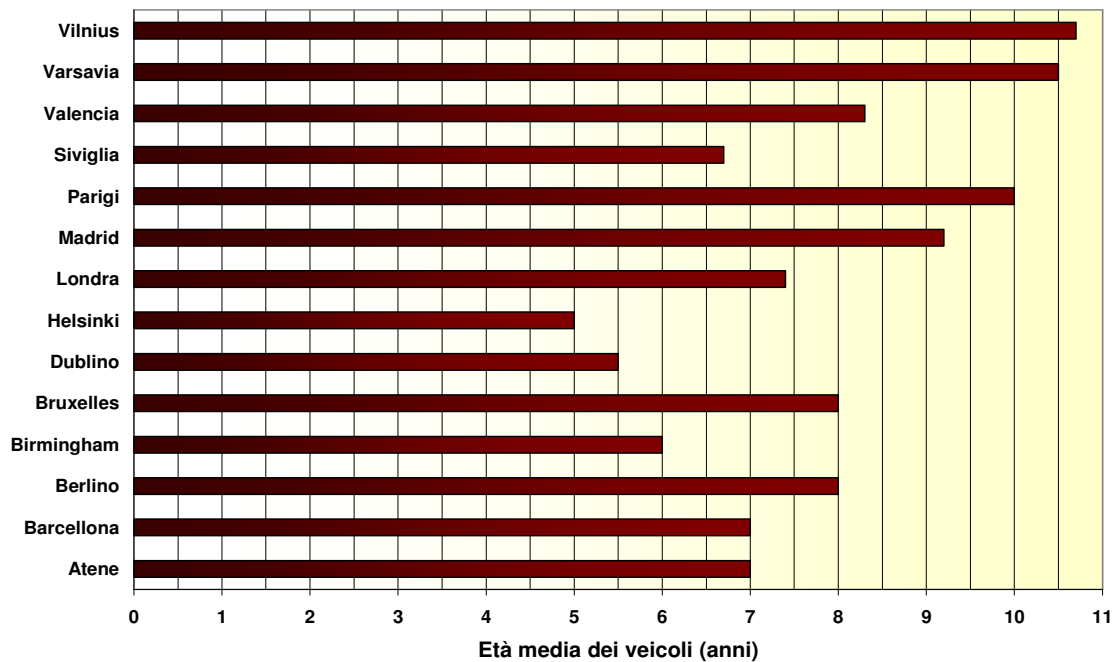


Grafico 9.6 - Età media dei veicoli



La rete superficiale dei mezzi di trasporto confrontata con l'area servita offre qualche spunto interessante (tabella 9.2 e grafico 9.7):

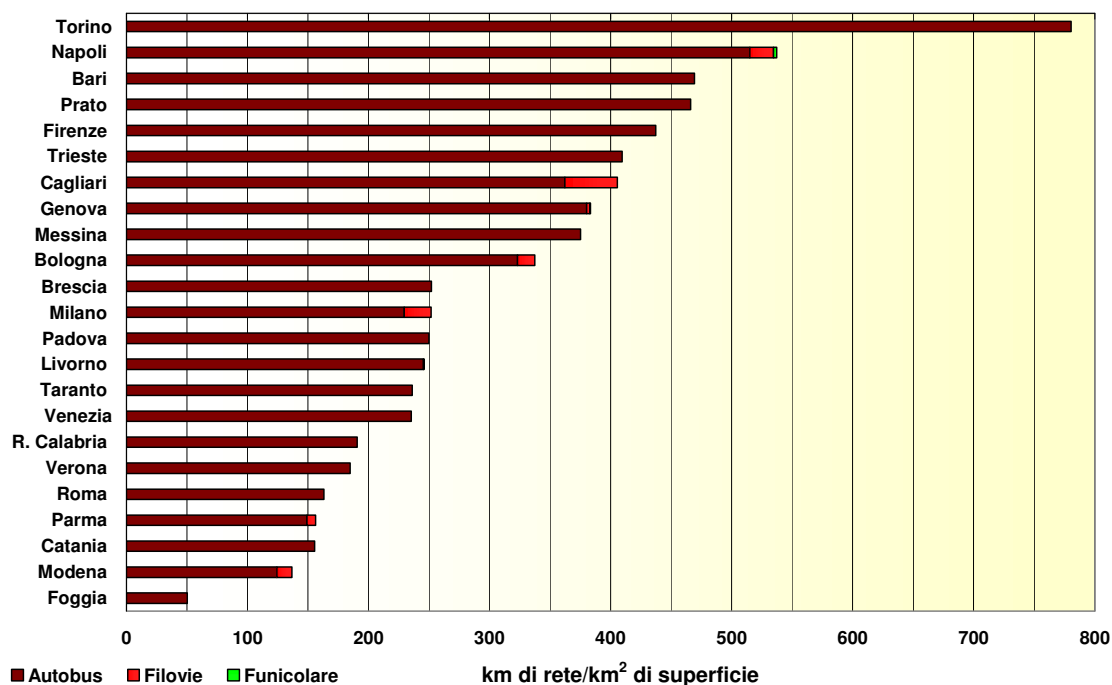
- a) il valore corrispondente alla città di Torino è almeno quindici volte maggiore di quello corrispondente alla città di Foggia;
- b) ciò però non è sufficiente in generale per fare confronti sull'efficienza della mobilità cittadina, in quanto vi sono troppi fattori al contorno che non vengono considerati (la domanda, la conformazione territoriale dell'insediamento urbano, il livello di sviluppo degli altri sistemi di trasporto pubblico, ecc.);
- c) i mezzi di superficie sono costituiti essenzialmente dagli autobus (l'apporto delle filovie e della funicolare è limitato);
- d) l'impiego della funicolare trova un senso laddove è presente un brusco salto altimetrico in corrispondenza dell'insediamento urbano (Napoli e Genova ne sono un esempio evidente).

Tabella 9.2 – Lunghezza della rete dei mezzi di superficie in relazione all'area servita in ordine decrescente (km di rete/km² di superficie) per le città italiane (anno 2003, dati ISTAT).

Città	Autobus	Filovie	Funicolare	Totale
Torino	780,5			780,5
Napoli	515,1	19,6	2,6	537,3
Bari	469,4			469,4
Prato	466,2			466,2
Firenze	437,5			437,5
Trieste	409,5			409,5
Cagliari	362,4	43,2		405,6
Genova	380,4	2,5	0,7	383,6
Messina	375,3			375,3
Bologna	323,2	14,1		337,3
Brescia	252,1			252,1
Milano	229,5	22,2		251,7
Padova	249,9			249,9
Livorno	245,4		0,7	246,1
Taranto	236,1			236,1
Venezia*	235,4			235,4
R. Calabria	190,7			190,7
Verona	184,8			184,8
Roma	163,2			163,2
Parma	149,2	7,2		156,4
Catania	155,4			155,4
Modena	124,5	12,3		136,8
Foggia	50,4			50,4

* Sono compresi anche i vaporetti

Grafico 9.7 - Lunghezza della rete dei mezzi di superficie in relazione all'area servita per le città italiane in ordine decrescente (anno 2003)



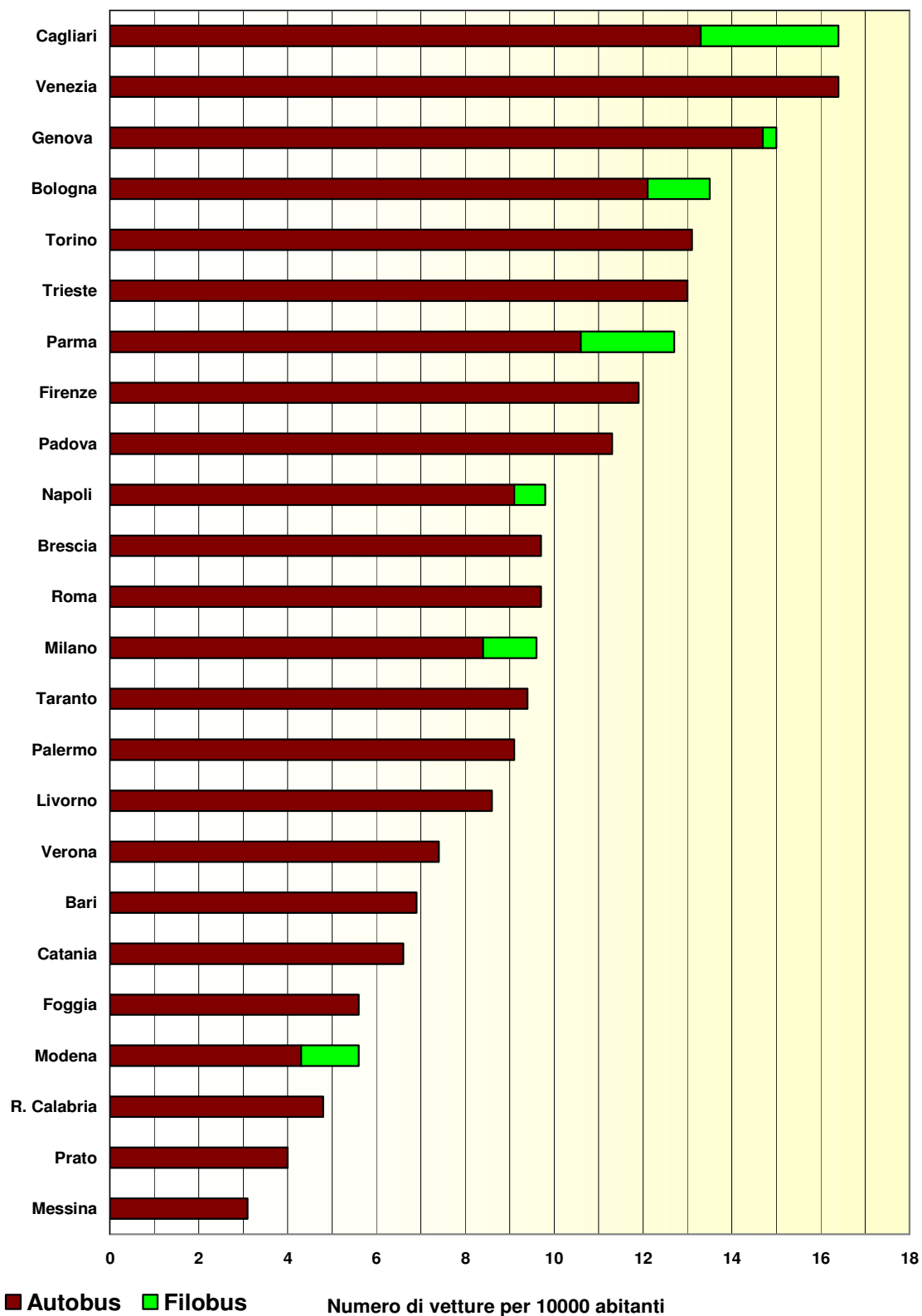
Rapportando il numero di vetture dei mezzi di superficie (autobus, filobus) al numero di abitanti (tabella 9.3) si ottiene la rappresentazione grafica 9.8.

Tabella 9.3 – Numero di vetture dei mezzi di superficie ogni 10.000 abitanti per le città italiane in ordine decrescente (anno 2003, dati ISTAT)

Città	Autobus	Filobus
Cagliari	13,3	3,1
Venezia*	16,4	
Genova	14,7	0,3
Bologna	12,1	1,4
Torino	13,1	
Trieste	13,0	
Parma	10,6	2,1
Firenze	11,9	
Padova	11,3	
Napoli	9,1	0,7
Brescia	9,7	
Roma	9,7	
Milano	8,4	1,2
Taranto	9,4	
Palermo	9,1	
Livorno	8,6	
Verona	7,4	
Bari	6,9	
Catania	6,6	
Foggia	5,6	
Modena	4,3	1,3
R. Calabria	4,8	
Prato	4,0	
Messina	3,1	

*sono comprese le imbarcazioni

Grafico 9.8 - Numero di vetture ogni 10.000 abitanti per le città italiane in ordine decrescente (anno 2003)



3.5.2 La metropolitana

Di seguito vengono riportati i consueti indicatori riguardanti le caratteristiche di questo sistema di trasporto.

Possiamo evidenziare che i dati presenti in tabella 10.1 hanno dei valori abbastanza diversificati tra le varie città.

Confrontando la lunghezza della rete con il numero di stazioni (o fermate) si nota, per tutte le città campione, un rapporto di tipo lineare da cui si deduce che la distanza tra una stazione e la successiva è mediamente dell'ordine del chilometro.

Tabella 10.1 – Alcuni indicatori della metropolitana per le città europee riferiti all'anno 2002 in ordine alfabetico (dati EMTA, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

Città	N° linee	Lunghezza rete (Km)	N° veicoli	N° fermate	Velocità media (Km/h)	Orario apertura (H)	Età media veicoli (anni)
Atene	3	40	340	73	35	19,0	5,0
Barcellona	8	108	620	128	28	19,8	17,0
Berlino	9	144	1.391	170	31	20,0	18,0
Bruxelles	3	35	217	64	29	19,5	16,0
Francoforte	9	58	160	84	n.d.	n.d.	n.d.
Helsinki	2	21	54	16	46	18,0	16,0
Londra	12	408	598	275	32	19,0	23,0
Madrid	12	179	1.357	158	26	19,5	11,4
Manchester	3	38	32	36	35	17,5	7,5
Parigi	16	218	3.548	380	27	20,3	26,0
Praga	3	50	350	51	35	19,0	13,5
Stoccolma	7	108	630	100	35	19,0	n.d.
Valencia	2	118	76	86	29	19,0	13,7
Varsavia	1	14	136	14	31	19,0	4,5
Vienna	5	61	431	86	31	20,0	n.d.
Siviglia	NO METRO						
Birmingham							
Dublino							
Vilnius							

I grafici di seguito riportati forniscono la rappresentazione dei dati in tabella, da cui si possono fare le seguenti considerazioni:

- tra la massima lunghezza della rete (corrispondente a Londra con 408 km) e quella minima (corrispondente a Varsavia con 14 km) vi è un fattore di proporzionalità uguale circa a 30;
- ancora più evidente è la differenza per quanto riguarda il numero di veicoli: qui il fattore di proporzionalità tra la prima (Parigi con 3548) e l'ultima (Manchester con 32) è più di 110;

- c) la velocità operativa ha per tutte le città valori abbastanza ravvicinati che mediamente si aggirano intorno ai 30 km/h, ad eccezione di Helsinki che detiene il record con 46 km/h;
- d) Parigi e Londra detengono il record per quanto riguarda l'età media del parco veicolare, rispettivamente con 26 e 23 anni.

