

LO STUDIO DELLA MOBILITA' NELLE PRINCIPALI
AREE URBANE ITALIANE: VALUTAZIONE E
ANALISI ATTRAVERSO GLI INDICATORI

Dr.ssa Federica Pascalizi

Tutor: Dr.ssa Silvia Brini

Co-tutor: Dr. Giorgio Cattani

PREFAZIONE

La mobilità nelle aree urbane è un tema centrale nelle agende dei decisori sia a livello nazionale che a livello locale.

In particolare azioni urgenti, integrate, condivise, pianificate appaiono necessarie al fine di ridurre i notevoli impatti sulla qualità della vita nelle aree urbane che il sistema di mobilità delle persone e delle merci determina sulla sfera economica, ambientale e sociale.

A valle dell'esperienza condotta negli ultimi quattro anni dall'APAT con il progetto "Qualità ambientale nelle aree metropolitane italiane", risulta quanto mai opportuno che siano disponibili informazioni sulla mobilità sostenibile nelle città prodotte con metodologie armonizzate a livello nazionale rendendo pertanto confrontabili i dati appartenenti a diverse realtà urbane. Da tale considerazione nasce l'idea di costituire in APAT un "Osservatorio sulla mobilità sostenibile urbana" che rappresenti fra l'altro il terreno dove condividere le esperienze maturate nelle varie realtà locali e nazionali, far emergere le politiche e le azioni più efficaci adottate e favorire il loro trasferimento ad altre realtà individuando gli strumenti necessari per rimuovere le eventuali barriere. I cardini per il sostegno alle scelte dei decisori sono gli strumenti di monitoraggio qualitativo e quantitativo dello stato e del trend insieme agli scenari futuri legati all'implementazione di azioni correttive.

La disponibilità di strumenti quali set di indicatori condivisi a livello nazionale e utilizzabili per le scelte locali risulta particolarmente sentita dai vari Soggetti coinvolti nella valutazione e gestione del problema mobilità nelle aree urbane.

La tesi di stage propone un set di indicatori frutto di una selezione, basata sulla letteratura scientifica accreditata a livello nazionale e internazionale sul tema e condotta nell'ambito della Tesi di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio "Mobilità urbana e salute: proposta di un modello nazionale di indicatori per la valutazione della sostenibilità".

Nell'ambito dello stage sono stati affrontati tutti i temi relativi al popolamento degli indicatori: il reperimento dei dati, il controllo della qualità degli stessi, la significatività degli indicatori e le diverse chiavi interpretative che essi possono offrire.

Viene quindi fornito, per gli indicatori che sono risultati popolabili, un quadro esauriente relativo allo stato e al trend della mobilità nelle città italiane capoluogo di provincia aventi più di 150.000 abitanti.

Silvia Brini e Giorgio Cattani

ABSTRACT

Lo studio nasce dalla constatazione che il sistema dei trasporti, dominato dalla crescente domanda di mobilità e dall'aumento dello squilibrio modale a favore del trasporto privato, sta diventando sempre meno sostenibile.

Il lavoro propone un set di indicatori di mobilità sostenibile urbana creato e sviluppato nel corso di un precedente lavoro: partendo dagli indicatori più significativi, è stato costruito un set di 21 indicatori da utilizzarsi come strumento di valutazione sensibile e specifico, ma nello stesso tempo facilmente rilevabile sull'intero territorio nazionale.

Nel primo capitolo viene introdotto il concetto di "mobilità sostenibile", cioè l'applicazione della sostenibilità alla politica dei trasporti, e viene presentato il set di indicatori basato sul modello DPSEEA (Determinanti, Pressioni, Stato, Esposizione, Effetti, Azioni).

Il secondo capitolo è destinato alla esplicazione delle correzioni apportate al set di partenza e della metodologia applicata per la stesura del lavoro. Sono stati considerati i 24 capoluoghi di provincia con popolazione superiore ai 25.000 abitanti, che l'APAT ha studiato per la redazione del Rapporto annuale "Qualità dell'ambiente urbano", ed è stata svolta un'accurata analisi per 13 degli indicatori proposti.

L'analisi di ogni indicatore è organizzata secondo una scheda che si compone di una parte descrittiva (unità di misura, obiettivo perseguito e fonti utilizzate) e di una parte di elaborazione dei dati raccolti, attraverso grafici e tabelle.

In alcuni casi la scheda si conclude con una sezione dedicata alle osservazioni nella quale vengono approfondite delle tematiche emerse durante lo studio dell'indicatore o vengono riportate delle informazioni utili ad una maggiore comprensione del tema trattato.

Nell'ultimo capitolo si riportano le osservazioni emerse durante l'analisi dei dati: il popolamento evidenzia per le maggiori aree urbane italiane una situazione abbastanza critica sia sotto gli aspetti del trasporto (offerta del servizio di trasporto pubblico, consistenza del parco veicolare, numero di incidenti stradali) sia sotto quelli dell'inquinamento atmosferico.

Per concludere si riportano due tabelle riassuntive per valutare complessivamente la qualità del set di indicatori proposto e l'effettiva disponibilità dei dati con il loro grado di aggiornamento.

Il set sembra abbastanza valido anche se non è possibile attualmente reperire i dati per tutti gli indicatori, in particolare per quelli che riguardano la classe delle “Esposizione” e delle “Risposte”. Inoltre, spesso non si dispone di serie storiche e quindi non si può valutare nel tempo la variazione del fenomeno studiato.

Risulta quindi evidente la necessità di creare una metodologia di rilevazione delle informazioni condivisa e omogenea che permetta di rendere confrontabili le varie realtà locali e di verificare nel tempo le prestazioni delle politiche di sostenibilità intraprese.

STUDY OF MOBILITY IN THE MAIN ITALIAN URBAN AREAS: EVALUATION AND ANALYSIS THROUGH AN INDICATORS SET

ABSTRACT

This study grew out of the observation that the transport system, ruling from the increasing question of mobility and from the increase of the modal unbalance in behalf of the private transport, it's becoming less and less sustainable.

The work proposes a set of indicators of urban sustainable mobility created and developed during a previous study: leaving from the most significant indicators, has been built a set of 21 indicators to use itself like tool of sensitive and specific evaluation, but at the same time easy noticeable on the whole national territory.

In the first chapter it is introduced the concept of *sustainable mobility*, that is the implementation of sustainability concept to transport policy, and it is introduced the set based on the DPSEEA model (Determinant, Pressures, State, Exposure, Effects, Actions).

The second chapter is dedicated to explain the methodology used in order to make the corrections of the set and to evaluate indicator's implementation.

There have been considered the 24 greater Italian urban areas, than the APAT studies in the annual Report "Quality of the urban environment" and it has been developed an accurate analysis for 13 of the indicators proposals.

Analysis of every indicator is organized according to a data sheet which composes of a descriptive part (unit of measurement, pursued objective and used sources) and a part of elaboration data, through diagrams and tables.

In a few cases the data sheet is completed by a section dedicated to the observations or information for a bigger understanding of the topic.

The last chapter includes the observations that emerged during the data analysis: population of indicators has allowed to notice the critical situation for the greater Italian

urban areas. The biggest problem regards the negative impacts of the urban mobility in terms of quality of the life and air pollution.

Finally two tables are brought back in order to estimate on the whole the quality of set proposed and the real availability of the data with their updating. The set seems enough effective but it is not currently possible to find the data for all the indicators, such as for the class of “Exposure” and “Actions”.

Moreover, the historical series are often not available and the modification of the phenomenon cannot be estimated.

As a consequence, it is important to create a common and homogeneous methodology for survey information which allows the comparison among local realities and to verify the undertaken policies.

INDICE

Capitolo 1

INTRODUZIONE	1
§ 1.1 L'analisi della domanda di trasporto in Europa e in Italia	1
§ 1.2 La tematica dell'ambiente urbano nella politica comunitaria	3
§ 1.3 Il concetto di sostenibilità nel settore dei trasporti urbani	5
§ 1.4 Lo studio della sostenibilità dei trasporti urbani attraverso gli indicatori	7
§ 1.5 Creazione di un set di indicatori per la valutazione della mobilità urbana sostenibile	9

Capitolo 2

METODOLOGIA	13
§ 2.1 Le correzioni apportate al set di indicatori originale	13
§ 2.2 La scelta delle città e i criteri di popolamento del set di indicatori	15

Capitolo 3

IL POPOLAMENTO DEL SET DI INDICATORI	20
§ 3.1 Le schede degli indicatori trattati	20
<u>INDICATORE 1</u> Linee urbane di trasporto pubblico di superficie: percentuale di copertura del territorio comunale in base all'estensione chilometrica	22
<u>INDICATORE 2</u> Flotta veicolare privata (auto, motocicli e ciclomotori) conforme agli standard di emissione atmosferica	29
<u>INDICATORE 3</u> Modalità degli spostamenti casa-scuola degli alunni della scuola elementare	41
<u>INDICATORE 4 - 5</u> Stima delle emissioni di materiale particolato PM ₁₀ e degli ossidi di azoto (NO _x) per il settore dei trasporti stradali	50
<u>INDICATORE 6</u> Rapporto tra la popolazione e la dimensione del parco veicolare privato (autoveicoli, motocicli, ciclomotori)	63

<u>INDICATORE 7</u> Rapporto tra il numero di viaggiatori trasportati e la popolazione servita dal trasporto pubblico locale	76
<u>INDICATORE 8</u> Percentuale di giorni, su base annua, in cui vengono superati gli standard di qualità dell'aria per il PM ₁₀ , il biossido di azoto (NO ₂) e l'ozono (O ₃)	82
<u>INDICATORE 9</u> Concentrazione di particolato PM ₁₀	98
<u>INDICATORE 10</u> Concentrazione degli ossidi di azoto NO _x	105
<u>INDICATORE 13 - 14</u> Mortalità e infortuni da incidente stradale	110
<u>INDICATORE 18</u> Estensione delle zone con limitazioni alla circolazione	122
<u>INDICATORE 19</u> Densità delle piste ciclabili	129
 <i>Conclusioni</i>	 136
 <i>Bibliografia</i>	 139

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

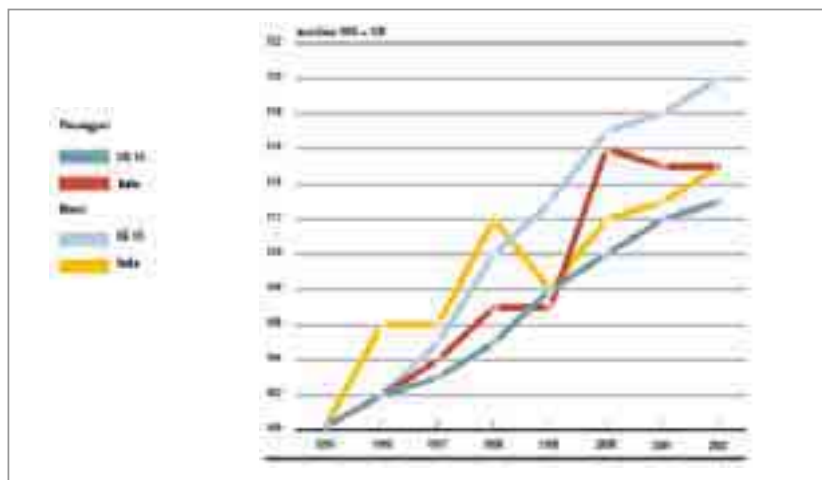
§1.1 L'analisi della domanda di trasporto in Europa e in Italia

Nell'ultimo decennio si sono verificati cambiamenti economici e sociali che hanno inciso significativamente sull'andamento quantitativo e qualitativo del traffico passeggeri e del traffico merci in tutta l'Unione europea.

In particolare, l'aumento del reddito disponibile e del tempo libero, lo sviluppo dell'assetto urbano e metropolitano con la progressiva dispersione delle residenze, la delocalizzazione degli insediamenti produttivi, sono da ritenersi tra le cause prevalenti dell'incremento dei volumi di traffico.

L'analisi dei dati (Fig.1) mostra infatti un andamento crescente della domanda di trasporto e la ripartizione modale dei flussi di passeggeri e merci conferma la tradizionale prevalenza, anch'essa crescente, del trasporto su strada¹.

Fig.1 Domanda di trasporto passeggeri e merci in Italia e nella UE

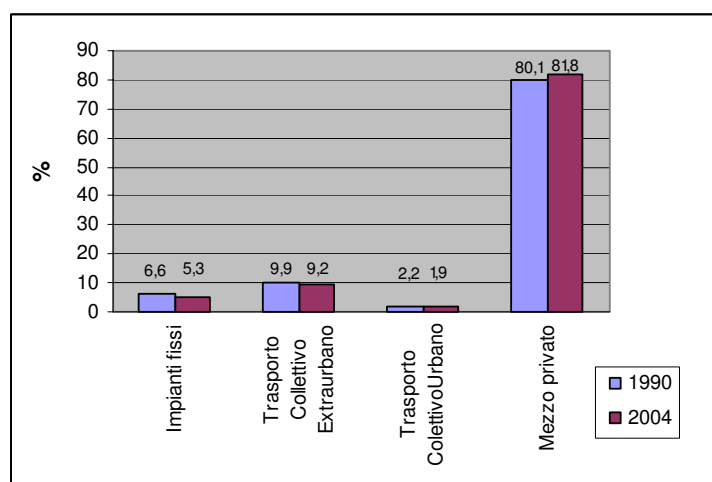


Fonte: MATT(2002)

¹ Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (a cura di), 2006.

Riguardo alla quota della mobilità passeggeri su strada, la mancanza di un approccio integrato tra politiche urbanistiche e politiche dei trasporti ha decretato la supremazia quasi indiscussa dell'autovettura privata, la cui incidenza percentuale passa da circa l'80% nel 1990 a circa l'82% nel 2004², come emerge anche dalla figura sotto riportata (Fig.2).

Fig.2 Ripartizione modale del traffico passeggeri su strada



Fonte: elaborazione su dati MATT (2005)

Le previsioni relative alla crescita dei trasporti nell'Europa occidentale indicano che, persistendo l'andamento attuale, tra il 1990 e il 2010 si potrebbe avere un aumento del 25-30% del numero di automobili e un aumento del 25% dei chilometri percorsi ogni anno da ogni automobile³.

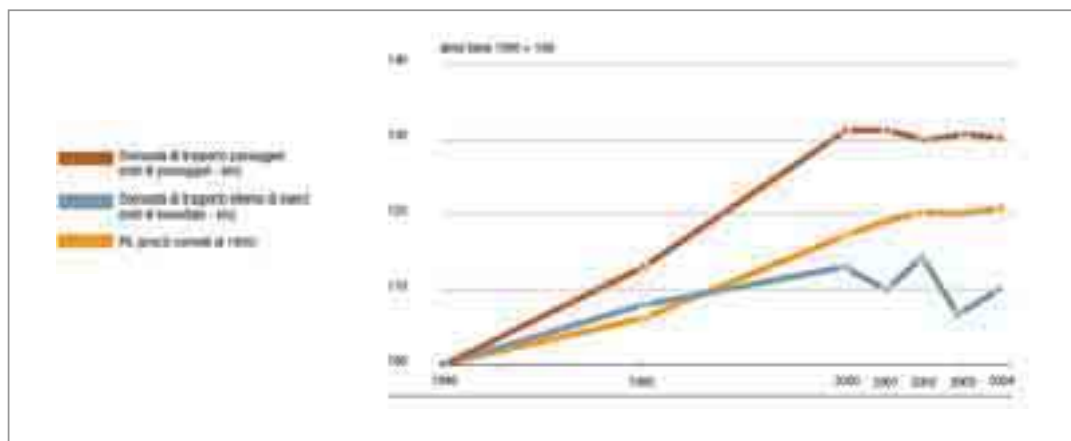
L'analisi dei dati rilevati in Italia pone in evidenza un andamento sostanzialmente simile, seppure si registrino nel nostro Paese degli incrementi percentuali annui lievemente maggiori (Fig. 3) rispetto a quelli del resto d'Europa⁴: il tasso di motorizzazione risulta infatti tra i più elevati e l'Italia si colloca ai primi posti in ambito comunitario per numero di veicoli circolanti in relazione alla popolazione.

² European Commission (a cura di), 2001a.

³ AMICI DELLA TERRA (a cura di), 2002.

⁴ Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (a cura di), 2005.

Fig.3 Andamento della domanda di trasporto in Italia



Fonte: MATT (2005)

A causa della vasta e articolata presenza di attività residenziali e produttive, il trasporto nell'ambito delle aree urbane e metropolitane cresce e sempre di più interessa l'intero sistema della mobilità; inoltre l'offerta di trasporto pubblico appare prevalente per il trasporto extraurbano mentre il numero di autobus utilizzati per il servizio urbano è rimasto sostanzialmente invariato negli ultimi anni⁵.

§1.2 La tematica dell'ambiente urbano nella politica comunitaria

In Europa, a partire dai primi anni '90, si è assistito all'intensificarsi delle iniziative e dei progetti che hanno l'ambiente urbano come focus principale. Il *Sesto Programma d'Azione in materia di ambiente*⁶ sottolinea che la qualità della vita e dell'ambiente nelle aree urbane sono fra le azioni strategiche prioritarie per far fronte alle sfide ambientali odierne. Conformemente a tale Programma, la Commissione europea ha fornito, una prima analisi dei problemi da affrontare nelle aree urbane. Uno dei temi trattati è quello dei trasporti urbani sostenibili che occupano un posto di primo piano nel contesto dei cambiamenti

⁵ ISFORT (a cura di), 2005.

⁶ European Commission (a cura di), 2001b.

climatici, della qualità dell'aria e della qualità della vita dei cittadini. Attraverso l'approvazione di una *Strategia tematica sull'ambiente urbano*⁷ l'Unione europea intende:

- promuovere le migliori pratiche, favorendone la diffusione in Europa ed incentivando un efficace collegamento in rete e uno scambio di esperienze tra città;
- fornire un sostegno finanziario, mettendo a disposizione fondi per la ricerca e la formazione;
- elaborare orientamenti specifici e incentivare l'istituzione di punti di consulenza nazionali per le città.

Nell'ambito prettamente trasportistico, il documento redatto dalla Commissione Europea "*Libro Bianco - la politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte*", rileva che l'incremento del traffico e la congestione vanno di pari passo con l'aumento dell'inquinamento atmosferico ed acustico e degli incidenti. Si sottolinea, tra le altre cose, la necessità di sviluppare l'intermodalità nei trasporti e di mettere la ricerca e la tecnologia a servizio di trasporti puliti ed efficienti.

Sebbene tale documento sia stato recentemente revisionato (Giugno 2006), a livello internazionale appare sempre più sentita la necessità di considerare a parte la dimensione urbana dei trasporti: quattro europei su cinque abitano infatti in area urbana e la loro qualità della vita dipende direttamente dall'inquinamento e dai volumi di traffico veicolare. A tale proposito è prevista per Ottobre 2007 la redazione di un *Libro Verde sul politica di trasporto urbano* che mira a definire programmi a livello europeo (modifiche alla legislazione, creazione di nuovi strumenti finanziari) in grado di facilitare azioni e politiche sul trasporto urbano a livello locale.

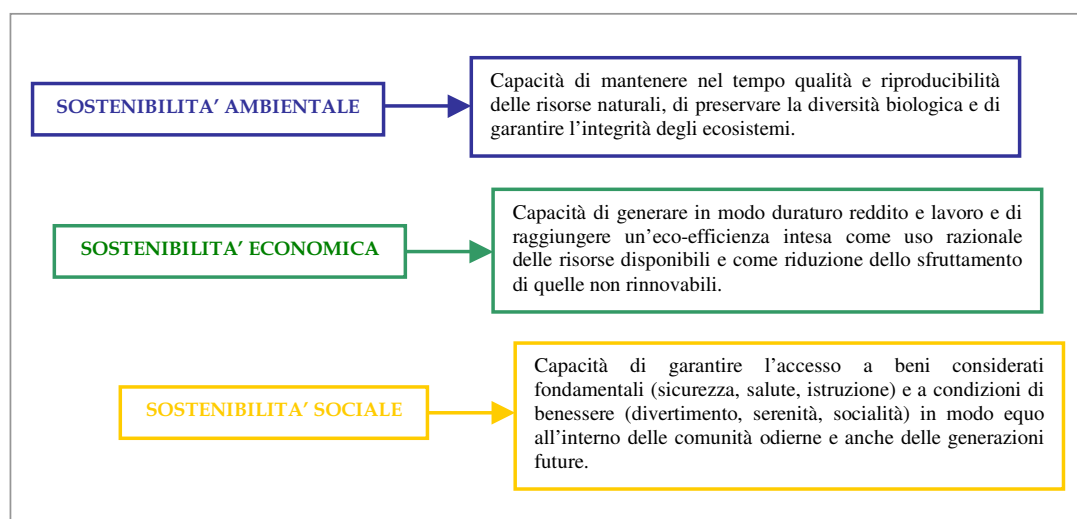
⁷ European Commission (a cura di), 2005.

§1.3 Il concetto di sostenibilità nel settore dei trasporti urbani

Negli anni '90 sono stati compiuti diversi tentativi di applicare il concetto di sviluppo sostenibile alla politica dei trasporti e di definire il concetto di “mobilità sostenibile”.

Dalla definizione più comune di sviluppo sostenibile (“sviluppo che garantisce i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri”⁸) si possono far derivare alcuni principi generali, relativi alla necessità di preservare la salute pubblica e la qualità ambientale, di utilizzare le risorse in modo sostenibile, di rispettare i valori critici limite per la salute e gli ecosistemi e di evitare effetti globali irreversibili (Fig.4).

Fig.4 La multidimensionalità dello sviluppo sostenibile



Fonte: www.ambienteitalia.it (2006)

Il *Piano di Attuazione* redatto in occasione della Conferenza Mondiale di Johannesburg (2002) afferma che un sistema di trasporti sostenibile dovrebbe contribuire al benessere economico e sociale senza consumare le risorse naturali, distruggere l'ambiente o

⁸ Il concetto di sviluppo sostenibile è apparso per la prima volta nel 1987 nel Rapporto “*Our Common Future*” redatto dalla Commissione Brundtland.

minacciare la salute umana⁹. Per ottenere tali risultati occorre sviluppare un'azione integrata che abbinì le politiche ambientali a quelle economiche e sociali; ciò significa realizzare politiche che investano tutte le dimensioni della sostenibilità, minimizzando i diversi impatti.

Le aree urbane svolgono un ruolo importante nella realizzazione degli obiettivi della strategia dell'Unione europea per lo sviluppo sostenibile poiché proprio in tali aree gli aspetti ambientali, economici e sociali sono maggiormente interconnessi.

Impatti ambientali

Gli impatti ambientali dei trasporti in ambito urbano sono classificabili in impatti globali (riduzione delle risorse energetiche ed effetto serra), impatti sulla salute (inquinamento atmosferico e acustico, incidentalità, qualità della vita), impatti sugli ecosistemi naturali (perdita di suolo e frammentazione dei biotipi) e impatti sul paesaggio (intrusione visiva).

Impatti economici

Il continuo aumento della mobilità in ambito urbano crea diseconomie ed elevati costi per la società. Secondo il *Libro Bianco*, in assenza di interventi correttivi, la crescita della sola congestione stradale potrebbe comportare una spesa pari all'1% del PIL della UE, per non parlare del ben più grave problema della mortalità per incidenti stradali.

Impatti sociali

All'interno di ogni centro urbano è necessario garantire a tutti i cittadini il diritto all'accessibilità del trasporto, operando anche su altri settori quali, ad esempio, l'innovazione tecnologica e la pianificazione urbanistica e territoriale.

Dal punto di vista sociale, la politica dei trasporti deve affrontare un problema di equità riguardante¹⁰:

- la distribuzione sociale e spaziale dei livelli di accessibilità del servizio di trasporto offerto;

⁹ ANPA (a cura di), 2002.

¹⁰ www.ocs.polito.it, 2006.

- la possibilità di accedere a diverse modalità di trasporto con standard di sicurezza elevati;
- la garanzia di accessibilità efficiente e sicura per i soggetti più deboli (disabili, bambini, anziani);
- la riduzione delle esternalità negative prodotte dagli utenti del veicolo privato a danno degli utenti del mezzo pubblico o di altre modalità di trasporto.

§1.4 Lo studio della sostenibilità dei trasporti urbani attraverso gli indicatori

Un sistema di trasporti sostenibili presuppone che vi sia non solo una innovazione ma anche e soprattutto un'integrazione degli interventi da realizzare, ciò vuol dire predisporre delle politiche di pianificazione e di gestione del territorio urbano accanto alle politiche legate strettamente alla mobilità.

L'azione del governo centrale si concretizza generalmente attraverso misure e strumenti di carattere generale, come la definizione di standard o target di emissione degli inquinanti, le misure di riduzione del rischio di incidentalità e l'individuazione di criteri guida per la pianificazione locale.

Le azioni del governo locale presentano invece dei contenuti specifici rivolti alla gestione del traffico: per esempio il controllo della sosta e degli accessi e il miglioramento delle performance del trasporto pubblico¹¹.

Tuttavia i risultati delle misure e delle politiche messe in campo non rappresentano sovente il frutto di un'azione sinergica e coordinata per cui risulta spesso difficile valutare e confrontare le azioni intraprese e gli obiettivi raggiunti.

Accanto a tale difficoltà di valutazione aumenta sempre più la richiesta di strumenti conoscitivi adeguati che permettano di valutare in modo ben definito gli impatti socio-

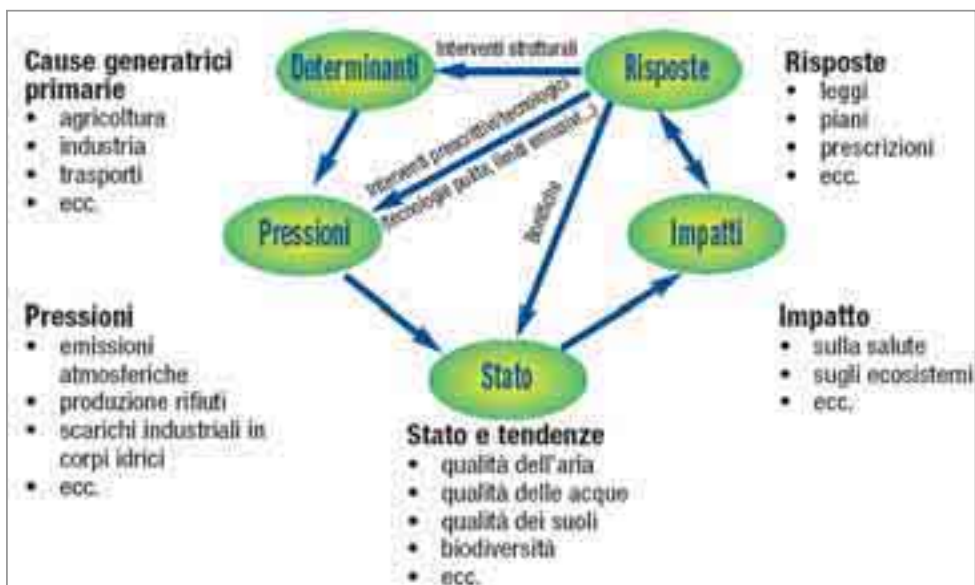
¹¹ Malgieri et al., 2002.

sanitari¹² della mobilità urbana e il grado di efficacia delle misure volte a contenere gli impatti negativi da essa derivanti.

Tale valutazione è resa possibile grazie all'utilizzo degli indicatori che sono parametri, o valori derivati da parametri, in grado di fornire su un certo fenomeno delle informazioni che altrimenti sarebbero difficilmente percepibili dall'osservazione dello stesso fenomeno nel suo complesso¹³.

Il modello di riferimento più comunemente adottato è il modello DPSIR (Determinanti, Pressioni, Stato, Impatti, Risposte), sviluppato dall'EEA a partire dal 1997, che consente di organizzare dati e informazioni secondo cinque categorie collegate attraverso specifiche relazioni di causalità¹⁴ (Fig.5).

Fig.5 Schematizzazione del modello DPSIR



Fonte: APAT (2005)

¹² A tal proposito vale la pena citare l'idea "Healthy City", sviluppata da Leonard Duhl (Università di Berkeley), fondata sul concetto che la salute della popolazione è strettamente interrelata con lo sviluppo economico e l'ambiente.

¹³ Casini et al., 2004.

¹⁴ ANPA (a cura di), 2000.

La questione sull'opportunità di costruire un set di indicatori che permetta di rappresentare lo stato della mobilità in ambito urbano e di confrontare tra loro le diverse realtà presenta ancora delle grosse lacune:

- gli indicatori di effetto e di esposizione sono i meno consolidati, anche a causa delle difficoltà legate al reperimento dei dati¹⁵;
- nella maggior parte dei casi i set di indicatori esistenti non vengono messi a punto per studiare in particolare la mobilità in ambito urbano quanto per valutare in modo generale i trasporti¹⁶.

§1.5 Creazione di un set di indicatori per la valutazione della mobilità urbana sostenibile

Il presente lavoro prende avvio dalla creazione di un set di indicatori, adatto alla valutazione della mobilità urbana sostenibile, implementato nell'ambito di una tesi di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio.

Il nuovo set è basato sulla scelta di un numero ristretto di indicatori specifici che possano essere in grado di monitorare sia lo *status quo*, sia di verificare nel tempo gli effetti delle azioni intraprese.

In particolare, gli indicatori selezionati intendono fornire delle informazioni puntuali e particolareggiate in modo da:

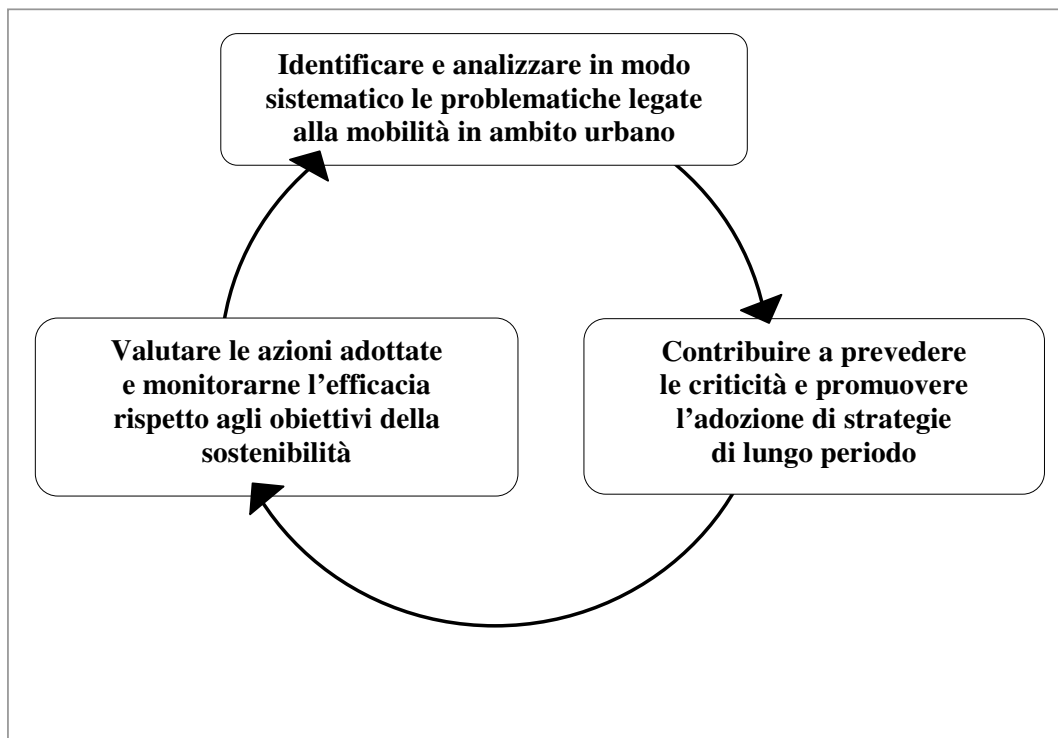
- omogeneizzare i dati correntemente prodotti da diversi flussi informativi, in modo da evitare frammentazione, dispersione e ridondanza dell'informazione;
- fornire indicazioni per applicare un sistema armonizzato e condiviso di metodi per la raccolta, l'elaborazione, la comunicazione e la diffusione delle informazioni.

¹⁵ Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (a cura di), 2002.

¹⁶ Fra questi il Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM), predisposto dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA) e da Eurostat, rappresenta un primo sistema di riferimento europeo finalizzato all'analisi delle implicazioni ambientali generate dalle attività di trasporto.

Di seguito si riporta uno schema esemplificativo dei processi messi in atto con l'implementazione di un set di indicatori di mobilità urbana sostenibile (Fig.6).

Fig.6 Processi derivanti dall'implementazione del set di indicatori per la mobilita' urbana sostenibile



Per procedere alla costruzione del set è stata condotta una revisione sistematica dei pacchetti di indicatori disponibili, nell'ambito della mobilità e dell'inquinamento urbano, che ha condotto all'individuazione e all'analisi di 13 set di indicatori (Tab.1).

Tab.1 Elenco dei set considerati e indicazione della scala territoriale alla quale operano

	SET INDICATORI	ESTENSIONE DELL'INDAGINE	RISOLUZIONE SPAZIALE
1	OECD	Internazionale	nazionale
2	WHO/Europe	Europea	nazionale
3	ECOEHS (WHO, EEA, UNECE)	Europea	nazionale
4	ECHI (WHO/Europe)	Europea	nazionale
5	TERM	Europea	nazionale
6	ICE	Europea	provinciale comunale
7	PROPOLIS	Europea	provinciale comunale
8	APAT	Nazionale	nazionale, regionale, provinciale comunale
9	ANPA	Nazionale	nazionale, regionale, provinciale comunale
10	ISTAT	Nazionale	nazionale regionale provinciale comunale
11	ISSI	Nazionale	nazionale regionale comunale
12	LEGAMBIENTE	Nazionale	comunale
13	ARPA VENETO	Regionale	regionale

Partendo dai 128 indicatori individuati, al fine di identificare quelli da inserire nel nuovo set, sono stati adottati due criteri di eliminazione fondamentali:

- sono stati eliminati dall'elenco tutti gli indicatori che non erano univocamente definiti e che non risultavano facilmente misurabili (dal punto di vista prettamente operativo ed economico);
- sono stati eliminati tutti gli indicatori che, pur se riconducibili al tema della mobilità, non erano strettamente pertinenti con il tema della mobilità in ambito urbano.

Questo sforzo di sintesi, che ha voluto evitare la produzione di una lista con un numero eccessivo di indicatori, trova la sua giustificazione nella ricerca di uno strumento facilmente gestibile a livello locale e nazionale, sia per quanto riguarda la fase di raccolta che di elaborazione dei dati.

Si è dunque arrivati a stilare una lista di 20 indicatori (Tab.2), raggruppati secondo il modello DPSEEA che, in analogia al modello DPSIR, suddivide gli indicatori in aree tematiche ma scorpora la classe degli “Impatti” in quelle di “Esposizione” e di “Effetto” (Fig.7).

Fig.7 Schema del modello DPSEEA



Fonte: WHO (2006)

CAPITOLO 2

METODOLOGIA

§2.1 Le correzioni apportate al set di indicatori originale

La prima fase del lavoro è consistita nella revisione del set di indicatori proposti nel lavoro di una Tesi di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Indirizzo pianificazione e gestione territoriale - discussa nel corso dell'Anno Accademico 2004-2005 presso l'Università "La Sapienza" di Roma¹⁷. Analizzando attentamente la loro formulazione e l'unità di misura a loro attribuita, è stato possibile fare alcune considerazioni ed apportare delle modifiche alla lista di partenza (Tab.1).

Per quanto riguarda la classe "Determinanti" è stata modificato l'indicatore relativo alla disponibilità di linee di trasporto pubblico urbano sul territorio comunale inserendo al denominatore l'estensione chilometrica della rete stradale comunale al posto del dato di superficie [Indicatore 1].

Nella classe degli indicatori di "Stato" si è specificato il tipo di inquinante monitorato (materiale particolato, biossido di azoto e ozono) per il conteggio dei giorni di superamento delle soglie fissate dalla normativa [Indicatore 8] e sono stati aggiunti due nuovi indicatori relativi alle concentrazioni medie annue del PM₁₀ e dell'NO_x [Indicatore 9-10]. Inoltre è stato eliminato l'indicatore relativo alla densità delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria: tale eliminazione è scaturita dalla considerazione che il dato ricavato (numero delle centraline/100km²) da solo non è sufficientemente indicativo né è possibile effettuare dei confronti con altre città: è necessario infatti conoscere la distribuzione spaziale di tali centraline, il loro regime di funzionamento e il tipo di zona in cui vengono posizionate.

Relativamente alla classe degli "Effetti" sono stati modificati i denominatori degli indicatori di mortalità e infortunio da incidente stradale [Indicatore 14-15] introducendo al denominatore la popolazione totale residente nel comune, moltiplicata per il fattore 1000, al posto dei chilometri di rete stradale comunale.

¹⁷ Relatore: Prof.ssa Daniela D'Alessandro, titolare della cattedra di Igiene Ambientale presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università "La Sapienza" di Roma.

Nella classe “Azioni”, infine, l’indicatore relativo alla ciclabilità è stato semplificato eliminando il dato relativo alla densità delle piste ciclo-pedonali a causa della mancanza di tale informazione a livello nazionale [Indicatore 19].

Si è dunque giunti alla stesura definita della lista comprendente 21 indicatori: la selezione effettuata sembra rispondere abbastanza bene ai requisiti di:

- rappresentatività, nel senso che questi indicatori dimostrano aderenza rispetto alla domanda di informazione ad essi relativa;
- semplicità, poiché sono di facile interpretazione e comprensione anche per i non addetti ai lavori;
- confrontabilità, poiché la loro formulazione permette di eseguire dei confronti interannuali (trend e tendenze) per la stessa città e tra varie realtà territoriali;
- sensibilità, poiché molti indicatori sono legati tra di loro e la variazione di tendenza di uno di essi può ripercuotersi direttamente o indirettamente su altri indicatori.

Infine è opportuno rilevare che nel pacchetto sono inclusi cinque indicatori per i quali esistono dei precisi limiti fissati dalla normativa nazionale sull’inquinamento atmosferico (stima delle emissioni di NO_x ¹⁸, delle concentrazioni di PM_{10} ed NO_x ¹⁹ e del numero dei giorni/ore di superamento per PM_{10} , NO_2 e O_3 ²⁰) e due indicatori per i quali esistono invece dei valori obiettivo suggeriti a livello europeo. Questi valori si riferiscono alle raccomandazioni della Comunità europea sul dimezzamento dei morti e dei feriti sulle

¹⁸ Il D.Lgs. 171/2004, in attuazione della Direttiva 2001/81/CE, detta limiti nazionali di emissione di SO_2 , NO_x , COV, e NH_3 . Esso inoltre impone al CIPE, su proposta del MATT, l’adozione di un *Programma nazionale di riduzione delle emissioni* contenente le misure per la riduzione delle emissioni di dati settori, le modalità di finanziamento delle stesse e l’identificazione di programmi pilota.

¹⁹ Il DM 60/2002 stabilisce per il biossido di zolfo, il biossido di azoto e gli ossidi di azoto, il materiale particolato, il piombo, il benzene e il monossido di carbonio i valori limite e le soglie di allarme, il margine di tolleranza e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo, il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto.

²⁰ Il D. Lgs. 183/2004 stabilisce, tra le altre cose, i valori bersaglio, gli obiettivi a lungo termine, la soglia di allarme e la soglia di informazione per l’ozono e i metodi ed i criteri per la valutazione delle concentrazioni di tale inquinante.

strade²¹: tale obiettivo non costituisce un requisito legale ma un impegno serio a ridurre il numero di decessi e di infortuni e l'Italia intende perseguirlo attraverso il “Piano Nazionale della Sicurezza Stradale”²².

§2.2 La scelta delle città e i criteri di popolamento del set di indicatori

La scelta delle aree per le quali eseguire il popolamento del set di indicatori proposto si inserisce nell'ambito del progetto APAT “Qualità ambientale nelle aree metropolitane italiane” da cui trae origine il *Rapporto annuale sulla qualità dell'ambiente urbano*, giunto ormai alla sua terza edizione.

Il progetto, avviato a fine 2003 dal Dipartimento Stato dell'ambiente e metrologia ambientale, ha tre obiettivi principali²³:

1. raccogliere ed elaborare un'informazione accurata, che rappresenti la realtà dei problemi ambientali degli agglomerati urbani nel suo evolversi;
2. individuare le cause per cui non in tutte le città si prendono i migliori provvedimenti ed identificare le possibili barriere;
3. proporre misure ed azioni specifiche per superare queste barriere ed acquisire una visione prospettica su cosa possa essere realisticamente perseguito nel medio termine.

Tutti gli studi effettuati, che confluiscono nel *Rapporto* pubblicato ogni anno, rappresentano quindi uno strumento di supporto alla pianificazione e all'amministrazione dell'ambiente urbano.

La mobilità è il fattore di pressione ambientale sicuramente più evidente negli agglomerati urbani e produce innumerevoli effetti negativi che si ripercuotono sulla qualità ambientale e sul benessere e la vita dei cittadini. Appare dunque importante indagare in profondità questo aspetto anche con l'ausilio di un modello di indicatori come quello proposto in questo lavoro.

²¹ Il testo a cui si fa riferimento è il Libro Bianco “La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte”, COM 2001, 370 def. del 12 settembre 2001.

²² Delibera CIPE 100/2002.

²³ Cirillo M. C., 2004.

Il popolamento del set ha interessato le 24 maggiori città italiane (capoluoghi di provincia con popolazione superiore ai 150.000 abitanti): si è fatto riferimento al solo Comune capoluogo (Fig.1) e non all'area vasta, nella quale sono comunque spesso presenti dei Comuni la cui vita sociale ed economica gravita intorno al centro più grande.

Fig.1 Le 24 città considerate nello studio



Per il popolamento degli indicatori è stata svolta un'ampia ricerca bibliografica e sitografica che ha permesso di selezionare le principali fonti accreditate a livello nazionale: in particolare sono state utilizzate le banche dati dell'APAT, dell'ISTAT (per i dati demografici e di incidentalità stradale) e dell'ACI (per la consistenza del parco veicolare).

Si è fatto inoltre ricorso ad altre informazioni presenti nelle pubblicazioni del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, della World Health Organization (WHO) e dell'ISFORT.

I dati considerati sono quelli più aggiornati o comunque quelli pubblicati più di recente; ove possibile sono state riportate le serie storiche dei dati al fine di analizzare il trend e le tendenze dell'indicatore relativo.

L'analisi di ogni indicatore è organizzata secondo una scheda che si compone sempre di una parte descrittiva e di un numero variabile di rappresentazioni delle serie storiche disponibili.

La prima parte contiene una descrizione sintetica, l'unità di misura dell'indicatore, le motivazioni alla base della scelta e le indicazioni sulle fonti utilizzate per il suo popolamento.

La seconda parte contiene invece i dati oggettivi che vengono riportati sotto forma di tabelle e di grafici che ne consentano un'immediata interpretazione. A corredo della rappresentazione numerica e grafica viene riportato un commento dei dati e un'analisi del trend dell'indicatore nel caso in cui si disponga di serie storiche.

In alcuni casi la scheda si conclude con una sezione dedicata alle osservazioni nella quale vengono approfondite delle tematiche emerse durante lo studio dell'indicatore o vengono riportate delle informazioni utili ad una maggiore comprensione del tema trattato.

Tab.1 Lista corretta del set di indicatori proposto per lo studio della mobilità sostenibile a livello urbano

	INDICATORE	DESCRIZIONE	UNITA' DI MISURA	DPSEEA
1	Linee urbane del trasporto pubblico di superficie: percentuale di copertura del territorio comunale in base all'estensione chilometrica	L'indicatore analizza l'estensione in chilometri delle linee urbane di trasporto pubblico di superficie (autobus, tram, filovie) rispetto all'estensione chilometrica della rete stradale compresa all'interno del territorio comunale.	$\frac{Km_{rete\ tpl}}{Km_{rete\ stradale}} \times 100$	D
2	Flotta veicolare privata (auto, motocicli, ciclomotori) conforme agli standard di emissione atmosferica	L'indicatore misura quanta parte della flotta veicolare risulta essere conforme agli standard di emissione atmosferica, con particolare riguardo alla quota parte di veicoli conformi agli standard più recenti.	$\frac{N^{\circ}veic_{conf}}{N^{\circ}veic_{tot}} \times 100$	D
3	Stima delle modalità degli spostamenti casa-scuola degli alunni della scuola elementare	L'indicatore analizza la percentuale di spostamenti casa-scuola eseguiti in un dato modo rispetto al totale degli spostamenti.	$\frac{N^{\circ}alunni_{mod\ x}}{N^{\circ}alunni_{tot}} \times 100$	D
4	Stima delle emissioni di materiale particolato (PM ₁₀) per il settore trasporti stradali	L'indicatore riporta la stima annuale delle emissioni di materiale articolato relativamente al settore dei trasporti stradali (veicoli merci, autovetture, motocicli e ciclomotori, autobus).	tonnellate/anno	P
5	Stima delle emissioni degli ossidi di azoto (NO _x) per il settore trasporti stradali	L'indicatore riporta la stima annuale delle emissioni di materiale articolato relativamente al settore dei trasporti stradali (veicoli merci, autovetture, moto e ciclomotori, autobus).	tonnellate/anno	P
6	Rapporto tra la popolazione e la dimensione del parco veicolare privato (auto, motocicli, ciclomotori)	L'indicatore misura il rapporto tra il totale della popolazione e il numero dei veicoli privati circolanti.	$\frac{Pop_{tot}}{N^{\circ}veic}$	P
7	Rapporto tra il numero di viaggiatori trasportati e la popolazione servita dal trasporto pubblico locale	L'indicatore analizza il rapporto tra il numero di viaggiatori trasportati e il totale della popolazione servita dalle linee di trasporto pubblico locale (di superficie e sotterranee).	$\frac{Pass_{tot}}{Pop\ serv_{tot}}$	S
8	Percentuale di giorni, su base annua, in cui vengono superati gli standard di qualità dell'aria per il PM ₁₀ , l'NO ₂ e l'O ₃	L'indicatore riporta la percentuale di giorni in cui si registra almeno un superamento dei valori limite di PM ₁₀ , NO ₂ e O ₃ nelle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria in ambito urbano.	$\frac{N^{\circ}giorni_{sup}}{N^{\circ}giorni_{anno}} \times 100$	S
9	Concentrazione di materiale particolato PM ₁₀	L'indicatore riporta la più alta media annua dei valori di concentrazione di massa misurati dalle stazioni di monitoraggio e la confronto con il valore limite dettato dalla normativa	$\mu g / m^3$	S

segue

10	Concentrazione degli ossidi di azoto NO _x	L'indicatore riporta la più alta media annua dei valori di concentrazione di massa misurati dalle stazioni di monitoraggio e la confronta con il valore limite dettato dalla normativa	$\mu g / m^3$	S
11	Percentuale di popolazione esposta a concentrazioni di PM ₁₀ superiori al valore soglia	L'indicatore valuta l'esposizione della popolazione ad elevati livelli di PM ₁₀	$\frac{Pop_{exp}}{Pop_{tot}} \times 100$	Ex
12	Percentuale di popolazione esposta a concentrazioni di C ₆ H ₆ superiori al valore soglia	L'indicatore valuta l'esposizione della popolazione ad elevati livelli di C ₆ H ₆	$\frac{Pop_{exp}}{Pop_{tot}} \times 100$	Ex
13	Percentuale di popolazione esposta a livelli sonori superiori al valore problematico	L'indicatore valuta l'esposizione della popolazione ad elevati livelli di rumore	$\frac{Pop_{exp}}{Pop_{tot}} \times 100$	Ex
14	Mortalità da incidente stradale	L'indicatore riporta il numero di morti, causati da incidenti stradali, rapportato al totale della popolazione e moltiplicato per il fattore 1000.	$\frac{N^{\circ} morti}{Pop_{tot}} \times 1000$	Ef
15	Infurtuni da incidente stradale	L'indicatore registra il numero di feriti, a causa di incidenti stradali, rapportato al totale della popolazione e moltiplicato per il fattore 1000.	$\frac{N^{\circ} feriti}{Pop_{tot}} \times 1000$	Ef
16	Tempo totale speso nel traffico	L'indicatore misura la media del tempo perso a causa della congestione e dei ritardi dei mezzi pubblici	$\frac{\bar{t}_{eff} - \bar{t}_{stim}}{km}$	Ef
17	Anni di aspettativa di vita persi per incidente stradale	L'indicatore quantifica gli anni potenziali di vita persi a causa della mortalità per incidente stradale	$\frac{N^{\circ} morti}{\left(sper_{vita} - et\grave{a}_{morte} \right)}$	Ef
18	Estensione delle zone con limitazioni alla circolazione	L'indicatore riporta l'estensione superficiale relativa delle aree in cui sono stati presi dei provvedimenti di limitazione alla circolazione veicolare.	$\frac{km^2_{zl}}{100 km^2_{sup com}}$	A
19	Densità delle piste ciclabili	L'indicatore riporta l'estensione delle piste e delle corsie ciclabili rapportato alla superficie comunale totale.	$\frac{km_{rete cicl}}{km^2_{sup com}}$	A
20	Numero di giornate di blocco del traffico	L'indicatore analizza il numero di giornate di blocco del traffico, verificatesi nell'anno di riferimento, a causa del superamento dei limiti previsti dalla normativa vigente	$\frac{N^{\circ} giorni_{blocco}}{N^{\circ} giorni_{anno}}$	A
21	Numero di campagne di informazione ambientale patrocinate dalle Amministrazioni locali	L'indicatore riporta il numero di campagne di informazione e di educazione sull'inquinamento atmosferico e sul rumore intraprese nell'anno di riferimento dalle Amministrazioni locali	$N^{\circ} iniziative/anno$	A

CAPITOLO 3

IL POPOLAMENTO DEL SET DI INDICATORI

§3.1 Le schede degli indicatori trattati

Come emerge dalla tabella sotto riportata (Tab.1), il lavoro svolto ha permesso il popolamento di 13 indicatori rispetto ai 21 presenti nel set. Per 7 di essi è stato anche possibile calcolare il trend poiché si disponeva di più serie storiche dei dati.

L'indicatore che stima le modalità di spostamento casa-scuola degli alunni della scuola elementare è stato trattato solo in linea teorica: l'analisi effettuata mette in luce l'importanza di tale tematica nell'ambito dello studio della mobilità urbana sostenibile e riporta alcune esperienze già condotte in ambito locale.

Per gli altri 6 indicatori non è stato possibile effettuare l'implementazione in quanto alcune informazioni richieste sono di difficile e lungo reperimento per la maggior parte delle aree urbane considerate.

Tab.1 Tavola riassuntiva degli indicatori popolati (✓) e commentati (©)

	INDICATORE	
1	Linee urbane del trasporto pubblico di superficie: percentuale di copertura del territorio comunale in base all'estensione chilometrica	✓
2	Flotta veicolare privata (auto, motocicli, ciclomotori) conforme agli standard di emissione atmosferica	✓
3	Stima delle modalità di spostamento casa-scuola degli alunni delle scuole elementari	©
4	Stima delle emissioni di materiale particolato (PM ₁₀) per il settore trasporti stradali	✓
5	Stima delle emissioni degli ossidi di azoto (NO _x) per il settore trasporti stradali	✓
6	Rapporto tra la popolazione e la dimensione del parco veicolare privato (auto, motocicli, ciclomotori)	✓
7	Rapporto tra il numero di viaggiatori trasportati e la popolazione servita dal trasporto pubblico locale	✓
8	Percentuale di giorni, su base annua, in cui vengono superati gli standard di qualità dell'aria per il PM ₁₀ , l'NO ₂ e l'O ₃	✓
9	Concentrazione di materiale particolato PM ₁₀	✓

segue

	INDICATORE	
10	Concentrazione degli ossidi di azoto NO _x	Y
11	Percentuale di popolazione esposta a concentrazioni di PM ₁₀ superiori al valore soglia	
12	Percentuale di popolazione esposta a concentrazioni di C ₆ H ₆ superiori al valore soglia	
13	Percentuale di popolazione esposta a livelli sonori superiori al valore problematico	
14	Mortalità da incidente stradale	Y
15	Infortuni da incidente stradale	Y
16	Tempo totale speso nel traffico	
17	Anni di aspettativa di vita persi per incidente stradale	
18	Estensione delle zone con limitazioni alla circolazione	Y
19	Densità delle piste ciclabili	Y
20	Numero di giornate di blocco del traffico	
21	Numero di campagne di informazione ambientale patrocinate dalle Amministrazioni locali	

INDICATORE 1

LINEE URBANE DI TRASPORTO PUBBLICO DI SUPERFICIE: PERCENTUALE DI COPERTURA DEL TERRITORIO COMUNALE IN BASE ALL'ESTENSIONE CHILOMETRICA

Descrizione sintetica

L'indicatore analizza l'estensione in chilometri delle linee urbane di trasporto pubblico di superficie (autobus, tram, filovie) rispetto all'estensione chilometrica della rete stradale compresa all'interno del territorio comunale.

Unità di misura

Percentuale dell'estensione in chilometri della rete di trasporto pubblico di superficie rispetto alla lunghezza totale della rete stradale comunale (strade urbane, strade extraurbane e strade vicinali²⁴).

Motivazioni della scelta

Come emerge dal "Terzo Rapporto sulla mobilità urbana in Italia"²⁵, l'automobile ha conquistato, dal 2004 al 2005, il 3% in più degli spostamenti urbani a scapito soprattutto del mezzo pubblico che perde invece più di 2 punti percentuali in relazione alle altre modalità di trasporto (Fig.1).

I risultati di un questionario, pubblicati nel sopraccitato documento, mostrano che lo scarto tra mezzo pubblico e mezzo privato aumenta sempre di più e deriva in larga misura dalle carenze dei sistemi collettivi in termini di:

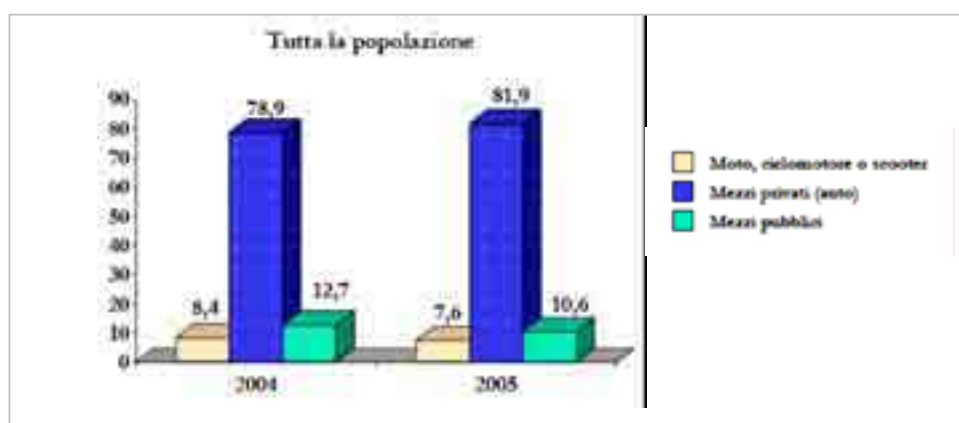
- capillarità del servizio;
- facilità di accesso alle fermate;

²⁴ Sono denominate vicinali tutte le strade che non sono state iscritte nelle categorie delle strade statali, regionali, provinciali e comunali.

²⁵ HERMES-ASSTRA-ISFORT (a cura di), 2006

- efficace interconnessione tra diversi luoghi della città;
- rapidità e certezza dei tempi di viaggio.