Grafico 10.1 - Numero delle linee

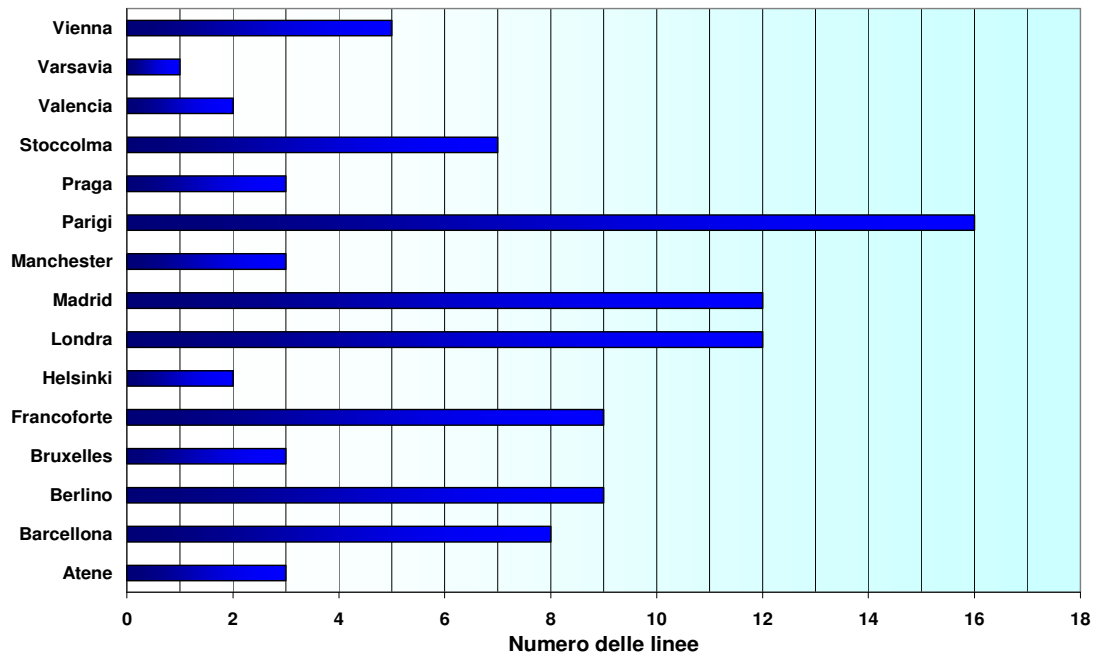


Grafico 10.2 - Lunghezza della rete

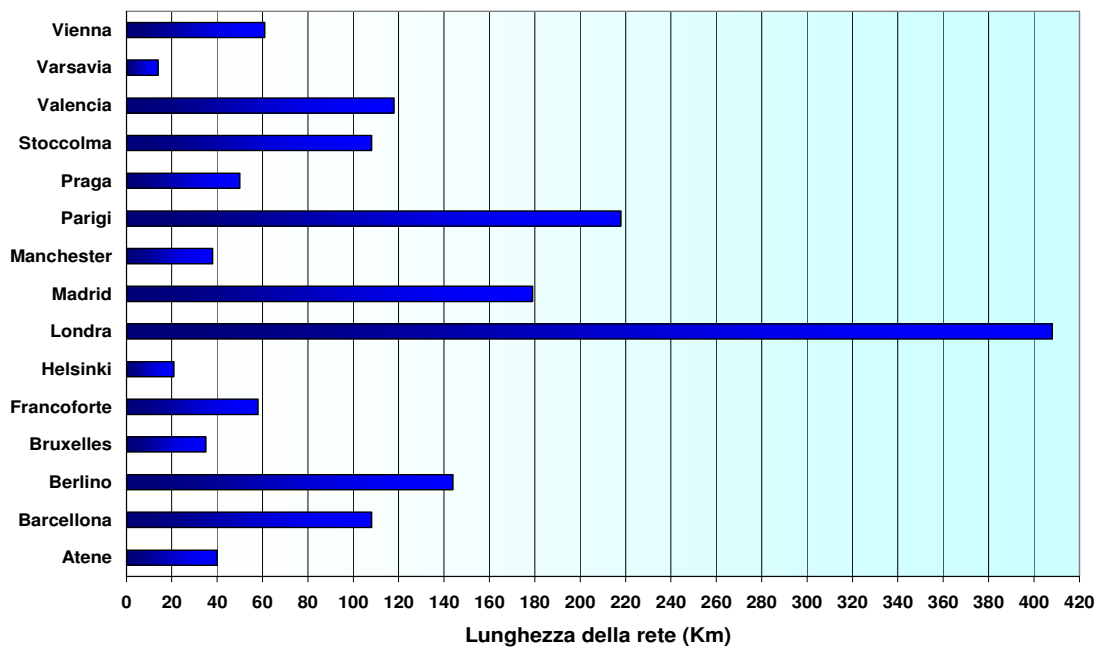


Grafico 10.3 - Numero di veicoli

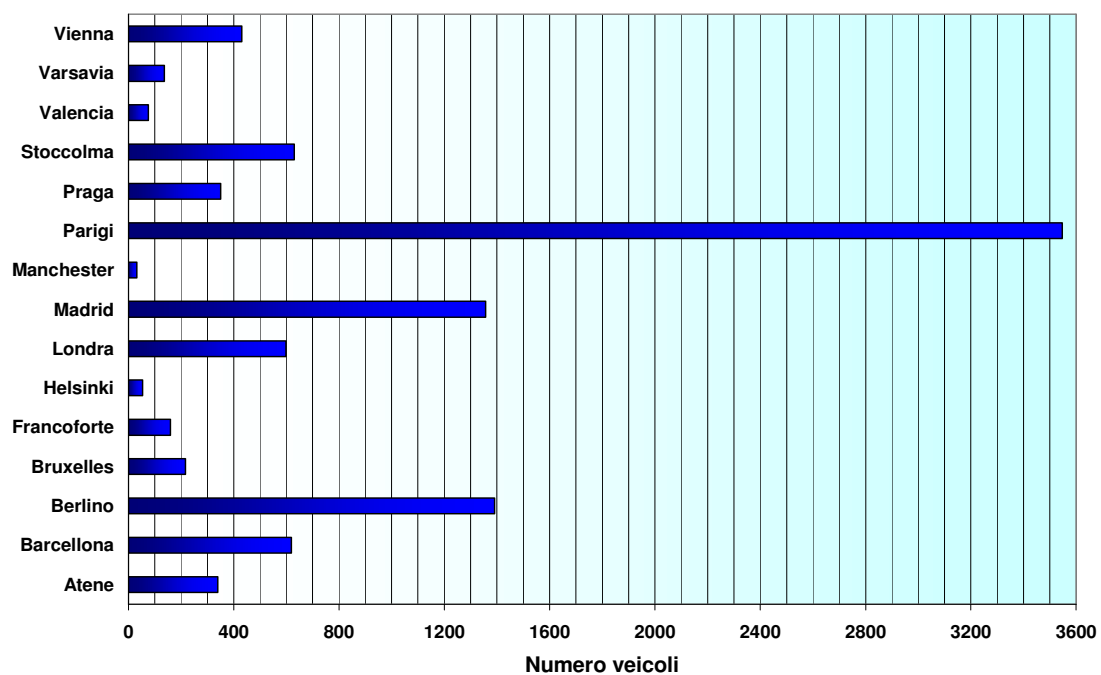


Grafico 10.4 - Numero di stazioni

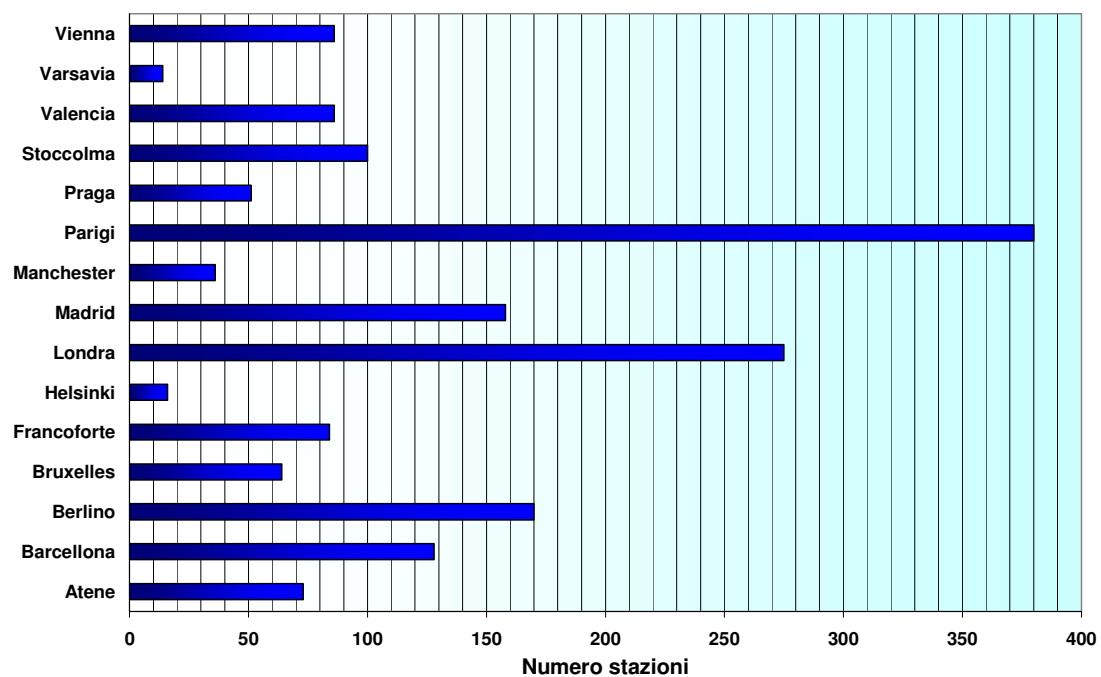


Grafico 10.5 - Velocità media

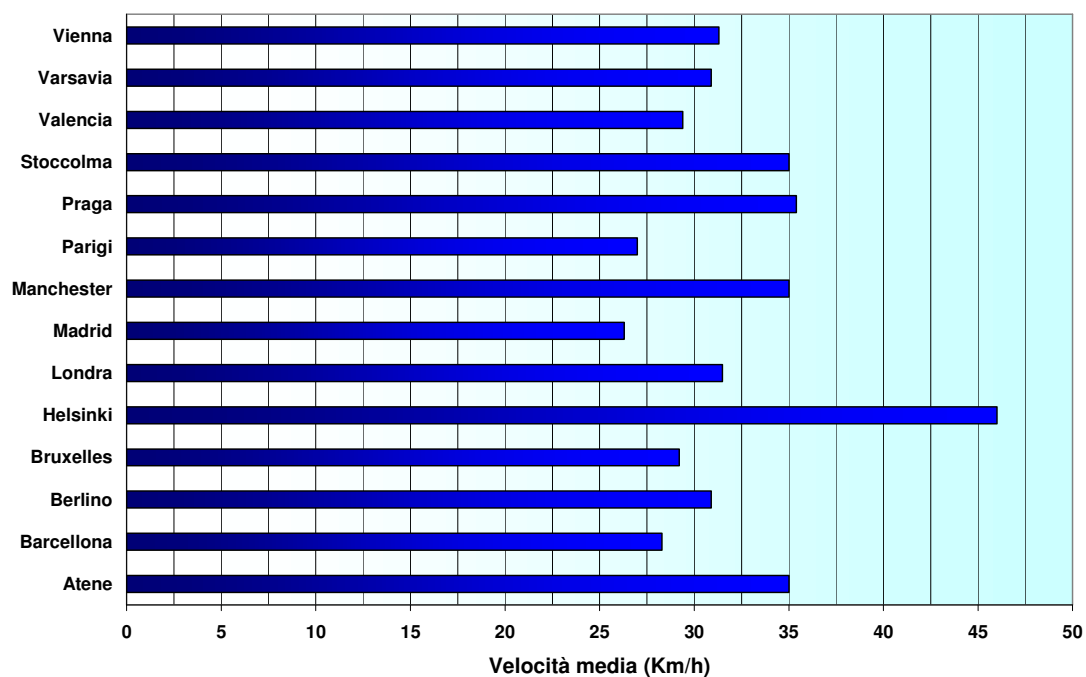


Grafico 10.6 - Orario di apertura al pubblico

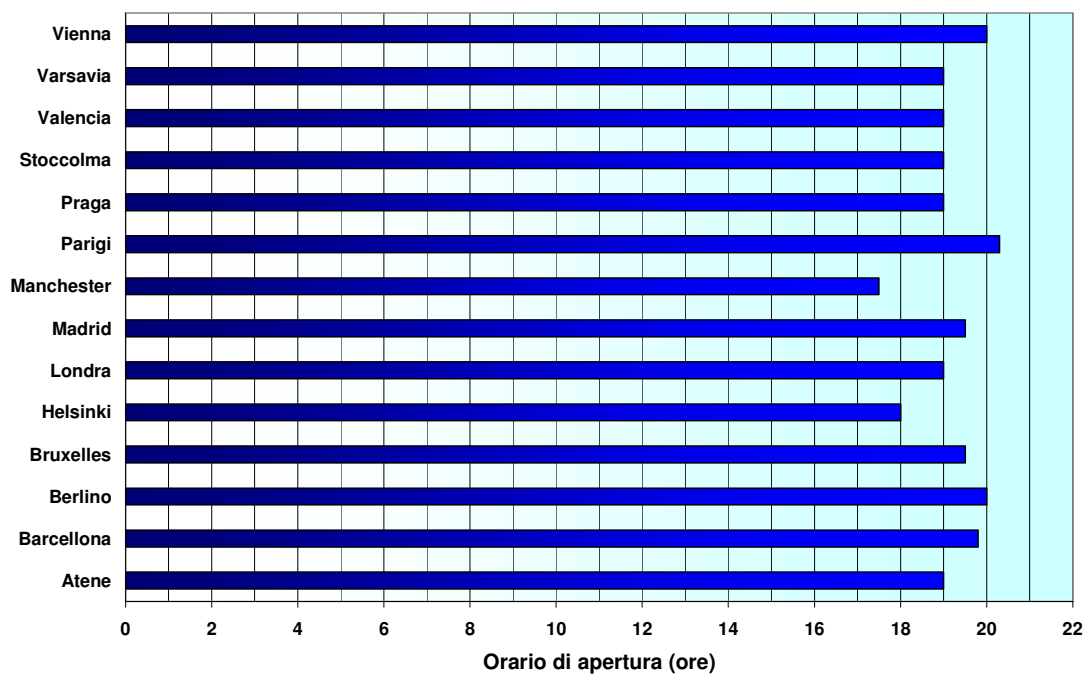
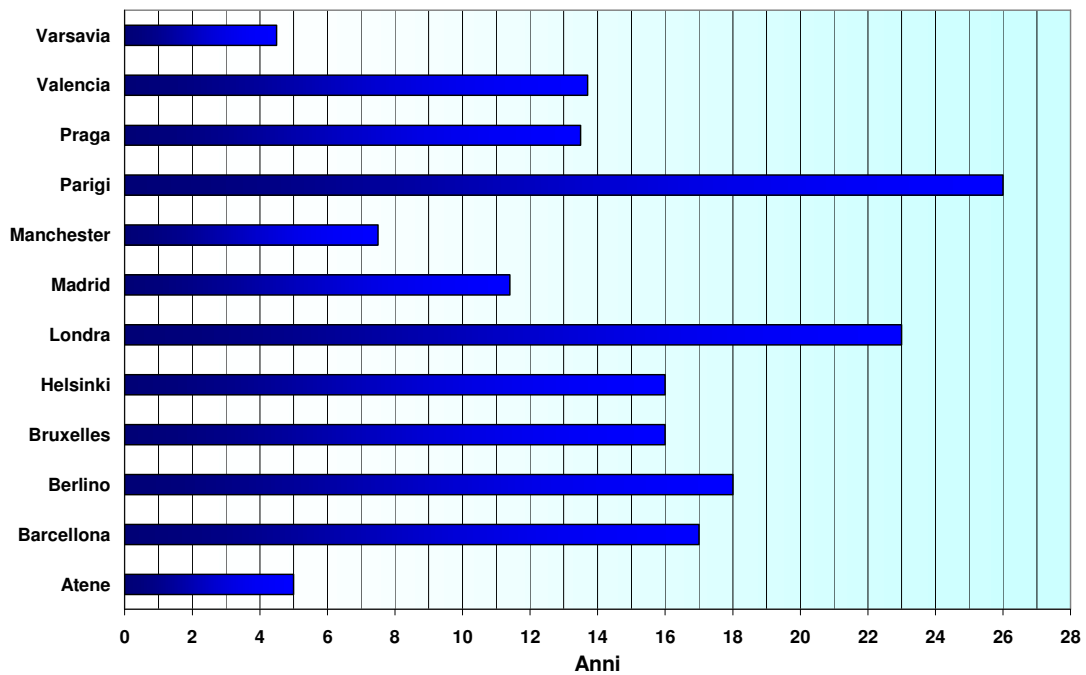


Grafico 10.7 - Età media dei veicoli



La tabella 10.2 relativa alle caratteristiche della metropolitana per alcune città italiane mette in evidenza come sia meno articolata la rete rispetto a quella delle città europee, sia in termini di numero di linee, di lunghezza e di numero di veicoli.

Tabella 10.2 - Alcuni indicatori della metropolitana per le città italiane riferiti all'anno 2005 (dati ISTAT).

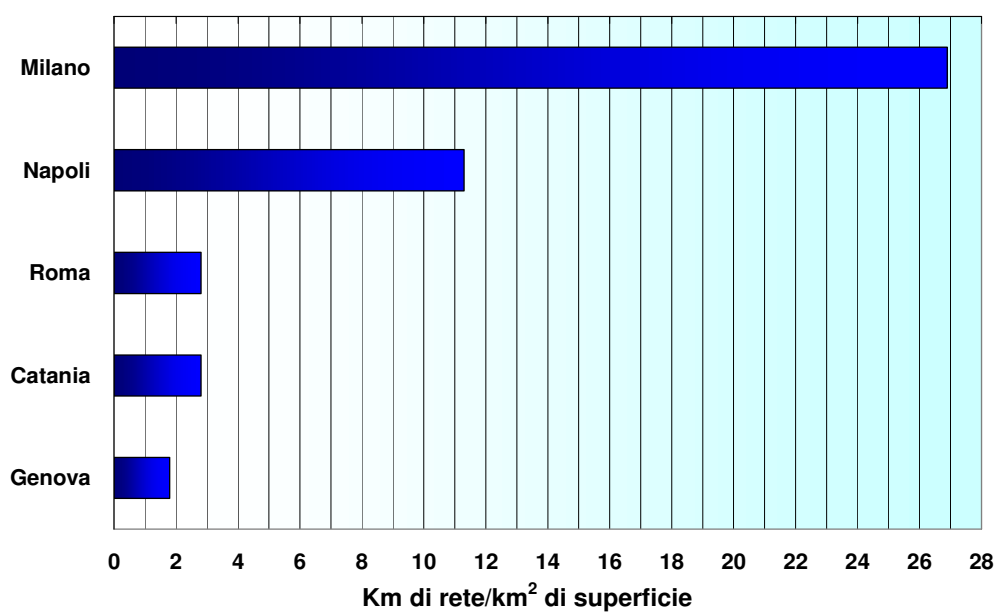
Città	N° linee	Lunghezza rete (Km)	Flotta	N° fermate	Velocità media (km/h)	Posti-km*1000
Torino	1	7,5	19 treni	n.d.	n.d.	n.d.
Milano	3	74,6	729 vetture	87	n.d.	n.d.
Genova	1	5,5	22 treni	6	27	140.326
Roma	2	36,6	482 vetture	49	30	6.906.098
Napoli	2	40	76 treni	27	34,6	1.650.845
Catania	1	3,8	4 treni	6	23	56.096

Grandi differenze della lunghezza della rete rispetto l'area servita si evidenziano nella tabella 10.3 (e nel corrispettivo grafico 10.8), dove il valore corrispondente alla città di Milano è circa quindici volte più grande di quello corrispondente alla città di Genova.

Tabella 10.3 –Lunghezza della rete metropolitana in relazione all’area servita per alcune città italiane in ordine decrescente (anno 2003, dati ISTAT).

Città	Km di rete/km ² di superficie
Milano	26,9
Napoli	11,3
Roma	2,8
Catania	2,8
Genova	1,8

Grafico 10.8 - Lunghezza della rete metropolitana in relazione all’area servita per le città italiane in ordine decrescente (anno 2003)



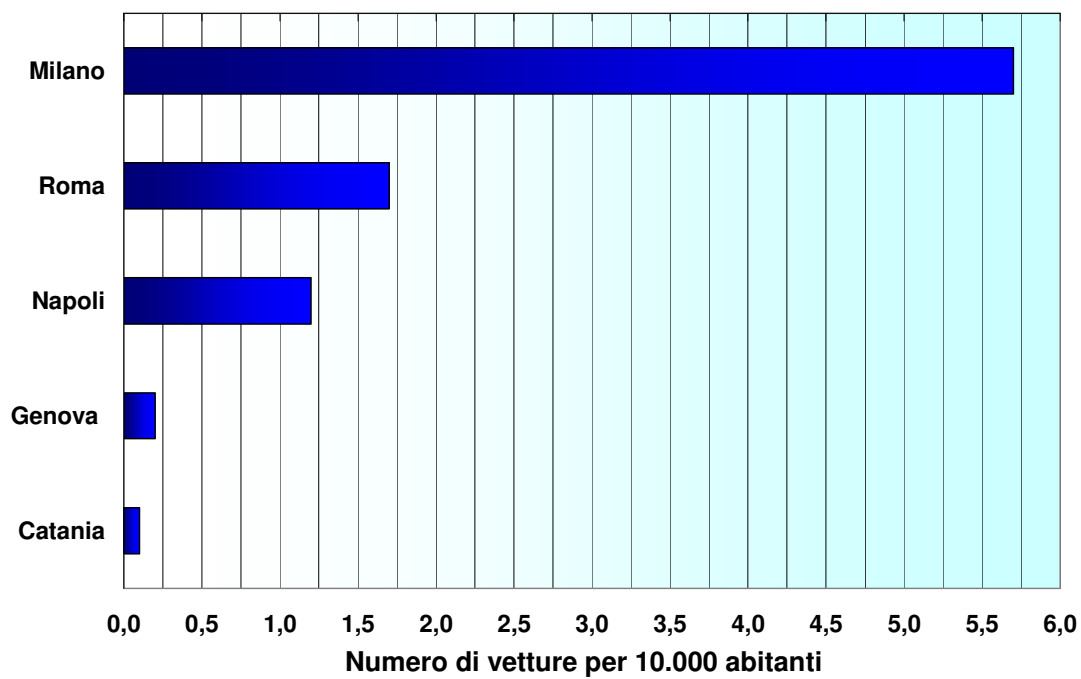
Anche nella relazione tra il numero di vetture ed il numero di abitanti Milano la fa da padrone con 5,7 vetture per 10000 abitanti, mentre Catania chiude la graduatoria con 0,1 (tabella 10.4).

Tabella 10.4 – Numero di vetture in relazione al numero di abitanti per alcune città italiane in ordine decrescente (anno 2003, dati ISTAT).

Città	Vetture per 10.000 abitanti
Milano	5,7
Roma	1,7
Napoli*	1,2
Genova	0,2
Catania	0,1

*linee metropolitane gestite da "Metronapoli"

Grafico 10.9 - Numero di vetture in relazione al numero di abitanti per le città italiane in ordine decrescente (anno 2003)



3.5.3 Il tram

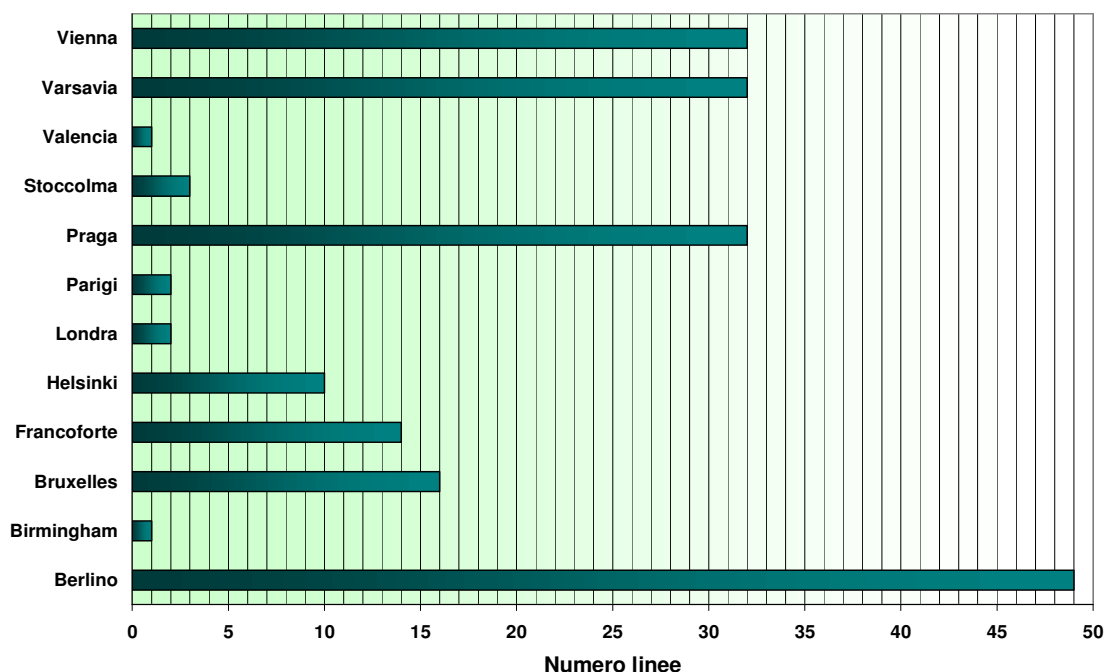
Dallo studio condotto si rileva come le città adattino il sistema di trasporto alle caratteristiche del sistema urbano e della popolazione che ne usufruisce: c'è chi ha puntato ad esempio maggiormente su un alto numero di linee, chi sulla lunghezza delle stesse, chi invece ha incrementato gli altri indicatori. La tabella 11.1 evidenzia quanto detto.

Tabella 11.1 - Alcuni indicatori del trasporto tranviario per le città europee riferiti all'anno 2002 in ordine alfabetico (dati EMTA, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

Città	N° linee	Lunghezza rete (Km)	N° veicoli	N° fermate	Velocità media (Km/h)	Orario apertura (H)	Età media veicoli (anni)
Berlino	49	303	764	551	19,6	20,0	12,0
Birmingham	1	20	16	23	33,3	17,6	3,0
Bruxelles	16	131	292	n.d.	16,7	19,0	30,0
Francoforte	14	125	n.d.	188	n.d.	n.d.	n.d.
Helsinki	10	90	115	242	16,0	20,0	20,0*
Londra	2	55	n.d.	74	23,0	n.d.	n.d.
Parigi	2	20	105	34	22,0	n.d.	6,0
Praga	32	137	708	256	19,5	24,0	17,8
Stoccolma	3	27	57	28	30,0	n.d.	n.d.
Valencia	1	13	24	28	17,5	18,5	8,2
Varsavia	32	122	890	514	14,9	20,0	20,0
Vienna	32	183	950	1.132	15,5	19,0	n.d.
Vilnius	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	18,7	20,0	n.d.

* è stato considerato il valore minimo (>20)

Grafico 11.1 - Numero delle linee



Ogni indicatore trova la consueta rappresentazione nei grafici qui di seguito riportati. Essi mettono in evidenza quanto segue:

- a) i valori relativi al numero delle linee, alla lunghezza della rete, al parco veicolare ed al numero di fermate sono molto diversificati;
- b) il sistema tranviario di Berlino detiene il massimo valore del numero delle linee (49) e della lunghezza della rete (303 km), distinguendosi da tutte le altre città;
- c) Vienna conferma una buona capillarità del sistema col massimo numero di fermate (1.132) e col parco veicolare più numeroso (950 veicoli);
- d) Birmingham è agli ultimi posti per quanto riguarda il numero delle linee, la lunghezza della rete, il parco veicolare ed il numero di fermate, ma detiene il record per quanto riguarda la velocità media con 33,3 km/h (cioè più del doppio di quella relativa alla città di Varsavia che risulta di 14,9 km/h);
- e) Solo Praga offre una durata del servizio che si protrae per tutte le ventiquattro ore.