Fig.1 Quote percentuali di spostamenti ripartite tra i mezzi motorizzati di trasporto urbano



Fonte: HERMES-ASSTRA-ISFORT (2006)

Tutte le altre motivazioni che scoraggiano i cittadini all'uso del mezzo pubblico (costo, affollamento, pericolosità) mostrano una percentuale molto bassa per cui appare chiaro che la criticità maggiore è la debolezza dell'offerta o la disomogenea distribuzione del servizio sul territorio. E' dunque necessario rilevare quale sia la reale copertura del servizio sul territorio considerato: generalmente il dato fornito riguarda la densità delle linee urbane di trasporto, vale a dire i chilometri di rete per 100 chilometri quadrati di area servita (Tab.1). Tuttavia bisogna considerare i limiti di questa informazione. Le città in analisi hanno delle conformazioni territoriali estremamente diverse tra loro e il dato relativo alla dispersione urbana è prioritario rispetto a qualsiasi altra considerazione; infatti in passato la città era più compatta e continua, oggi *“si è allungata [...] ed è debordata nell'hinterland, generando una rete senza limiti di ambiti urbani, un agglomerato di monadi urbanistiche, diradate e a bassa densità”*²⁶.

²⁶ Tocci, (2006)

Il diradamento urbanistico ha comportato la nascita di tanti piccoli insediamenti e l'aumento progressivo della lunghezza degli spostamenti dal luogo di residenza ai luoghi di svago e di lavoro: in tale situazione il trasporto pubblico può entrare in crisi poiché, per funzionare efficacemente, ha bisogno della concentrazione delle residenze.

E' importante inoltre considerare delle situazioni particolari come quella di Roma in cui una vasta area, che pure rientra nel conteggio della superficie comunale, è per sua natura destinata a rimanere non coperta da linee di trasporto urbano poiché non urbanizzata (vi sono per esempio parchi, zone archeologiche e aree naturali e agricole).

Tab.1 Lunghezza della rete di trasporto pubblico ed estensione dell'area servita

	rete t.pubblico [km]	area servita ¹ [km ²]	rete t.p./area servita*100 [km ⁻¹]
Torino	1063	668	159,2
Milano	1.491	1.075	138,7
Brescia	293	282	103,9
Verona	191	207	92,3
Venezia	1719	2.028	84,8
Padova	301	320	94,2
Trieste	346	212,0	163,2
Genova	943	244	386,5
Parma	401	896	44,8
Modena	357	497	71,8
Bologna	565	n.d.	n.d
Firenze	488	557	87,6
Livorno	653	214	305,1
Roma	2.180	1285	169,6
Napoli²	3696	1.320	280,0
Foggia	279	507	55,0
Bari	555	116	478,4
Taranto	502	325	154,5
Reggio Calabria	723	361	200,3
Palermo	660	695	95,0
Messina	n.d.	211	n.d.
Catania	281	210	133,8
Cagliari	403	402	100,2

Fonte: elaborazione su dati APAT-

¹ L'area servita è ottenuta sommando alla superficie del Comune capoluogo quella dei comuni serviti dal trasporto pubblico locale (tpl).

² Somma dei dati relativi alle tre aziende operanti nell'area

Anche per ovviare a quest'ultima "anomalia" sembra opportuno valutare la capillarità della rete di trasporto pubblico confrontando quest'ultima con la rete stradale complessiva che ricade sotto la giurisdizione comunale. In tal modo si potrebbe valutare l'efficace distribuzione delle linee di trasporto pubblico presupponendo che ad un'alta percentuale possa corrispondere indirettamente la facilità di accesso al servizio (efficace interconnessione tra i luoghi della città e agevole raggiungimento delle fermate).

Reperimento dei dati e qualità delle fonti

Riguardo all'estensione della rete di trasporto pubblico i dati sono stati reperiti dal questionario APAT-ASSTRA²⁷ somministrato alle aziende di trasporto pubblico locale nel corso del 2005. Non è stato possibile reperire il dato relativo alle città di Prato e Messina. E' importante sottolineare che per alcune città il dato sull'estensione della rete riguarda anche i comuni limitrofi poiché i servizi offerti da alcune aziende si spingono anche in quei comuni la cui "vita" orbita intorno al comune capoluogo (molto rappresentativi in tal senso sono i casi di Torino, Milano, Venezia e Napoli).

Quanto al reperimento del dato di estensione della rete stradale comunale si fa riferimento al Documento pubblicato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel 2005 che riporta l'estensione delle strade comunali nei Comuni Capoluogo per l'anno 2004²⁸.

Per completezza nella Tab.2 vengono riportate anche le informazioni relative al numero di comuni serviti, alla popolazione servita dalle linee di trasporto pubblico e la popolazione del Comune per il 2005, così come stimata dall'ISTAT.

Per quanto riguarda l'estensione della rete di trasporto pubblico la bontà del dato si affida all'esatta risposta al questionario proposto e alla omogeneità delle informazioni contenute nelle carte dei servizi delle singole aziende.

E' bene osservare che l'indicatore che si intende popolare analizza un aspetto meramente quantitativo e che quindi non è in grado di fornire un quadro preciso rispetto all'efficienza e

²⁷ Cattani et al., 2006b-

²⁸ Nel documento viene riportata la lunghezza delle strade urbane, delle strade extraurbane e delle strade vicinali in base ad una rilevazione condotta dall'Ufficio di Statistica del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel 2004. I dati di alcune città (Firenze, Livorno, Bari, Reggio Calabria, Catania e Palermo) si riferiscono agli anni 2001, 2002 e 2003 mentre il dato di Roma è stato desunto dagli archivi del Ministero dell'Interno sulla base del Piano Regolatore più recente.

all'efficacia del servizio²⁹. Ciò non toglie che, pur tenendo presenti le specificità del singolo caso, esso possa fornire informazioni interessanti: si potrebbero confrontare i dati delle città simili dal punto di vista territoriale e demografico oppure si potrebbe osservare la variazione dell'indicatore da un anno all'altro e vedere se ciò dipende da un incremento delle infrastrutture viarie o da un aumento dell'offerta di trasporto pubblico.

²⁹ Sarebbe interessante un approccio di tipo qualitativo ma gli indicatori che, per esempio, rilevano i tempi di attesa degli autobus e l'affollamento sui mezzi pubblici si riferiscono per il momento solo a indagini locali che quindi non sono confrontabili a livello nazionale [ACI (a cura di), 2006].

Stato e trend dell'indicatore

*Tab.2 Comuni serviti dal TPL, popolazione servita e popolazione residente (2005),
lunghezza della rete di trasporto pubblico e della rete comunale*

	comuni serviti	popolazione servita	popolazione residente (2005)	rete t.pubblico [km]	rete stradale [km]	rete t.p. /rete stradale*100 [%]
Torino	26	1.425.714	902.255	1063	1473	72,2
Milano	85	2.930.565	1.299.439	1.491	1.692	88,1
Brescia	15	300.829	192.164	293	581,6	50,4
Verona	1	253.208	259.068	191	988	19,3
Venezia	40	1.446.565	271.251	1719	1.787	96,2
Padova	13	366.804	210.821	301	805	37,4
Trieste	6	242.235	207.069	346	381,3	90,7
Genova	1	610.307	605.084	943	1.109	85,0
Parma	15	264.592	174.471	401	957,7	41,9
Modena	4	291.949	180.110	357	849	42,0
Bologna	n.d.	n.d.	374.425	565	989,6	57,1
Firenze	10	578.851	368.059	488	850	57,4
Prato	n.d	n.d	180.674	n.d	516	n.d.
Livorno	2	172.145	155.986	653	236	n.d.
Roma	1	2.546.804	2.553.873	2.180	5.120	42,6
Napoli¹	69	2.829.435	995.171	3696	1.118	330,6
Foggia	1	155.203	154.780	279	630	44,3
Bari	1	316.532	328.458	555	550	100,9
Taranto	3	222.428	199.012	502	260	193,1
Reggio Calabria	7	204.650	183.041	723	900	80,3
Palermo	4	743.265	675.277	660	1.414	46,7
Messina	1	252.026	247.592	n.d.	400	n.d.
Catania	6	385.332	305.773	281	1.440	19,5
Cagliari	8	330.063	161.465	403	417	96,6

Fonte: elaborazione su dati ISTAT - APAT - Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

¹Somma dei dati relativi alle tre aziende operanti nell'area

Analisi dei dati

Come già detto in precedenza, nonostante si sia evitato l'utilizzo del dato di estensione superficiale della città, rimane il problema di mettere in relazione l'estensione della rete comunale con il dato fornito dalle aziende di trasporto pubblico. Questo dato si riferisce al Comune capoluogo ma in alcuni casi anche ad altri Comuni dell'hinterland: il risultato

ottenuto per Torino, Milano, Venezia e Napoli non è pertanto calcolabile visto che non si conosce l'estensione della rete al di fuori dei confini comunali.

Anche quando i Comuni limitrofi interessati dal servizio di trasporto pubblico sono pochi e molto prossimi al Comune capoluogo emergono comunque altre discordanze. Molto significativi sono i dati di Bari e Taranto, dove il servizio di trasporto pubblico si espleta sul singolo Comune nel primo caso e su tre Comuni nel secondo caso: la percentuale di copertura del servizio è superiore al 100% e ciò può dipendere dalle modalità in cui viene calcolata la rete di trasporto pubblico. Al fine di ottenere un calcolo preciso si dovrebbero conteggiare i chilometri percorsi dai mezzi pubblici una sola volta, nel caso siano presenti più linee che operano sullo stesso tratto di strada, e per un solo senso di marcia. In caso contrario si possono ottenere dei dati disomogenei e molto contrastanti tra loro che non permettono né una correlazione con i dati di rete stradale né un confronto tra le varie città (Fig.2).

Fig.2 Esempi di modalità di calcolo della lunghezza della rete di trasporto pubblico



INDICATORE 2

FLOTTA VEICOLARE PRIVATA (AUTO, MOTOCICLI E CICLOMOTORI) CONFORME AGLI STANDARD DI EMISSIONE ATMOSFERICA

Descrizione sintetica

L'indicatore misura quanta parte della flotta veicolare ad uso privato risulta essere conforme agli standard di emissione atmosferica, con particolare riguardo alla quota parte di veicoli conformi agli standard più recenti. Nel settore dei trasporti, infatti, le emissioni di sostanze nocive sono collegate in gran parte alle modalità di combustione delle fonti energetiche e l'uso delle tecnologie più recenti riduce notevolmente tali emissioni.

Unità di misura

Viene misurata la percentuale dei veicoli conformi a determinati standard emissivi rispetto al totale dei veicoli circolanti in ogni città considerata.

Motivazioni della scelta

L'analisi della composizione del parco circolante risulta molto interessante poiché la quantità dei veicoli conformi ai vari standard di emissione, stabiliti dalle direttive europee, permette di valutare indirettamente quale è il tasso di svecchiamento del parco circolante e quindi anche il tempo di diffusione delle nuove tecnologie meno inquinanti.

Riguardo alla cilindrata è opportuno osservare preliminarmente che negli ultimi anni si è verificata una diminuzione del numero di vetture di piccola cilindrata e un sensibile aumento di quelle di media e grande cilindrata. Tale evoluzione è stata determinata dalla crescente richiesta di auto con prestazioni superiori, caratterizzate da maggior comfort e dispositivi di sicurezza, ma anche dall'offerta di incentivi economici che hanno permesso l'eliminazione dal mercato di un'importante quota di autoveicoli non conformi agli standard di emissioni più recenti e più stringenti³⁰.

³⁰ Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (a cura di), 2006.

L'analisi della consistenza del parco motocicli evidenzia che in molte città il numero di motocicli è più che raddoppiato passando dal 1996 al 2005: la crescita del parco corrisponde d'altra parte ad un significativo incremento di motocicli che rispettano gli standard emissivi più recenti³¹.

L'indicatore non considera i veicoli merci leggeri.

Reperimento dei dati e qualità delle fonti

Riguardo agli autoveicoli, le categorie considerate relativamente agli standard emissivi sono quattro, più una quinta dove rientrano tutte le omologazioni antecedenti al 1992 e i mezzi non utilmente identificati. Per i motocicli, le classi considerate sono tre, più una quarta per la quota del "non identificato" e delle omologazioni ante euro; analogamente per i ciclomotori dove le classi vanno dal "pre Euro" allo standard più recente "Euro 2" (Tab.1).

Tab.1 Standard emissivi per auto, moto e ciclomotori

AUTOVEICOLI	
pre Euro	Omologazioni antecedenti al 1992
Euro 1	Omologazioni dal 1992 al 1995
Euro 2	Omologazioni dal 1995 al 2000
Euro 3	Omologazioni dal 2000 al 2006
Euro 4	Omologazioni dal 2006

MOTOCICLI	
pre Euro	Omologazioni fino al 17 giugno 1999
Euro 1	Omologazioni dal 17 giugno 1999
Euro 2	Omologazione dal 1 gennaio 2003
Euro 3	Omologazione dal 1 gennaio 2006

CICLOMOTORI	
pre Euro	Omologazioni fino al 17 giugno 1999
Euro 1	Omologazioni dal 17 giugno 1999
Euro 2	Omologazioni dal 17 giugno 2002

³¹ Cattani et al, 2006a.

L'analisi del parco auto (Tab.2-3-4) e dei motocicli è basata sui dati messi a disposizione dall'ACI³² a partire dal 2000 secondo la ripartizione CORINAIR³³, così come richiesta nel programma COPERT III³⁴. È stato scelto di analizzare e confrontare i dati relativamente all'area comunale di ciascuna delle 24 città oggetto dell'analisi per gli anni 2000 e 2005.

Per il parco veicolare ciclomotori non si dispone purtroppo di un database a livello nazionale, né a livello provinciale o comunale. Stime relative al parco nazionale dei ciclomotori sono state effettuate dall'ANCMA³⁵ ma è necessario puntualizzare che i dati di base soffrono di molte incertezze legate all'assenza di un registro dei veicoli immatricolati, del legame tra possessore del motorino e possessore del contrassegno (targhetta con codice alfanumerico da applicare al mezzo) e dell'obbligo di restituzione del contrassegno. Partendo dai dati ANCMA, l'APAT ha effettuato ulteriori stime, mediante variabili *proxy*, che hanno permesso di ottenere verosimilmente, per il 2005, il numero di ciclomotori presenti in ognuno dei comuni oggetto dell'indagine e la ripartizione per standard emissivo³⁶. Non è stato possibile procedere alla stima del parco ciclomotori per il comune di Prato.

³² I dati ACI non considerano i veicoli iscritti ai registri del Ministero della Difesa (targhe EI), della Croce Rossa Italiana o del Ministero degli Esteri (targhe CD): il numero di questi veicoli non è però tale da modificare le caratteristiche del parco nel suo complesso. Non sono stati considerati inoltre i veicoli radiati, quelli oggetto di furto o di appropriazione indebita, per i quali sia stata annotata la perdita di possesso, e i veicoli confiscati dallo Stato.

³³ CORINAIR è il programma per la predisposizione dell'inventario delle emissioni di inquinanti atmosferici in Europa.

³⁴ COPERT III è l'ultima versione di un software in grado di calcolare le emissioni di inquinanti atmosferici provenienti dal settore dei trasporti su strada.

³⁵ L'ANCMA (Associazione Nazionale Ciclo Motociclo Accessori) ha stimato per il 2005 un dato nazionale di 5 milioni di ciclomotori.

³⁶ Cattani et al, 2006 [1].

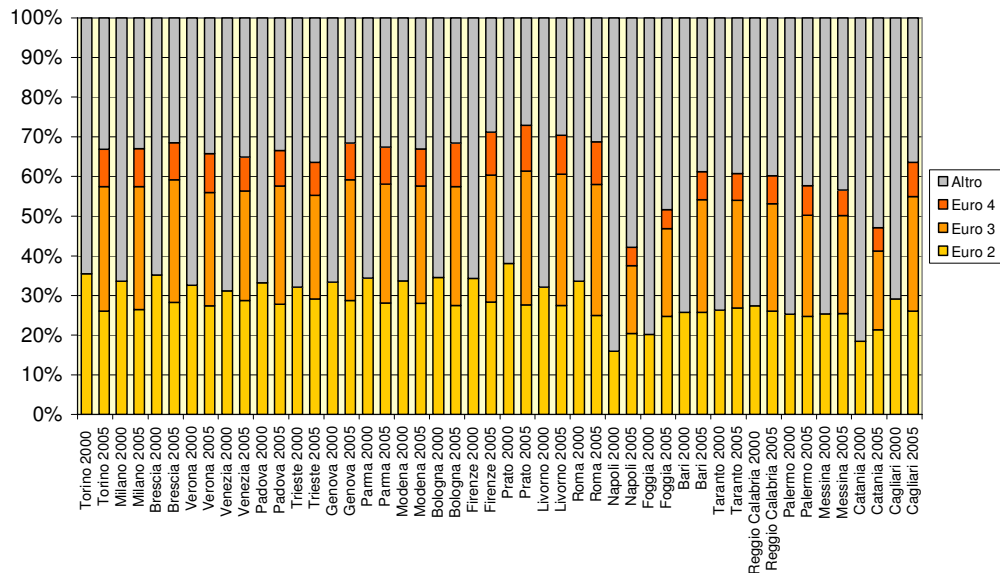
Autoveicoli: stato e trend dell'indicatore

Tab.2 Parco autoveicoli per standard emissivo

	Euro 2 [%]		Euro 3 [%]		Euro 4 [%]		pre Euro, Euro 1, n.d. [%]	
	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005
Torino	35,5	26,1		31,4		9,5	64,5	33,1
Milano	33,5	26,5		31,0		9,6	66,5	33,0
Brescia	35,2	28,2		30,9		9,4	64,8	31,4
Verona	32,6	27,4		28,6		9,8	67,4	34,2
Venezia	31,2	28,7		27,7		8,5	68,8	35,1
Padova	33,2	27,8		29,7		9,0	66,8	33,5
Trieste	32,1	29,2		26,1		8,3	67,9	36,5
Genova	33,3	28,7		30,4		9,4	66,7	31,5
Parma	34,3	28,1		30,0		9,3	65,7	32,6
Modena	33,7	28,1		29,5		9,5	66,3	33,0
Bologna	34,6	27,4		30,0		11,0	65,4	31,6
Firenze	34,3	28,3		32,0		10,9	65,7	28,8
Prato	38,1	27,6		33,8		11,5	61,9	27,1
Livorno	32,2	27,5		33,1		9,8	67,8	29,6
Roma	33,6	25,0		33,0		10,7	66,4	31,3
Napoli	15,9	20,4		17,0		4,6	84,1	57,9
Foggia	20,2	24,7		22,1		4,8	79,8	48,3
Bari	25,7	25,7		28,4		7,1	74,3	38,8
Taranto	26,3	26,8		27,2		6,8	73,7	39,2
Reggio Calabria	27,4	26,0		27,1		7,1	72,6	39,8
Palermo	25,2	24,7		25,5		7,5	74,8	42,3
Messina	25,3	25,4		24,7		6,5	74,7	43,4
Catania	18,4	21,3		19,9		5,8	81,6	53,0
Cagliari	29,1	26,0		28,9		8,6	70,9	36,4

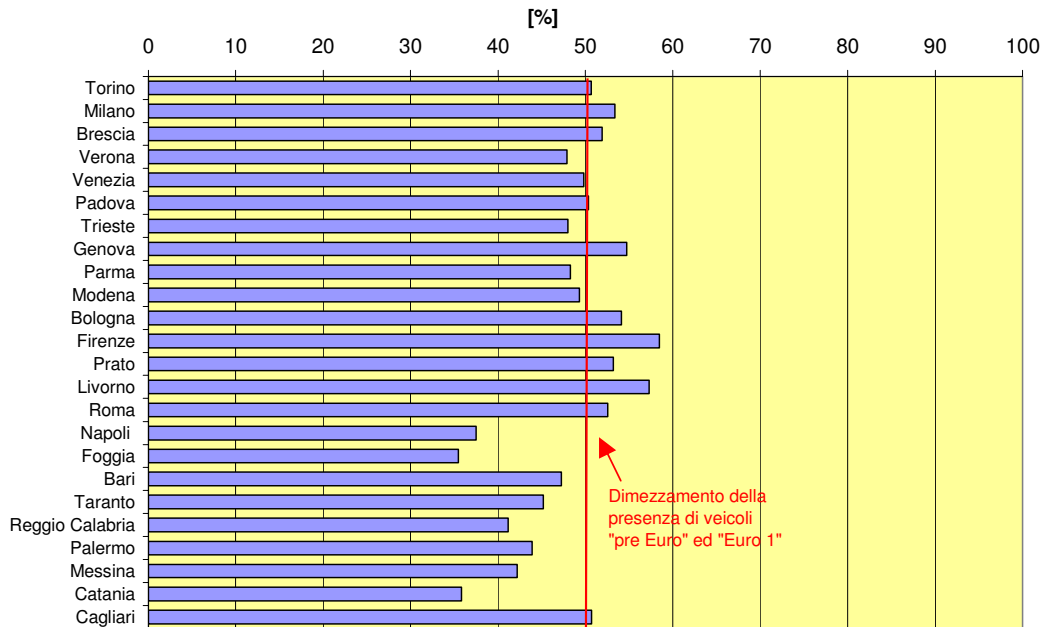
Fonte: elaborazione su dati ACI

Fig.1 Confronto autoveicoli 2000-2005 per standard emissivo



*Con la parola Altro si intende la somma degli autoveicoli “pre Euro”, “Euro 1” e del non identificato

Fig.2 Diminuzione percentuale dei veicoli “pre Euro” ed “Euro 1” dal 2000 al 2005



Analisi dei dati

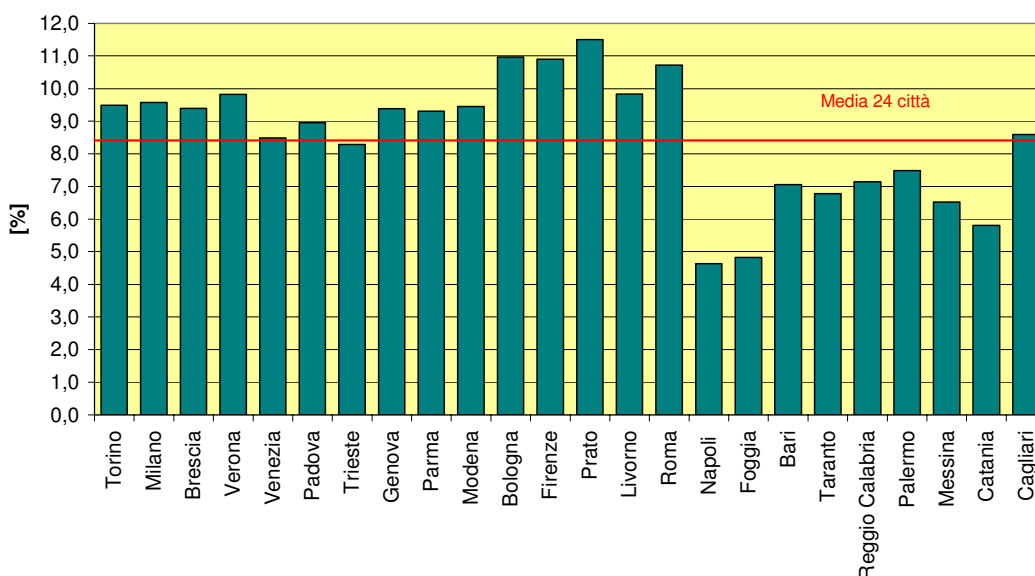
Confrontando la distribuzione del parco autoveicoli per standard emissivo, emerge che dal 2000 al 2005 è diminuita in quasi tutte le città la quota di “Euro 2” con il conseguente svecchiamento del parco a favore della diffusione dei veicoli “Euro 3” ed “Euro 4”.

Per le città di Napoli, Foggia e Catania si registra invece un sensibile aumento della quota di veicoli “Euro 2” (fino al 4,5%) il che sta a significare una penetrazione più lenta sul mercato di autoveicoli dotati di tecnologie meno inquinanti (Fig. 1).

Si può inoltre notare che mentre al Centro Nord la quota parte dei veicoli “pre Euro” ed “Euro 1” è praticamente dimezzata passando dal 2000 al 2005, al Sud la presenza di questi veicoli è ancora rilevante a conferma del fatto che lo svecchiamento del parco procede sicuramente in modo più lento (Fig.2).

Per quanto riguarda la diffusione dei veicoli “Euro 4”, praticamente tutte le città del Centro Nord superano il valore medio che si attesta sull’8,5% del totale del parco con punte superiori al 10% nelle città di Bologna, Firenze, Prato e Roma. Tra le città che non hanno un parco “Euro 4” consistente spicca il caso di Napoli che raggiunge solamente il 4,6% sul totale (Fig.3).

Fig.3 Percentuale dei veicoli “Euro 4” sul parco autoveicoli complessivo



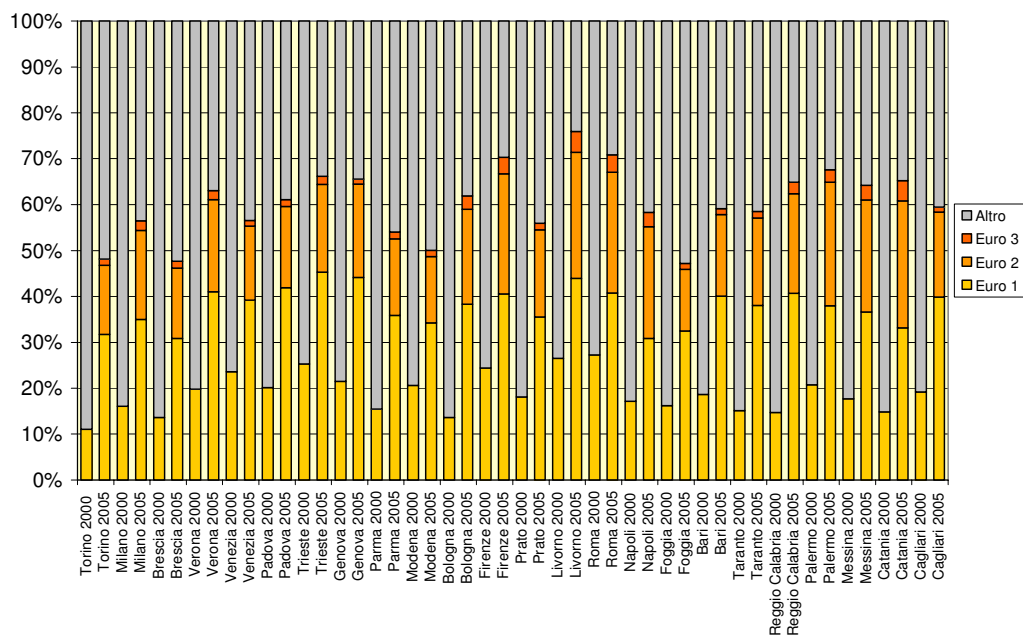
Motocicli: stato e trend dell'indicatore

Tab.3 Parco motocicli per standard emissivo

	Euro 1 [%]		Euro 2 [%]		Euro 3 [%]		pre Euro, n. d. [%]	
	2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005
Torino	11,0	31,7		15,1		1,3	89,0	51,9
Milano	16,0	35,0		19,4		2,1	84,0	43,5
Brescia	13,6	30,8		15,4		1,5	86,4	52,3
Verona	19,8	41,0		20,1		1,9	80,2	36,9
Venezia	23,6	39,2		16,1		1,2	76,4	43,5
Padova	20,1	41,9		17,7		1,5	79,9	38,9
Trieste	25,3	45,3		19,1		1,8	74,7	33,8
Genova	21,5	44,1		20,4		1,1	78,5	34,4
Parma	15,4	35,9		16,7		1,5	84,6	46,0
Modena	13,6	34,2		14,4		1,4	79,4	50,0
Bologna	20,6	38,3		20,7		2,9	86,4	38,1
Firenze	24,4	40,6		26,2		3,6	75,6	29,6
Prato	18,0	35,5		19,0		1,5	82,0	44,0
Livorno	26,5	43,9		27,6		4,5	73,5	24,0
Roma	27,2	40,7		26,3		3,8	72,8	29,1
Napoli	17,2	30,8		24,3		3,1	82,8	41,7
Foggia	16,2	32,5		13,4		1,3	83,8	52,8
Bari	18,6	40,1		17,8		1,3	81,4	40,9
Taranto	15,1	38,0		19,0		1,5	84,9	41,4
Reggio Calabria	14,7	40,7		21,7		2,6	85,3	35,0
Palermo	20,7	38,0		26,9		2,7	79,3	32,4
Messina	17,6	36,6		24,3		3,2	82,4	35,8
Catania	14,8	33,1		27,7		4,5	85,2	34,7
Cagliari	19,1	39,8		18,5		1,1	80,9	40,6

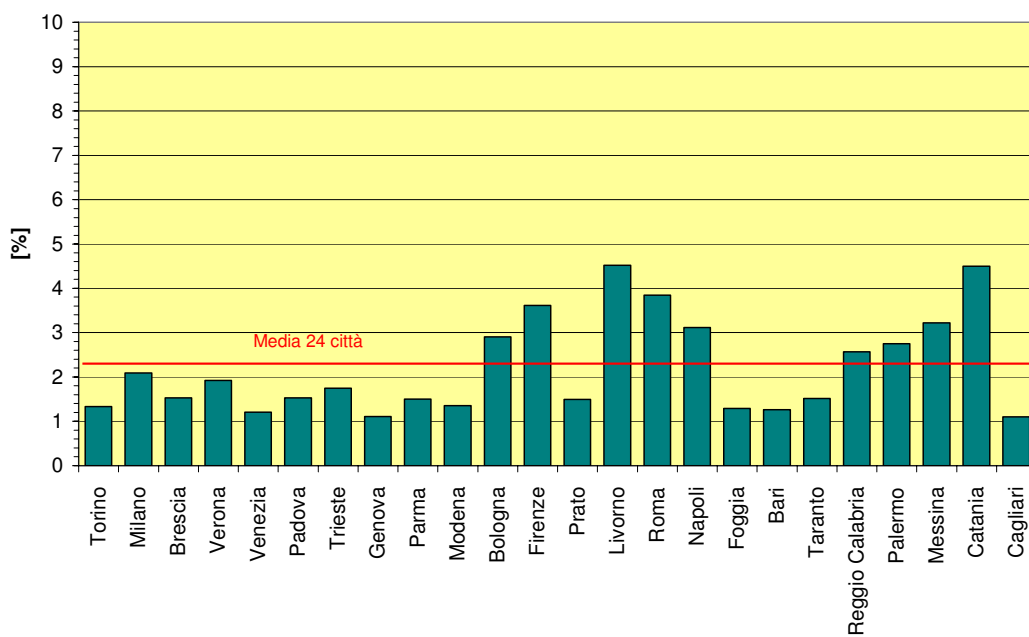
Fonte: elaborazione su dati ACI

Fig.4 Confronto motocicli 2000-2005 per standard emissivo



* Con la parola Altro si intende la somma dei motocicli “pre-Euro” e del non identificato

Fig.5 Percentuale di “Euro 3” sul parco motocicli complessivo



Analisi dei dati

Dal confronto dei dati relativi al parco motocicli (Fig.4) emerge che nell'arco del quinquennio 2000-2005 vi è stato in tutte le città un sensibile aumento del numero di motocicli "Euro 1" con la conseguente diminuzione della presenza dei veicoli pre Euro, rimpiazzati solo in minima parte da veicoli "Euro 2" ed "Euro 3". Al 2005 infatti i motocicli "Euro 1" la fanno da padrone rispetto ai restanti due standard emissivi più recenti mentre la percentuale dei pre Euro si attesta su una media del 40% sul totale del parco con le situazioni estreme di Livorno (24%) e Foggia (52,8%).

Per quanto riguarda la presenza più consistente di motocicli "Euro 2" ed "Euro 3", al 2005 la prima posizione spetta a Catania (32,2%) che però, rispetto a realtà come quella di Firenze, Livorno e Roma, conserva una percentuale considerevolmente alta di veicoli pre Euro.

In merito alla diffusione dei motocicli "Euro 3" (Fig.5) si rileva che solo quattro città superano abbondantemente i 3 punti percentuali (si tratta di Firenze, Livorno, Roma e Catania) e solo altre cinque città sono al di sopra della media che si attesta sul 2,2%; fanalini di coda risultano Genova e Cagliari con l'1,1% .

Ciclomotori: stato dell'indicatore

Tab.4 Parco ciclomotori per standard emissivo (2005)

	pre Euro	Euro 1	Euro 2
Torino	57,6	31,4	11,0
Milano	78,9	15,6	5,5
Brescia	88,4	8,6	3,0
Verona	73,4	19,7	6,9
Venezia	79,3	15,3	5,4
Padova	71,2	21,3	7,5
Trieste	76,1	17,7	6,2
Genova	68,5	23,4	8,2
Parma	70,1	22,1	7,7
Modena	67,9	23,8	8,3
Bologna	69,4	22,7	7,9
Firenze	81,8	13,5	4,7
Prato	n.d.	n.d.	n.d.
Livorno	86,4	10,1	3,5
Roma	61,9	28,2	9,9
Napoli	63,4	27,2	9,5
Foggia	70,3	22,0	7,7
Bari	64,5	26,3	9,2
Taranto	68,3	23,5	8,2
Reggio Calabria	66,7	24,6	8,6
Palermo	37,6	46,2	16,2
Messina	60,6	29,2	10,2
Catania	44,4	41,2	14,4
Cagliari	68,6	23,2	8,1

Fonte:elaborazione APAT su dati ANCMA

Fig.6 Confronto parco ciclomotori per standard emissivo (2005)

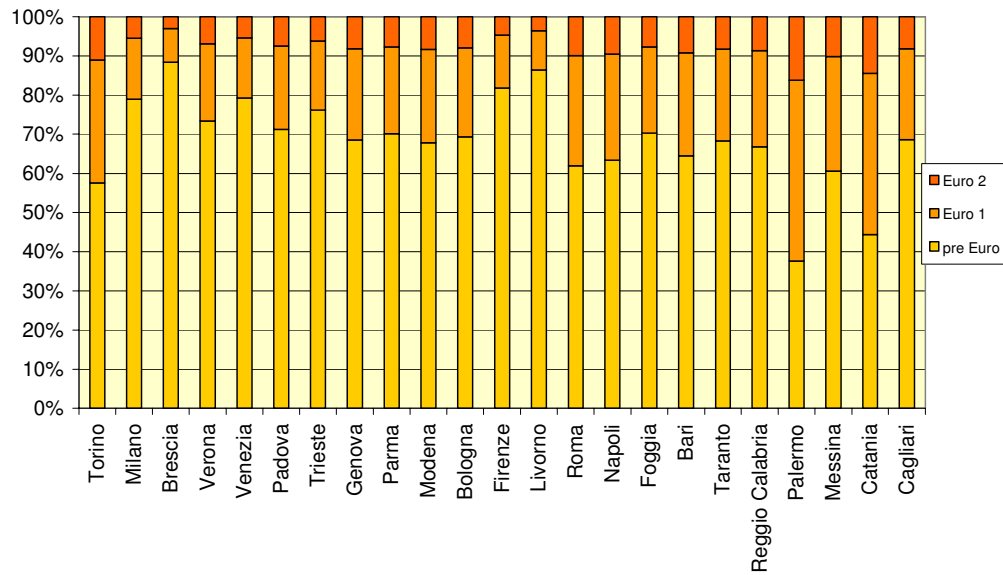
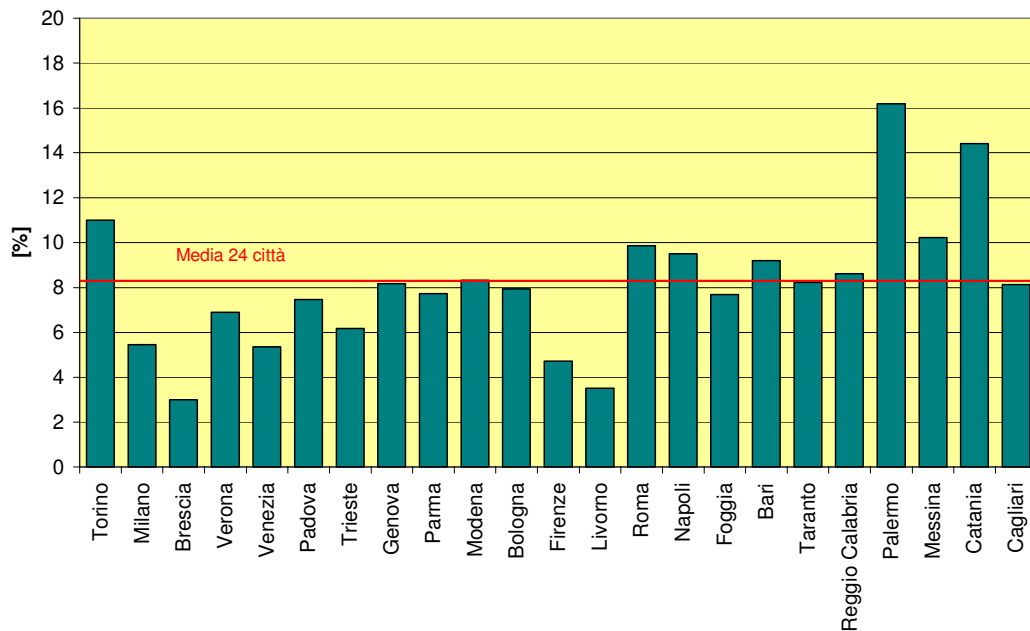


Fig.7 Percentuale di “Euro 2” sul parco ciclomotori complessivo



Analisi dei dati

Come già detto precedentemente, per il parco veicolare ciclomotori non si dispone attualmente di un database ufficiale: tenuto conto dei limiti legati alla stima iniziale del parco su base nazionale e dell'approssimazione introdotta dall'uso delle variabili *proxy* per le stime a livello comunale³⁷, i dati riportati hanno un carattere puramente indicativo, poiché potrebbero essere soggetti a numerose incertezze, e non consentono un confronto interannuale.

Relativamente all'anno 2005 si rileva che la situazione migliore, corrispondente alla maggiore percentuale di ciclomotori "Euro 2" ed "Euro 1" ed alla minore percentuale di pre Euro, è quella di Palermo mentre in ultima posizione troviamo Brescia (Fig.6).

Tranne che a Palermo e a Catania, la quota di ciclomotori "pre Euro" risulta comunque considerevolmente alta in tutte le città: più del 60% del parco non è conforme agli standard emissivi più recenti.

Analizzando il solo dato relativo ai ciclomotori "Euro 2" (Fig.7), la media si attesta sull'8,2% del totale del parco e solo sette città la superano abbondantemente. La situazione peggiore si registra a Brescia e a Livorno, rispettivamente con il 3,0% e il 3,5%.

³⁷ Per il 2005 è stato possibile reperire solo la stima ANCMA a livello nazionale che indica un numero di ciclomotori pari a 5.000.000. Partendo da questo valore a livello nazionale è stata effettuata da parte dell'APAT la stima del numero di ciclomotori per ciascuno dei 24 comuni oggetto dell'indagine.

INDICATORE 3

MODALITA' DEGLI SPOSTAMENTI CASA-SCUOLA DEGLI ALUNNI DELLA SCUOLA ELEMENTARE

Descrizione sintetica

L'indicatore analizza le modalità di trasporto utilizzate dagli alunni della scuola elementare nei tragitti casa-scuola.

Unità di misura

Percentuale degli spostamenti eseguiti nel tragitto casa-scuola e viceversa mediante i diversi mezzi di trasporto privato e pubblico.

L'indagine sulle modalità di spostamento, a seconda delle risorse disponibili, può essere condotta al livello del singolo polo scolastico o per un insieme di scuole ricadenti in una zona più vasta della città. L'analisi è focalizzata sugli spostamenti degli studenti di scuola elementare poiché tipicamente i complessi scolastici di tale livello sono distribuiti in modo capillare sul territorio e le distanze casa-scuola sono in genere relativamente brevi.

Motivazioni della scelta

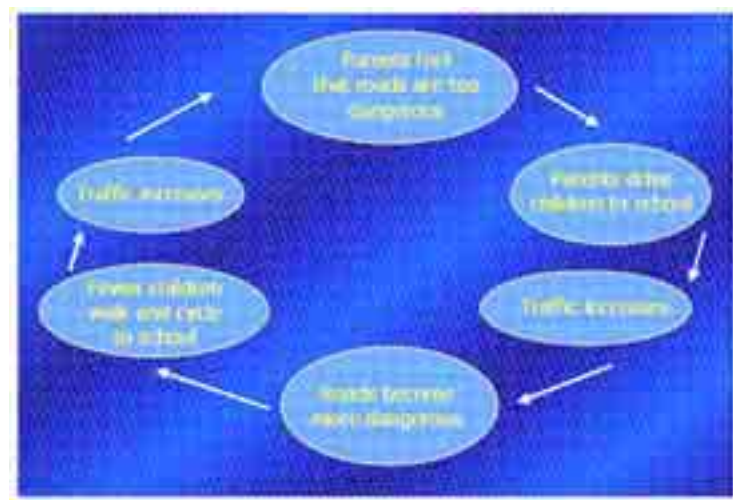
In alcune fasce ben determinate della giornata gli spostamenti degli alunni che si recano a scuola rappresentano uno dei fattori che incide in maniera significativa sulla congestione del traffico urbano: le auto dei genitori che accompagnano o attendono i bambini all'uscita delle scuole, sovente parcheggiate in doppia o tripla fila, sono parte abituale del panorama cittadino.

Il problema è molto accentuato soprattutto nei pressi delle scuole elementari dove gli alunni sono ancora troppo piccoli per avere una propria autonomia nello spostamento da e verso casa.

L'utilizzo dell'automobile per recarsi a scuola è purtroppo in aumento in molti Paesi europei poiché il tragitto è spesso considerato pericoloso e troppo trafficato. La

consuetudine di accompagnare i propri figli con il mezzo privato, d'altro canto, contribuisce lei stessa a rendere le strade meno sicure e più congestionate, come mostrato nella figura che segue (Fig.1).

Fig.1 Il circolo vizioso dell'incremento del traffico motorizzato nel percorso da e verso scuola



Fonte: COMUNE DI ROMA-WHO EUROPE (2003)

Recenti studi hanno dimostrato che l'accompagnamento dei bambini sul percorso casa-scuola o verso altre destinazioni abituali fino ad un'età avanzata, ed in particolare il fatto di trasportarli, ha impatti considerevoli sul loro sviluppo psicomotorio:

- i bambini restano dipendenti dai genitori e ciò nuoce all'apprendimento dell'autonomia e riduce la capacità di adattamento a nuove situazioni;
- i bambini perdono numerose occasioni di socializzazione (frequentazione di altri bambini con cui stringere legami, scoperta dell'ambiente in cui vivono) e questo contrasta il loro sviluppo psicosociale;
- in automobile i bambini sviluppano atteggiamenti apatici e mancano di attenzione e ciò ha effetto sull'umore e sulla capacità di concentrazione.

Inoltre, recenti studi dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) hanno stimato che l'obesità è cresciuta del 10-40% tra la fine degli anni Ottanta e la fine degli anni Novanta³⁸ e che l'inattività fisica³⁹ nei Paesi industrializzati è il secondo fattore di rischio per la salute dopo il fumo.

L'esercizio fisico è legato ad attività sportive o ludiche, ma una parte non trascurabile è frutto delle abitudini di spostamento acquisite nell'infanzia. E' infatti ormai riconosciuta l'idea che l'introduzione dell'attività fisica durante l'infanzia è il miglior mezzo per garantire una quantità sufficiente d'esercizio quotidiano nello stile di vita dell'adulto⁴⁰.

Alla luce di quanto detto sopra, il tragitto casa-scuola potrebbe rappresentare un'importante opportunità per acquisire l'abitudine a camminare o pedalare.

Problematiche legate al popolamento dell'indicatore

La “*Carta su trasporto, ambiente e salute*”, adottata dai 51 Paesi della Regione europea della WHO nel 1999, pone un'enfasi particolare sull'importanza di promuovere e fornire le condizioni per spostamenti a piedi e in bicicletta in sicurezza insieme all'uso dei mezzi pubblici⁴¹. Per questo motivo, e per le evidenze scientifiche legate alla necessità di introdurre l'attività fisica fin dall'età infantile, la Comunità Europea ha introdotto nel pacchetto di “*Indicatori Comuni Europei*”(2000)⁴² un indicatore facoltativo relativo agli spostamenti degli scolari verso e dalla scuola.

In Italia tale indicatore risulta attualmente popolabile solo in piccole realtà locali dove operano efficienti servizi di trasporto pubblico riservati agli alunni o dove sono state organizzati dei percorsi di gruppo casa-scuola a piedi o in bicicletta. Queste ultime iniziative hanno spesso un carattere sperimentale e non trovano continuità nel tempo per mancanza di risorse e di collaborazione degli enti locali.

³⁸ COMUNE DI ROMA - WHO EUROPE (a cura di), 2003.

³⁹ Oltre il 30% della popolazione adulta in Europa non svolge, nella propria vita quotidiana, una sufficiente attività fisica e questa è in continuo calo [COMUNE DI ROMA – WHO EUROPE (a cura di), 2003].

⁴⁰ EUROPEAN COMMISSION (a cura di), 2002.

⁴¹ COMUNE DI ROMA - WHO EUROPE (a cura di), 2003.

⁴² L'iniziativa “Verso un quadro della sostenibilità a livello locale – Indicatori Comuni Europei” ha l'obiettivo di raccogliere informazioni comparabili sui progressi ottenuti in materia di sostenibilità a livello locale in tutta l'Europa [EUROPEAN COMMISSION (a cura di), 2000].

Per rilevare il numero di studenti che utilizzano le modalità sostenibili di trasporto nel tragitto casa-scuola si può considerare ogni singolo plesso scolastico e, in base al numero totale di studenti, stimare il tasso di occupazione medio degli autobus adibiti al servizio scolastico e rilevare gli studenti che partecipano alle iniziative di trasporto di gruppo a piedi o in bicicletta. Per rilevare le modalità di spostamento individuali è possibile invece somministrare un questionario all'interno delle scuole o effettuare un'indagine a campione tra gli studenti.

La mobilità autonoma degli scolari come obiettivo da raggiungere

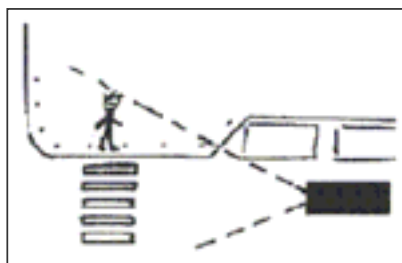
Il pericolo fisico, reale e percepito, del traffico veicolare costituisce una delle principali barriere agli spostamenti a piedi o in bicicletta. Di conseguenza, molti di coloro che vorrebbero camminare di più o utilizzare la bicicletta si sentono intimoriti e non sicuri nel tragitto da compiere e le fasce di popolazione maggiormente coinvolte sono i bambini, la cui mobilità autonoma viene limitata dalle oggettive preoccupazioni dei genitori, e gli anziani che tendono a limitare i propri spostamenti al minimo necessario.

Al fine di rendere gli spostamenti a piedi e in bicicletta una scelta possibile, sicura e piacevole, è necessario prima di tutto una sostanziale revisione delle attuali politiche di trasporto. Il miglioramento della sicurezza davanti alle scuole è sicuramente una priorità.

I principali interventi infrastrutturali necessari per mettere in sicurezza le aree adiacenti alle scuole sono:

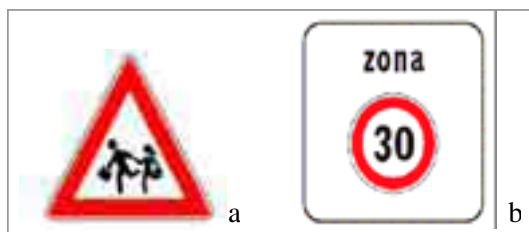
- la creazione di ampi marciapiedi con divieti di sosta e penisole verso l'esterno in corrispondenza dei passaggi pedonali, in modo che il pedone abbia maggiore visibilità (Fig.2);
- la creazione di isole di traffico che permettano di attraversare la carreggiata in due tempi;
- l'installazione di apposita segnaletica e di semafori pedonali;
- l'istituzione di "zone 30", cioè di strade in cui vige il limite di velocità di 30 km orari (Fig. 3).

Fig.2 Penisole del marciapiede in corrispondenza dei passaggi pedonali



Fonte:COMUNE DI BERGAMO (2004)

Fig.3 Segnaletica verticale che segnala i luoghi frequentati da bambini (a) e la presenza di zone con limite di velocità a 30 km orari (b)



Fonte:COMUNE DI BERGAMO (2004)

Inoltre risulta utile, a garanzia di una maggiore sicurezza, la presenza di volontari (pensionati o genitori/nonni degli alunni) che sorvegliano la circolazione nelle ore di arrivo e di uscita degli studenti.

Ma la soluzione più efficace appare senza dubbio quella dell'organizzazione dei percorsi di gruppo casa-scuola, a piedi e in bicicletta ("Piedibus" e "Bicibus"), già sperimentati con successo in molte realtà europee e in alcune località italiane.

Il progetto consiste nell'individuazione di percorsi sicuri per raggiungere le scuole elementari con l'importante sostegno di volontari che possono essere anche gli stessi genitori.

Il progetto Piedibus

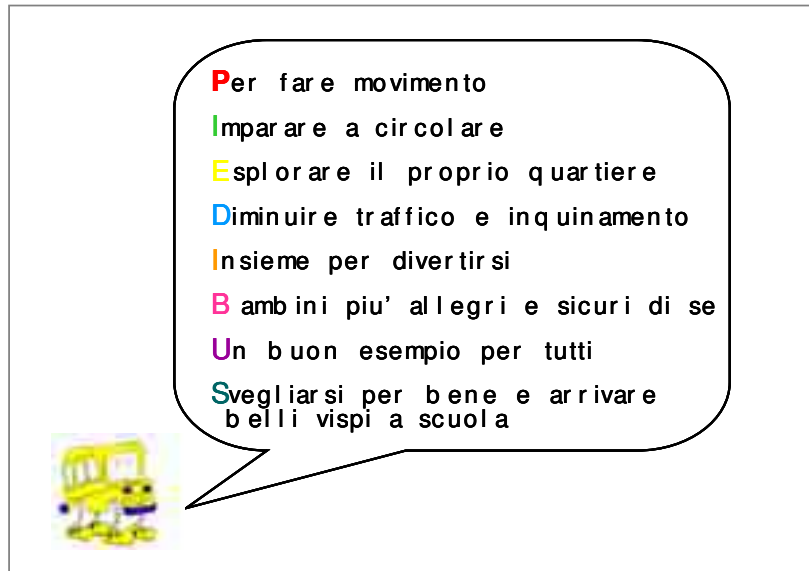
L'iniziativa "Piedibus" è nata in Danimarca e si è ampiamente diffusa negli Stati Uniti e nel Nord Europa: essa si propone come un'azione innovativa e promozionale che, attraverso la partecipazione di genitori, insegnanti e Amministratori locali coinvolga attivamente i bambini educandoli e stimolandoli alla mobilità sostenibile.

Gli obiettivi perseguiti sono (Fig.4):

- la promozione dell'autonomia dei bambini nei loro spostamenti quotidiani e nei processi di socializzazione tra coetanei;
- la riduzione dell'inquinamento atmosferico e l'introduzione dell'attività fisica nelle giovani generazioni;
- il ricorso al lavoro socialmente utile di persone anziane e del mondo del volontariato per vigilare e accompagnare i bambini durante il percorso casa-scuola;
- la nascita di una rete di genitori al fine di: coordinare le azioni di vigilanza e controllo durante i percorsi casa-scuola, scambiare le reciproche esperienze, temperare le paure e le preoccupazioni per la sicurezza dei bambini;
- il miglioramento del livello di fruibilità e di accessibilità del territorio e in particolare delle aree verdi;
- l'intervento delle Amministrazioni pubbliche per l'istituzione di zone ciclo-pedonali e di aree verdi e la promozione della mobilità sostenibile.

Operativamente il "Piedibus" si compone di una fila di bambini che si muovono accompagnati da un minimo di due adulti (un "autista" ed un "controllore" in coda), con un capolinea, delle fermate, degli orari ed un percorso prestabilito. I bambini, dotati di un gilet rifrangente, vengono raccolti alle "fermate" predisposte lungo il cammino: con una semplice telefonata può essere comunicata all'autista l'assenza o il ritardo di un alunno alla fermata stabilita. La rete di accompagnatori è costituita da pensionati o dagli stessi genitori che a turno si organizzano per guidare e accompagnare "l'autobus" di bambini.

Fig.4 Principi promozionali del “Piedibus”



Fonte: rielaborazione su dati www.piedibus.it (Marzo 2007)

Come già anticipato in precedenza, il gruppo di lavoro dell’iniziativa coinvolge molti soggetti quali l’Amministrazione comunale, le direzioni didattiche, le associazioni di volontariato e i genitori, ciascuno impegnato, per le proprie competenze, a fornire i contributi ed i sostegni necessari. Il gruppo di lavoro delegherà poi l’esecuzione operativa del progetto ad un coordinamento operativo costituito da poche persone che per la loro esperienza e disponibilità garantiranno la “messa in strada” e l’operatività costante dei diversi “Piedibus” attivati (Fig.5).

Le fasi del progetto possono essere riassunte nei punti seguenti:

1. *Campagna di promozione e sensibilizzazione*: l’Amministrazione comunale dovrebbe farsi carico di portare a conoscenza all’interno delle scuole elementari il progetto “Piedibus” al fine di coinvolgere e sensibilizzare le direzioni didattiche, gli insegnanti, i bambini e i genitori;
2. *Individuazione delle scuole/e dove attivare il “Piedibus”*: è opportuno sperimentare l’iniziativa in una scuola che abbia un bacino di utenza ben definito e dove si stima un’alta probabilità di adesione e di riuscita;

3. *Ricerca e coinvolgimento di un responsabile del progetto*: i genitori sono i soggetti fondamentali per l'avvio e il mantenimento di ogni singola iniziativa. I responsabili hanno il compito di intrattenere i rapporti con la propria direzione didattica, di costituire e coordinare il gruppo dei volontari accompagnatori;
4. *Elaborazione e distribuzione dei questionari sulla mobilità casa-scuola-casa*: verrà elaborato e distribuito un questionario sulle modalità di spostamento per recarsi a scuola: tale questionario verrà distribuito ai genitori degli alunni delle classi prima, seconda e terza elementare mentre potrà essere distribuito direttamente agli studenti delle classi quarta e quinta;
5. *Analisi dei questionari*: i questionari raccolti dal genitore responsabile saranno analizzati con l'aiuto del coordinamento operativo al fine di analizzare la situazione esistente della mobilità casa-scuola, individuare i potenziali bambini utenti del "Piedibus" e i genitori disponibili a collaborare all'iniziativa;
6. *Analisi del territorio ed individuazione degli itinerari possibili*: sulla scorta dell'analisi del questionario si procederà all'analisi del territorio con le valutazioni degli itinerari possibili e dei punti critici esistenti (attraversamenti pericolosi, barriere architettoniche, etc.);
7. *Costituzione del gruppo di accompagnatori*: il gruppo di accompagnatori si incontrerà per redigere un calendario degli impegni e per designare, per ogni giorno della settimana e per ogni viaggio, gli accompagnatori e le eventuali riserve per i casi di necessità;
8. *Dotazione al "Piedibus" dei supporti operativi*: il coordinamento operativo fornirà tutto il materiale necessario costituito principalmente da gilets catarifrangenti, tesserini per gli accompagnatori, giornali di bordo su cui segnare le presenze quotidiane e supporti per allestire le fermate e i capolinea;
9. *Inaugurazione del "Piedibus"*: ad ogni avvio di un nuovo "Piedibus" si dovrebbe procedere ad una vera e propria inaugurazione con l'intervento diretto dei bambini con l'obiettivo di renderli assolutamente protagonisti dell'iniziativa. E' altrettanto importante organizzare una festa di fine anno all'interno della quale verranno

premiati tutti i bambini partecipanti con la consegna di un attestato di partecipazione e di eventuali premi.