Grafico 11.2 - Lunghezza della rete

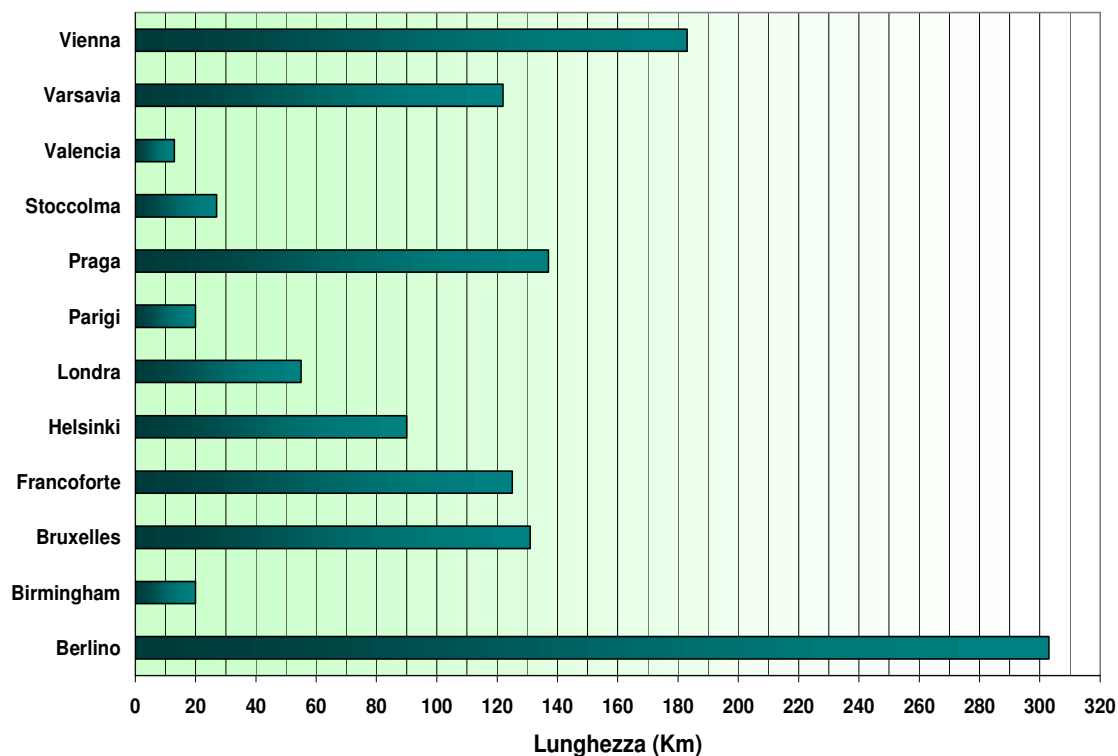


Grafico 11.3 - Numero di veicoli

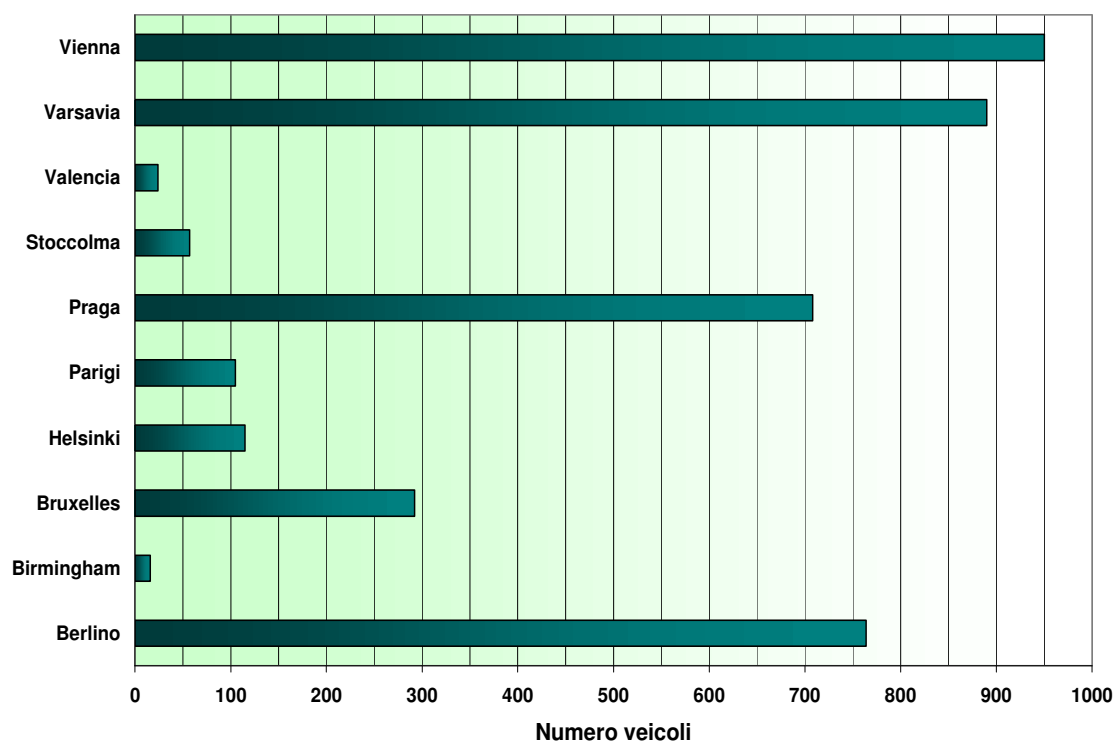


Grafico 11.4 - Numero di fermate

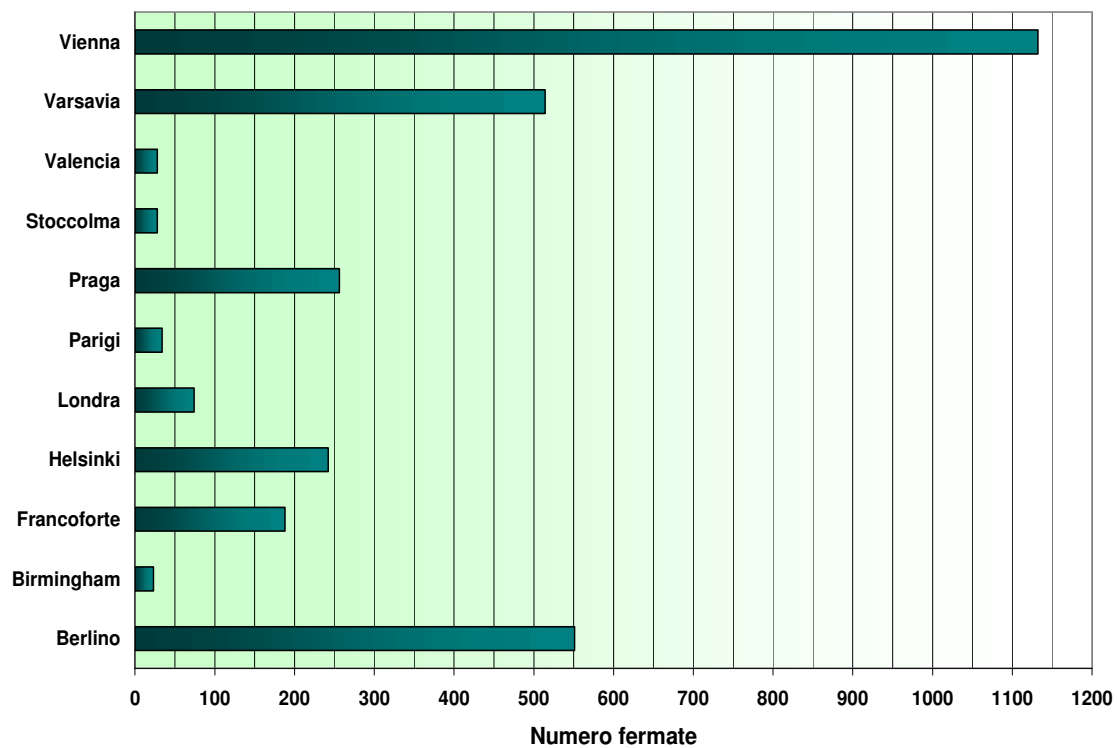


Grafico 11.5 - Velocità media

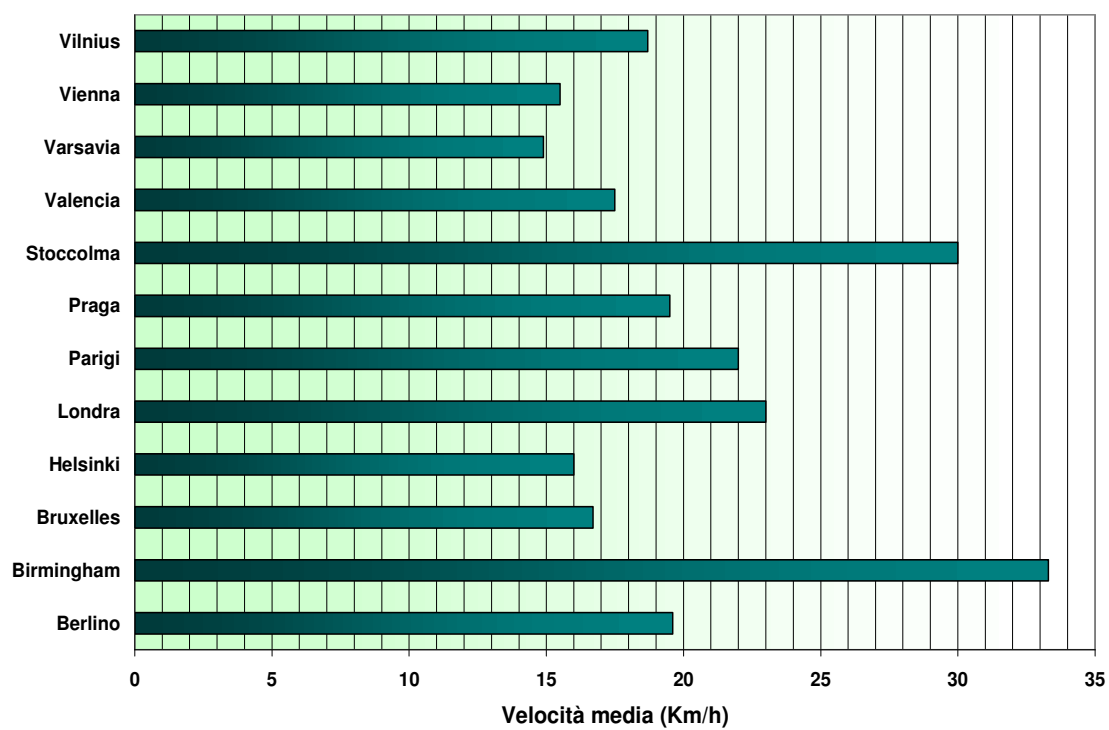


Grafico 11.6 - Orario di apertura al pubblico

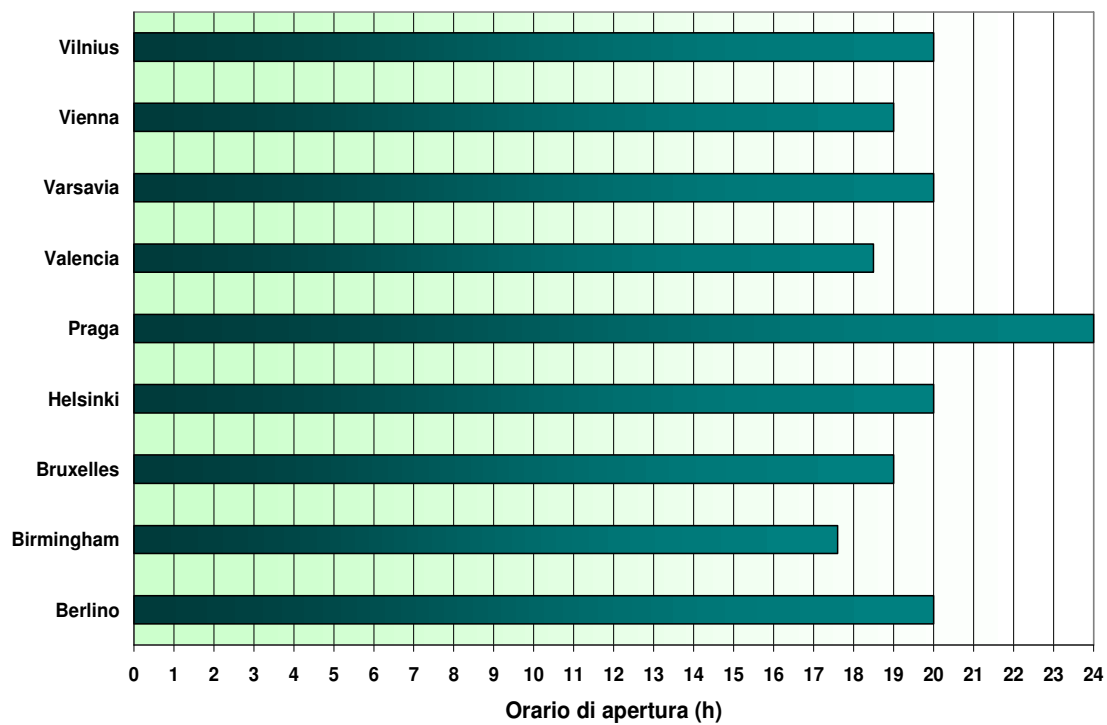
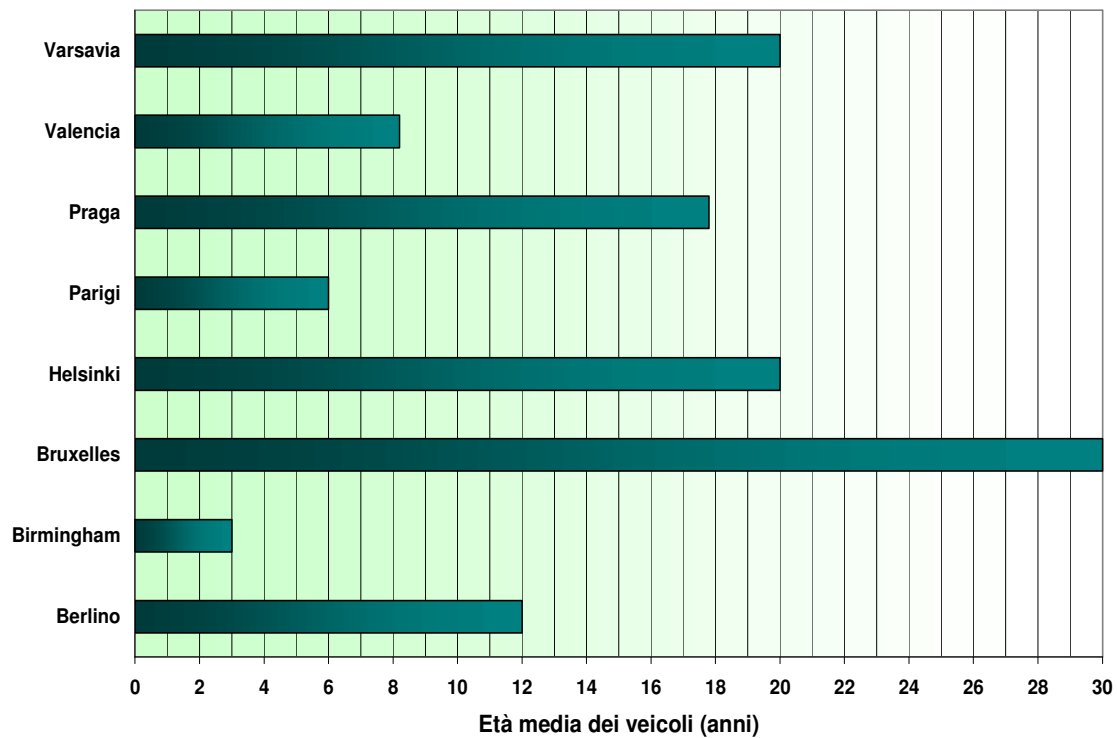


Grafico 11.7 - Età media dei veicoli



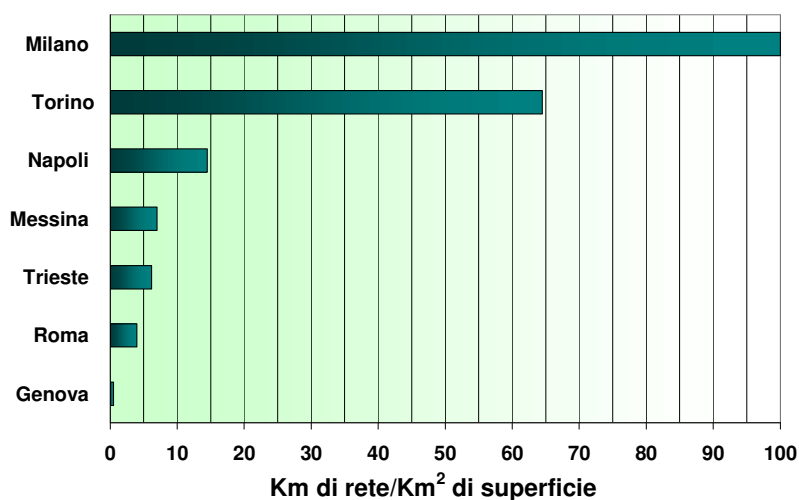
La tabella 11.2, riferita ad alcune città italiane, evidenzia l'enorme differenza tra la densità della rete tranviaria di Milano (100 km di rete/km² di superficie) rispetto a quella relativa a Genova con 0,5 km di rete/km² di superficie, evidenziando un coefficiente moltiplicativo pari a duecento.

Tabella 11.2 –Lunghezza della rete del trasporto tranviario in relazione all'area servita per alcune città italiane in ordine crescente (anno 2003, dati ISTAT).

Città	Km di rete/km ² di superficie
Genova	0,5
Roma	4,0
Trieste	6,2
Messina	7,0
Napoli	14,5
Torino	64,5
Milano	100,0

Il grafico 11.8 fornisce la rappresentazione dei dati presentati nella tabella precedente.

Grafico 11.8 - Lunghezza della rete del trasporto tranviario in relazione all'area servita per le città italiane in ordine decrescente (anno 2003)

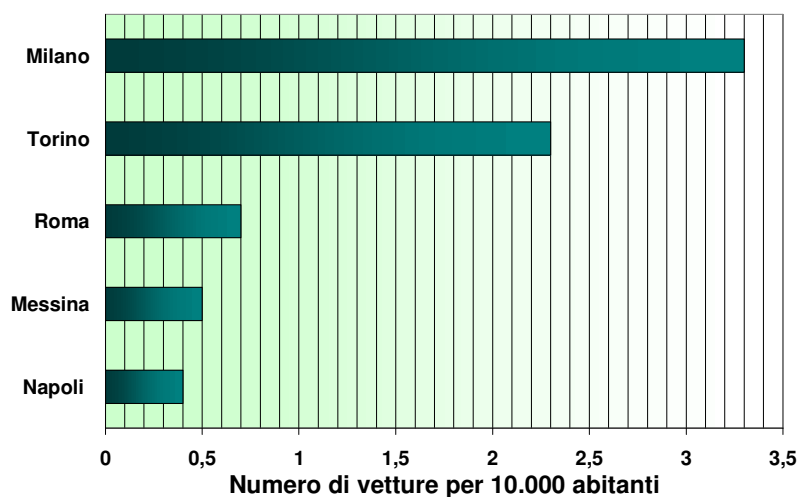


Meno marcata risulta la differenza tra le città dei valori del numero di vetture riferito alla popolazione, così come riportato in tabella 11.3 e rappresentato nel grafico 11.9.

Tabella 11.3 – Numero di vetture in relazione al numero di abitanti per alcune città italiane in ordine crescente (anno 2003, dati ISTAT).

Città	Vetture per 10.000 abitanti
Trieste	0,3
Napoli	0,4
Messina	0,5
Roma	0,7
Torino	2,3
Milano	3,3

Grafico 11.9 - Numero di vetture in relazione al numero di abitanti per le città italiane in ordine decrescente (anno 2003)



3.5.4 La ferrovia locale

Come è logico, il sistema ferroviario locale trova la massima espansione soprattutto nei maggiori centri urbani; infatti essi costituiscono i principali poli attrattivi per le popolazioni delle località limitrofe (e non solo), sono dotati di nodi di interscambio ed i flussi sono costituiti da un enorme quantità di pendolari che quotidianamente vi si riversano.

La tabella 12.1 propone i consueti indicatori caratterizzanti questo tipo di sistema di trasporto.

Tabella 12.1 – Alcuni indicatori del trasporto ferroviario locale per le città europee riferiti all'anno 2002 in ordine alfabetico (dati EMTA, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

Città	N° linee	Lunghezza rete (Km)	N° fermate	N° veicoli	Velocità media (Km/h)	Orario apertura (H)	Età media veicoli (anni)
Barcellona	6	546	651	157	46,0	19,0	10,0
Berlino	70	3.107	1.920	523	38,0	21,0	n.d.
Birmingham	8	186	112	71	41,0	17,6	17,0
Bruxelles	n.d.	100	n.d.	100	60,0	n.d.	25,0
Dublino	4	94	524	45	37,5 ⁽¹⁾	18,0	7,2
Francoforte	35	1.500	3.000	372	n.d.	n.d.	n.d.
Helsinki	5	60	94	34	50,0	20,0	25,0
Londra	40 ⁽²⁾	788	n.d.	500 ⁽³⁾	41,4	n.d.	n.d.
Madrid	10	336	868	92	53,5	18,0	n.d.
Manchester	9	319	80	98	40,0	n.d.	20,6
Parigi	40	1.401	4.809	446	45,0	19,7	18,0
Praga	26	639	n.d.	219	38,6	21,0	n.d.
Siviglia	2	30	n.d.	7	n.d.	n.d.	n.d.
Stoccolma	3	186	314	50	60,0	n.d.	n.d.
Valencia	5	101	34	27	57,8	17,3	n.d.
Vienna	34	1.576	1.384	1.157	n.d.	20,0	n.d.

⁽¹⁾ è stato considerato il valore medio della velocità operativa (30-45 assimilato a 37,5)

⁽²⁾ è stato considerato il valore minimo del numero di linee (>40)

⁽³⁾ è stato considerato il valore minimo del numero di veicoli (>500)

Con i dati riportati in tabella si possono fare le seguenti considerazioni:

- i valori più elevati del numero delle linee e della lunghezza della rete si rilevano per la città di Berlino, mentre i valori più bassi dei medesimi indicatori fanno riferimento a Siviglia;
- il sistema ferroviario locale parigino ha il più alto numero di stazioni (ben 4.809), mentre quello di Valencia costituisce il fanalino di coda con 34;
- il parco veicolare più numeroso è quello relativo al sistema viennese (1.157 veicoli), mentre quello di Siviglia costituisce il fanalino di coda con solo 7 veicoli.

I grafici di seguito riportati forniscono la consueta rappresentazione dei valori degli indicatori riportati nella precedente tabella.