Fig.5 Esempio di realizzazione di un “Piedibus” lungo un percorso casa-scuola



Fonte: www.iwalktoschool.org (Aprile 2007)

INDICATORE 4-5

STIMA DELLE EMISSIONI DI MATERIALE PARTICOLATO PM₁₀

E DEGLI OSSIDI DI AZOTO (NO_x)

PER IL SETTORE DEI TRASPORTI STRADALI

Descrizione sintetica

Per ogni città l'indicatore riporta la stima delle emissioni annuali di materiale particolato e di ossidi di azoto⁴³ relativamente al settore dei trasporti stradali (veicoli merci, autovetture, moto e ciclomotori, autobus).

Unità di misura

Entrambe le emissioni vengono espresse in tonnellate e vengono calcolate su base annua.

Motivazioni della scelta

Le emissioni di sostanze inquinanti comportano l'alterazione della composizione chimica dell'atmosfera ed influenzano quindi la qualità dell'aria che respiriamo: tali sostanze sono in gran parte prodotte dall'attività umana e solo in misura minore hanno un'origine naturale.

L'inquinamento di origine antropica si sprigiona dalle grandi sorgenti fisse (industrie, impianti per la produzione di energia elettrica ed inceneritori); da piccole sorgenti fisse (impianti per il riscaldamento domestico) e da sorgenti mobili quali il traffico veicolare.

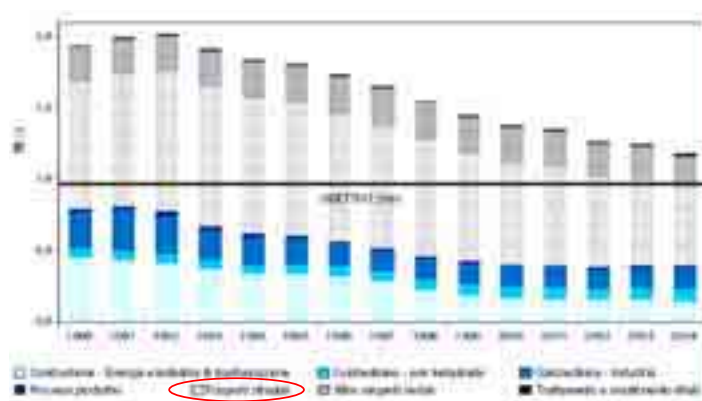
Le grandi sorgenti fisse, spesso localizzate lontano dai più grandi centri abitati, disperdono nell'aria a grandi altezze, mentre il riscaldamento domestico ed il traffico producono inquinanti che si liberano a livello del suolo in aree densamente abitate⁴⁴.

⁴³ In tale studio vengono considerate solamente due delle sostanze gassose inquinanti più comuni legate ai trasporti. Tali sostanze possono essere suddivise in primarie e secondarie. Gli inquinanti primari, come il materiale particolato e gli ossidi di azoto, sono presenti nelle emissioni da traffico veicolare e provocano direttamente effetti dannosi sull'organismo, quelli secondari, come il biossido di azoto e l'ozono, sono invece il risultato di reazioni dei primi tra di loro o con elementi naturali presenti nell'atmosfera.

⁴⁴ APAT (a cura di), 2006c.

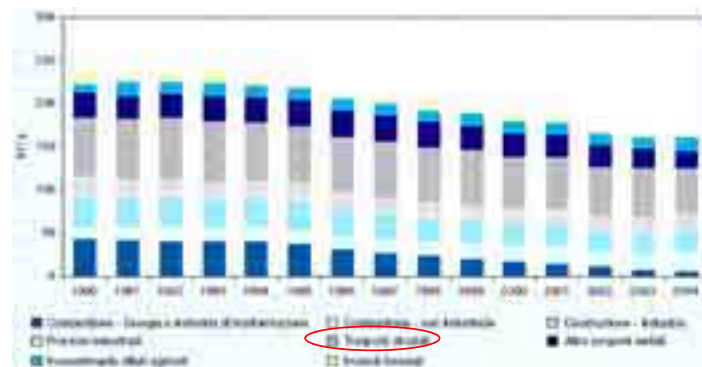
Negli ultimi anni l'attenzione alle emissioni del settore trasporti è aumentata poiché esso è la principale fonte degli inquinanti più critici: gli ossidi di azoto e il PM_{10} e (Fig.1-2). Questi costituiscono un pericolo per la salute della popolazione e si dimostrano ancora più nocivi in relazione alla situazione morfologica dell'area interessata e alle condizioni meteorologiche locali e su grande scala⁴⁵.

Fig.1 Emissioni nazionali di ossidi di azoto e limite di legge⁴⁶



Fonte: APAT (2006)

Fig.2 Emissioni nazionali di PM_{10}



Fonte: APAT (2006)

⁴⁵ L'intensità del vento e le precipitazioni sono i fattori che più influenzano il trasporto e la diffusione atmosferica degli inquinanti su scala locale. Le zone maggiormente soggette al fenomeno del ristagno degli inquinanti sono inoltre quelle localizzate in avvallamenti o depressioni del terreno e quelle chiuse da montagne.

⁴⁶ Nell'ambito della Direttiva NEC, *National Emission Ceilings* (2001/81/CE), sui limiti nazionali di alcuni inquinanti atmosferici, l'Italia ha l'impegno di ridurre le emissioni nazionali di ossidi di azoto a 990 kt entro il 2010.

La stima e l'analisi dell'evoluzione temporale di tali emissioni risulta dunque fondamentale per stabilire le zone di criticità ambientale, individuare gli obiettivi e le relative politiche da adottare.

Disponendo di un inventario a livello locale sarebbe possibile stendere delle mappe delle emissioni e si potrebbero elaborare degli scenari di intervento al fine di ridurre l'incidenza di uno o più inquinanti in un'area tramite le politiche di pianificazione e di intervento.

Reperimento dei dati e qualità delle fonti

I dati delle emissioni totali e da trasporto stradale delle città considerate nello studio provengono dall'inventario nazionale realizzato dall'APAT.

Non esistendo un inventario delle emissioni a livello locale⁴⁷, l'APAT ha effettuato delle stime per le 24 città italiane più popolate disaggregando spazialmente le emissioni nazionali degli anni 1995, 2000 e 2003.

A livello operativo il lavoro dell'APAT è consistito nella definizione delle emissioni a livello provinciale seguito poi da una disaggregazione a livello comunale (metodologia *top-down*). Per il trasporto su strada, così come per ogni altra attività emissiva, si è scelta un'opportuna "variabile surrogato"⁴⁸ (*proxy*) che fosse correlata alla stima dell'emissione e che è stata utilizzata per ripartire a livello provinciale il dato nazionale mediante la formula:

$$E_{k,i,j} = E_{k,j} * S_{k,i,j} / S_{k,j}$$

dove : $E_{k,i,j}$ = emissione provinciale relativa all'attività k, alla provincia i e all'anno j

$E_{k,j}$ = corrispondente emissione nazionale

$S_{k,i,j}$ = valore della variabile proxy associata all'attività k per l'anno j e per la provincia i

$S_{k,j}$ = corrispondente valore nazionale della variabile proxy

⁴⁷La normativa vigente sui piani e sui programmi inerenti alla qualità dell'aria prevede che tutte le regioni/province autonome predispongano un inventario delle emissioni secondo criteri comuni stabiliti a livello europeo, un obiettivo questo che deve essere ancora pienamente perseguito da circa un terzo delle regioni/province autonome (Bultrini et al, 2006a).

⁴⁸Variabile la cui misura serve per studiare fenomeni ad essa correlati e non direttamente misurabili.

Le emissioni in ambito urbano per gli anni 1995, 2000 e 2003 sono state stimate proseguendo l'approccio top-down utilizzato per la disaggregazione provinciale dell'inventario (Tab.1-2). Sono state adottate per ciascun settore alcune variabili *proxy* che fossero disponibili a livello comunale e correlabili con l'attività emissiva (ad esempio la lunghezza dei tratti asfaltati e la popolazione residente).

Visto il peso rilevante delle emissioni dovute al trasporto stradale, si è cercato di caratterizzare al meglio tale settore rispetto alla composizione del parco veicolare, alla tipologia di trasporto predominante e alla lunghezza dei tratti stradali per unità di superficie provinciale. Tale metodologia ha permesso, per il solo anno 2003, di effettuare una *cluster analysis*⁴⁹ di tutte le province e di applicare ad ogni gruppo di province simili individuate la metodologia COPERT⁵⁰ per la stima delle emissioni degli inquinanti principali. I valori così ricavati sono stati comparati con i valori provinciali ottenuti tramite la metodologia top-down al fine di ottenere un fattore correttivo da applicare all'emissione ottenuta con la prima metodologia:

$$\overline{E}_i^k = E_i^k (1 - V_c^k)$$

dove : \overline{E}_i^k = emissione corretta per l'i-esima provincia inclusa nel cluster c e settore veicolare k

E_i^k = stima provinciale ottenuta utilizzando la metodologia top-down

V_c^k = indice di variazione per il cluster c ed il settore veicolare k

Lo stesso procedimento è stato applicato a scala comunale in modo da ottenere un valore più preciso e corretto delle emissioni da trasporto stradale per i 24 maggiori centri urbani italiani (Tab.3).

Per Modena non risulta disponibile il dato delle emissioni di NO_x riferito all'anno 2003 e calcolato senza il fattore correttivo.

⁴⁹ La *cluster analysis* (*clustering*) è una tecnica statistica volta alla selezione e al raggruppamento di elementi omogenei in un insieme di dati (cluster) in base a determinate variabili e caratteristiche.

⁵⁰ Il COPERT (*COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport*) è un modello di calcolo che suddivide il parco veicolare in classi (105 nella versione COPERT III) secondo la tipologia di veicolo, il combustibile impiegato e l'anno di immatricolazione; per ogni classe permette di calcolare fattori di emissione e consumi specifici in funzione della velocità, della temperatura e di altri parametri [ANPA (a cura di), 2001].

Stato e trend dell'indicatore

Tab.1 Emissioni di NO_x dal settore trasporto stradale
per gli anni 1995, 2000 e 2003

	Emissioni NO _x settore trasporto stradale [t]		
	1995	2000	2003
Torino	6865,62	4933,04	4256,02
Milano	10172,11	7587,71	6670,77
Brescia	935,71	797,55	710,47
Verona	1454,94	1293,95	1143,70
Venezia	1203,75	816,09	693,25
Padova	1288,12	1183,03	1084,64
Trieste	1623,90	1185,84	1018,90
Genova	6145,76	4614,41	3939,00
Parma	1492,72	1022,94	891,89
Modena	1129,49	941,48	n.d.
Bologna	4146,12	3007,05	2616,56
Firenze	2838,98	1995,31	1772,57
Prato	1107,46	868,35	440,59
Livorno	1271,50	909,51	786,71
Roma	23665,80	17711,57	15251,28
Napoli	8598,45	6524,29	5666,80
Foggia	1726,32	1530,29	1333,67
Bari	3027,94	2320,32	2005,93
Taranto	1124,41	805,85	685,04
Reggio Calabria	872,72	768,13	677,19
Palermo	5089,81	3976,20	3430,35
Messina	2106,47	1670,26	1456,92
Catania	2045,97	1687,55	1440,10
Cagliari	712,26	525,47	448,13

Fonte: elaborazione su dati APAT

Fig.1 Andamento delle emissioni di NO_x da trasporto stradale per gli anni 1995, 2000, 2003

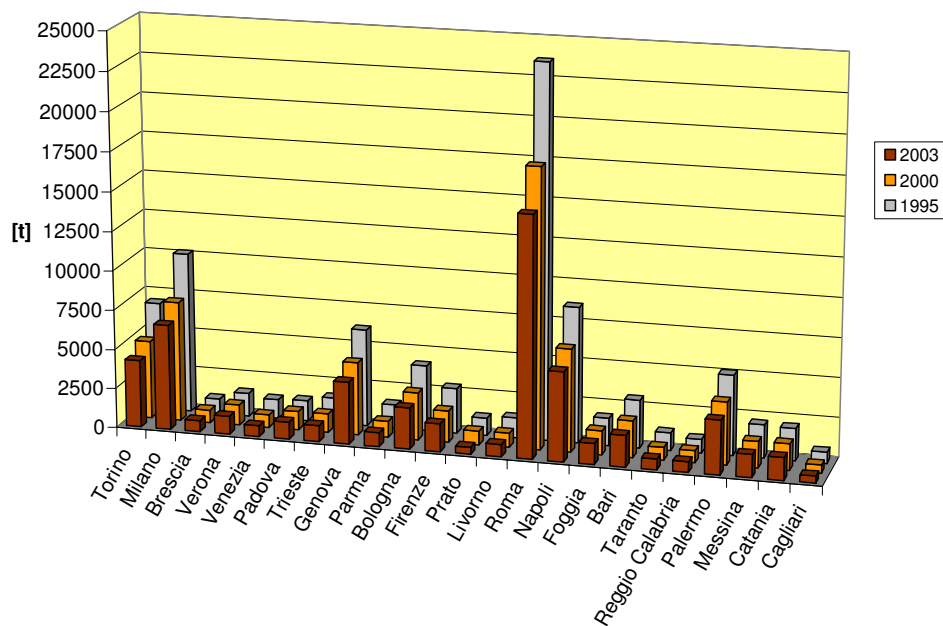
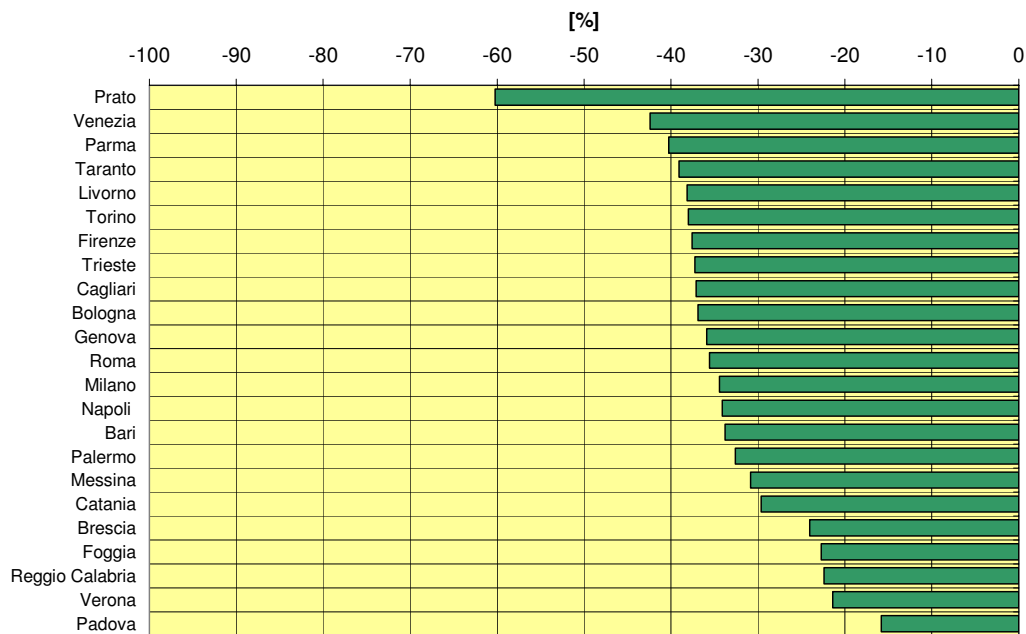


Fig.2 Variazione percentuale delle emissioni di NO_x da trasporto stradale dal 1995 al 2003



*Tab.2 Emissioni di PM₁₀ del settore trasporto stradale
per gli anni 1995, 2000 e 2003*

	Emissioni PM₁₀ settore trasporto stradale [t]		
	1995	2000	2003
Torino	559,97	435,94	436,50
Milano	840,42	675,29	689,91
Brescia	67,26	63,37	65,08
Verona	113,47	108,17	110,16
Venezia	87,09	66,16	64,66
Padova	91,19	92,55	98,31
Trieste	145,73	112,90	113,45
Genova	494,39	401,82	397,07
Parma	110,36	85,22	85,60
Modena	92,74	83,38	85,14
Bologna	306,26	248,16	248,38
Firenze	233,61	178,10	184,00
Prato	97,52	81,94	47,95
Livorno	107,31	83,20	83,82
Roma	2006,54	1608,31	1610,83
Napoli	729,61	594,40	600,93
Foggia	126,34	123,13	123,15
Bari	250,39	206,37	206,95
Taranto	101,26	77,27	76,90
Reggio Calabria	66,79	63,85	64,90
Palermo	429,14	359,15	360,06
Messina	155,99	138,45	138,99
Catania	176,01	153,23	152,21
Cagliari	64,15	50,39	50,31

Fonte: elaborazione su dati APAT

Fig.3 Andamento delle emissioni di PM_{10} da trasporto stradale per gli anni 1995, 2000, 2003

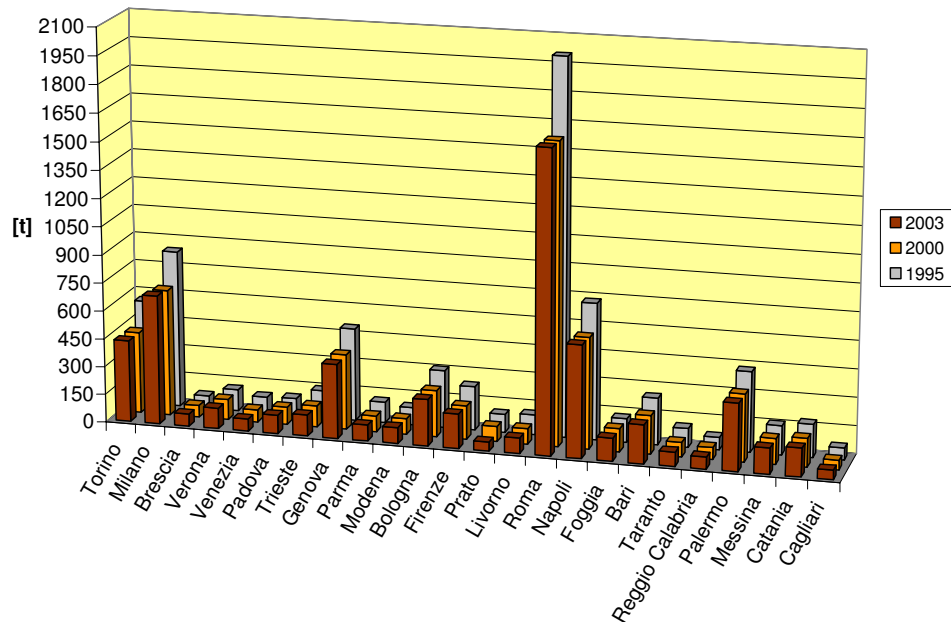
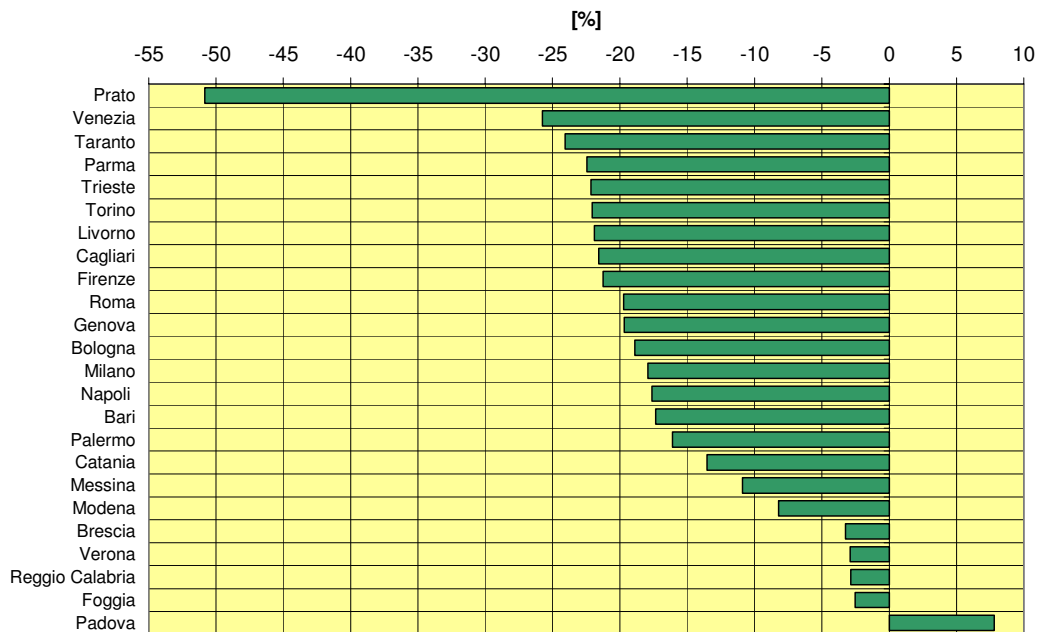


Fig. 4 Variazione percentuale delle emissioni di PM_{10} da trasporto stradale dal 1995 al 2003



Tab.3 Emissioni totali ed emissioni con fattore correttivo di NO_x e PM₁₀ dal settore trasporto stradale per l'anno 2003

	Emissioni totali ⁵¹ [t]		Emissioni settore trasporto stradale con fattore correttivo [t]		% emissioni settore trasporto stradale sul totale delle emissioni	
	NO _x	PM ₁₀	NO _x	PM ₁₀	NO _x	PM ₁₀
Torino	9356,81	1008,16	4712,45	462,56	50,4	45,9
Milano	12103,82	1435,40	7236,37	713,57	59,8	49,7
Brescia	2753,51	342,05	790,99	69,54	28,7	20,3
Verona	2017,98	230,45	1270,32	117,26	62,9	50,9
Venezia	20059,62	1177,33	771,18	68,99	3,8	5,9
Padova	1870,66	198,73	1208,31	105,13	64,6	52,9
Trieste	3482,99	395,01	948,82	110,39	27,2	27,9
Genova	11448,80	1116,39	3807,40	381,53	33,3	34,2
Parma	2765,11	380,23	864,79	82,15	31,3	21,6
Modena	1214,83	263,60	798,71	81,84	65,7	31,0
Bologna	6762,05	462,29	2908,61	264,67	43,0	57,3
Firenze	4268,54	310,94	1961,43	194,83	46,0	62,7
Prato	892,34	95,47	409,79	46,52	45,9	48,7
Livorno	6302,92	418,36	757,55	80,65	12,0	19,3
Roma	23837,71	2376,91	16579,28	1664,98	69,6	70,0
Napoli	16624,53	1238,45	6263,80	635,39	37,7	51,3
Foggia	1546,14	157,87	1296,22	118,06	83,8	74,8
Bari	4890,35	406,94	2220,36	219,22	45,4	53,9
Taranto	12295,72	1668,08	657,18	74,08	5,3	4,4
Reggio Calabria	12452,13	759,20	656,67	62,28	5,3	8,2
Palermo	4751,69	564,07	3306,63	346,31	69,6	61,4
Messina	13077,35	837,14	1413,18	133,37	10,8	15,9
Catania	5060,25	378,90	1592,03	160,97	31,5	42,5
Cagliari	1442,36	153,94	429,90	48,46	29,8	31,5

Fonte:elaborazione su dati APAT

⁵¹ Somma delle emissioni derivanti da tutte le attività individuate in base alla nomenclatura SNAP97 (Selected Nomenclature four sources of Air Pollution).

Fig.5 Valore delle emissioni di NO_x da trasporto stradale per il 2003

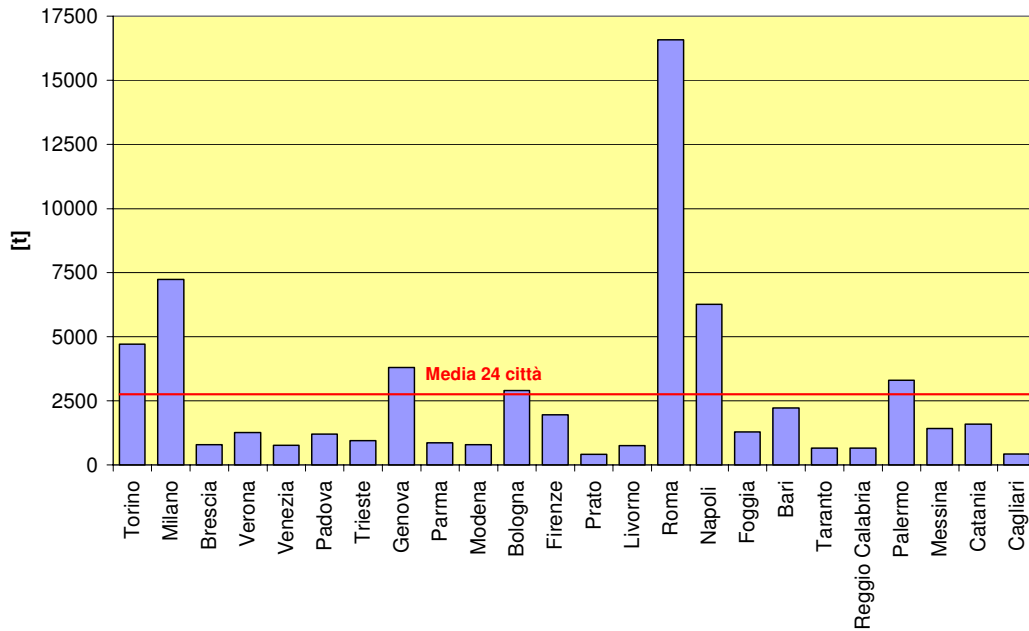


Fig 6 Valore delle emissioni di NO_x da trasporto stradale per il 2003

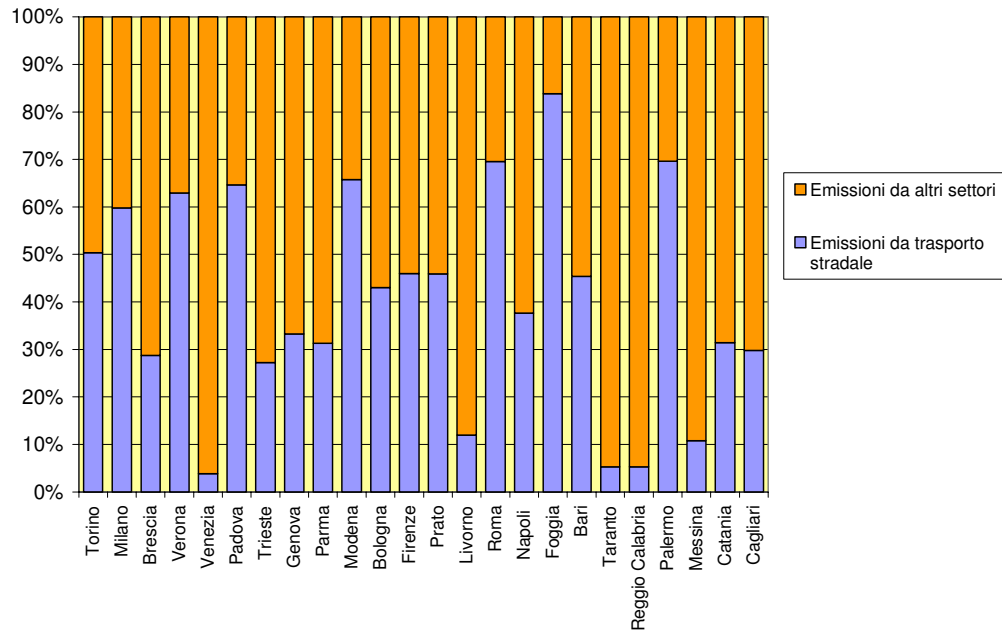


Fig.7 Valore delle emissioni di PM_{10} da trasporto stradale per il 2003

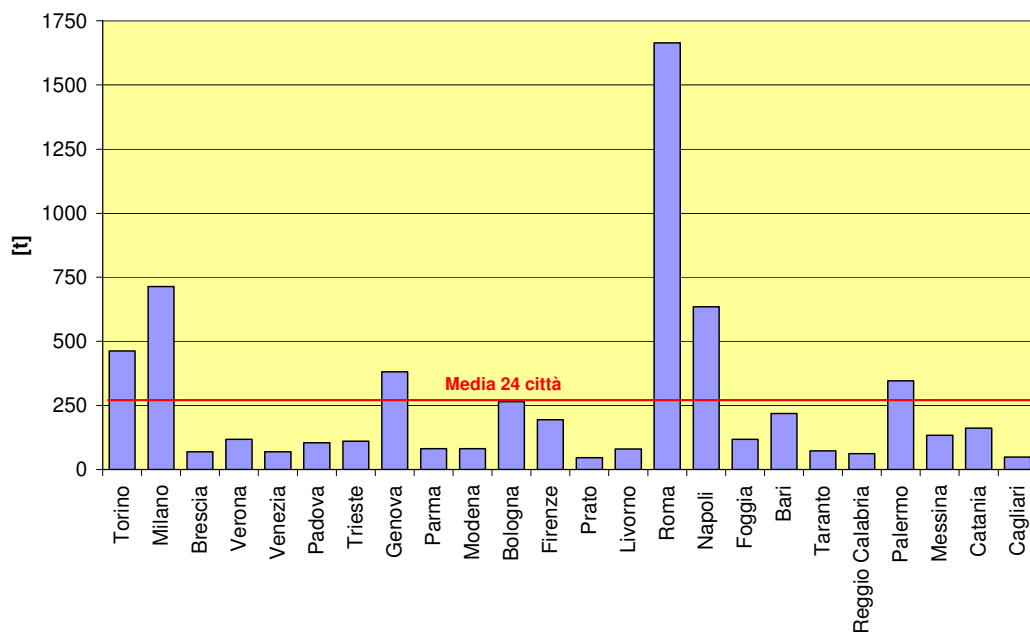
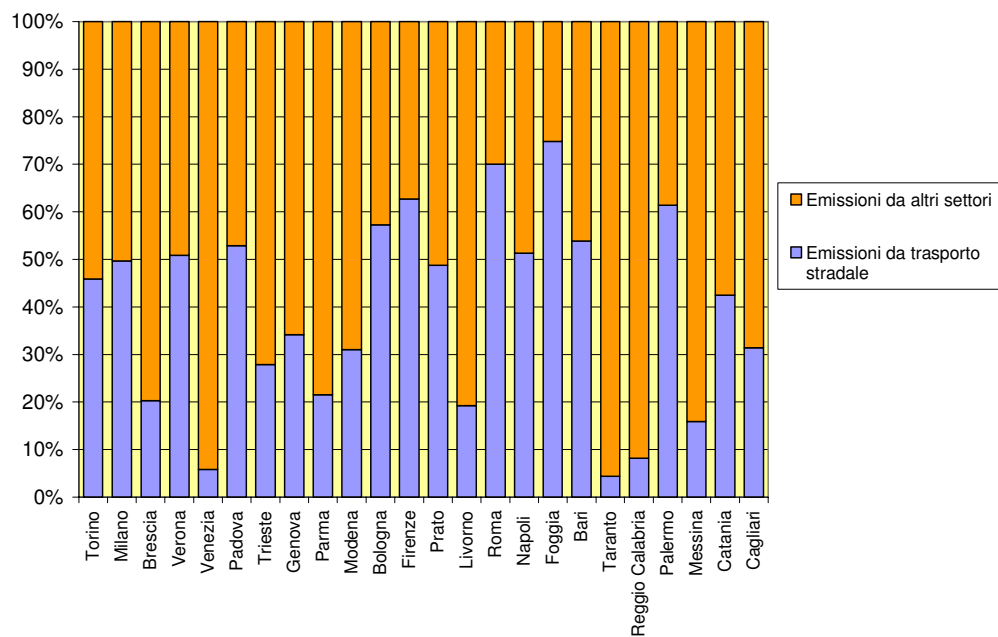