Grafico 12.1 - Numero delle linee

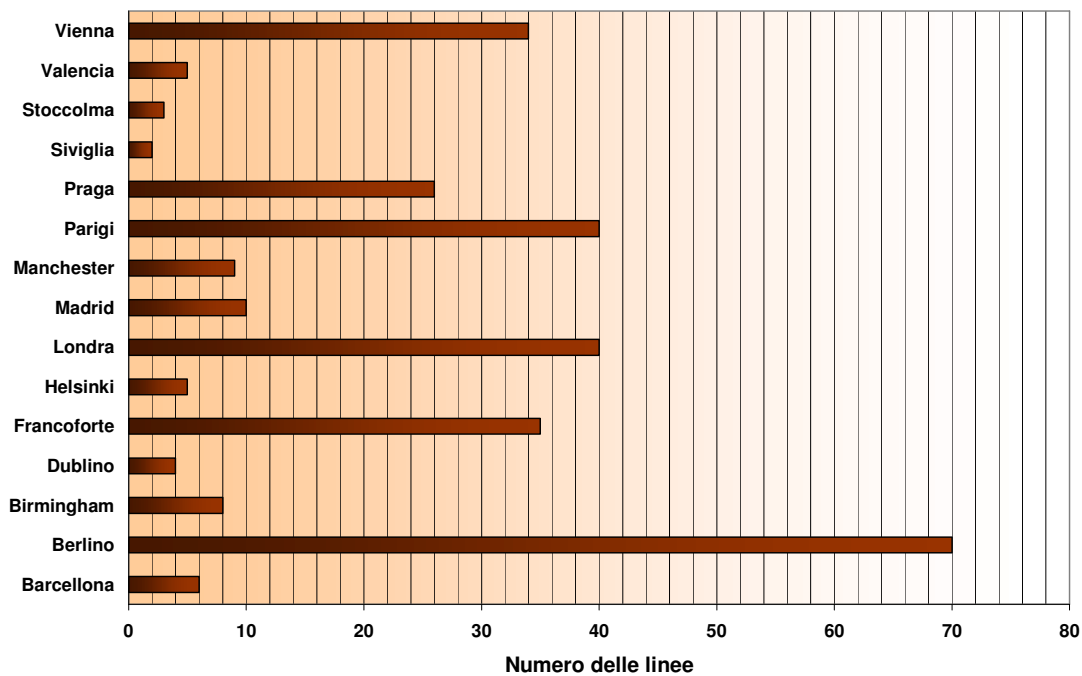


Grafico 12.2 - Lunghezza della rete

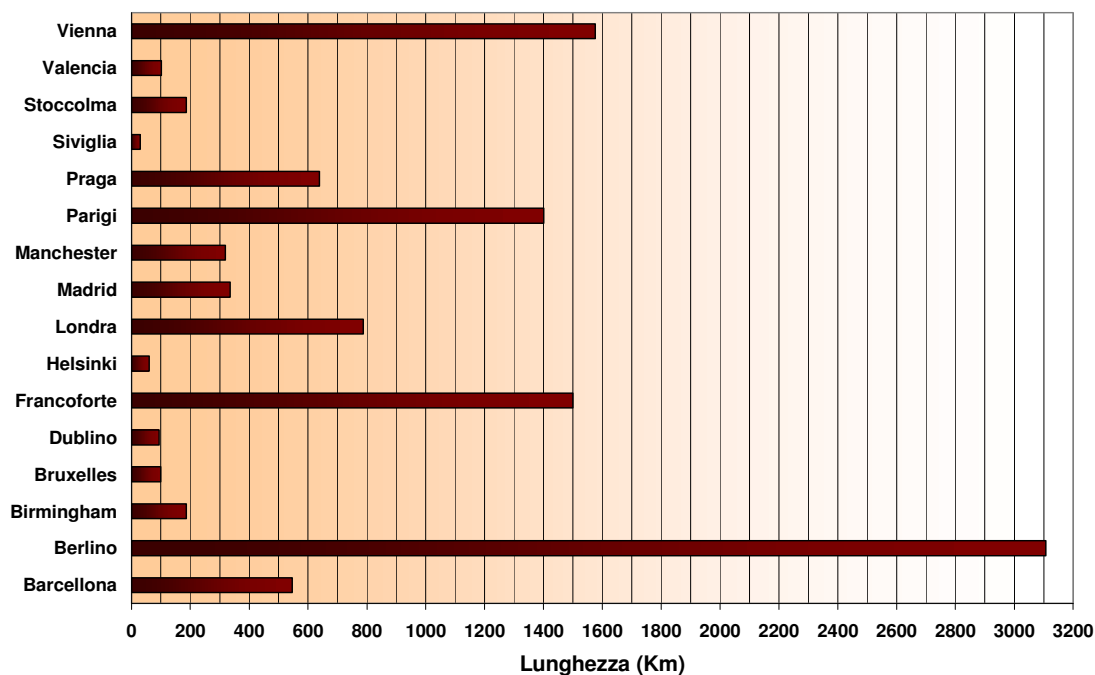


Grafico 12.3 - Numero di stazioni

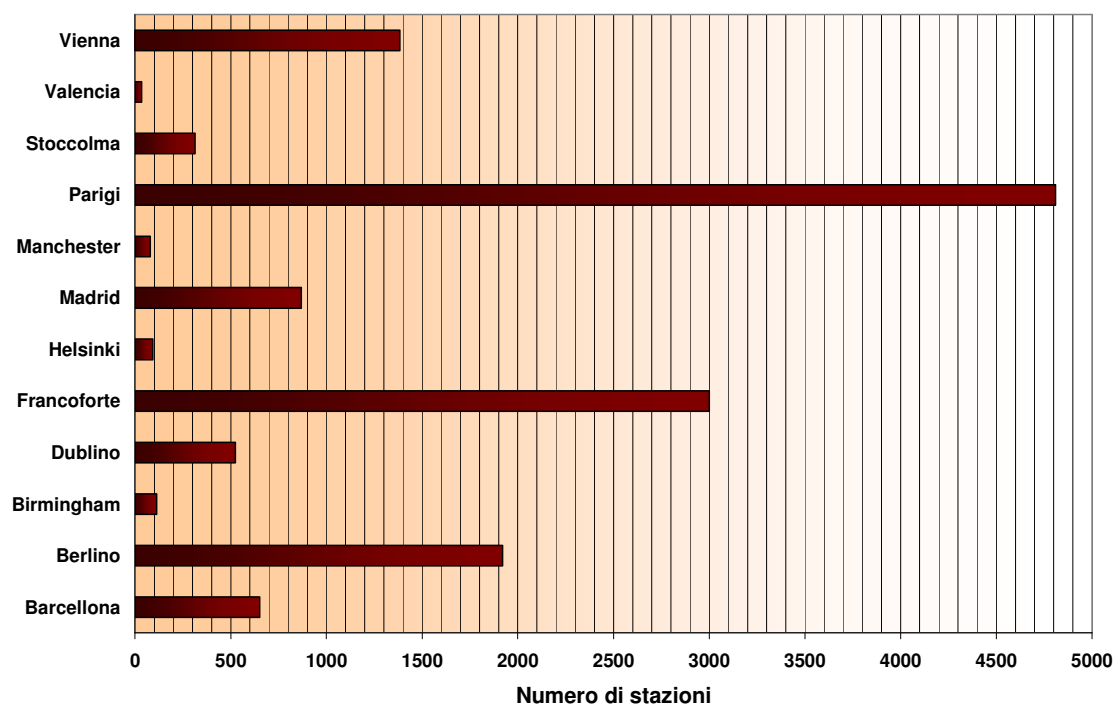


Grafico 12.4 - Numero di veicoli

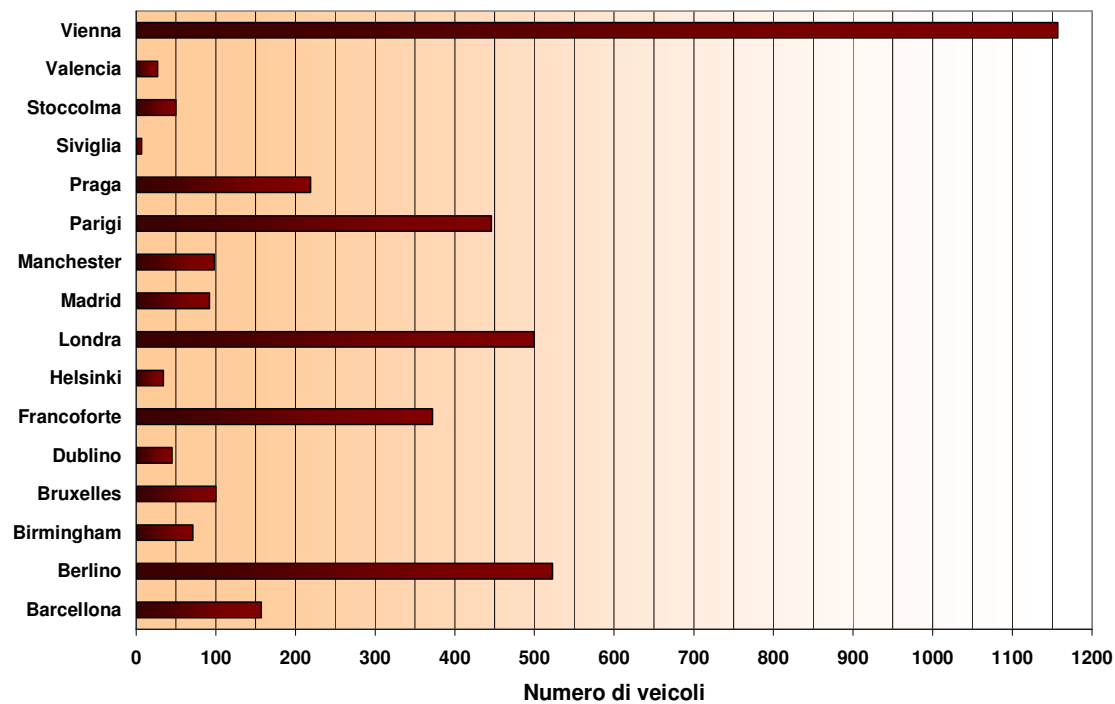


Grafico 12.5 - Velocità media

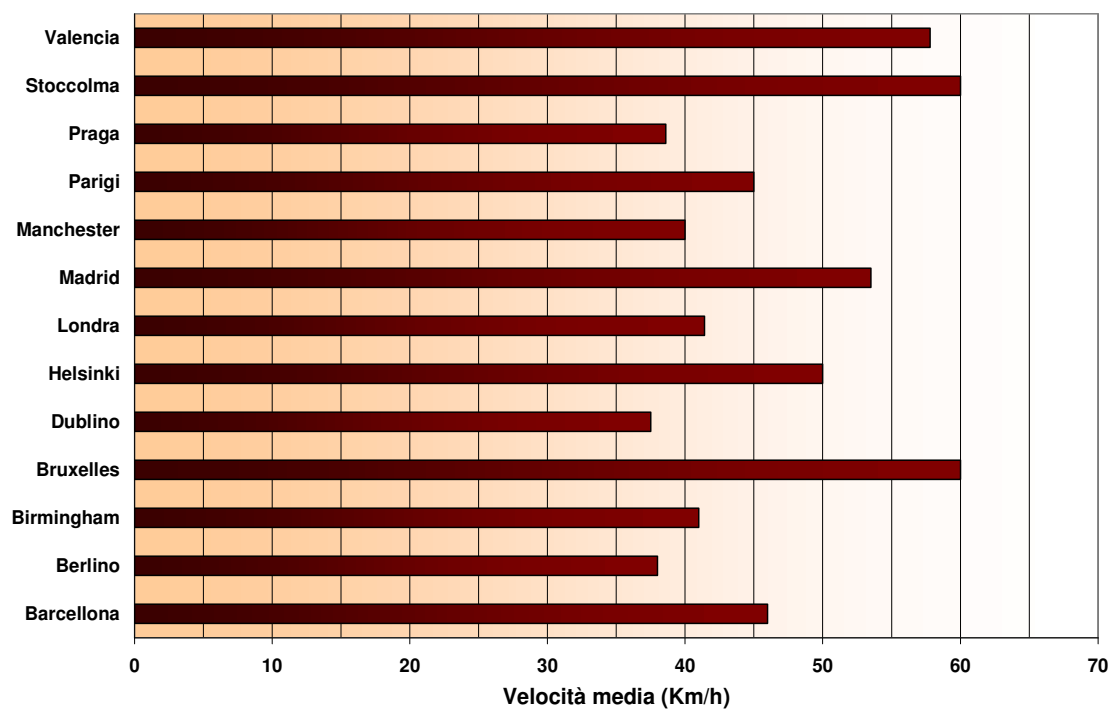


Grafico 12.6 - Orario di apertura al pubblico

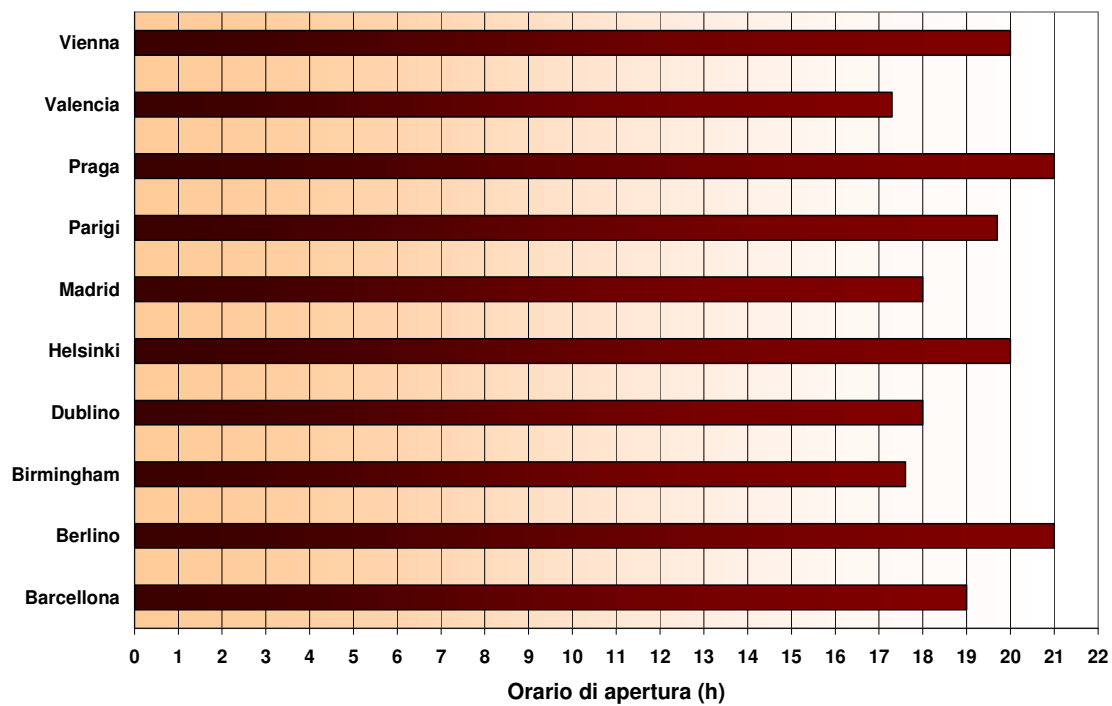
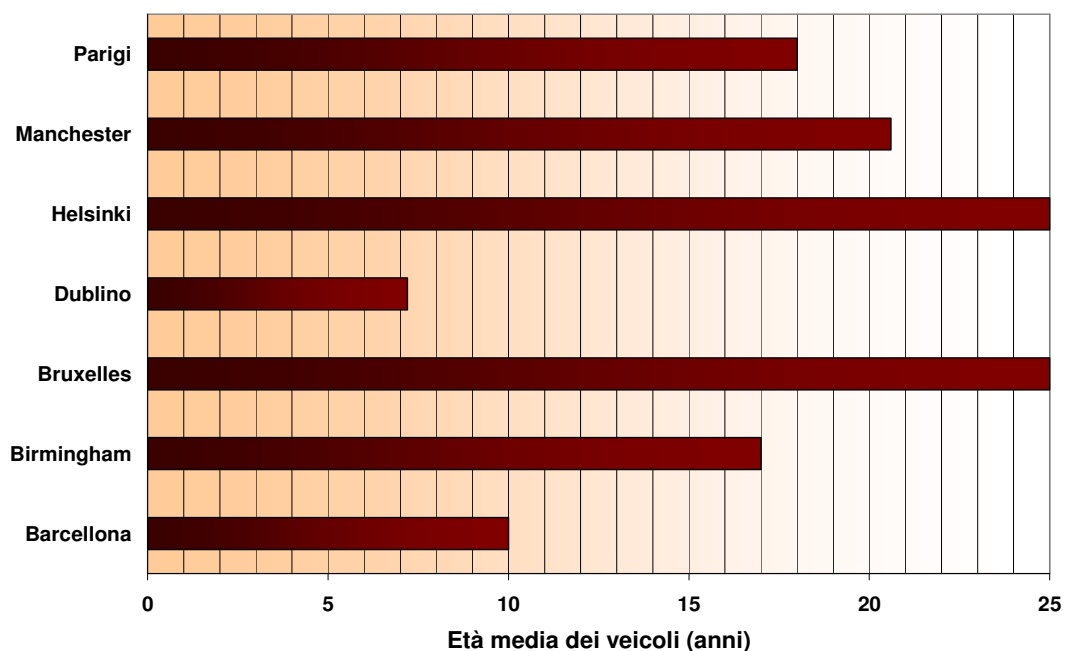


Grafico 12.7 - Età media dei veicoli



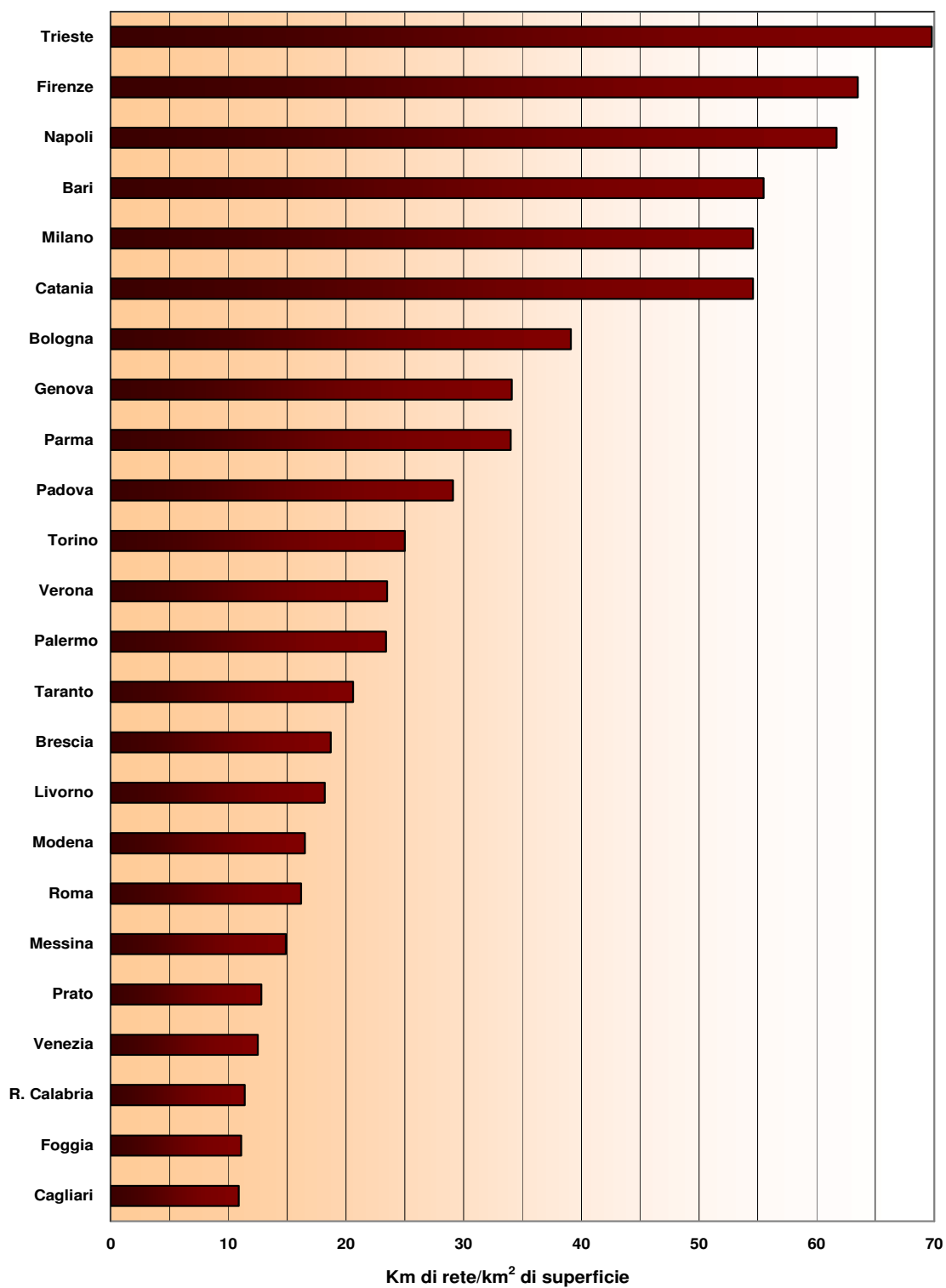
La tabella 12.2 mostra la densità della rete riferita alle città italiane, mentre il grafico 12.8 ne dà la corrispettiva rappresentazione grafica.

Tabella 12.2 –Lunghezza della rete del trasporto ferroviario locale in relazione all’area servita per le città italiane in ordine decrescente (anno 2003, dati ISTAT).

Città	km di rete/km ² di superficie
Trieste	69,8
Firenze	63,5
Napoli	61,7
Bari	55,5
Milano	54,6
Catania	54,6
Bologna	39,1
Genova	34,1
Parma	34,0
Padova	29,1
Torino	25,0
Verona	23,5
Palermo	23,4
Taranto	20,6
Brescia	18,7
Livorno	18,2
Modena	16,5
Roma	16,2
Messina	14,9
Prato	12,8
Venezia	12,5
R. Calabria	11,4
Foggia	11,1
Cagliari	10,9

Si può notare che i valori della lunghezza della rete espressi in km/km² di superficie sono compresi tra 69,8 (corrispondente a Trieste) e 10,9 (relativo a Cagliari).

Grafico 12.8 - Lunghezza della rete del trasporto ferroviario locale in relazione all'area servita per le città italiane in ordine decrescente (anno 2003)



3.5.5 Le piste ciclabili e le aree pedonali

“Ambienti di qualità che incoraggiano il camminare, l’uso della bicicletta e del trasporto pubblico favoriscono l’interazione sociale e culturale. Questa dà origine a comunità sane e dinamiche ed incoraggia la responsabilità sociale attraverso un maggiore contatto umano.”¹

Questa frase spiega da sola l’importanza delle piste ciclabili e delle aree pedonali, visto che le attuali condizioni del traffico, in Europa e soprattutto in Italia, non favoriscono l’utilizzo del mezzo pubblico, il camminare o l’uso della bicicletta per le esigenze quotidiane di mobilità.

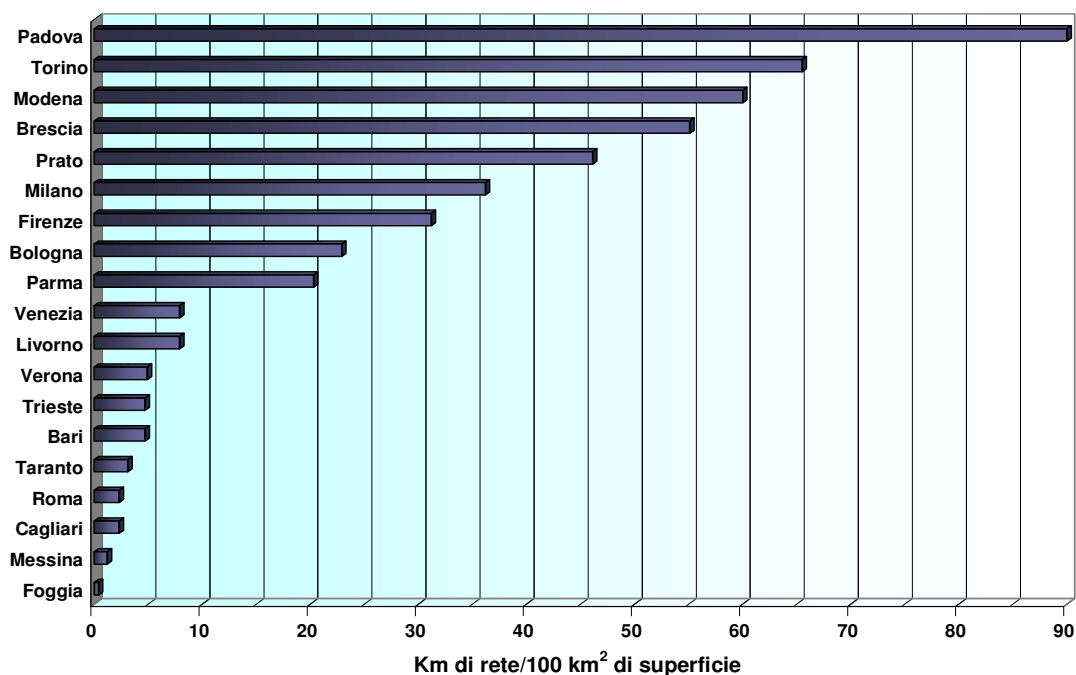
La tabella 13.1 mette in evidenza le differenze tra la densità delle piste ciclabili per le città italiane. I valori vanno da 101,2 km di rete/km² di superficie per Padova fino a 0,4 per Foggia.

Tabella 13.1 – Lunghezza delle piste ciclabili in relazione alla superficie per alcune città italiane in ordine decrescente (anno 2003, dati ISTAT).

Città	Km di rete/km ² di superficie
Padova	101,2
Torino	65,5
Modena	60,0
Brescia	55,1
Prato	46,1
Milano	36,2
Firenze	31,2
Bologna	22,9
Parma	20,3
Venezia	7,9
Livorno	7,9
Verona	4,9
Trieste	4,7
Bari	4,7
Taranto	3,1
Roma	2,3
Cagliari	2,3
Messina	1,2
Foggia	0,4

¹ *Un biglietto per il futuro -3 Fermate per la mobilità sostenibile*, Unione Internazionale Trasporti Pubblici, Bruxelles 2003

Grafico 13.1 - Lunghezza delle piste ciclabili in relazione alla superficie per alcune città italiane in ordine decrescente (anno 2003)



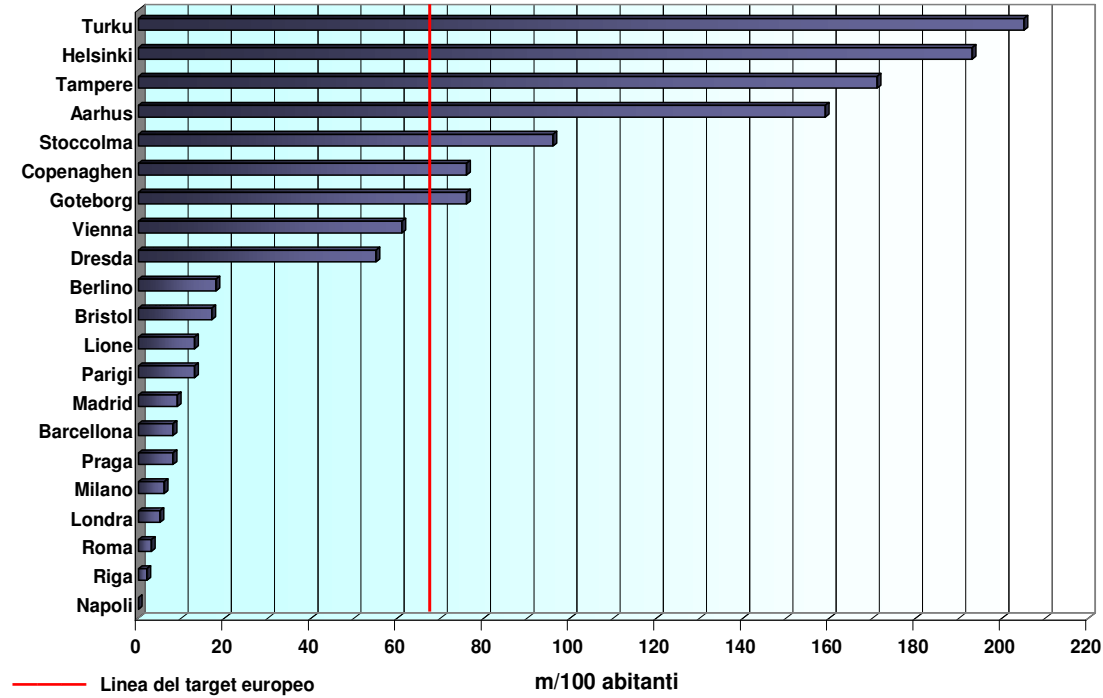
La tabella 13.2 (ed il grafico corrispondente) mette in evidenza la grande differenza che c'è tra i valori della lunghezza delle piste ciclabili per abitante corrispondenti alle città europee da quelli relativi alle città italiane.

Tabella 13.2 – Lunghezza delle piste ciclabili in relazione al numero di abitanti per alcune città italiane ed europee in ordine decrescente (anno 2005, dati *Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia).

Città	m/100 ab
Turku	205
Helsinki	193
Tampere	171
Aarhus	159
Stoccolma	96
Copenaghen	76
Goteborg	76
Vienna	61
Dresda	55
Berlino	18
Bristol	17
Lione	13
Parigi	13
Madrid	9
Barcellona	8
Praga	8
Milano	6
Londra	5
Roma	3
Riga	2
Napoli	0

Si noti come i valori di Roma, Milano e Napoli siano ben lontani dal target europeo che si attesta a 65,8 m per 100 abitanti.

Grafico 13.2 - Lunghezza delle piste ciclabili in relazione al numero di abitanti per alcune città italiane ed europee in ordine decrescente (anno 2005)



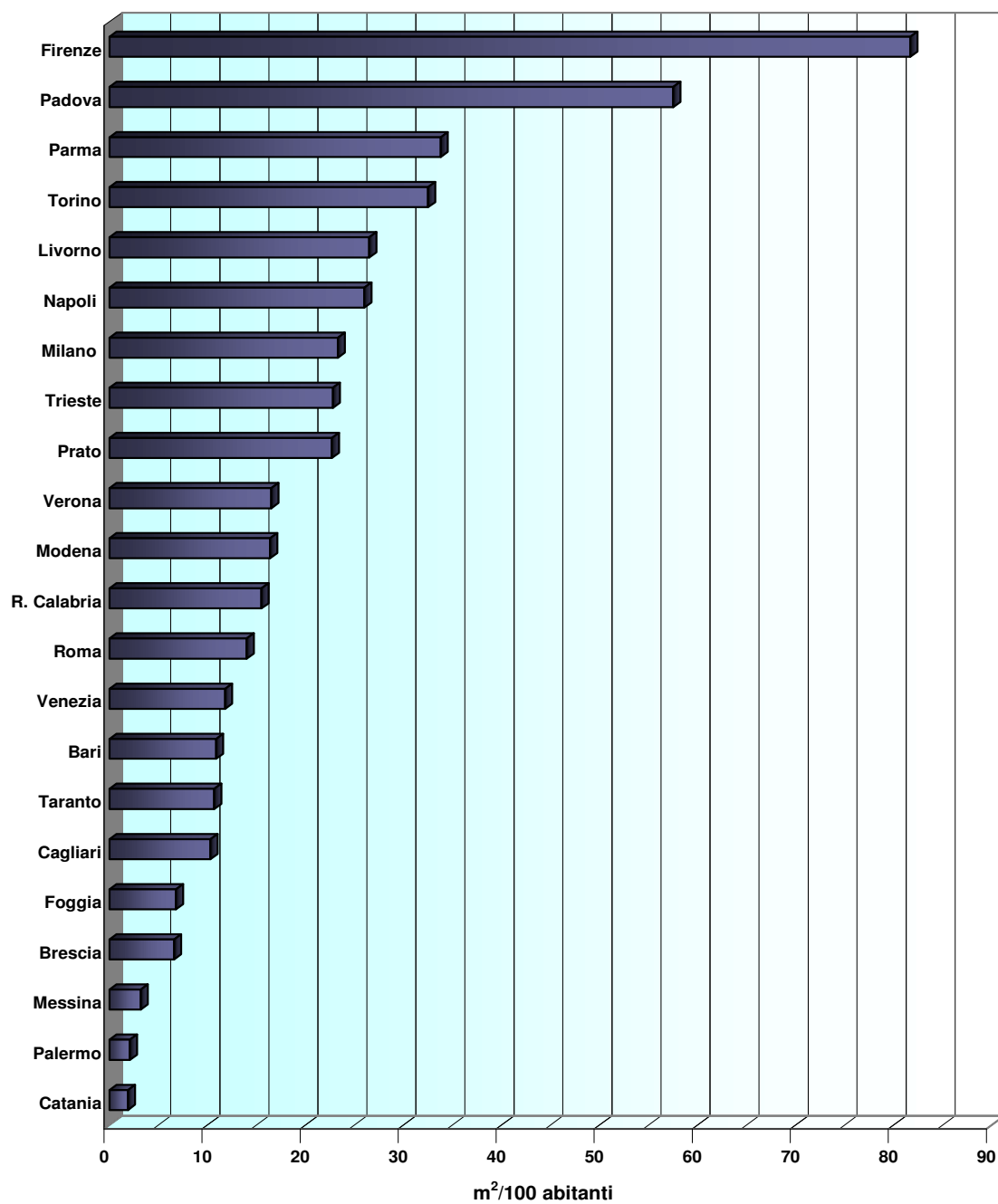
I valori della superficie delle aree pedonali per abitante, relativi alle città italiane, sono riportati nella tabella 13.3. Essi variano da 81,7 m²/100 abitanti (relativo al dato di Firenze) fino a 1,9 corrispondente a Catania.

Il grafico 13.3 rappresenta i valori suddetti.

Tabella 13.3 – Superficie delle aree pedonali in relazione al numero di abitanti per alcune città italiane in ordine decrescente (anno 2003, dati ISTAT).

Città	m ² /100 abitanti	Città	m ² /100 abitanti
Firenze	81,7	R. Calabria	15,5
Padova	57,5	Roma	14,0
Parma	33,8	Venezia	11,8
Torino	32,5	Bari	10,9
Livorno	26,5	Taranto	10,7
Napoli	26,0	Cagliari	10,3
Milano	23,3	Foggia	6,8
Trieste	22,8	Brescia	6,6
Prato	22,7	Messina	3,2
Verona	16,5	Palermo	2,1
Modena	16,4	Catania	1,9

Grafico 13.3 - Superficie delle aree pedonali in relazione al numero di abitanti per alcune città italiane in ordine decrescente (anno 2003)



3.6 La domanda del trasporto pubblico

Classificando la domanda dei cittadini in base alla tipologia del sistema di trasporto utilizzato, possiamo fare una distinzione tra gli spostamenti attraverso il mezzo privato (come autoveicoli, motoveicoli, ciclomotori e bicicletta) e gli spostamenti tramite l'utilizzo del mezzo pubblico (analizzati in questa trattazione).

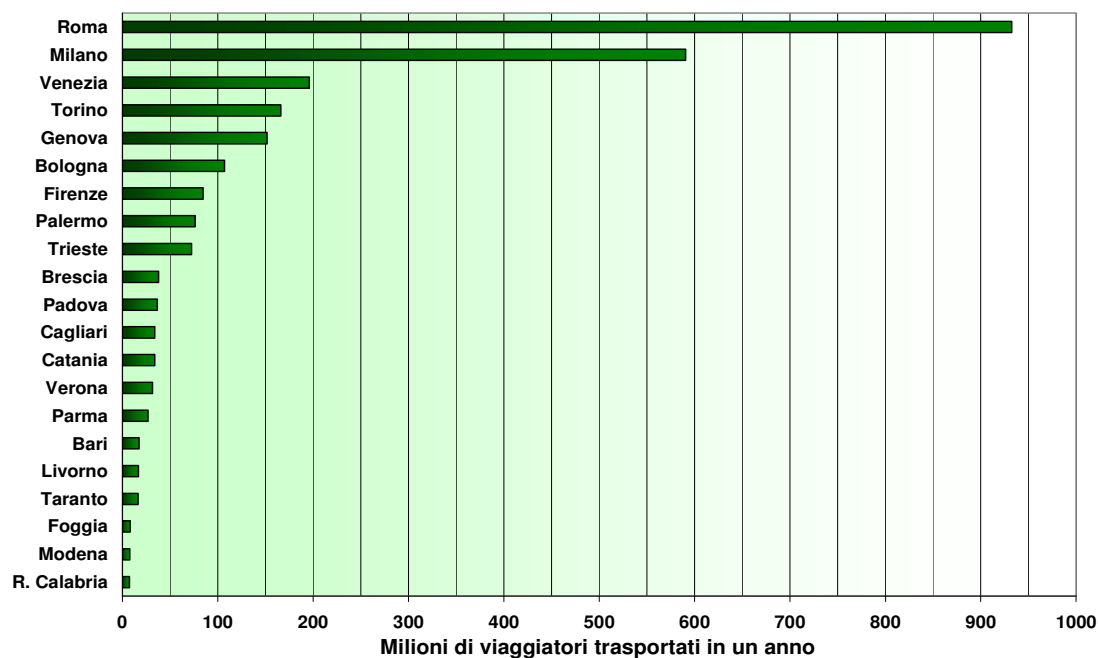
Nei paragrafi successivi saranno considerati separatamente i consueti sistemi di trasporto pubblico locale, quali l'autobus, il tram la metropolitana e la ferrovia locale.

Per quanto riguarda le città italiane, si può notare che i valori della domanda di trasporto pubblico di superficie sono molto diversificati (tabella 14.1 e relativa rappresentazione grafica 14.1): si va dai 932,4 milioni di viaggiatori trasportati all'anno relativi alla città di Roma sino ai 7,5 milioni corrispondenti a Reggio Calabria.

Tabella 14.1 – Domanda del trasporto pubblico di superficie (tram, autobus, filobus e trasporto ferroviario locale) per le città italiane in ordine crescente (anno 2005, *Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia).

Città	Viaggiatori trasportati all'anno (milioni)
R. Calabria	7,5
Modena	7,7
Foggia	8,3
Taranto	16,4
Livorno	17,0
Bari	17,5
Parma	26,8
Verona	31,7
Catania	33,9
Cagliari	34,0
Padova	36,6
Brescia	38,0
Trieste	72,5
Palermo	76,2
Firenze	84,5
Bologna	107,1
Genova	151,6
Torino	166,0
Venezia	196,1
Milano	590,5
Roma	932,4

Grafico 14.1 - Domanda del trasporto pubblico di superficie (tram, autobus, filobus e trasporto ferroviario locale) per le città italiane in ordine decrescente (anno 2005)



Nel panorama europeo, la diversificazione dei valori della domanda di trasporto pubblico di superficie si attenua (come è logico) se, anziché considerare il dato in termini assoluti, lo si rapporta al numero di abitanti, così come elencato nella tabella 14.2 e rappresentato nel grafico 14.2.

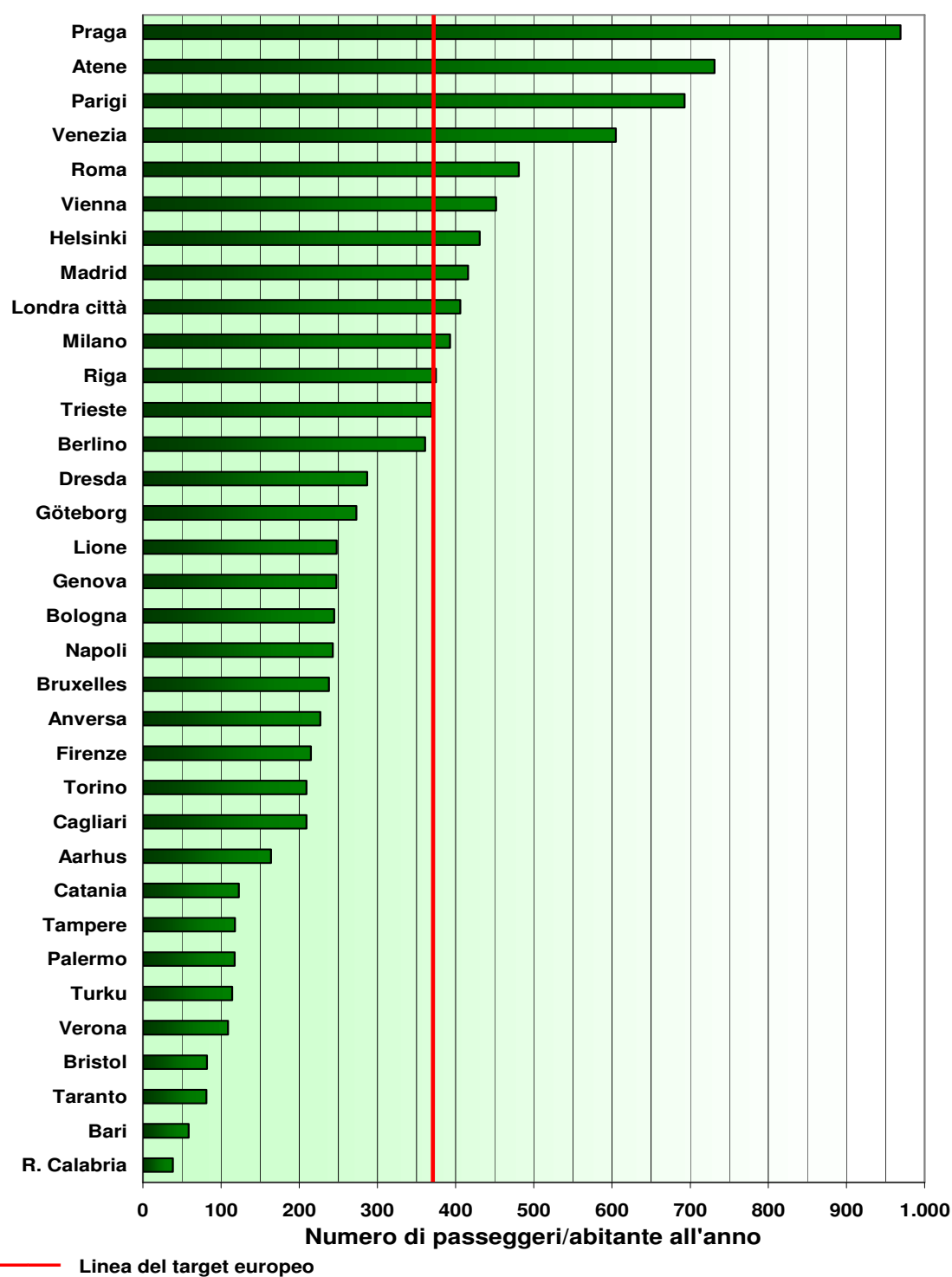
Tabella 14.2 – La domanda del trasporto pubblico in relazione al numero di abitanti in ordine crescente (dati *Rapporto Ecosistema Urbano Europa 2006* di Ambiente Italia).

Città	N° passeggeri/abitante anno	Anno	Città	N° passeggeri/abitante anno	Anno
R. Calabria	38,6	2003	Genova	247,8	2003
Bari	58,7	2003	Lione	248,0	2005
Taranto	81,3	2003	Göteborg	273,0	2005
Bristol	82,0	2005	Dresda	287,0	2005
Verona	109,0	2003	Berlino	361,0	2005
Turku	114,0	2005	Trieste	369,6	2003
Palermo	117,5	2003	Riga	375,0	2005
Tampere	118,0	2005	Milano	393,0	2005
Catania	122,8	2003	Londra	406,0	2005
Aarhus	164,0	2005	Madrid	416,0	2005
Cagliari	209,2	2003	Helsinki	431,0	2005
Torino	209,3	2003	Vienna	452,0	2005
Firenze	215,1	2003	Roma	481,0	2005
Anversa	227,0	2005	Venezia*	604,8	2003
Bruxelles	238,0	2005	Parigi	693,0	2005
Napoli	243,0	2005	Atene	731,0	2004
Bologna	244,8	2003	Praga	969,0	2005

*valore comprensivo dei vaporetti

Dal grafico 14.2 si evince che i valori corrispondenti alle città di Venezia, Roma, Milano e Trieste sono al di sopra del target europeo (365,8 passeggeri/abitante anno), mentre quelli relativi alle rimanenti città italiane qui considerate si classificano agli ultimi posti.

Grafico 14.2 - La domanda del trasporto pubblico in relazione al numero di abitanti in ordine decrescente



3.6.1 Il trasporto pubblico su gomma

L'indicatore della domanda del sistema di trasporto pubblico su gomma è riportato nella tabella 15.1 ed è espresso sia come numero di passeggeri annui che come passeggeri-chilometro (rappresentati nei grafici 15.1 e 15.2). In entrambi le valutazioni si ha che Londra, Parigi e Madrid risultano le città con i valori più elevati, mentre quelli relativi a Bruxelles, Siviglia e Valencia si attestano agli ultimi posti.

Tabella 15.1 – Domanda per alcune città europee riferita all'anno 2002 (dati EMTA, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

Città	Milioni pass/anno	Milioni pass-km
Bruxelles	60,0	250,0
Siviglia	102,4	500,1
Valencia	119,5	103,7
Dublino	131,4	1.243,0
Stoccolma	160,0	1.509,0
Vienna	164,0	n.d.
Helsinki	170,0	1.135,0
Manchester	200,0	1.018,0
Vilnius	222,6	1.064,4
Varsavia	225,0	n.d.
Barcellona	297,2	1.260,0
Birmingham	336,0	n.d.
Berlino	468,0	2.354,0
Atene	560,0	n.d.
Madrid	678,1	6.120,0
Parigi	1.230,0	4.029,0
Londra	1.540,0	5.734,0

Grafico 15.1 - La domanda del sistema di trasporto pubblico su gomma per alcune città europee in milioni di passeggeri all'anno

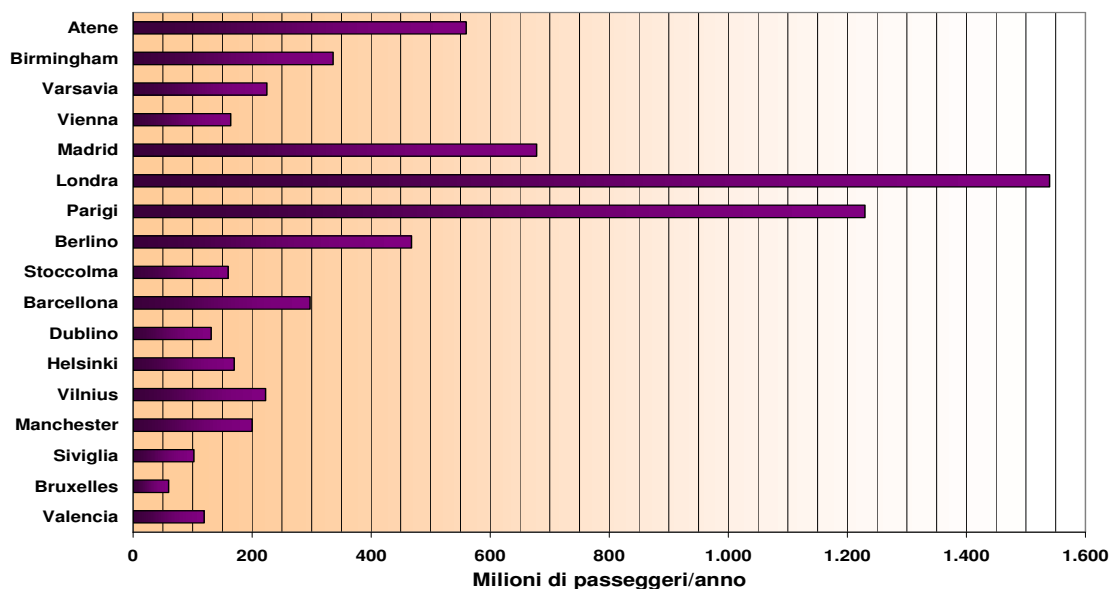
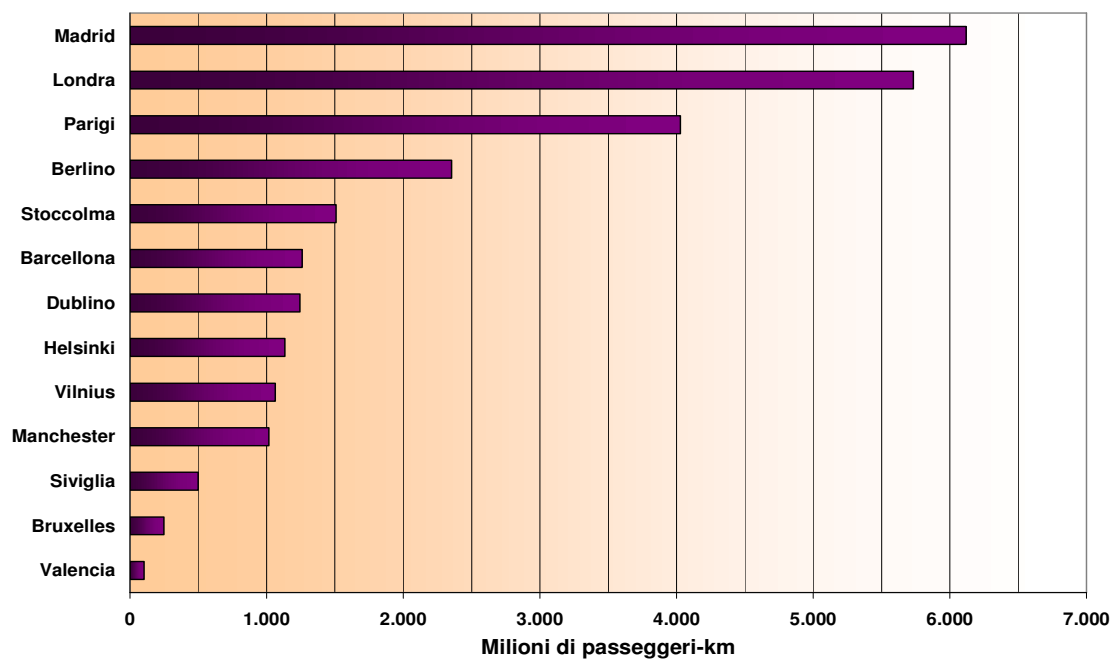


Grafico 15.2 - La domanda del sistema di trasporto pubblico su gomma per alcune città europee in milioni di passeggeri-chilometro in ordine decrescente



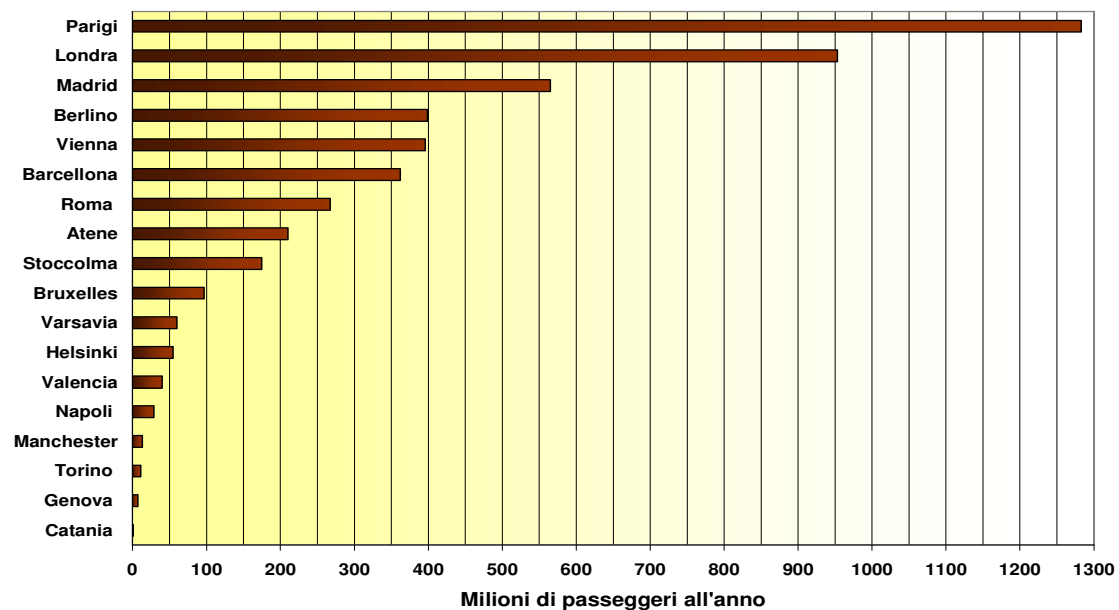
3.6.2 La metropolitana

Per quanto riguarda la domanda relativa al trasporto con metropolitana, consideriamo i dati riportati nella tabella 16.1. Da essa si evince la grande differenza tra i valori, espressi in milioni di passeggeri all'anno, relativi alla città di Parigi (1.283) e quelli corrispondenti a Catania (0,43). Tali dati sono rappresentati nel grafico 16.1.