Fig.8 Valore delle emissioni di PM_{10} da trasporto stradale per il 2003



Analisi dei dati

I valori delle emissioni di PM_{10} ed NO_x riportati consentono di valutare per ogni città la presenza dei due inquinanti stimati per gli anni 1995, 2000 e 2003.

In generale si osserva che le province più densamente popolate (Milano, Torino, Roma e Napoli) sono quelle caratterizzate dai più alti valori di emissione, sia per NO_x che per PM_{10} .

Le emissioni di ossidi di azoto nel settore dei trasporti stradali mostrano una generale diminuzione in tutti gli agglomerati considerati (Fig.1): la diminuzione si attesta tra il 20% e il 40% per la maggior parte delle città: Prato sembra aver ottenuto il risultato migliore con oltre il 60% di emissioni di NO_x in meno mentre al polo opposto si colloca Padova con poco più del 15% di riduzione (Fig.2).

Per quanto riguarda l'andamento delle emissioni di PM_{10} , le riduzioni dal 1995 al 2003 sono molto meno accentuate e si attestano tra il 5% e il 20% per la maggior parte degli agglomerati urbani (Fig.3). La città che registra la più consistente riduzione di emissioni di PM_{10} è ancora Prato, dove il valore si è dimezzato (da 97,52 tonnellate a 47,95 tonnellate), mentre Padova registra addirittura un aumento delle emissioni pari a circa l'8% (Fig.4).

L'analisi delle emissioni totali in rapporto a quelle relative ai trasporti, per l'anno 2003, evidenzia città per città il peso relativo dei trasporti su strada rispetto agli altri settori responsabili delle emissioni di NO_x e PM_{10} .

Per quanto riguarda gli ossidi di azoto, relativamente all'anno 2003, il valore di emissione da traffico veicolare più alto appartiene a Roma (con circa 17 mila tonnellate) seguita poi a lunga distanza da Milano e Napoli. La media delle ventiquattro città si attesta sul valore di 2620 tonnellate e diciannove città sul totale possono considerarsi al di sotto di tale valore (Fig.5). In un terzo delle città le emissioni sono dovute per più del 50% al traffico veicolare. La percentuale più alta si registra a Foggia con un valore superiore all'80%, i valori più bassi si registrano invece in quelle aree dove risultano avere un peso maggiore altri settori come il riscaldamento domestico in molte città del Nord Italia, i trasporti marittimi nelle città di mare e gli impianti industriali situati in area urbana, come per esempio gli impianti di Genova, Venezia e Taranto (Fig.6).

La città che nel corso del 2003 ha registrato le emissioni di PM_{10} da traffico veicolare più alte è ancora Roma (2250 tonnellate) che stacca Milano e Napoli a quote comprese tra 600 e 750 tonnellate (Fig.7). Torino, Genova e Palermo sono le altre città che registrano emissioni di PM_{10} abbondantemente sopra la media (260,11 tonnellate).

E' bene osservare che il dato assoluto dipende molto dalla popolazione, dalla consistenza del parco veicolare e dall'estensione dell'area.

L'analisi delle emissioni di PM_{10} , in relazione agli altri settori, non si discosta molto da quella appena fatta per gli ossidi di azoto: il trasporto su strada costituisce la principale sorgente emissiva per circa un terzo delle aree urbane considerate (Fig.8).

Tale settore raggiunge percentuali di emissione pari al 75% per Foggia e al 70% per Roma. Le città con emissioni percentuali poco consistenti di PM_{10} , derivante dal trasporto stradale, sono quelle a forte vocazione industriale (Venezia, Livorno e Taranto) e con infrastrutture portuali (Reggio Calabria e Messina).

INDICATORE 6

RAPPORTO TRA LA POPOLAZIONE E LA DIMENSIONE DEL PARCO VEICOLARE PRIVATO (AUTOVEICOLI, MOTOCICLI, CICLOMOTORI)

Descrizione sintetica

L'indicatore misura il rapporto tra il totale della popolazione e il numero dei veicoli privati circolanti, cioè la disponibilità del mezzo privato per la popolazione residente.

Unità di misura

Il totale della popolazione viene rapportato al totale dei veicoli privati, presenti su ciascun territorio comunale, disaggregati per tipologia (autoveicoli, motocicli, ciclomotori).

Motivazioni della scelta

E' dimostrato che un maggior possesso di auto private ne determina un maggiore utilizzo, mentre può avere un effetto opposto sull'utilizzo del trasporto pubblico⁵². Un discorso equivalente si può fare per i mezzi a due ruote: la flessibilità del veicolo, che permette di ridurre i tempi di percorrenza e di trovare facilmente un parcheggio, spesso induce ad un sovrautilizzo a scapito di altre forme di mobilità più sostenibili.

Tenendo conto che nell'arco dell'ultimo decennio l'incremento demografico risulta comunque ridotto⁵³, lo studio del rapporto tra la popolazione e il numero di veicoli circolanti registra di fatto la disponibilità del mezzo privato e la tendenza al suo utilizzo.

Il dato che emerge risulta interessante sia nel breve che nel lungo periodo. Nel breve periodo mette in evidenza le zone con la più alta concentrazione di mezzi motorizzati privati (che presumibilmente corrisponderanno alle zone con una certa disponibilità economica per il loro acquisto e il loro mantenimento) ed il potenziale carico della rete stradale; nel lungo periodo, se messo in relazione con altri indicatori, potrebbe permettere

⁵² APAT (a cura di), 2005.

⁵³ Eccetto i casi di Venezia, Prato e Cagliari dove la variazione supera il 7%, in positivo per Prato e in negativo per gli altri due Comuni.

di definire un quadro più completo delle pressioni ambientali derivanti dai trasporti oltre che una stima delle spese supportate dalle famiglie per i trasporti.

Reperimento dei dati e qualità delle fonti

I dati relativi alla popolazione residente derivano dalle stime effettuate dall'ISTAT per gli anni 1996, 2000, 2004 e 2005. Riguardo alla consistenza numerica degli autoveicoli e dei motocicli in ciascuna delle città prese in analisi si fa riferimento ai dati ACI relativi agli anni 1996, 2000, 2004 e 2005. E' bene puntualizzare che i dati ACI relativi agli anni 2004 e 2005 non tengono conto dei veicoli per cui non risulta pagata la tassa automobilistica per tre anni consecutivi. Il numero di tali veicoli risulta abbastanza consistente (circa 1,9 milioni di veicoli, pari a circa il 3,4 % del parco autovetture) pertanto è opportuno considerare come diminuzioni significative del parco veicolare quelle che presentano delle variazioni superiori al 3-4%. Solo in tali casi, infatti, è verosimile ipotizzare che ci sia stato un effettivo calo di presenze dei veicoli sul territorio in esame.

Per il parco ciclomotori si dispone solamente di una stima su base nazionale dell'ANCMA (Associazione Nazionale Ciclo, Motociclo e Accessori): per ottenere la disaggregazione a livello comunale è stata messa a punto dall'APAT⁵⁴ una formula che tiene conto della stima nazionale, del numero dei contrassegni emessi su base provinciale e nazionale e del numero di motocicli a livello provinciale e comunale⁵⁵. È stato possibile in tal modo calcolare il numero di ciclomotori presenti nei vari comuni per gli anni 2000, 2004 e 2005. Il calcolo risulta affetto da numerose incertezze per cui, pur fornendo un quadro abbastanza verosimile, deve essere considerato come indicativo. Non è stato possibile ricavare il dato per il comune di Prato poiché non sono disponibili i dati di base.

⁵⁴ Cattani et al, 2006 [1].

⁵⁵ È possibile considerare il rapporto tra numero di contrassegni emessi annualmente su base provinciale (ctr_{pr}) e nazionale (ctr_{naz}) come variabile *proxy* per stimare il numero di ciclomotori per provincia. Per ottenere la stima su base comunale (nc_{com}), è stato moltiplicato questo valore per la stima del numero di ciclomotori a livello nazionale (nc_{naz}) ed è stata introdotta l'ulteriore ipotesi che il rapporto fra il numero di motocicli e di ciclomotori a livello comunale (mc_{com}) sia pari a quello a livello provinciale (mc_{pr}).

$$nc_{com} = nc_{naz} \cdot \frac{ctr_{pr}}{ctr_{naz}} \cdot \frac{mc_{com}}{mc_{pr}}$$

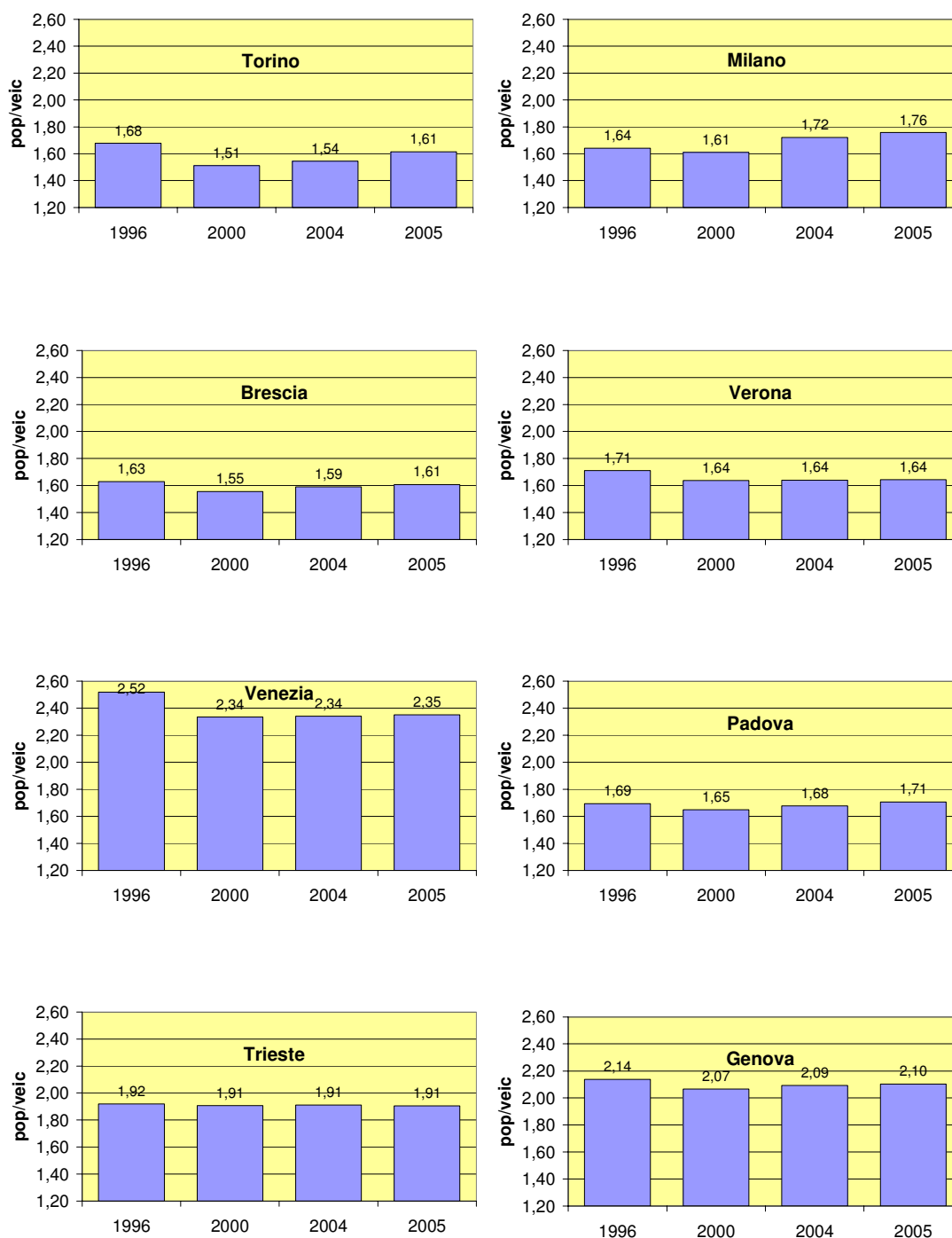
Autoveicoli: stato e trend dell'indicatore

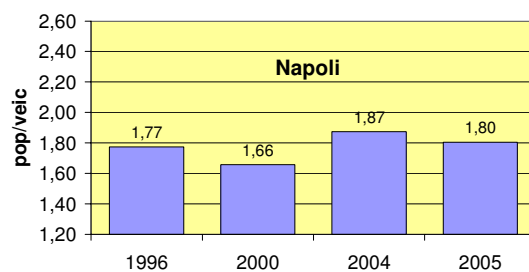
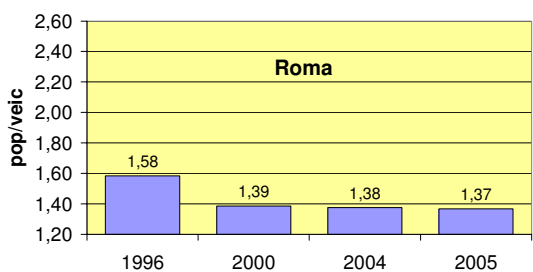
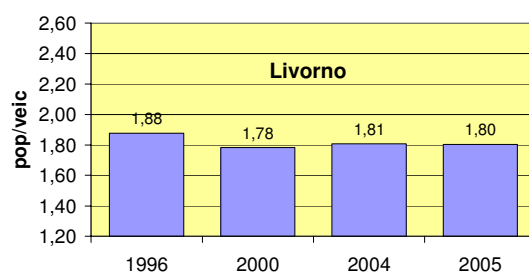
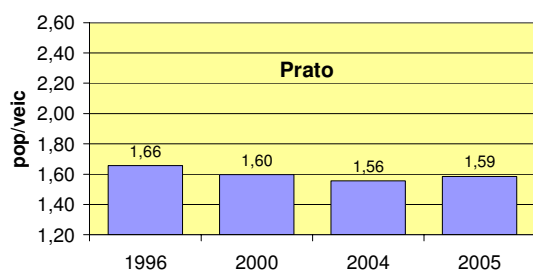
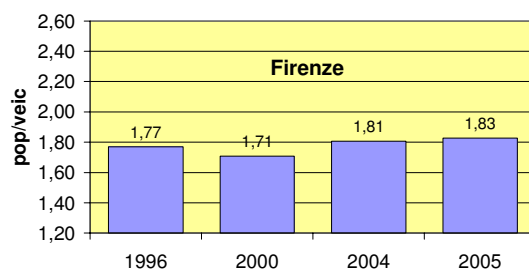
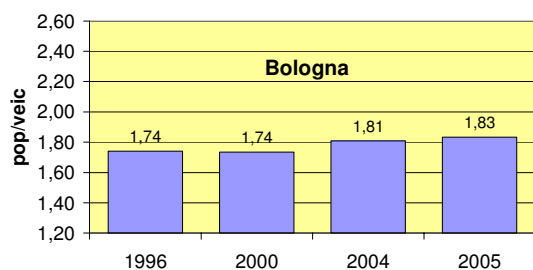
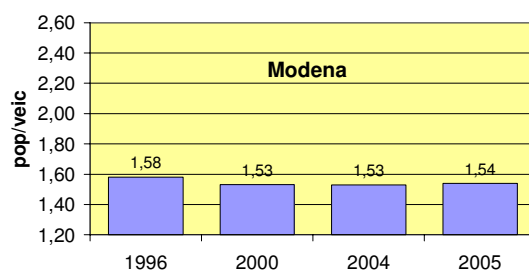
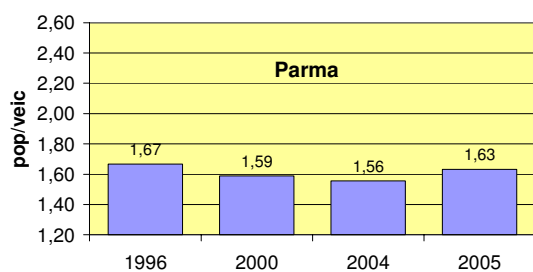
Tab.1 Popolazione, autoveicoli e loro rapporto per gli anni 1996, 2000, 2004 e 2005

	popolazione				var % 96-05	autoveicoli				var % 96-05	popolazione/autoveicoli			
	1996	2000	2004	2005		1996	2000	2004	2005		1996	2000	2004	2005
Torino	920.952	879.285	867.857	902.255	-2,0	549.019	581.783	561.934	558.962	1,81	1,68	1,51	1,54	1,61
Milano	1.301.188	1.268.062	1.271.898	1.299.439	-0,1	792.592	787.590	739.121	739.537	-6,69	1,64	1,61	1,72	1,76
Brescia	189.258	187.682	191.114	192.164	1,5	116.137	120.727	120.198	119.642	3,02	1,63	1,55	1,59	1,61
Verona	250.798	251.140	258.115	259.068	3,3	146.561	153.464	157.437	157.630	7,55	1,71	1,64	1,64	1,64
Venezia	294.503	273.988	271.663	271.251	-7,9	116.908	117.306	116.005	115.298	-1,38	2,52	2,34	2,34	2,35
Padova	207.223	205.551	208.938	210.821	1,7	122.370	124.719	124.629	123.541	0,96	1,69	1,65	1,68	1,71
Trieste	220.983	213.957	208.309	207.069	-6,3	115.134	112.184	108.935	108.668	-5,62	1,92	1,91	1,91	1,91
Genova	646.963	620.920	601.338	605.084	-6,5	302.787	300.418	287.286	287.630	-5,01	2,14	2,07	2,09	2,10
Parma	164.756	162.833	164.528	174.471	5,9	98.829	102.550	105.786	106.864	8,13	1,67	1,59	1,56	1,63
Modena	173.936	175.998	178.874	180.110	3,5	109.959	114.967	116.983	117.034	6,43	1,58	1,53	1,53	1,54
Bologna	375.878	372.644	373.539	374.425	-0,4	215.990	214.701	206.411	204.177	-5,47	1,74	1,74	1,81	1,83
Firenze	380.348	362.828	367.259	368.059	-3,2	214.948	212.438	203.177	201.518	-6,25	1,77	1,71	1,81	1,83
Prato	164.965	170.263	176.013	180.674	9,5	99.569	106.563	113.169	113.952	14,45	1,66	1,60	1,56	1,59
Livorno	162.049	157.663	155.880	155.986	-3,7	86.293	88.374	86.224	86.451	0,18	1,88	1,78	1,81	1,80
Roma	2.653.253	2.570.489	2.542.003	2.553.873	-3,7	1.675.058	1.855.354	1.847.258	1.869.248	11,59	1,58	1,39	1,38	1,37
Napoli	1.026.702	1.007.464	1.000.449	995.171	-3,1	578.691	607.813	534.067	551.714	-4,66	1,77	1,66	1,87	1,80
Foggia	156.189	155.755	154.792	154.780	-0,9	68.956	77.153	80.801	82.147	19,13	2,27	2,02	1,92	1,88
Bari	332.657	322.080	314.166	328.458	-1,3	164.173	178.050	178.299	179.887	9,57	2,03	1,81	1,76	1,83
Taranto	213.205	205.881	199.131	199.012	-6,7	99.367	106.444	107.420	109.571	10,27	2,15	1,93	1,85	1,82
Reggio Calabria	179.421	180.077	181.440	183.041	2,0	89.306	98.145	102.321	105.369	17,99	2,01	1,83	1,77	1,74
Palermo	696.781	694.912	679.730	675.277	-3,1	369.871	390.844	381.970	387.613	4,80	1,88	1,78	1,78	1,74
Messina	238.322	247.936	248.616	247.592	3,9	131.225	139.719	136.525	139.012	5,93	1,82	1,77	1,82	1,78
Catania	322.068	316.516	307.774	305.773	-5,1	193.346	204.970	195.949	202.615	4,79	1,67	1,54	1,57	1,51
Cagliari	177.263	168.470	162.560	161.465	-8,9	108.861	107.603	103.254	103.256	-5,15	1,63	1,57	1,57	1,56

Fonte: elaborazione su dati ISTAT - ACI

Fig.1 Rapporto popolazione/autovetture per le città oggetto di studio





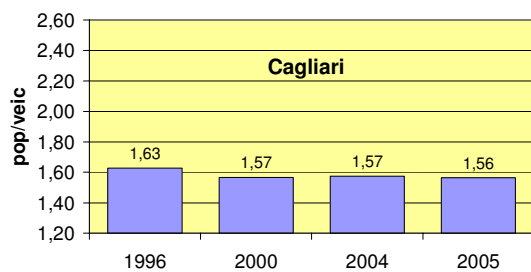
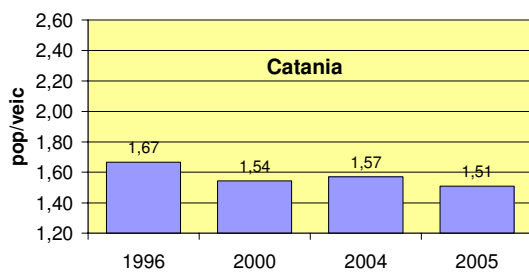
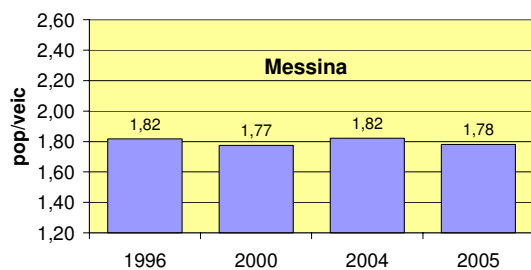
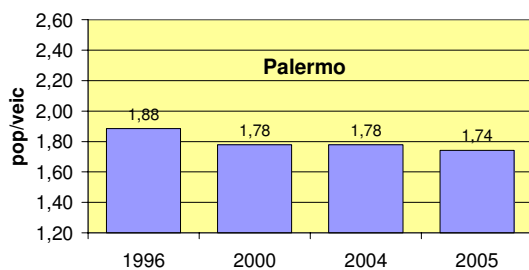
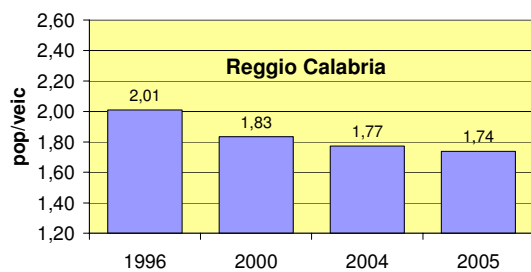
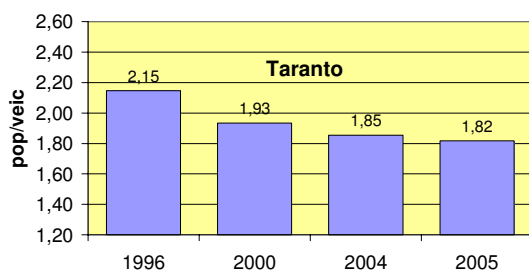
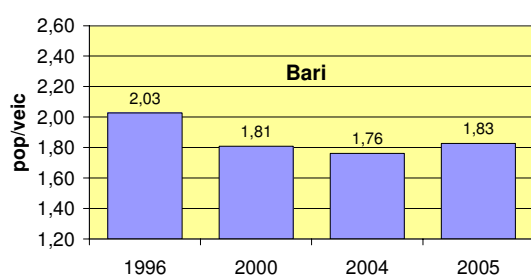
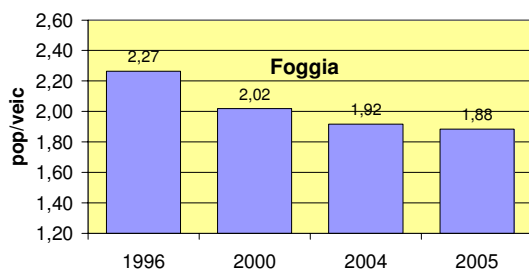
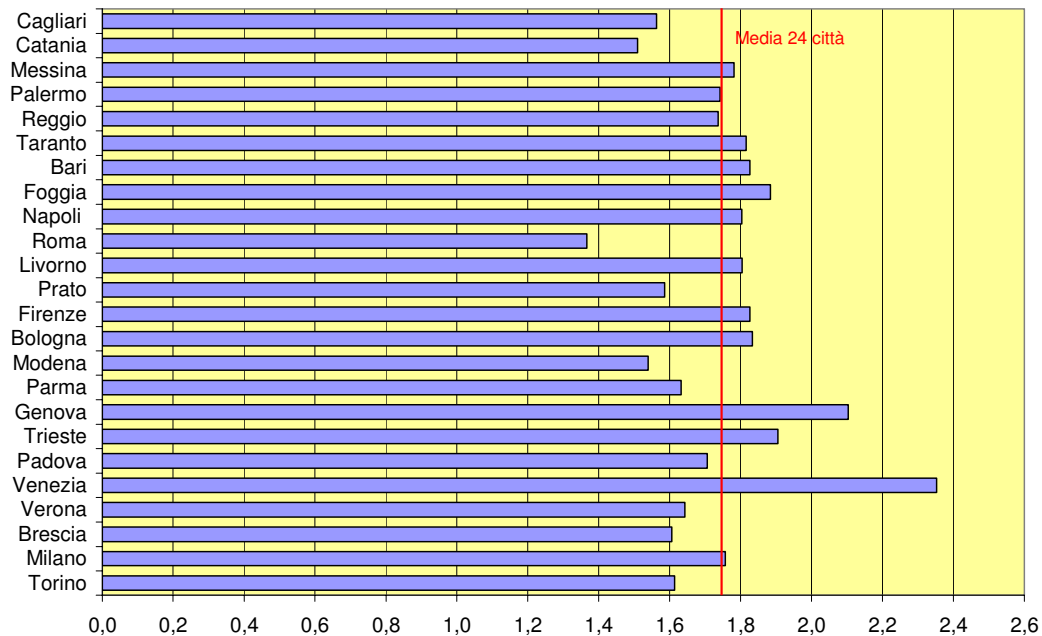


Fig.2 Rapporto popolazione/autovetture relativo all'anno 2005



Analisi dei dati

Il commento dei grafici riportati in Fig.1, desunti dai dati contenuti nella Tab.1, richiede un'attenzione particolare, senza la quale si rischia di arrivare a delle conclusioni inesatte. E' bene infatti ricordare che l'andamento del trend viene di fatto eseguito sulla base di stime della popolazione presente nelle varie aree comunali e che il calo di autoveicoli registrato dal 2000 al 2004 non corrisponde in tutti i casi ad una reale diminuzione del parco bensì ad una "ripulitura" del database ACI (diminuzioni effettive del parco veicolare possono essere considerate solo quelle di Torino, Milano, Genova, Bologna, Firenze, Napoli e Catania).