Tabella 16.1 – Domanda della metropolitana per alcune città italiane ed europee (dati EMTA, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

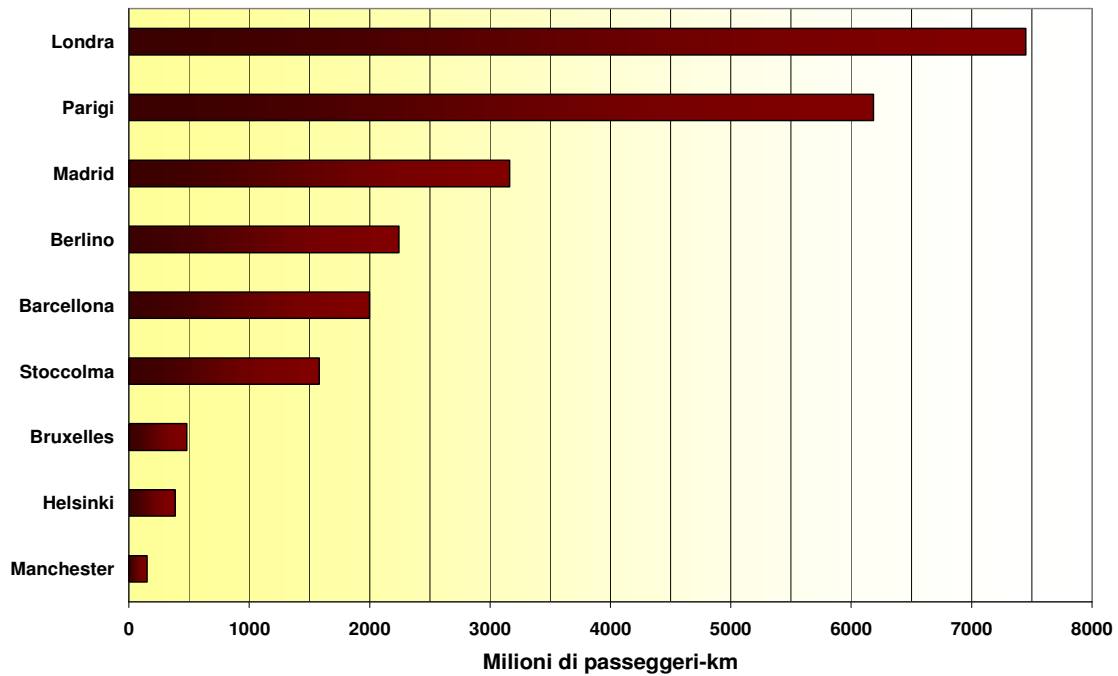
Città	Milioni pass/anno	Milioni pass-km	Anno
Catania	0,43	n.d.	2005
Genova	7,31	n.d.	2005
Torino	10,95	n.d.	2005
Manchester	13,40	152	2002
Napoli	28,64	n.d.	2005
Valencia	40,30	n.d.	2002
Helsinki	55,00	385	2002
Varsavia	60,00	n.d.	2002
Bruxelles	96,60	480	2002
Stoccolma	175,00	1.581	2002
Atene	210,00	n.d.	2002
Roma	267,40	n.d.	2005
Barcellona	362,10	1.997	2002
Vienna	395,60	n.d.	2002
Berlino	399,00	2.242	2002
Madrid	565,00	3.162	2002
Londra	953,00	7.451	2002
Parigi	1.283,00	6.184	2002

Grafico 16.1 - La domanda della metropolitana per alcune città italiane ed europee in ordine decrescente



Il grafico 16.2 fornisce la rappresentazione della domanda riguardo la metropolitana indicata in milioni di passeggeri-chilometro. Qui si può notare la differenza tra i valori relativi alla città di Parigi (che detiene il primato con 7.451) rispetto a quelli corrispondenti a Manchester (fanalino di coda con 152).

Grafico 16.2 - La domanda della metropolitana per alcune città europee in ordine decrescente (anno 2002).



3.6.3 Il tram

Anche la domanda relativa al sistema tranviario è rappresentata sia in milioni di passeggeri annui (che va da 216,1 relativamente a Vienna sino a 4,8 per Birmingham), sia in milioni di passeggeri-chilometro (tabella 17.1).

Tabella 17.1 – La domanda del trasporto tranviario per alcune città europee riferito all’anno 2002 (dati EMTA, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

Città	Milioni pass/anno	Milioni pass-km
Birmingham	4,8	n.d.
Valencia	6,3	n.d.
Stoccolma	25	197
Londra	41,3	206,9
Helsinki	56	118
Bruxelles	57,6	300
Varsavia	120	n.d.
Berlino	167	529
Vienna	216,1	n.d.
Parigi	n.d.	136

I grafici successivi forniscono la rappresentazione dei dati in tabella.

Grafico 17.1 - La domanda del trasporto tranviario per alcune città europee riferito all'anno 2002 in ordine decrescente (passeggeri/anno)

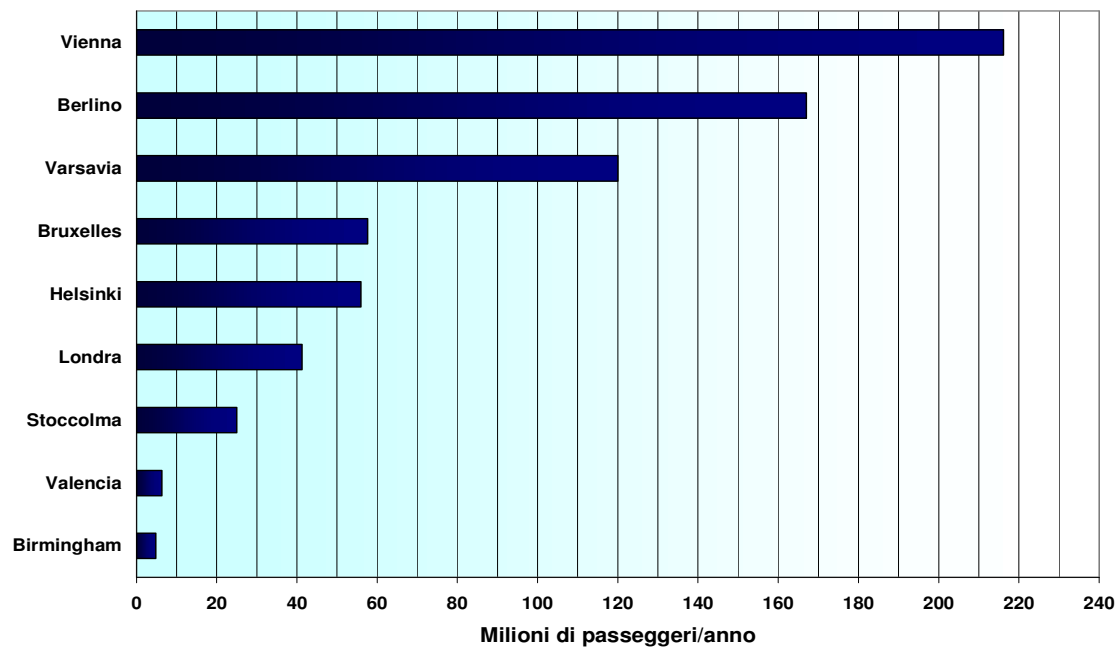
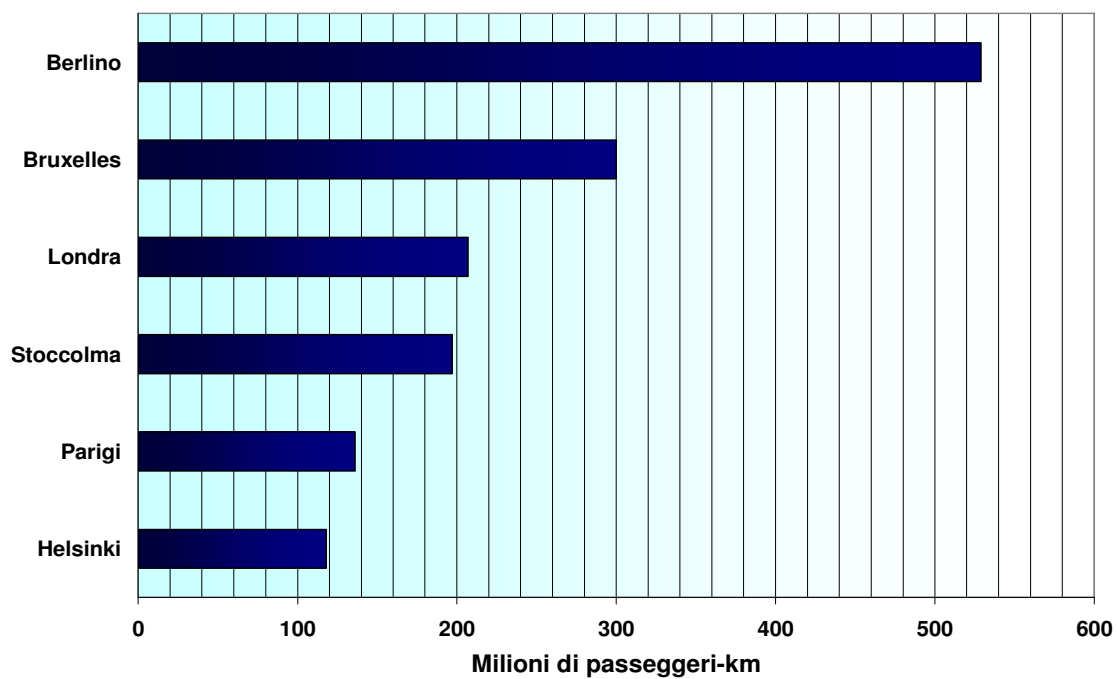


Grafico 17.2 - La domanda del trasporto tranviario per alcune città europee riferito all'anno 2002 in ordine decrescente (milioni di passeggeri-km)



3.6.4 La ferrovia locale

Il sistema ferroviario locale spesso va a rafforzare quello della metropolitana, da cui si distingue principalmente per la diversa capillarità e per la distanza servita.

I dati relativi alla domanda sono forniti sia in milioni di passeggeri annui, sia in milioni di passeggeri-chilometro (tabella 18.1). E' da rilevare la grande differenza tra i valori delle città campione, così come evidenziato nelle rappresentazioni grafiche 18.1 e 18.2. Si va infatti dai 3.240 milioni di passeggeri annui per Parigi sino ai 2,6 per Siviglia. Per quanto riguarda i passeggeri-km è Londra che detiene il record con 18.454, mentre Siviglia si riconferma all'ultimo posto con 28,4.

Tabella 18.1 – Domanda del trasporto ferroviario locale per alcune città europee nell'anno 2002 (dati EMTA, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

Città	Milioni pass/anno	Milioni pass-km
Siviglia	2,6	28,4
Manchester	13,2	242,0
Dublino	21,0	1.628,0
Birmingham	24,8	n.d.
Helsinki	37,0	329,0
Stoccolma	64,0	1.146,0
Bruxelles	66,0	n.d.
Vienna	79,0	n.d.
Barcellona	140,8	2.552,0
Madrid	193,3	3.450,4
Berlino	347,0	4.011,0
Londra	655,0	18.454,0
Parigi	3.240,0	14.278,0

Grafico 18.1 - La domanda del trasporto ferroviario locale per alcune città europee riferito all'anno 2002 in ordine decrescente (milioni di passeggeri/anno)

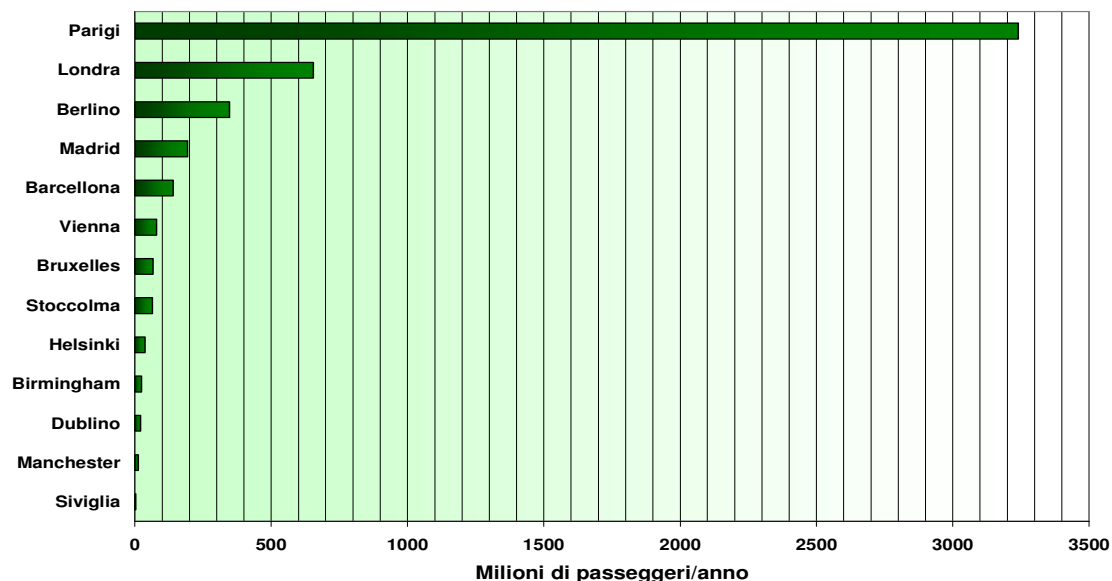
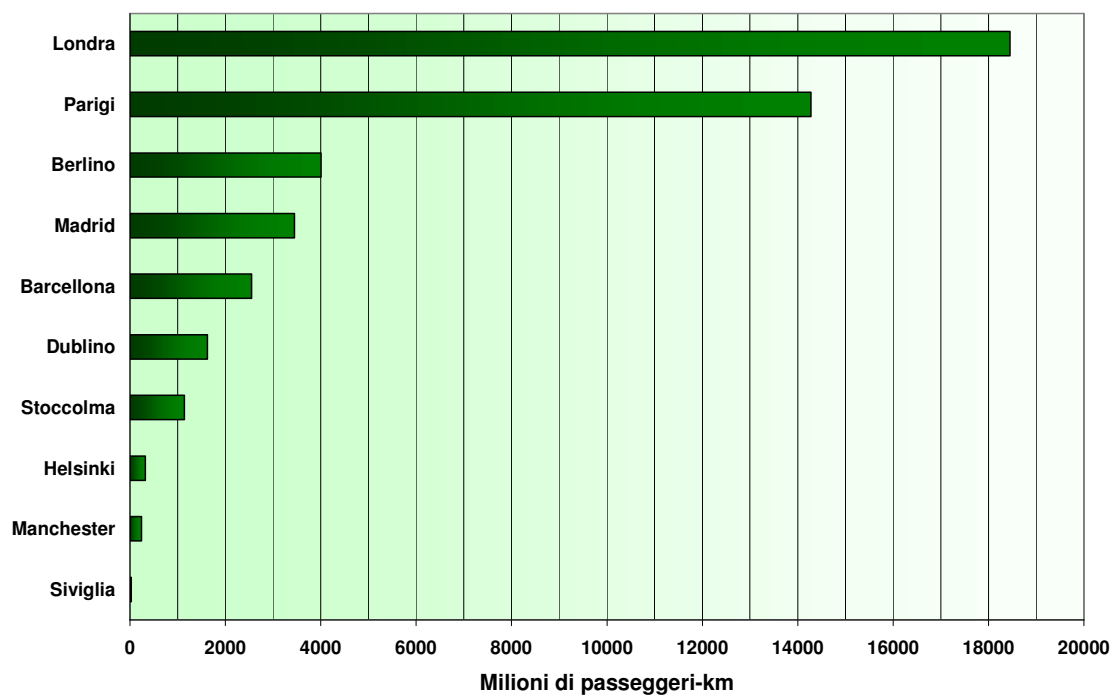


Grafico 18.2 - La domanda del trasporto ferroviario locale per alcune città europee riferito all'anno 2002 in ordine decrescente (milioni di passeggeri-km)



3.6.5 Confronto tra la domanda dei sistemi di trasporto pubblico

Comparando gli indicatori della domanda relativa ai sistemi di trasporto trattati in precedenza si può agevolmente ricavare la ripartizione percentuale, sia rispetto ai passeggeri all'anno, sia in riferimento ai passeggeri-chilometro, così come riportato nelle tabelle 19.1 e 19.2.

Dalla rappresentazione grafica 19.1 si evince come il valore della domanda relativa al trasporto su gomma e della metropolitana sia in generale maggiore rispetto al valore della domanda degli altri sistemi di trasporto. Si noti che Helsinki ha più della metà della domanda complessiva riferita al trasporto su gomma (autobus).

Tabella 19.1 – Sommatoria della domanda dei vari sistemi di trasporto espressa in milioni di passeggeri all'anno e relativa ripartizione percentuale.

Città	Milioni pass/anno					Ripartizione %			
	Bus	Metro	Tram	Tfl	Totale	Bus	Metro	Tram	Tfl
Bruxelles	60,0	96,6	57,6	66,0	280,2	21,4	34,5	20,6	23,6
Helsinki	170,0	55,0	56,0	37,0	318,0	53,5	17,3	17,6	11,6
Stoccolma	160,0	175,0	25,0	64,0	424,0	37,7	41,3	5,9	15,1
Londra	1.540,0	953,0	41,3	655,0	3.189,3	48,3	29,9	1,3	20,5
Vienna	164,0	395,6	216,1	79,0	854,7	19,2	46,3	25,3	9,2
Berlino	468,0	399,0	167,0	347,0	1.381,0	33,9	28,9	12,1	25,1
Parigi	1.230,0	1.283,0	n.d.	3.240,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Grafico 19.1 - Ripartizione percentuale della domanda espressa in milioni di passeggeri all'anno dei vari sistemi di trasporto.

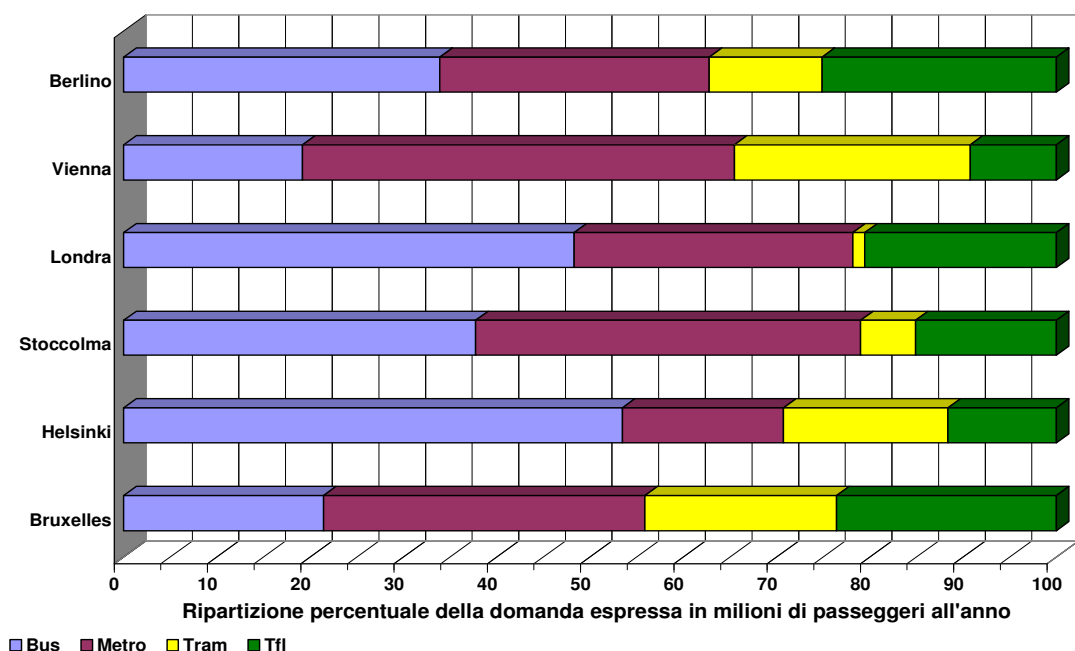
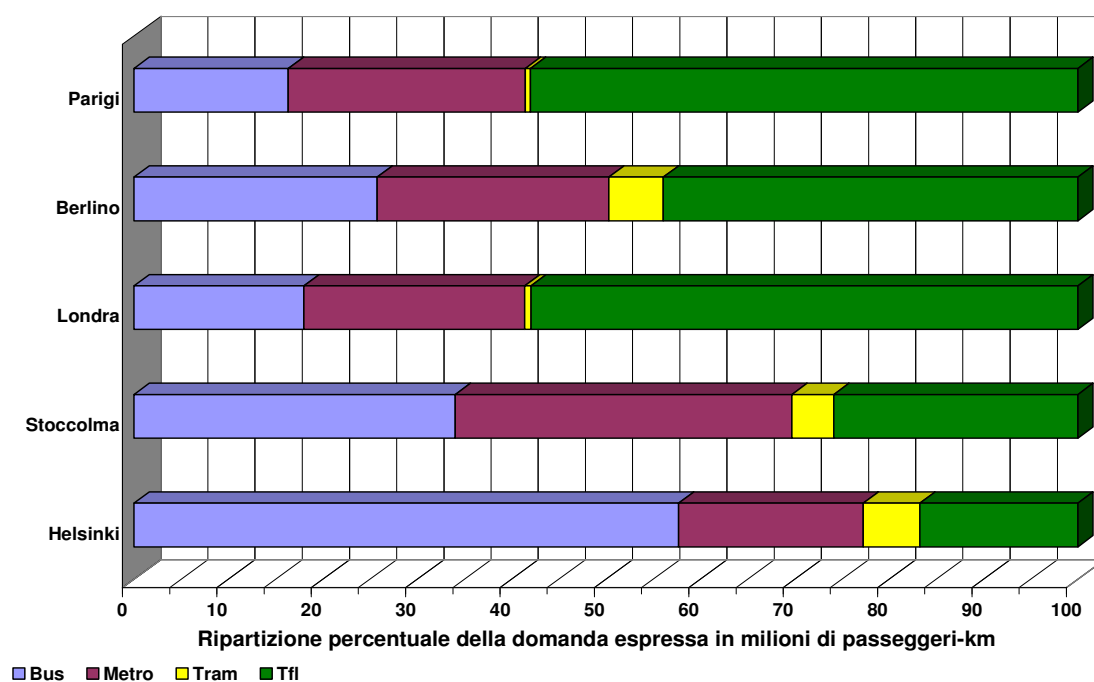


Tabella 19.2 - Sommatoria della domanda dei vari sistemi di trasporto espressa in milioni di passeggeri-km e relativa ripartizione percentuale.

Città	Milioni pass-km					Ripartizione %			
	Bus	Metro	Tram	Tfl	Totale	Bus	Metro	Tram	Tfl
Bruxelles	250,0	480,0	300,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Helsinki	1.135,0	385,0	118,0	329,0	1.967,0	57,7	19,6	6,0	16,7
Stoccolma	1.509,0	1.581,0	197,0	1.146,0	4.433,0	34,0	35,7	4,4	25,9
Londra	5.734,0	7.451,0	206,9	18.454,0	31.845,9	18,0	23,4	0,6	57,9
Vienna	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Berlino	2.354,0	2.242,0	529,0	4.011,0	9.136,0	25,8	24,5	5,8	43,9
Parigi	4.029,0	6.184,0	136,0	14.278,0	24.627,0	16,4	25,1	0,6	58,0

Il grafico 19.2 mette in evidenza lo scarso apporto della domanda relativa al trasporto tranviario, mentre aumenta quello relativo al trasporto ferroviario locale (quasi il 58% per la città di Londra).

Grafico 19.2 - Ripartizione percentuale della domanda espressa in milioni di passeggeri-km dei vari sistemi di trasporto.



3.7 Indicatori riguardanti i dati economici del sistema di trasporto pubblico

Tutte le attività di trasporto producono costi interni ed esterni. I costi interni sono quelli che in parte ricadono direttamente sugli utenti che usufruiscono del servizio, come gli acquisti, i biglietti, le tasse, il carburante, l'energia e la manutenzione. I costi esterni sono quelli sostenuti dalla collettività e non da chi li genera, quali ad esempio la gestione del traffico, l'inquinamento atmosferico, il rumore, gli incidenti, la deturpazione del paesaggio e l'urbanizzazione selvaggia.

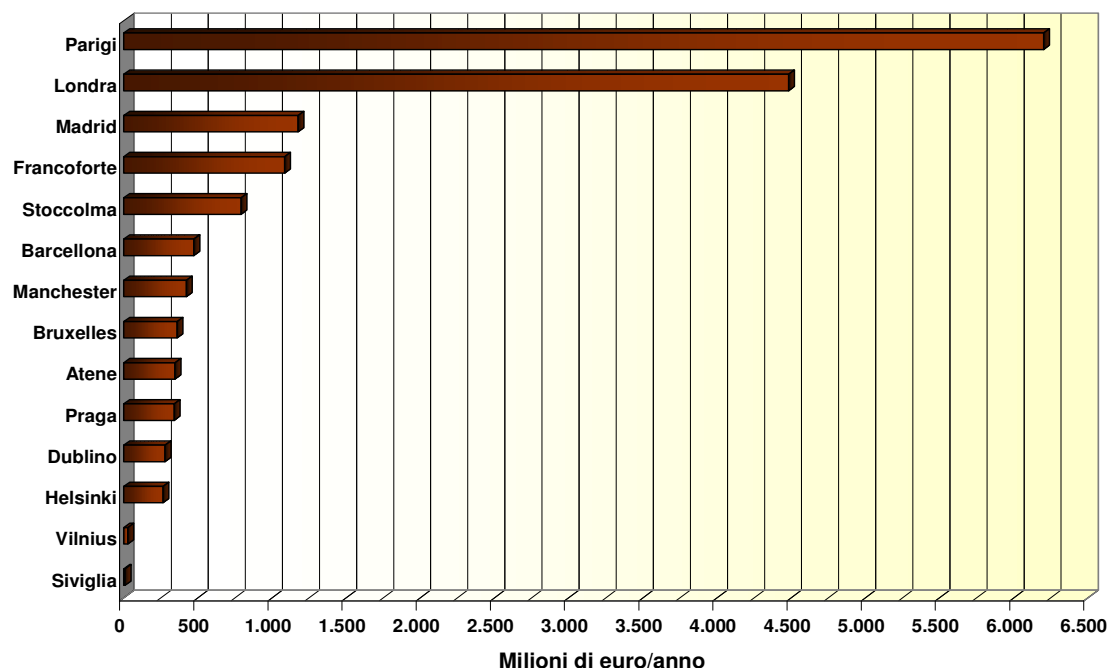
Quantificarli è a volte difficile e discutibile. Tuttavia, il calcolo del costo della congestione del traffico, degli incidenti e dell'uso dello spazio è ampiamente accettato. Il trasporto pubblico, data la sua natura collettiva, gli eccellenti standard di sicurezza e l'efficiente uso dello spazio, rappresenta un'alternativa altamente competitiva al fine di ridurre i costi esterni del trasporto nelle aree urbane.

La tabella 20.1 elenca i costi interni dei sistemi di trasporto pubblico (o costi operativi) per alcune città europee, mentre il grafico 20.1 mette in risalto la grande diversità esistente tra i vari valori in campo.

Tabella 20.1 – Costi operativi dei sistemi di trasporto pubblico per alcune città europee in ordine decrescente (anno 2002, dati EMTA - Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

Città	Milioni euro/anno
Parigi	6.200,0
Londra	4.480,6
Madrid	1.174,8
Francoforte	1.084,0
Stoccolma	790,0
Barcellona	472,0
Manchester	422,0
Bruxelles	358,0
Atene	345,0
Praga	339,0
Dublino	278,3
Helsinki	264,0
Vilnius	26,5
Siviglia	7,5

Grafico 20.1 - Costi operativi dei sistemi di trasporto pubblico per alcune città europee in ordine decrescente



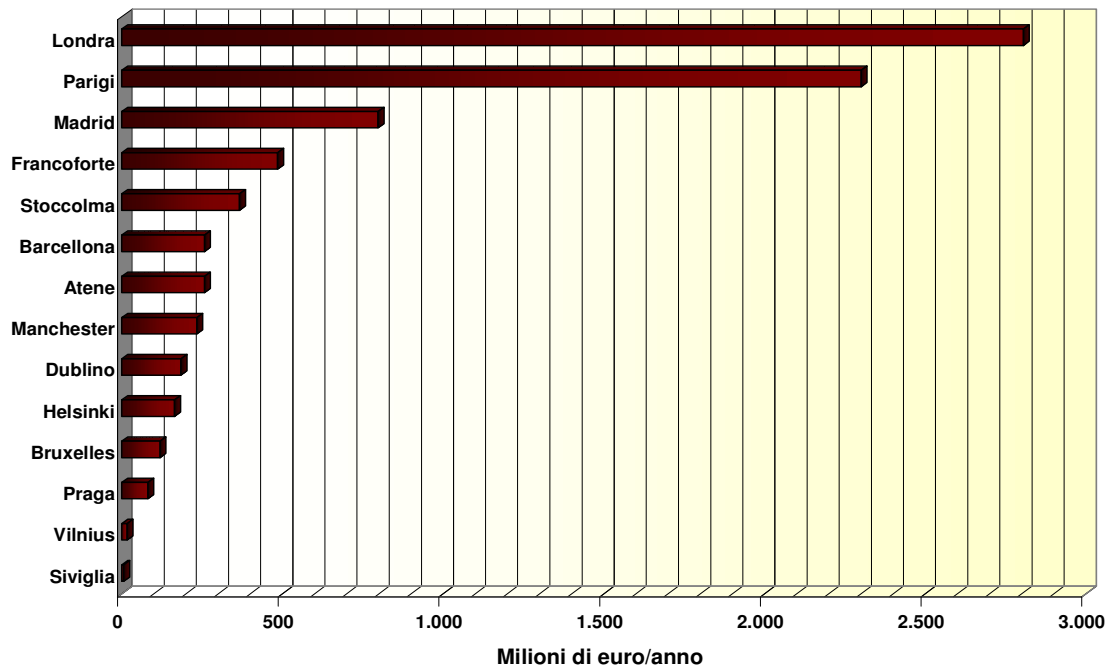
Considerando le medesime città campione, la tabella 20.2 riporta le entrate del trasporto pubblico ottenute dal pagamento del biglietto. I dati in tabella sono rappresentati nel grafico 20.2.

Si noti la presenza di una proporzionalità tra i costi operativi e le entrate suddette.

Tabella 20.2 – Entrate dal biglietto dei sistemi di trasporto pubblico per alcune città europee (anno 2002, dati EMTA - Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

Città	Milioni euro/anno
Londra	2.804,5
Parigi	2.300,0
Madrid	797,4
Francoforte	485,0
Stoccolma	366,0
Barcellona	257,5
Atene	257,0
Manchester	233,3
Dublino	184,2
Helsinki	164,0
Bruxelles	118,8
Praga	81,0
Vilnius	16,5
Siviglia	5,9

Grafico 20.2 - Entrate dai biglietti dei sistemi di trasporto pubblico per alcune città europee in ordine decrescente

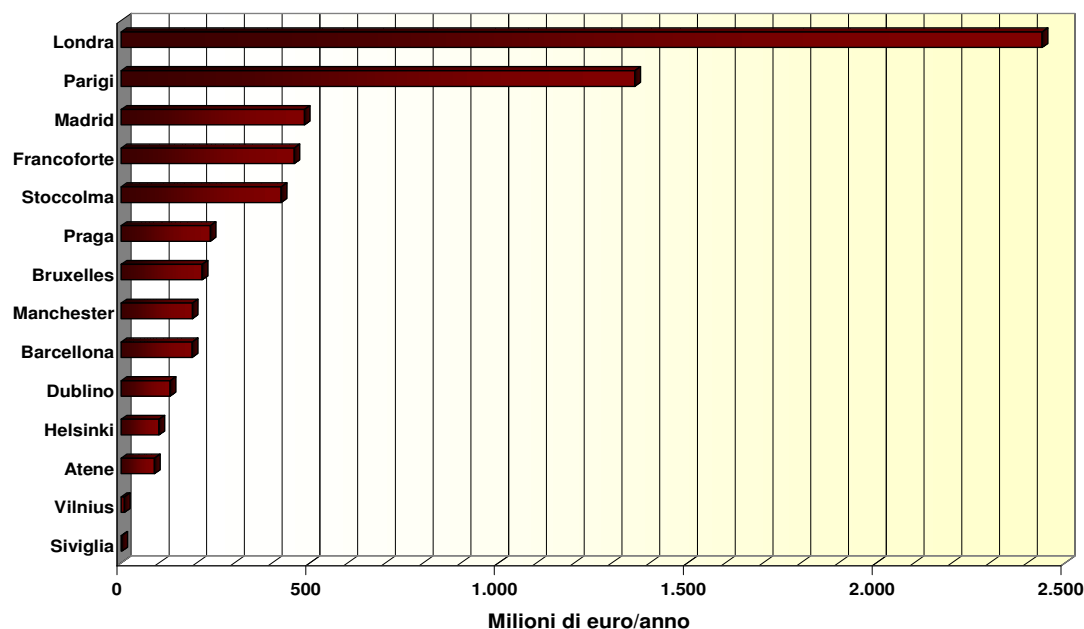


I dati presenti in tabella 20.3 fanno riferimento invece ai sussidi erogati in favore del trasporto pubblico, denotando ancora una proporzionalità con i costi operativi e con le entrate dal biglietto. I valori di questo indicatore sono rappresentati nel grafico 20.3.

Tabella 20.3 – Sussidi dei sistemi di trasporto pubblico per alcune città europee in ordine decrescente (anno 2002, dati EMTA - Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

Città	Milioni euro/anno
Londra	2.439,0
Parigi	1.360,0
Madrid	485,1
Francoforte	458,0
Stoccolma	424,0
Praga	236,0
Bruxelles	214,8
Manchester	188,7
Barcellona	188,0
Dublino	129,4
Helsinki	100,0
Atene	88,0
Vilnius	8,3
Siviglia	1,7

Grafico 20.3 - Sussidi pubblici dei sistemi di trasporto pubblico per alcune città europee in ordine decrescente



Raggruppando i dati precedentemente trattati si possono rapportare i costi operativi sia con le entrate dal biglietto, sia con i sussidi pubblici, sia con la sommatoria delle entrate con i sussidi, ottenendo così la tabella 20.4 ed i grafici corrispondenti.

Tabella 20.4 – Confronto tra i costi operativi, le entrate dal biglietto e i sussidi pubblici dei sistemi di trasporto pubblico per alcune città europee.

	Costi	Entrate dal biglietto	Sussidi	Entrate + sussidi	Entrate/Costi	Sussidi/Costi	(Entrate+Sussidi)/Costi
Città	Milioni euro/anno				Percentuale		
Parigi	6.200,0	2.300,0	1.360,0	3.660,0	37,1	21,9	59,0
Londra	4.480,6	2.804,5	2.439,0	5.243,5	62,6	54,4	117,0
Madrid	1.174,8	797,4	485,1	1.282,5	67,9	41,3	109,2
Francoforte	1.084,0	485,0	458,0	943,0	44,7	42,3	87,0
Stoccolma	790,0	366,0	424,0	790,0	46,3	53,7	100,0
Barcellona	472,0	257,5	188,0	445,5	54,6	39,8	94,4
Mancheste	422,0	233,3	188,7	422,0	55,3	44,7	100,0
Bruxelles	358,0	118,8	214,8	333,6	33,2	60,0	93,2
Atene	345,0	257,0	88,0	345,0	74,5	25,5	100,0
Praga	339,0	81,0	236,0	317,0	23,9	69,6	93,5
Dublino	278,3	184,2	129,4	313,6	66,2	46,5	112,7
Helsinki	264,0	164,0	100,0	264,0	62,1	37,9	100,0
Vilnius	26,5	16,5	8,3	24,8	62,3	31,3	93,6
Siviglia	7,5	5,9	1,7	7,6	78,7	22,7	101,3

Il grafico 20.4 mette in evidenza che mentre per alcune città una buona parte dei costi operativi è “ammortizzata” dalle entrate dal biglietto (Siviglia per quasi il 79%), per altre non costituisce la principale forma di entrata (Praga meno del 24%).

Questa tendenza tende ad invertirsi se consideriamo il rapporto dei costi con i sussidi pubblici rappresentato nel grafico 20.5: qui infatti Praga detiene il record con quasi il 70% mentre a Siviglia corrisponde il valore del 22,7%.

Grafico 20.4 - Percentuale delle entrate dal biglietto rispetto ai costi operativi dei sistemi di trasporto pubblico per alcune città europee.

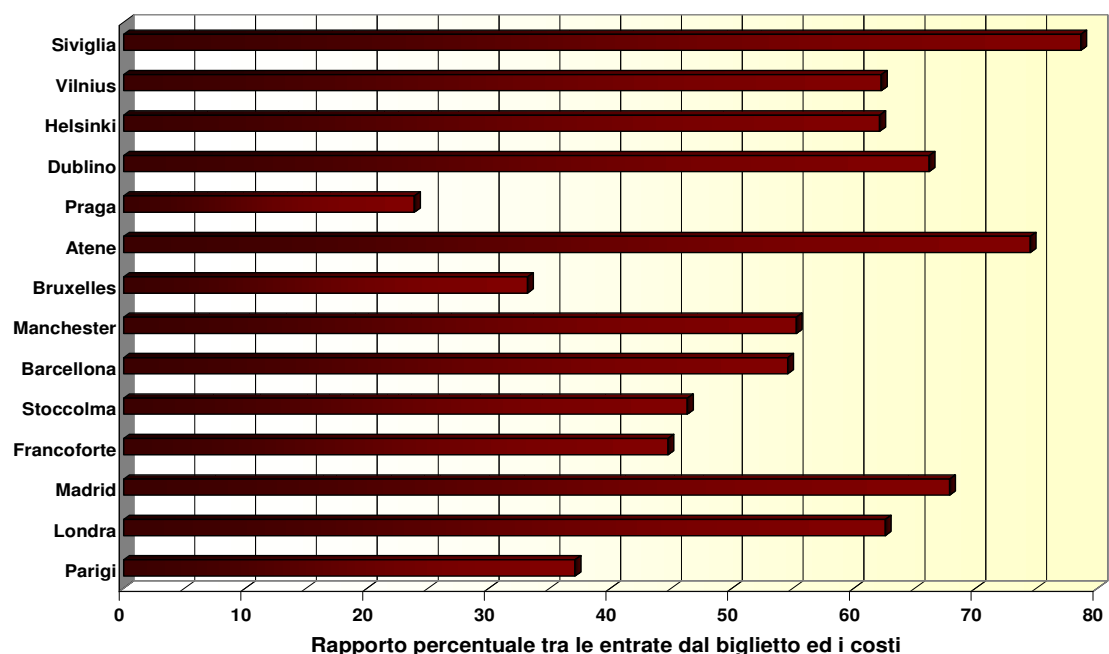
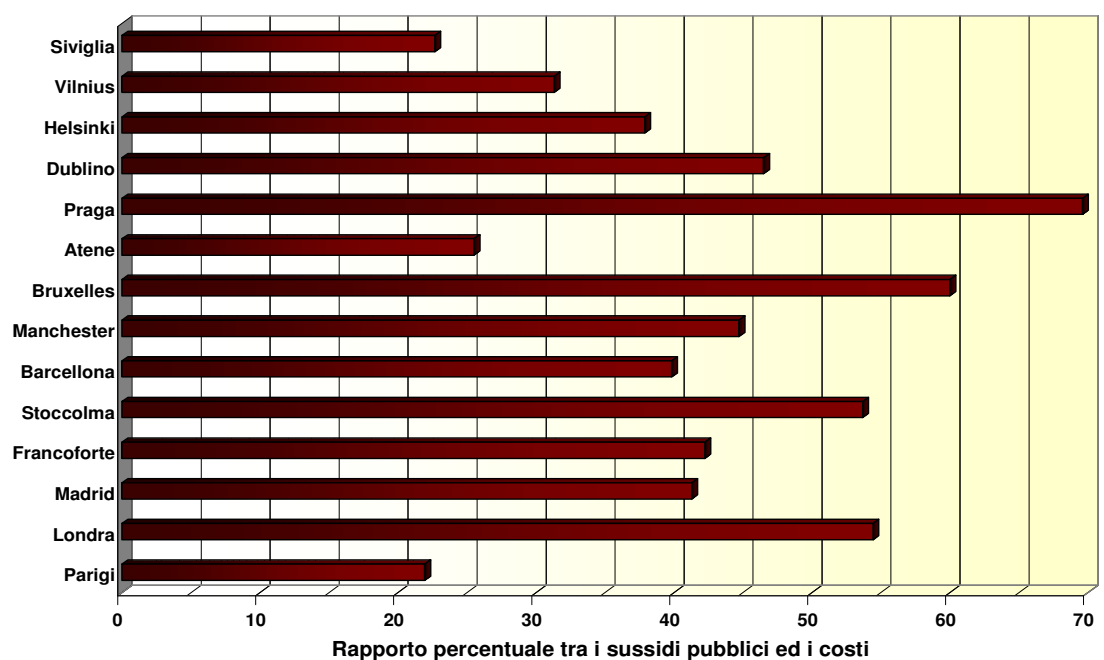


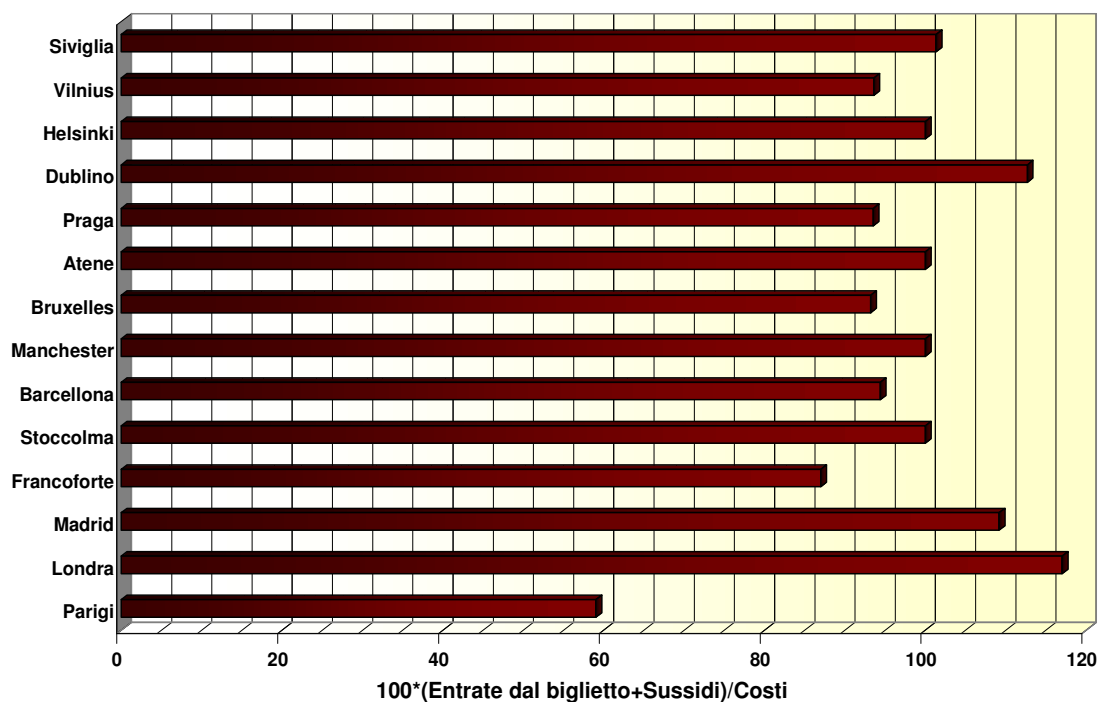
Grafico 20.5 - Percentuale dei sussidi pubblici rispetto ai costi operativi dei sistemi di trasporto pubblico per alcune città europee.