Considerando il rapporto popolazione/autoveicoli si può osservare una situazione in costante peggioramento a partire dal 1996 nelle città di Roma, Foggia, Taranto, Reggio Calabria e Palermo e una situazione stazionaria (almeno negli ultimi 5 anni) per Verona,

Trieste, Modena e Cagliari. I casi più critici sono sicuramente quelli di Foggia, e Taranto poiché in questi Comuni la popolazione, considerando l'arco temporale 1996-2005, è in calo (da -0,9% di Foggia a -6,7% di Taranto) mentre il numero di autoveicoli seguita a salire. Il trend risulta positivo solo per le città del centro nord: Torino, Milano, Genova, Bologna e Firenze presentano una situazione che è andata via via migliorando dal 2000 ad oggi.

La città di Napoli presenta un aumento del valore dell'indicatore (e quindi un miglioramento della situazione) per l'anno 2004, seguito tuttavia da una diminuzione per il 2005.

Nel caso di Parma, Prato e Bari si osserva invece la situazione inversa, con un miglioramento nel 2005 dopo una flessione registrata nel 2004.

E' interessante notare che in questi ultimi casi ciò non avviene a causa di una diminuzione degli autoveicoli, il cui numero si mantiene per lo più costante, bensì per un aumento della popolazione stimata. Questo sta a significare che, a fronte di un aumento della popolazione, queste città hanno saputo contenere il numero di veicoli presenti sul loro territorio.

Focalizzando l'attenzione solo sull'anno 2005 (Fig.2) si può notare come la situazione più critica sia senza dubbio quella di Roma per la quale tra popolazione e veicolo sussiste un rapporto di 1,4 ad 1. Le situazioni migliori sembrano quelle di Venezia, per l'ovvia conformazione territoriale, e Genova che mostrano un valore superiore a 2. La media si attesta su un valore pari a 1,8 che non viene però raggiunta dalla metà delle città considerate nello studio.

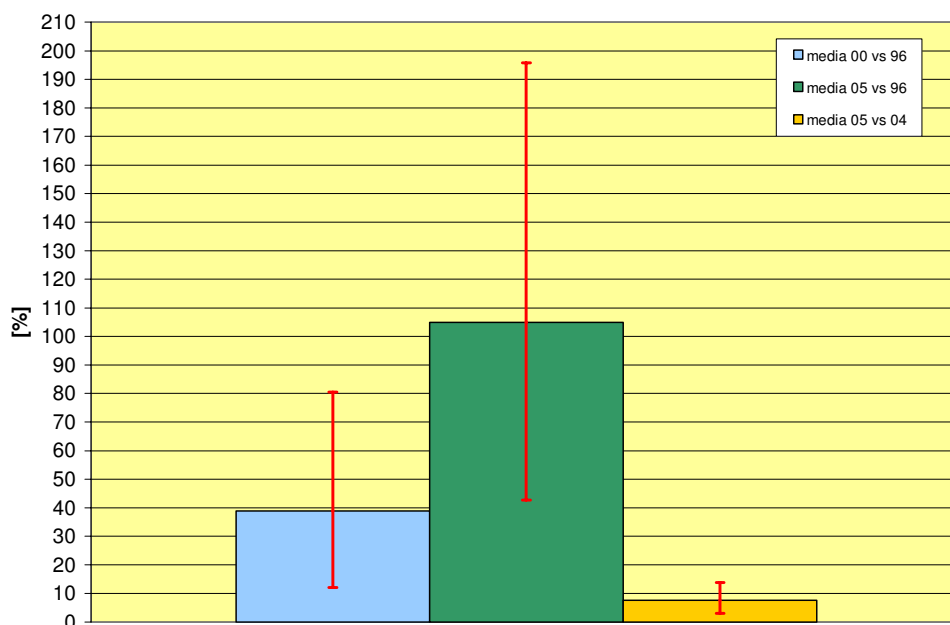
Motocicli: stato e trend dell'indicatore

Tab.2 Popolazione, motocicli e loro rapporto per gli anni 1996, 2000, 2004 e 2005

	popolazione				var % 05-96	motocicli				var % 05-96	popolazione/motocicli			
	1996	2000	2004	2005		1996	2000	2004	2005		1996	2000	2004	2005
Torino	920.952	879.285	867.857	902.255	-2,0	35.068	42.347	53.429	57.170	63,0	26,26	20,76	16,24	15,78
Milano	1.301.188	1.268.062	1.271.898	1.299.439	-0,1	70.542	89.209	115.286	123.511	75,1	18,45	14,21	11,03	10,52
Brescia	189.258	187.682	191.114	192.164	1,5	10.009	11.811	13.856	14.277	42,6	18,91	15,89	13,79	13,46
Verona	250.798	251.140	258.115	259.068	3,3	12.889	18.889	26.683	28.324	119,8	19,46	13,30	9,67	9,15
Venezia	294.503	273.988	271.663	271.251	-7,9	8.508	11.315	15.122	15.898	86,9	34,61	24,21	17,96	17,06
Padova	207.223	205.551	208.938	210.821	1,7	12.244	16.825	22.283	23.362	90,8	16,92	12,22	9,38	9,02
Trieste	220.983	213.957	208.309	207.069	-6,3	16.850	23.547	30.938	32.964	95,6	13,11	9,09	6,73	6,28
Genova	646.963	620.920	601.338	605.084	-6,5	68.341	91.256	113.857	119.979	75,6	9,47	6,80	5,28	5,04
Parma	164.756	162.833	164.528	174.471	5,9	11.019	13.346	17.465	18.613	68,9	14,95	12,20	9,42	9,37
Modena	173.936	175.998	178.874	180.110	3,5	9.407	11.243	13.941	14.673	56,0	18,49	15,65	12,83	12,27
Bologna	375.878	372.644	373.539	374.425	-0,4	24.518	33.926	44.491	46.307	88,9	15,33	10,98	8,40	8,09
Firenze	380.348	362.828	367.259	368.059	-3,2	29.689	38.428	55.018	59.006	98,7	12,81	9,44	6,68	6,24
Prato	164.965	170.263	176.013	180.674	9,5	9.514	10.666	13.855	14.852	56,1	17,34	15,96	12,70	12,16
Livorno	162.049	157.663	155.880	155.986	-3,7	13.559	19.334	29.696	32.629	140,6	11,95	8,15	5,25	4,78
Roma	2.653.253	2.570.489	2.542.003	2.553.873	-3,7	114.593	202.301	287.499	315.763	175,6	23,15	12,71	8,84	8,09
Napoli	1.026.702	1.007.464	1.000.449	995.171	-3,1	57.612	80.148	94.650	105.310	82,8	17,82	12,57	10,57	9,45
Foggia	156.189	155.755	154.792	154.780	-0,9	3.095	4.628	5.714	6.223	101,1	50,46	33,65	27,09	24,87
Bari	332.657	322.080	314.166	328.458	-1,3	11.996	17.669	24.433	26.517	121,0	27,73	18,23	12,86	12,39
Taranto	213.205	205.881	199.131	199.012	-6,7	6.294	9.012	13.247	14.448	129,6	33,87	22,85	15,03	13,77
Reggio Calabria	179.421	180.077	181.440	183.041	2,0	5.845	9.119	14.192	15.981	173,4	30,70	19,75	12,78	11,45
Palermo	696.781	694.912	679.730	675.277	-3,1	34.158	51.422	82.000	91.464	167,8	20,40	13,51	8,29	7,38
Messina	238.322	247.936	248.616	247.592	3,9	9.709	17.525	26.385	28.723	195,8	24,55	14,15	9,42	8,62
Catania	322.068	316.516	307.774	305.773	-5,1	20.754	27.059	41.332	47.058	126,7	15,52	11,70	7,45	6,50
Cagliari	177.263	168.470	162.560	161.465	-8,9	6.638	9.302	11.750	12.293	85,2	26,70	18,11	13,83	13,13

Fonte: elaborazione su dati ISTAT - ACI

Fig.3 Variazione percentuale del numero di motocicli (media delle 24 città). Le barre di errore indicano il valore minimo e massimo di crescita rilevato tra le 24 città per il periodo di riferimento



Analisi dei dati

L'indicatore, calcolato per ciascun anno di riferimento, mostra un trend in continua crescita per tutte le città (Tab.2). Il numero di motocicli aumenta anche nei comuni dove si registra un calo della popolazione residente: è questo il caso di Napoli, Palermo e Catania dove dal 2004 al 2005 si assiste ad una diminuzione consistente della popolazione e ad un aumento del 12% circa di motocicli.

Con riferimento al dato medio riportato in Fig.3, si può osservare che nell'arco di dieci anni si è avuto un aumento del numero di motocicli superiore al 100%, con il valore massimo registrato a Messina (195,84%) e il valore minimo registrato a Brescia (42,64%). E' interessante notare che la città di Messina mostra il tasso di crescita più alto anche per il

periodo 1996-2000 (80,50%), mentre per il periodo 2004-2005 Brescia si conferma la città con il tasso di crescita più contenuto (3,04%).

Considerando il periodo 2004-2005 si osserva in generale una crescita maggiore del parco motocicli nelle città del centro sud, anche a causa delle condizioni meteorologiche che ne favoriscono l'utilizzo in ogni stagione dell'anno. Le città dove però le variazioni di crescita sono più alte (Napoli, Palermo e Catania) sono anche quelle dove si stima una diminuzione della popolazione più forte, pari a circa lo 0,60%.

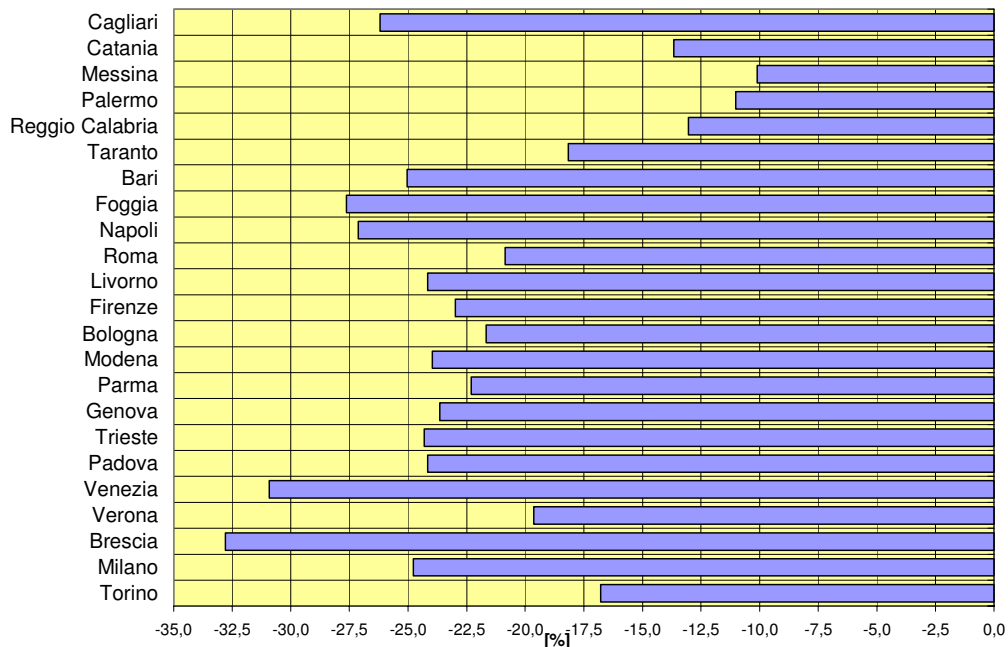
Ciclomotori: stato e trend dell'indicatore

Tab.3 Popolazione, ciclomotori e loro rapporto per gli anni 2000, 2004 e 2005

	popolazione			var % 05-00	ciclomotori			var % 05-00	popolazione/ciclomotori		
	2000	2004	2005		2000	2004	2005		2000	2004	2005
Torino	879.285	867.857	902.255	2,6	50.506	53.590	42.031	-16,8	17,41	16,19	21,47
Milano	1.268.062	1.271.898	1.299.439	2,5	148.960	142.884	112.066	-24,8	8,51	8,90	11,60
Brescia	187.682	191.114	192.164	2,4	22.470	19.258	15.104	-32,8	8,35	9,92	12,72
Verona	251.140	258.115	259.068	3,2	43.900	44.982	35.280	-19,6	5,72	5,74	7,34
Venezia	273.988	271.663	271.251	-1,0	33.147	29.194	22.898	-30,9	8,27	9,31	11,85
Padova	205.551	208.938	210.821	2,6	44.284	42.818	33.583	-24,2	4,64	4,88	6,28
Trieste	213.957	208.309	207.069	-3,2	34.409	33.205	26.043	-24,3	6,22	6,27	7,95
Genova	620.920	601.338	605.084	-2,6	79.414	77.318	60.642	-23,6	7,82	7,78	9,98
Parma	162.833	164.528	174.471	7,1	26.724	26.473	20.763	-22,3	6,09	6,21	8,40
Modena	175.998	178.874	180.110	2,3	27.642	26.795	21.016	-24,0	6,37	6,68	8,57
Bologna	372.644	373.539	374.425	0,5	64.063	63.982	50.182	-21,7	5,82	5,84	7,46
Firenze	362.828	367.259	368.059	1,4	105.665	103.761	81.381	-23,0	3,43	3,54	4,52
Prato	170.263	176.013	180.674	6,1							
Livorno	157.663	155.880	155.986	-1,1	39.656	38.344	30.074	-24,2	3,98	4,07	5,19
Roma	2.570.489	2.542.003	2.553.873	-0,6	333.272	336.281	263.750	-20,9	7,71	7,56	9,68
Napoli	1.007.464	1.000.449	995.171	-1,2	139.123	129.278	101.395	-27,1	7,24	7,74	9,81
Foggia	155.755	154.792	154.780	-0,6	12.365	11.410	8.949	-27,6	12,60	13,57	17,30
Bari	322.080	314.166	328.458	2,0	43.931	41.987	32.931	-25,0	7,33	7,48	9,97
Taranto	205.881	199.131	199.012	-3,3	17.394	18.149	14.235	-18,2	11,84	10,97	13,98
Reggio Calabria	180.077	181.440	183.041	1,6	21.054	23.344	18.309	-13,0	8,55	7,77	10,00
Palermo	694.912	679.730	675.277	-2,8	36.495	41.404	32.474	-11,0	19,04	16,42	20,79
Messina	247.936	248.616	247.592	-0,1	13.616	15.608	12.241	-10,1	18,21	15,93	20,23
Catania	316.516	307.774	305.773	-3,4	21.237	23.378	18.335	-13,7	14,90	13,17	16,68
Cagliari	168.470	162.560	161.465	-4,2	26.796	25.217	19.778	-26,2	6,29	6,45	8,16

Fonte: elaborazione APAT su dati ANCMA

Fig.4 Variazione percentuale dei ciclomotori dal 2000 al 2005



Analisi dei dati

Come evidenziato dalla Fig.4, il parco ciclomotori ha subito negli ultimi anni una forte diminuzione in tutte le città prese in esame; ciò si è accompagnato d'altra parte ad una generalizzata crescita del parco motocicli poiché quest'ultimo mezzo offre delle prestazioni superiori e permette di coprire anche le distanze extraurbane.

L'indicatore popolazione/ciclomotori (Tab.3) dimostra l'affermazione precedente: a fronte di un andamento pressoché costante della popolazione negli anni 2000-2005 si osserva un calo del rapporto per la maggior parte delle città; solo Torino, Roma, Taranto, Reggio Calabria, Palermo, Messina e Catania mostrano un peggioramento dell'indicatore per il 2004 a cui però fa seguito un miglioramento della situazione nel 2005.

INDICATORE 7

RAPPORTO TRA IL NUMERO DI VIAGGIATORI TRASPORTATI E LA POPOLAZIONE SERVITA DAL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

Descrizione sintetica

L'indicatore analizza il rapporto tra il numero di viaggiatori trasportati e il totale della popolazione servita dalle linee di trasporto pubblico locale (di superficie e sotterranee).

Unità di misura

Il totale dei viaggiatori trasportati viene rapportato al totale della popolazione servita dalle linee di trasporto pubblico. Il dato di popolazione è riferito a quella presente in tutta l'area urbana nella quale operano le varie aziende di trasporto pubblico locale.

Motivazioni della scelta

Guardando all'insieme degli spostamenti motorizzati, negli ultimi anni si è verificato un vistoso sbilanciamento a favore dell'automobile, con la conseguente perdita di quote di mercato da parte del trasporto pubblico che non ha saputo soddisfare la domanda di mobilità dei cittadini⁵⁶ (Fig 1-2).

Il numero totale dei passeggeri trasportati dal mezzo pubblico è fortemente diminuito (nell'insieme dei Comuni capoluogo di provincia si registra, dal 2003 al 2005, un calo del 4%, pari a circa 135 milioni di unità⁵⁷), per cui risulta importante misurare la dinamica della domanda di trasporto passeggeri contestualmente all'indagine sull'offerta del servizio di trasporto pubblico locale.

⁵⁶ ISFORT (a cura di), 2006.

⁵⁷ LEGAMBIENTE (a cura di), 2006.

Fig.1 Mercato urbano dei mezzi motorizzati di trasporto (quote % di spostamenti)

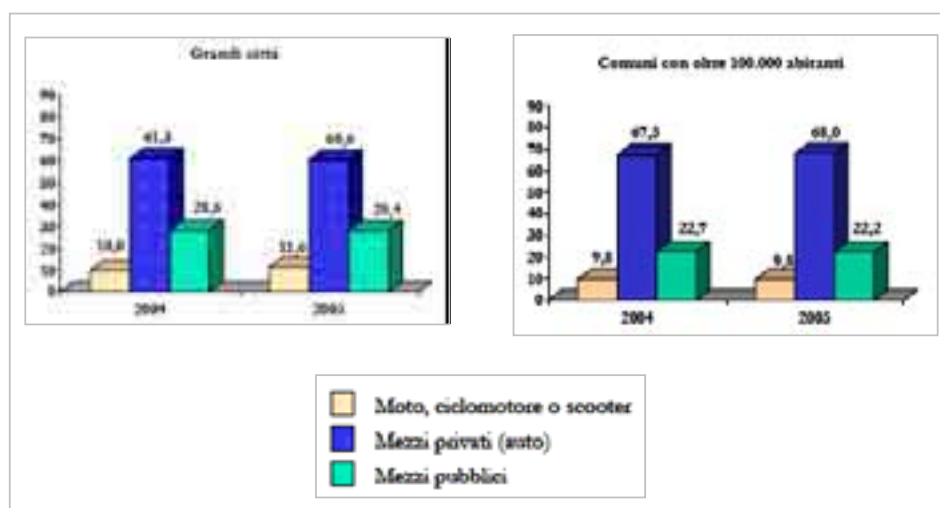
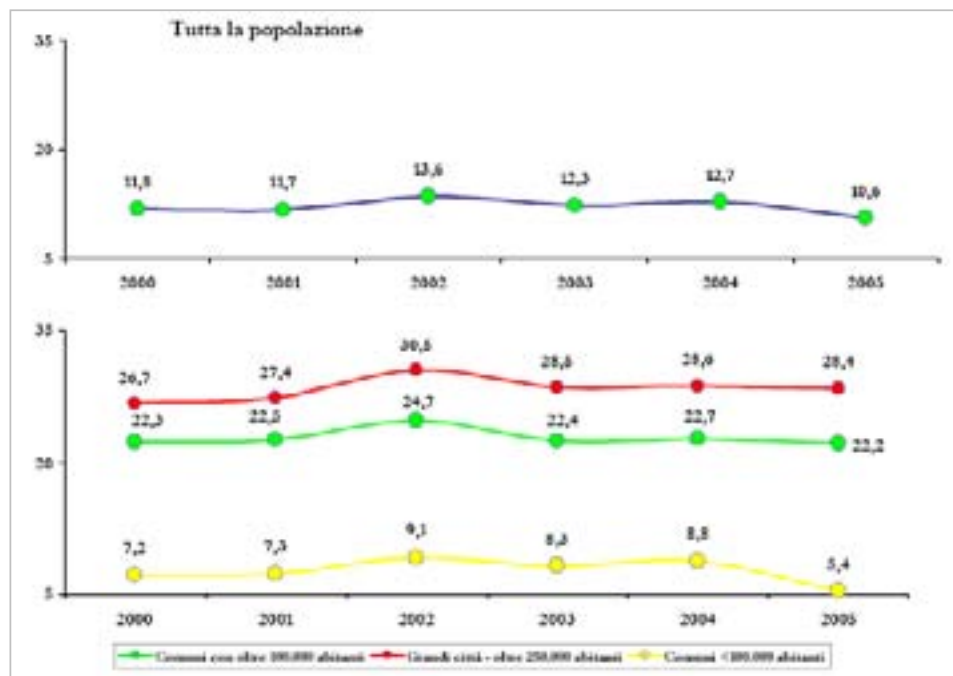


Fig.2 Mercato urbano dei mezzi pubblici (quote % di spostamenti)



In molte realtà territoriali il servizio di trasporto pubblico opera oltre i confini urbani e coinvolge numerosi comuni che orbitano intorno al centro più grande. Il dato relativo al numero degli spostamenti compiuti con il mezzo pubblico viene quindi messo in relazione con quello della popolazione complessivamente presente nell'insieme dei comuni serviti da ciascuna azienda. Il valore risultante dal rapporto non restituisce la quota parte di popolazione che utilizza il mezzo pubblico ma quantifica l'intensità della domanda di trasporto: a parità di popolazione si otterrà dunque un valore più alto per la città dove il numero di spostamenti effettuati con il mezzo pubblico è maggiore .

Reperimento dei dati e qualità delle fonti

I dati relativi alla popolazione derivano dal censimento ISTAT del 2001: come già detto in precedenza, in alcuni casi si è reso necessario considerare un bacino di utenza allargato sommando alla popolazione residente nelle 24 città dello studio quella presente nei vari hinterland serviti dal trasporto urbano. Tenendo conto che nell'ultimo quinquennio l'incremento demografico risulta comunque ridotto (si supera il 3% solo in tre casi) si ipotizza che ciò avvenga anche per l'area vasta e quindi si considera un unico denominatore per gli anni analizzati

E' doveroso osservare comunque che l'allargamento del bacino di utenza potrebbe risultare un'operazione inesatta poiché, in alcuni casi, l'aumento di popolazione calcolato potrebbe non corrispondere nella giusta proporzione ad un aumento del numero dei passeggeri trasportati. Infatti in alcuni casi le aziende di trasporto pubblico, pur svolgendo la loro attività in ambito extraurbano, non raggiungono tutti i comuni compresi nell'area vasta, ma solo le zone più vicine al Comune capoluogo e quindi potrebbe essere inesatto conteggiare tutta la popolazione di tali comuni.

Riguardo al numero dei passeggeri trasportati negli anni 2003, 2004 e 2005, si fa riferimento ai dati presenti nei questionari APAT-ASSTRA somministrati alle aziende di trasporto pubblico urbano nel corso del 2005, alle informazioni contenute nelle Carte della mobilità pubblicate dalle aziende stesse e ai relativi siti internet. Non è stato possibile reperire tale tipo di informazioni per la città di Messina mentre per Bologna non si conosce

l'estensione dell'area servita dal trasporto pubblico per cui non è possibile calcolare l'intera popolazione interessata. Tale problema si pone anche nel caso di Prato ma, trattandosi di un territorio molto meno ampio, si è supposto che la popolazione interessata fosse quella dell'intera provincia (Tab.1).