Il grafico 20.6 permette di evidenziare come in alcune realtà urbane europee i sistemi di trasporto pubblico riescono a trovare “sostentamento” dal mutuo apporto delle entrate dal biglietto e dai sussidi pubblici (Londra detiene il record con un rapporto del 117%), mentre in altre città ciò non è sufficiente a compensare la spesa (il rapporto di Parigi è solo del 59%).

Quanto appena detto non permette però di fare un bilancio costi-benefici definitivo, in quanto i costi operativi considerati non comprendono i costi esterni che possono rimettere a loro volta in gioco le valutazioni suddette.

Grafico 20.6 - Percentuale della sommatoria delle entrate dal biglietto e dei sussidi pubblici rispetto ai costi operativi dei sistemi di trasporto pubblico per alcune città europee.



Passando ora alle città italiane, i valori dei costi operativi del trasporto pubblico sono rappresentati nella tabella 21.4. Essa raccoglie sia i dati relativi al 2003, sia quelli relativi al 2005 (espressi in euro al chilometro). Dal loro confronto (rappresentato nel grafico 20.7) si può ricavare la variazione percentuale tra le due annualità (rappresentata nel grafico 20.8).

Il dato più eclatante è che nessuna città ha avuto un abbassamento dei costi operativi, mentre solo Modena ha mantenuto inalterato il valore corrispondente.

Tabella 21.4 – Confronto dei costi operativi dei sistemi di trasporto pubblico per le città italiane tra l'anno 2003 e l'anno 2005 (dati ISTAT).

Città	Anno 2003 (euro/km)	Anno 2005 (euro/km)	Variazione %
Bari	2,94	3,22	9,52
Modena	3,00	3,00	0,00
Verona	3,20	3,50	9,37
Parma	3,20	3,57	11,56
Taranto	3,46	3,72	7,51
Venezia	3,48	3,70	6,32
Brescia	3,86	4,60	19,17
Trieste	4,08	4,41	8,09
Palermo	4,14	4,79	15,70
Catania	4,19	4,71	12,41
Torino	4,20	4,50	7,14
Napoli	5,12	5,75	12,30
Genova	5,21	5,70	9,40

Grafico 20.7 – Confronto dei costi operativi dei sistemi di trasporto pubblico per le città italiane tra l'anno 2003 e l'anno 2005

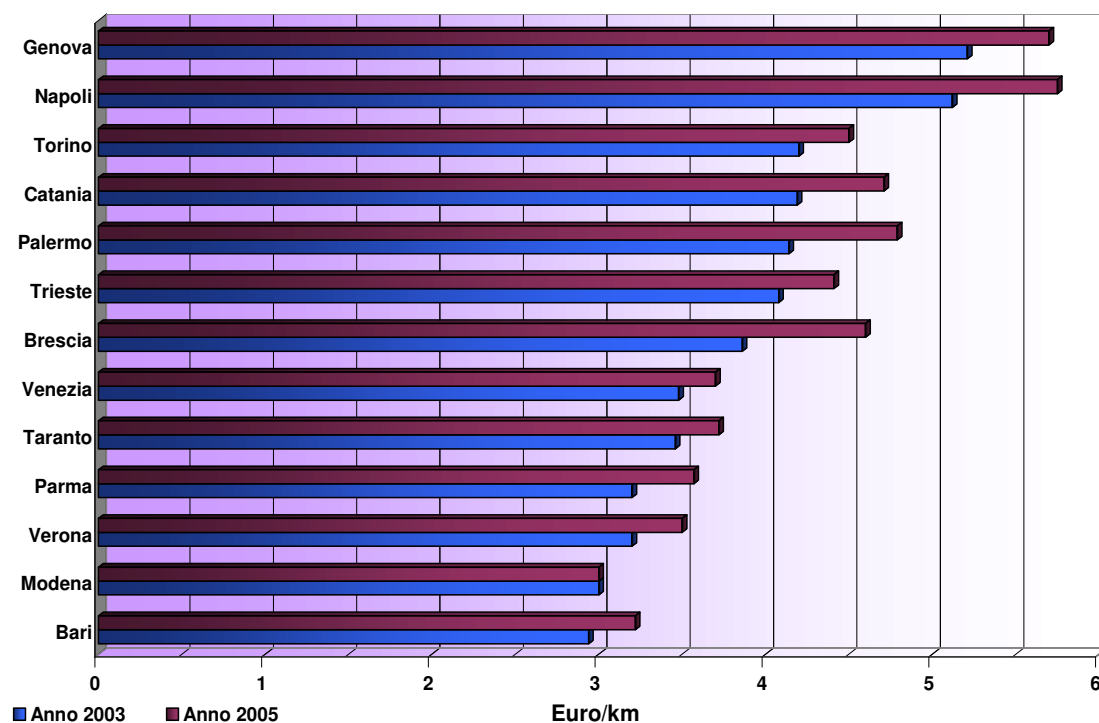
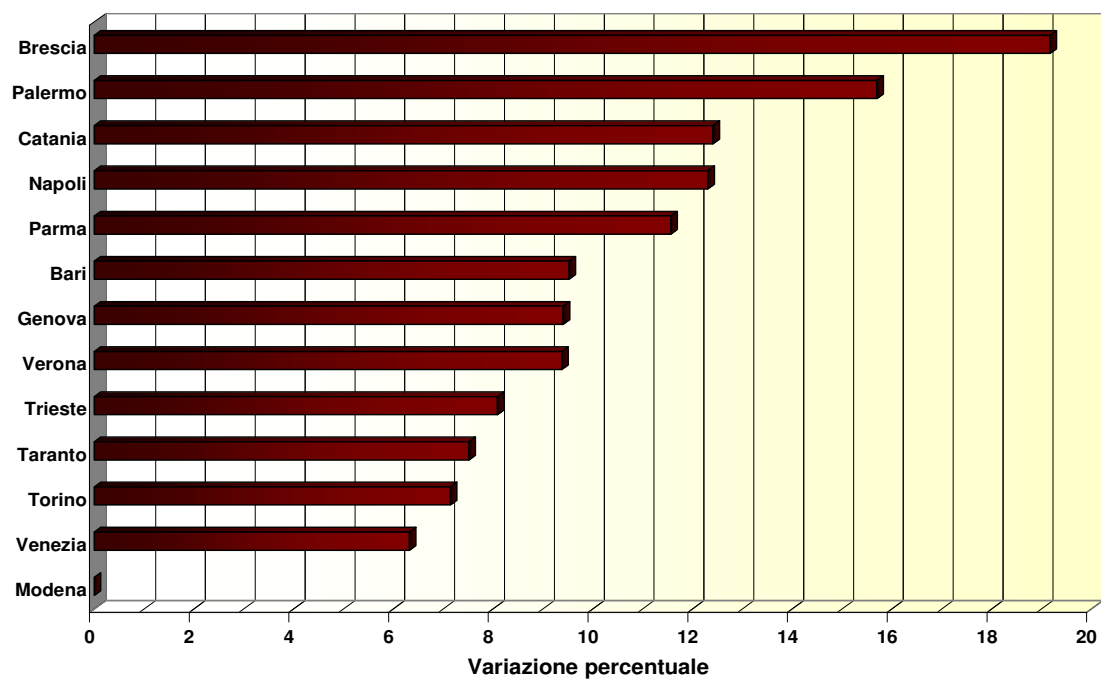


Grafico 20.8 - Variazione percentuale dei costi operativi dei sistemi di trasporto pubblico per le città italiane tra l'anno 2003 e l'anno 2005 in ordine decrescente



3.7.1 Le tariffe dei sistemi di trasporto pubblico

La tabella 20.1 offre una panoramica delle tariffe delle città campione applicate ai sistemi integrati di trasporto pubblico. Si evidenzia la differenza di attenzione esistente riguardo alla sfera sociale (riferita soprattutto agli anziani e studenti) tra le varie realtà urbane.

Tabella 20.1 – Tariffe dei biglietti (espresse in euro) dei sistemi di trasporto pubblico nell'area metropolitana in ordine alfabetico (dati EMTA, Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002).

Città	Singolo	Giornaliero	Coupon	Abb. Mensile	Abb. Annuale	Abb. Studenti	Abb. Anziani	Anno
Atene	0,45 -0,7	n.d.	n.d.	35 -17,5	350 - 175	8,8 - 17,5	n.d.	2002
Barcellona	4,10	12,00	2,44	103,00	274,30	233,20	n.d.	2002
Bari	0,77	n.d.	n.d.	30,99	232,41	agevolazioni	agevolazioni	2005
Berlino	35,70	n.d.	n.d.	142,80	1357,00	107,10	n.d.	2002
Birmingham	1,90	7,18	n.d.	81,20	962,19	227,00	gratis	2002
Bologna	1,00	n.d.	n.d.	30,00	270,00	agevolazioni	n.d.	2005
Bruxelles	1,80	3,70	1,20	58,70	532,30	401,00	gratis	2002
Cagliari	0,77	n.d.	n.d.	23,24	306,58	agevolazioni	agevolazioni	2005
Catania	0,80	n.d.	n.d.	36,00	360,00	agevolazioni	agevolazioni	2005
Dublino	2,60	n.d.	7,70	81,20	962,20	227,00	gratis	2002
Firenze	1,00	n.d.	n.d.	31,00	310,00	agevolazioni	agevolazioni	2005
Francoforte	6,6-11	n.d.	22,00	188,70	1087,00	141,50	n.d.	2002
Genova	1,00	n.d.	n.d.	32,00	285,00	agevolazioni	agevolazioni	2005
Helsinki	3,00	n.d.	2,20	61,00	610,00	46,00	46,00	2002
Londra	3,40	n.d.	15,30	204,30	2127,80	87,40	gratis	2002
Madrid	2,60	n.d.	2,00	58,90	647,40	39,00	8,70	2002
Milano	1,00	n.d.	n.d.	30,00	300,00	agevolazioni	agevolazioni	2005
Napoli	1,00	n.d.	n.d.	30,00	240,00	agevolazioni	agevolazioni	2005
Palermo	1,00	n.d.	n.d.	46,65	459,00	agevolazioni	agevolazioni	2005
Parigi	18,00	18,00	14,40	128,00	1298,80	742,50	n.d.	2002
Praga	1,30	n.d.	n.d.	29,40	n.d.	n.d.	n.d.	2002
R. Calabria	0,80	n.d.	n.d.	23,20	206,00	n.d.	n.d.	2005
Roma	1,00	n.d.	n.d.	30,00	230,00	agevolazioni	agevolazioni	2005
Siviglia	1,00	n.d.	0,75	n.d.	n.d.	n.d.	metà costo	2002
Taranto	0,80	n.d.	n.d.	28,00	300,00	agevolazioni	agevolazioni	2005
Torino	0,90	n.d.	n.d.	32,00	275,00	agevolazioni	agevolazioni	2005
Trieste	1,05	n.d.	n.d.	23,35	233,70	agevolazioni	n.d.	2005
Valencia	1,90	n.d.	9,25	43,30	n.d.	32,50	n.d.	2002
Varsavia	1,20	3,40	n.d.	24,30	61,00	12,10	12,60	2002
Venezia	1,00	n.d.	n.d.	12,00 - 29,00	143,00 - 330,00	agevolazioni	agevolazioni	2005
Verona	1,00	n.d.	n.d.	36,00	370,00	agevolazioni	agevolazioni	2005
Vienna	n.d.	n.d.	n.d.	167,90	1631,30	19,60	n.d.	2002

4 Conclusioni

4.1 Risultati della ricerca

Il presente lavoro ha evidenziato da un lato i limiti dell'interpretazione dei fenomeni derivanti dalla disomogeneità dei dati, dall'altro fornisce un valido punto di partenza per alcune considerazioni di carattere generale.

Nella ricerca ed elaborazione delle informazioni, sono state individuate le "criticità" di seguito riportate:

- a) le diverse metodologie di reperimento dei dati da parte delle società o enti preposti;
- b) le condizioni al contorno (il territorio, i fattori climatici e meteorologici);
- c) il diverso grado di approssimazione nella formulazione del valore finale;
- d) i tempi di reperimento non coincidenti (variabili spesso di diversi anni).

Quanto appena detto ha comportato situazioni in cui le informazioni erano contraddittorie, riproducendo realtà distorte.

Possiamo quindi elencare le caratteristiche che i dati raccolti dovrebbero possedere per poter effettuare uno studio rigoroso:

- a) Il bacino di reperimento degli indicatori deve essere omogeneo;
- b) Occorre una garanzia di qualità dei dati;
- c) Il flusso di informazioni necessita di maggiore efficienza;
- d) La scelta degli indicatori e delle metodologie per il loro studio devono essere uguali e condivisi da tutti gli organi tecnici europei competenti;
- e) Le informazioni devono essere il meno possibile "contagate" da fattori esterni non facilmente valutabili;
- f) L'acquisizione di tutti gli indicatori deve avvenire (per quanto possibile) con la stessa cadenza temporale per tutti i contesti urbani europei.

4.2 Le proposte di intervento per una mobilità sostenibile

I provvedimenti presi dalle amministrazioni locali riguardo il problema della mobilità sono limitati (soprattutto in Italia) a interventi una tantum (es. giornate a targhe alterne). Questi strumenti sono oramai inefficaci, anche perché gli effetti nocivi dell'inquinamento sull'uomo sono causati da esposizioni a lungo termine alle sostanze tossiche.

Le città senza un sistema di trasporto sostenibile non saranno in grado di competere sotto il profilo economico e attireranno meno gente che voglia viverci o lavorarci.

Un sistema dei trasporti sostenibile dovrebbe rispettare alcuni criteri di base per ciascuno degli ambiti fondamentali della sostenibilità:

- a) *Ambito sociale*: permettere l'accesso e lo sviluppo di base ai servizi essenziali per la società in armonia con la salute umana e con gli ecosistemi, rispettando criteri di equità per le generazioni attuali e per quelle future;
- b) *Ambito economico*: deve essere accessibile economicamente, in grado di operare in modo equo e efficiente, permettere la scelta tra diversi modalità di trasporto, supportare da un lato un'economia competitiva, dall'altro lo sviluppo del territorio;
- c) *Ambito ambientale*: limitare le emissioni e la produzione dei rifiuti entro le capacità di assorbimento del pianeta (e del contesto urbano), estendere l'utilizzo delle risorse rinnovabili e minimizzare quello delle risorse non rinnovabili, minimizzando l'impatto sul territorio e sulla popolazione.

Si rende necessario quindi agire su tutti i fronti della mobilità urbana con interventi "hard", creando nell'ambito di progetti pluriennali delle condizioni di vita più dignitose.

Attualmente la strada preferenziale verso il raggiungimento dell'ambizioso obiettivo della sostenibilità del sistema dei trasporti nelle aree urbane è legata a un approccio integrato tra le strategie disponibili.

I principali interventi da effettuare sono:

- a) convertire integralmente i mezzi pubblici su gomma con alimentazioni meno inquinanti (metano, celle combustibili);
- b) creare corsie preferenziali per favorire la mobilità pubblica e diminuire quella privata;
- c) realizzare un'estesa rete di percorsi ciclabili, offrendo ai ciclisti lo spazio necessario per il collocamento delle bici sui mezzi pubblici;
- d) informare i cittadini in tempo reale (tramite l'installazione di sistemi informativi) sulle frequenze di transito e sulla capienza dei mezzi pubblici;

- e) potenziare i nodi di scambio e quelli intermodali dei sistemi di trasporto pubblico;
- f) i decisori e le aziende di trasporto devono coinvolgere il più possibile i cittadini nelle scelte e nei programmi riguardanti la mobilità;
- g) trovare un equilibrio tra trasporto collettivo ed individuale, tenendo conto delle tematiche economiche, ambientali e sociali.

Accanto alle strategie di sostenibilità del sistema di trasporto urbano (di cui la letteratura ne è piena) trova maggiore interesse, ai fini di questo studio, la presentazione dell'*Algoritmo della pianificazione sostenibile dei sistemi di trasporto urbano*¹. La struttura logica (o algoritmo) è formata da una successione di *steps* qui di seguito riportati: Step 1: Identificare gli obiettivi. Essi rappresentano il punto di partenza della nostra struttura ed indicano la via per il miglioramento ma non gli strumenti per ottenerlo. Gli obiettivi più rilevanti ai fini della sostenibilità sono:

- a) Efficienza economica
- b) Protezione dell'Ambiente
- c) Strade e quartieri vivibili
- d) Sicurezza
- e) Equità ed inclusione sociale
- f) Contributo alla crescita economica
- g) Equità intergenerazionale

Step 2: Identificare gli indicatori e i target. Accanto ai valori degli indicatori fissati per legge, può essere utile fissare dei "target di prestazione" per facilitare confronti, monitorare il rendimento di una strategia e verificare il raggiungimento degli obiettivi.

Step 3: Identificare i problemi.

Step 4: Identificare gli strumenti politici che consentono di superare i problemi. E' prevedibile che alcuni strumenti politici incontrino delle barriere (intese come ostacoli che impediscono o limitano la realizzazione di uno strumento politico). Esse possono essere raggruppate in quattro categorie:

- a) Barriere legali, politiche e istituzionali
- b) Barriere finanziarie
- c) Barriere culturali

¹ Tale algoritmo viene presentato secondo la trattazione proposta da: A.D. May, *Strategie sostenibili di trasporto ed uso del territorio – Guida per i decisori*, Institute for Transport Studies, University of Leeds, 2003 (UK)

d) Barriere pratiche e tecnologiche

Step 5: Definire la strategia. Essa consiste in un pacchetto di strumenti teso a raggiungere gli obiettivi prefissati e a superare le barriere incontrate, secondo un approccio integrato.

L'orizzonte temporale più appropriato per una strategia varia dai 15 ai 20 anni. Uno dei principali svantaggi è tuttavia rappresentato dalle incertezze del futuro, ed in particolare da quelle derivanti da fenomeni esterni al sistema di trasporto, quali ad esempio i mutamenti economici e demografici.

Step 6: Definire i modelli di previsione. Un modello è la rappresentazione (matematica) delle relazioni tra il sistema di trasporto ed uso del territorio ed è utilizzato per prevedere gli impatti delle *strategie*. Una preoccupazione comune riguarda l'affidabilità dei modelli: la semplificazione della realtà porta all'omissione di alcune interazioni ed all'approssimazione di altre.

Step 7: Effettuare una stima. Essa si riferisce a quel generico processo valutativo che determina il giudizio di merito rispetto a come una strategia si comporterà. Si può utilizzare una stima per effettuare:

- a) L'analisi costi-benefici che utilizza il dato economico come metro di giudizio.
- b) L'analisi multi-criteria che consente di assegnare differenti pesi agli indicatori, obiettivi e gruppi d'impatti.

Step 8: L'ottimizzazione. E' il processo (matematico) per determinare la *strategia ottimale*. L'ottimizzazione si esplica nell'identificazione della soluzione migliore in presenza di determinati vincoli. Il nocciolo dell'ottimizzazione è rappresentato dalla definizione della funzione obiettivo, ovvero uno o più *obiettivi* incorporati in un'espressione matematica.

Step 9: La fase di implementazione e valutazione. La valutazione consiste nell'effettuare indagini conoscitive prima e dopo la realizzazione della strategia. In tal modo si ha l'opportunità di analizzarne gli effetti rispetto agli indicatori di prestazione ed agli obiettivi.

Step 10: Il Monitoraggio. Esso consiste nella misurazione continua di tutti i parametri che caratterizzano il sistema di trasporto. Un programma di monitoraggio regolare tiene sotto controllo gli eventuali mutamenti delle problematiche.

5 Bibliografia

Pubblicazioni:

Rapporto Ecosistema Urbano Europa, Ambiente Italia – Istituto di Ricerche, in collaborazione con Dexia-Crediop e Legambiente, Milano 2006

Urban Transport Benchmarking Initiative – Year two, Final Report, Transport & Travel Research, 2005

I Rapporto APAT, Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale, "Qualità Ambientale nelle aree Metropolitane Italiane" – *Qualità dell'Ambiente Urbano*, edizione 2004

The 2002 Urban Mobility Report, Texas Transportation Institute, The Texas A&M University System, 2002

Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas 2002, European Metropolitan Transport Authorities, 2004

A. D. May, *Strategie sostenibili di trasporto ed uso del territorio – Guida per i decisori*, Institute for Transport Studies, University of Leeds, 2003 (UK)

London Travel Report 2005 - Group Transport Planning and Policy, Finance and Planning, Transport for London

Hermess-Asstra-Isfort, *Dove vanno a finire i passeggeri? Terzo Rapporto sulla mobilità urbana in Italia*, Roma, 2006

Campilongo G., *Aree metropolitane - Città metropolitane: pianificazione strategica e governo dell'area metropolitana in Qualità dell'ambiente urbano* - III Rapporto, APAT, Roma, 2006

V. Poluzzi, S. Arda, C. Maccone, A. Callegari, M. Cantini - ARPA Emilia Romagna, *Proposta di indicatori per un rapporto di sostenibilità degli ecosistemi urbani*

G. Silvestrini., *L'andamento storico della mobilità urbana*, 2002

Un biglietto per il futuro -3 Fermate per la mobilità sostenibile, Unione Internazionale Trasporti Pubblici, Bruxelles 2003

Millennium Cities Database, Unione Internazionale Trasporti Pubblici

Siti internet:

<http://www.eukn.org/eukn/>
(European Urban Knowledge Network)

<http://www.local-pi-library.gov.uk/library.asp>
(Library of local performance indicators)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
(Pub-med National library of medicine service data base)

<http://ejournals.ebsco.com/>
(Electronic journal services, Ebsco Journal Service)

<http://www.sciencedirect.com/science/journals/>
(Science Direct)

<http://www.eea.europa.eu/>
(EEA: European Environment Agency, Unione Europea)

<http://www.environment-agency.gov.uk/>
(Environment Agency, Regno Unito)

<http://www.ifen.fr/>
(IFEN, Institut Français de l'Environnement, Francia)

<http://www2.ademe.fr/>
(ADEME, Francia Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)

<http://www.umweltbundesamt.de/>
(UBA: Umweltbundesamt - Federal Environment Agency, Germania)

<http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/es/>
(Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio - Department of Environment and regional planning, Spagna)

<http://www.naturvardsverket.se/>
(Naturvardsverket - Swedish EPA/Environmental Protection Agency, Svezia)

<http://www.epa.gov/>
(EPA: US Environmental Protection Agency, USA)

<http://acnp.cib.unibo.it/cgi-ser/start/it/cnr/fp.html>
(Catalogo Italiano dei Periodici – ACNP)

<http://countries.eea.europa.eu/SERIS>

<http://www.atac.roma.it>

<http://urbanrail.net>

<http://www.urbanaudit.org>

<http://www.istat.it/>

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>

<http://www.aci.it/>

<http://www.tfl.gov.uk/>

<http://www.ratp.fr/>

<http://www.oasa.gr/>

<http://www.ambienteitalia.it>

<http://www.dexia-crediop.it>

<http://www.dexia.com>