Stato e trend dell'indicatore

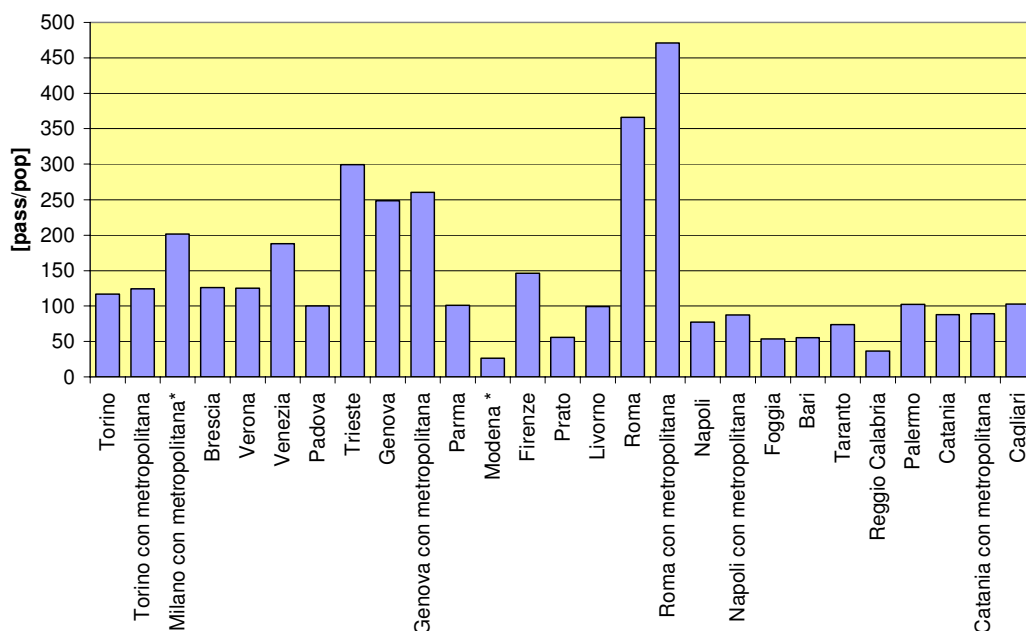
Tab.1 Comuni serviti dal trasporto pubblico locale, popolazione complessiva dei comuni serviti, passeggeri trasportati e loro rapporto per gli anni 2003, 2004 e 2005

	comuni serviti dal tpl	popolazione	passeggeri trasportati				pass/popolazione		
		2001	2003	2004	2005	2003	2004	2005	
Torino	26	1.425.714	161.452.841	161.315.754	166.015.012	113,2	113,1	116,4	
compresa metropolitana			n.d.	n.d.	176.965.012	n.d.	n.d.	124,1	
Milano	85	2.930.565	n.d	590.538.956	n.d	n.d.	201,5	n.d.	
Brescia	15	300.829	32.862.773	35.645.948	38.008.558	109,2	118,5	126,3	
Verona	1	253.208	28.700.000	30.000.000	31.700.000	113,3	118,5	125,2	
Venezia	40	1.044.656	185.800.832	188.854.119	196.050.406	177,9	180,8	187,7	
Padova	13	366.804	35.182.164	36.264.534	36.590.970	95,9	98,9	99,8	
Trieste	6	242.235	77.456.323	74.747.505	72.473.471	319,8	308,6	299,2	
Genova	1	610.307	149.022.985	148.034.529	151.561.323	244,2	242,6	248,3	
compresa metropolitana			n.d.	n.d.	158.871.965	n.d.	n.d.	260,3	
Parma	15	264.592	25.977.108	26.172.166	26.785.159	98,2	98,9	101,2	
Modena	4	291.949	7.672.896	7.682.398	n.d.	26,3	26,3	n.d.	
Bologna	n.d.	n.d.	n.d.	107.100.000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Firenze	10	578.851	78.986.411	79.182.425	84.500.000	136,5	136,8	146,0	
Prato	n.d.	227.886	n.d.	n.d.	12.727.004	n.d.	n.d.	55,8	
Livorno	2	172.145	18.371.986	18.158.420	17.038.915	106,7	105,5	99,0	
Roma	1	2.546.804	948.614.219	928.550.341	932.364.436	372,5	364,6	366,1	
compresa metropolitana			n.d.	n.d.	1.199.767.507	n.d.	n.d.	471,1	
Napoli	69	2.829.435	n.d.	n.d.	219.250.093	n.d.	n.d.	77,5	
compresa metropolitana			n.d.	n.d.	247.887.356	n.d.	n.d.	87,6	
Foggia	1	155.203	n.d.	n.d.	8.320.000	n.d.	n.d.	53,6	
Bari	1	316.532	18.600.000	18.501.311	17.542.782	58,8	58,5	55,4	
Taranto	3	222.428	16.191.924	16.322.605	16.404.337	72,8	73,4	73,8	
Reggio Calabria	7	204.650	n.d.	n.d.	7.500.000	n.d.	n.d.	36,6	
Palermo	4	743.265	79.896.369	76.058.173	76.235.814	107,5	102,3	102,6	
Messina	1	252.026	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
Catania	6	385.332	37.501.100	35.710.885	33.922.869	97,3	92,7	88,0	
compresa metropolitana			n.d.	n.d.	34.349.859	n.d.	n.d.	89,1	
Cagliari	8	330.063	n.d.	n.d.	34.000.000	n.d.	n.d.	103,0	

Fonte: elaborazione su dati ISTAT - APAT

Dati comprensivi dei passeggeri trasportati in metropolitana

Fig 3 Valore dell'indicatore viaggi/popolazione per l'anno 2005



* Valore riferito al 2004

Analisi dei dati

Considerando in prima analisi le città (15) per le quali si dispone di informazioni per tutti gli anni di riferimento (dal 2003 al 2005), si registra nella metà dei casi un valore via via crescente dell'indicatore. Questo trend indica che è aumentato il numero di spostamenti per abitante e, in modo ragionevole, si può pensare che questo sia dovuto ad un incremento degli utenti del trasporto pubblico urbano. Tale affermazione può sembrare in disaccordo con l'osservazione fatta precedentemente, che rilevava a livello nazionale una forte diminuzione del numero totale dei passeggeri trasportati dal mezzo pubblico: ciò è vero in generale, ma occorre rilevare che esiste una grande differenza tra piccoli e grandi contesti urbani rispetto all'utilizzazione dei mezzi pubblici.

Nei centri di grande o di media dimensione una maggiore consapevolezza dei cittadini sugli effetti devastanti del traffico privato, sperimentati ogni giorno nelle diverse facce della invivibilità, si salda con le misure anche drastiche di divieto/disincentivo all'utilizzo del mezzo privato assicurando una tenuta del trasporto pubblico pur in assenza di miglioramenti percepiti della qualità del servizio. Nei centri minori, che non rientrano comunque nella nostra analisi, non c'è invece nessuna combinazione virtuosa tra modifiche degli stili di spostamento, maggiore diffusione delle culture "eco-compatibili" e politiche di contrasto del traffico⁵⁸: il risultato è un aumento dell'uso del mezzo privato a discapito del mezzo pubblico.

Tornando all'analisi delle serie storiche, le performance peggiori sono quelle di Trieste, Livorno, Bari e Catania che dal 2003 al 2005 hanno visto progressivamente diminuire il numero degli spostamenti per abitante.

Osservando i dati relativi al 2005 di tutte le città (Fig.3) si nota un valore dell'indicatore generalmente più alto per il nord e per il centro: l'unica città del sud dove gli spostamenti annuali per abitante effettuati con il mezzo pubblico supera il valore 100 è Palermo.

Per quanto riguarda il valore dell'indicatore per le città dove sono presenti le linee della metropolitana (Torino, Genova, Milano, Roma, Napoli, Catania) si nota che a Roma, Genova e Milano queste rivestono un ruolo molto importante poiché il numero di spostamenti in relazione alla popolazione è molto alto (superiore a 200). Il primo posto spetta a Roma dove gli spostamenti per abitante passano da 366,1 a 471,1 tenendo conto delle linee in sotterranea. La città dove la presenza della metropolitana appare meno rilevante è Catania dove, conteggiando anche tali spostamenti, ne risulta distribuito circa uno per abitante (da 88 a 89,1 passeggeri/popolazione).

⁵⁸ ISFORT (a cura di), 2006.

INDICATORE 8

PERCENTUALE DI GIORNI, SU BASE ANNUA, IN CUI VENGONO SUPERATI GLI STANDARD DI QUALITA' DELL'ARIA PER IL PM₁₀, IL BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂) E L'OZONO (O₃)

Descrizione sintetica

L'indicatore riporta la percentuale di giorni in cui si registra almeno un superamento dei valori limite di PM₁₀ (materiale particolato con dimensioni < 10 µm), biossido di azoto (NO₂) e ozono (O₃) nelle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria in ambito urbano. Per facilità di trattazione, nel caso in cui un inquinante presenti più superamenti nello stesso giorno, viene indicato il valore massimo registrato.

Unità di misura

L'indicatore viene calcolato rapportando il numero di giorni in cui si verifica almeno un superamento dei limiti di legge all'anno civile di riferimento. Le concentrazioni vengono misurate in µg/m³ e le registrazioni nelle stazioni di monitoraggio vengono effettuate su base oraria per quanto riguarda l'ozono e gli ossidi di azoto e su base giornaliera per quanto riguarda il PM₁₀.

Motivazioni della scelta

Ormai da diversi anni lo stato della qualità dell'aria desta forti preoccupazioni per i continui episodi di superamento dei limiti di legge per quanto riguarda le concentrazioni del materiale particolato, degli ossidi di azoto e dell'ozono. Purtroppo si prevede che non sarà facile rispettare i limiti stabiliti a livello comunitario e che entreranno in vigore a partire dal 2010, visto che i valori medi registrati in molte stazioni di monitoraggio in ambito urbano sono spesso ampiamente superiori a tali limiti. Come risposta alle situazioni di maggiore criticità (in molti casi sono sufficienti i primi due mesi dell'anno per superare il numero massimo di giorni consentiti dalla normativa riguardo alle concentrazioni medie

degli inquinanti), le Amministrazioni locali mettono in campo interventi emergenziali di riduzione/divieto della circolazione: dai blocchi del traffico per determinate categorie di autoveicoli, alle targhe alterne, alle “Domeniche ecologiche” (Fig.1).

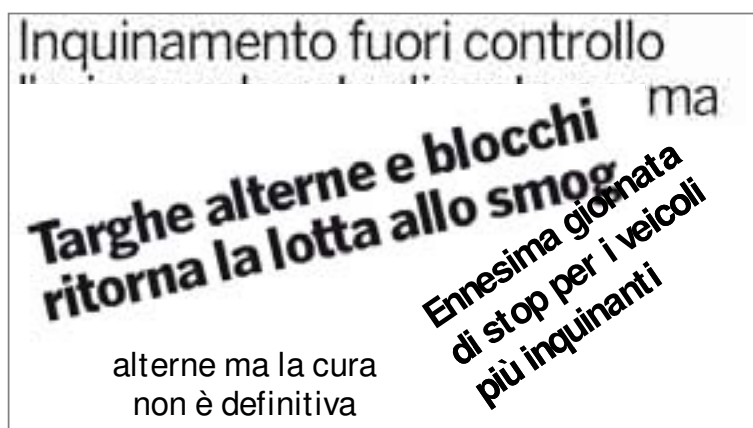
Tuttavia il problema si ripresenta puntualmente ogni anno e con variazioni stagionali ben definite, che dipendono da diverse variabili meteorologiche come l'intensità della radiazione solare, la direzione e la velocità del vento, l'intensità e la frequenza delle precipitazioni e l'entità dei fenomeni di stabilità atmosferica (gradiente verticale di temperatura e conseguenti fenomeni di inversione termica).

Un indicatore come quello che si intende popolare è in grado prima di tutto di mostrare la percentuale dei giorni in cui vengono superati gli standard di qualità dell'aria e quindi è un modo per sottolineare che in molti dei nostri centri urbani esiste una vera situazione di emergenza che si ripropone ogni anno. Vengono inoltre individuati i particolari periodi dell'anno in cui uno o l'altro inquinante mostra la comparsa e il picco di superamento: tale informazione potrebbe servire per azioni di prevenzione e di previsione dei periodi in cui l'inquinamento dell'aria si fa più intenso.

La registrazione dell'episodio avviene anche se esso è l'unico rispetto a tutte le stazioni di monitoraggio considerate: in tal modo si dà comunque conto della situazione di criticità ambientale che si è verificata in un particolare giorno sul territorio urbano, sebbene il superamento possa aver riguardato un sola parte del territorio.

Una rielaborazione più raffinata dell'indicatore, che non viene svolta in questo lavoro, consentirebbe inoltre di correlare il valore massimo di superamento con la stazione di monitoraggio che lo ha registrato: si individuerebbero così tutte le aree più critiche (i cosiddetti *hot spot*), vale a dire quelle zone in cui tutti e tre gli inquinanti più problematici superano in modo netto i valori limite per la protezione della salute umana.

Fig.1 Titoli di alcuni articoli di giornale distribuiti a Roma (Dicembre 2006-Gennaio 2007)



Fonte: E-Polis Roma, Il Messaggero, Il Tempo (Gennaio-Febbraio 2007)

Reperimento dei dati e qualità delle fonti

Risultando molto lungo e complesso il reperimento e lo studio di tutti i valori per le ventiquattro città considerate nello studio, si è deciso a titolo di esempio di svolgere l'analisi per la città Roma e per un solo anno di riferimento.

I dati di concentrazione utilizzati provengono dalle informazioni raccolte dall'APAT e archiviate nella banca dati BRACE⁵⁹: essi si riferiscono all'anno 2005 e riguardano tutte le centraline della città predisposte alla registrazione dei valori di concentrazione di PM₁₀, NO₂ e O₃. Per gli ultimi due inquinanti la registrazione del dato avviene su base oraria e quindi è stato possibile svolgere un'ulteriore statistica sulla frequenza dei superamenti nell'arco delle ventiquattro ore.

Nel caso della città considerata, così come per gli altri centri urbani, è importante sottolineare che, qualora si volesse calcolare un trend su più serie storiche, si incontrerebbe spesso un grosso limite derivante dalla discordanza delle misure rilevate dalle reti di

⁵⁹ La banca dati BRACE (Banca dati Relazionale Atmosfera Clima Emissioni) contiene informazioni sulle reti, le stazioni e i sensori di misura presenti sul territorio nazionale e utilizzati per il monitoraggio della qualità dell'aria e i dati di concentrazione degli inquinanti. La banca dati è disponibile all'indirizzo internet www.brace.sinanet.apat.it

monitoraggio: molte stazioni vengono infatti attivate e disattivate da un anno all'altro ed in alcune di esse si verificano dei periodi più o meno lunghi di inattività⁶⁰.

Per la costruzione delle tabelle riportate di seguito (Tab.1-2-3) si è utilizzata la seguente metodologia:

Ozono

- per tutte le ore del giorno e per tutti i giorni dell'anno sono stati individuati i superamenti di tutte le centraline in relazione alla soglia di informazione e alla soglia di allarme (Fig.2);
- per ciascun giorno è stato selezionato il valore più alto correlato all'ora in cui si è verificato⁶¹.

Ossidi di azoto

- per tutte le ore del giorno e per tutti i giorni dell'anno sono stati individuati i superamenti di tutte le centraline in relazione al valore limite orario per la protezione della salute umana.

La normativa prevede il rispetto del valore limite incrementato del margine di tolleranza (per il 2005 la soglia è $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$), tuttavia si è scelto di condurre l'analisi prendendo come riferimento il valore limite previsto per il 2010⁶² (Fig.2);

- per ciascun giorno è stato selezionato il valore più alto di superamento correlato all'ora in cui si è verificato.

PM₁₀

- per tutti i giorni dell'anno e per tutte le centraline sono stati individuati i superamenti calcolati come media giornaliera (Fig.2);

⁶⁰ Di Carlo et al, 2004.

⁶¹ E' stata tralasciata l'informazione relativa al nome della centralina che ha registrato il superamento.

⁶² La conoscenza e la valutazione della situazione di una certa area urbana rispetto ai vincoli di futura attuazione risulta molto importante poiché si può andare ad agire sulla prevenzione dei fenomeni di inquinamento e si può consentire agli enti competenti di pianificare in tempi utili gli interventi di risanamento che dovrebbero permettere il rispetto dei vincoli normativi nei tempi stabiliti (Di Carlo et al, 2006).

- sono stati presi in considerazione solo i valori derivanti da una media eseguita sulle ventiquattro ore o comunque su un numero di ore non inferiori a 19 (l'80% circa della giornata);
- per ciascun giorno è stato selezionato il valore più alto.

Fig. 2 Valori limite per l' NO₂, il PM₁₀ e l'O₃

NO ₂	valore limite orario per la protezione della salute umana	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile	1 ° gennaio 2010 (DM 60/02)
PM ₁₀	valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile	1 ° gennaio 2005 (DM 60/02)
O ₃	soglia di informazione	180 µg/m ³	1 ° gennaio 2010 (D.Lgs. 183/04)
	soglia di allarme	240 µg/m ³	1 ° gennaio 2010 (D.Lgs. 183/04)

Fonte: APAT (2006)

Ozono: stato e trend dell'indicatore

Tab.1 Giorni e ore in cui si sono verificati i superamenti dei limiti di legge (anno 2005)

Giorno sup.	Ora sup.	Valore max sup. [µg/m ³]
16-mar	16.00	204,57
17-mar	15.00	193,98
18-mar	16.00	183,22
20-mar	15.00	192,10
25-mar	22.00	229,47
2-apr	17.00	183,62
3-apr	16.00	183,95
4-apr	17.00	190,99
19-giu	14.00	183,72
22-giu	19.00	187,32
23-giu	15.00	236,09
24-giu	15.00	181,14
26-giu	17.00	181,51
27-giu	17.00	181,80
28-giu	15.00	212,16
29-giu	19.00	203,48
15-lug	19.00	180,72
16-lug	16.00	193,10
17-lug	18.00	190,90
18-lug	20.00	199,62
20-lug	17.00	183,23
21-lug	14.00	183,91
22-lug	18.00	181,80
25-lug	19.00	227,24
26-lug	19.00	209,40
27-lug	18.00	204,94
28-lug	16.00	242,29
29-lug	19.00	234,39
30-lug	15.00	186,67
1-ago	20.00	188,99
2-ago	15.00	180,18
3-set	16.00	183,47

Fonte: elaborazione su dati APAT

— superamento della soglia di allarme

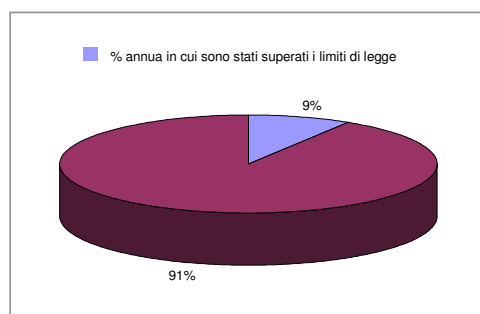
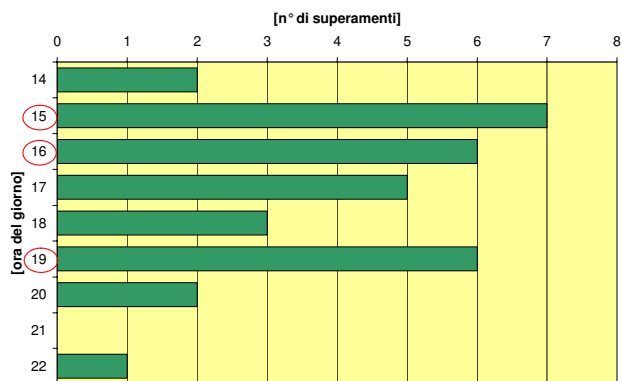
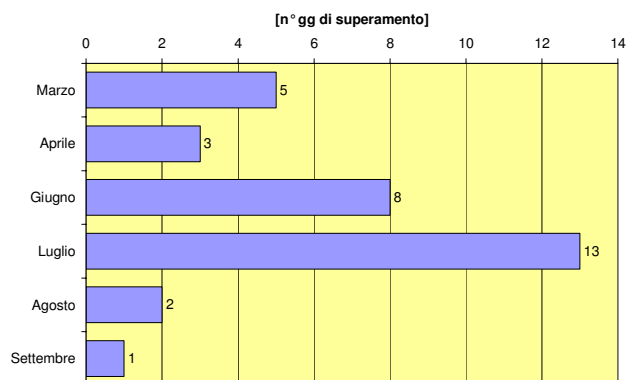
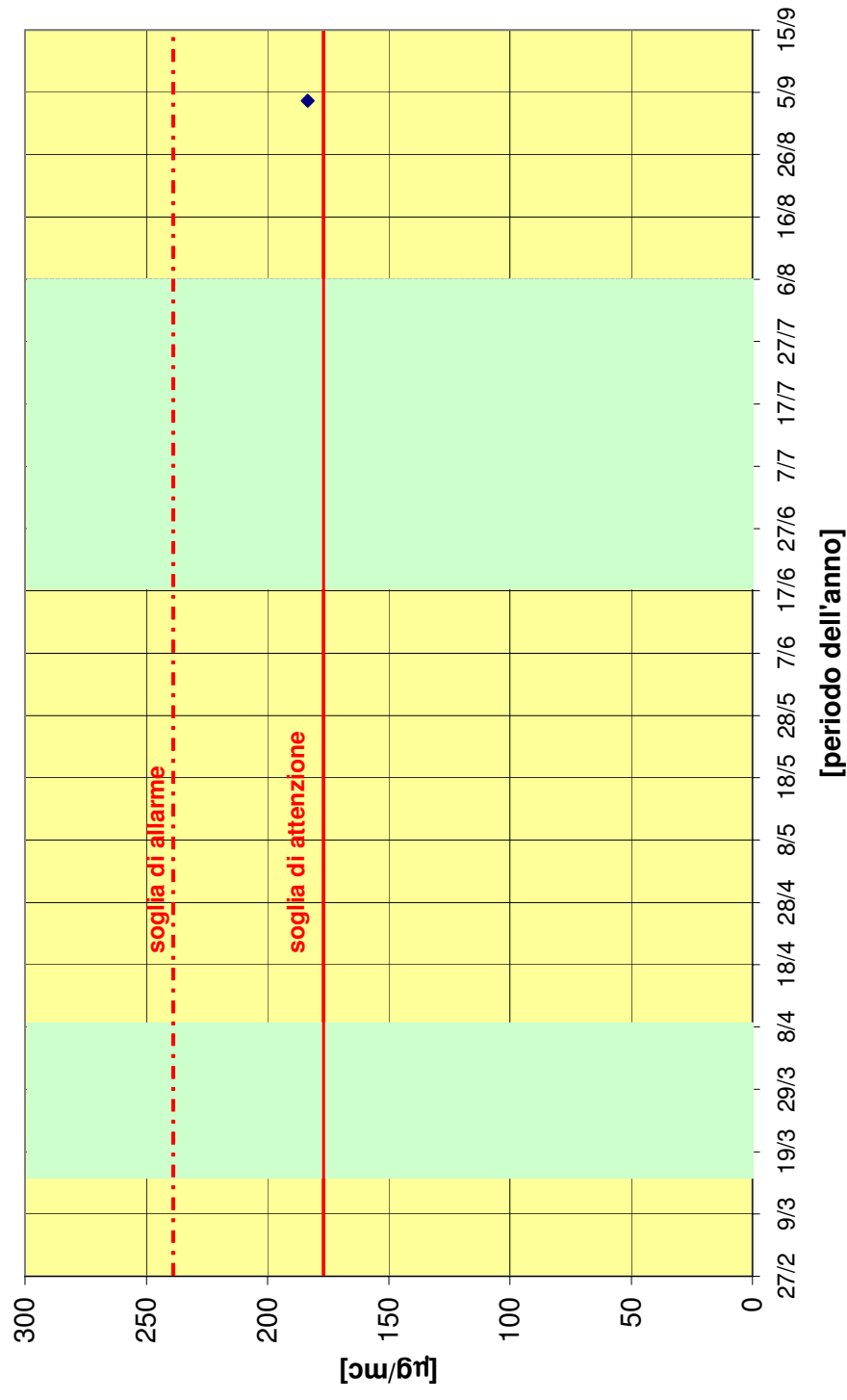


Fig.3 Distribuzione dei giorni di superamento dell'O₃ nell'arco del 2005



Biossido di azoto: stato e trend dell'indicatore

Tab.2 Giorni e ore in cui si sono verificati i superamenti dei limiti di legge (anno 2005)

Giorno sup.	Ora sup.	Valore max sup. $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$						
1-gen	20.00	239,90	18-feb	19.00	235,16	5-apr	10.00	259,40
2-gen	20.00	281,74	19-feb	10.00	244,83	6-apr	9.00	263,47
3-gen	21.00	248,53	21-feb	19.00	224,66	7-apr	9.00	309,19
4-gen	18.00	239,81	22-feb	22.00	208,16	8-apr	19.00	265,68
5-gen	19.00	230,34	23-feb	21.00	201,61	9-apr	9.00	212,30
6-gen	12.00	208,25	24-feb	10.00	239,50	11-apr	20.00	295,63
7-gen	12.00	288,47	25-feb	19.00	255,03	12-apr	9.00	260,47
8-gen	13.00	258,53	26-feb	19.00	239,90	13-apr	21.00	309,76
9-gen	22.00	233,95	27-feb	21.00	220,27	14-apr	9.00	225,44
10-gen	19.00	255,14	28-feb	21.00	244,73	15-apr	20.00	300,49
11-gen	21.00	306,84	1-mar	19.00	248,22	16-apr	9.00	252,57
12-gen	11.00	244,50	2-mar	10.00	250,27	19-apr	9.00	250,32
13-gen	11.00	215,42	3-mar	11.00	248,77	28-giu	13.00	201,83
14-gen	21.00	291,99	4-mar	20.00	300,78	15-lug	20.00	200,92
15-gen	18.00	222,24	5-mar	20.00	222,60	20-lug	19.00	206,03
16-gen	21.00	233,03	6-mar	20.00	217,27	29-lug	12.00	216,17
17-gen	19.00	307,55	7-mar	19.00	313,15	14-set	19.00	206,54
18-gen	11.00	259,56	8-mar	21.00	259,10	15-set	20.00	205,49
19-gen	10.00	230,85	9-mar	10.00	294,99	14-ott	22.00	206,19
20-gen	11.00	256,55	10-mar	10.00	244,05	9-nov	19.00	202,01
21-gen	21.00	258,94	11-mar	10.00	259,72	10-nov	21.00	203,84
27-gen	15.00	208,36	12-mar	20.00	237,37	11-nov	21.00	216,18
31-gen	10.00	233,71	13-mar	21.00	226,06	28-nov	20.00	204,02
1-feb	21.00	283,69	14-mar	10.00	249,78	2-dic	10.00	254,90
2-feb	10.00	231,07	15-mar	19.00	280,12	4-dic	18.00	210,52
3-feb	20.00	231,89	16-mar	10.00	295,52	19-dic	19.00	222,04
4-feb	10.00	266,85	17-mar	10.00	333,03	20-dic	19.00	230,31
5-feb	19.00	209,85	18-mar	10.00	295,58	21-dic	20.00	205,76
6-feb	20.00	301,85	19-mar	23.00	243,73	22-dic	9.00	230,95
7-feb	20.00	331,03	21-mar	10.00	201,11	23-dic	19.00	250,40
8-feb	10.00	276,87	22-mar	19.00	240,73	24-dic	19.00	207,11
9-feb	21.00	262,66	23-mar	19.00	308,96	30-dic	0.00	272,30
10-feb	19.00	230,59	24-mar	20.00	306,79	31-dic	1.00	221,80
11-feb	10.00	343,85	25-mar	19.00	247,52			
12-feb	15.00	327,00	26-mar	21.00	244,72			
14-feb	10.00	222,80	31-mar	20.00	209,38			
15-feb	19.00	247,54	1-apr	19.00	256,95			
16-feb	10.00	234,06	2-apr	20.00	311,15			
17-feb	20.00	214,95	4-apr	9.00	291,53			

Fonte: elaborazione su dati APAT

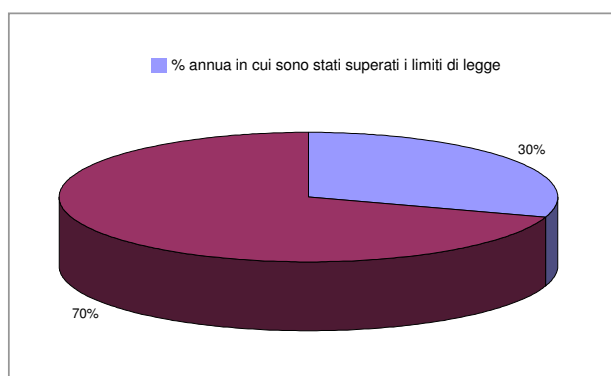
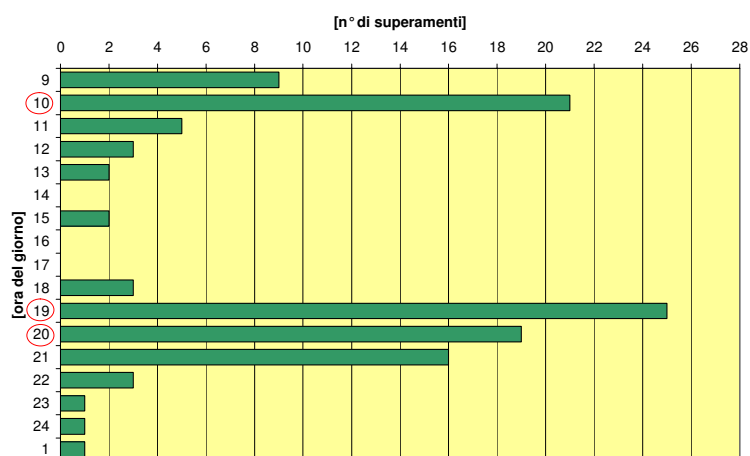
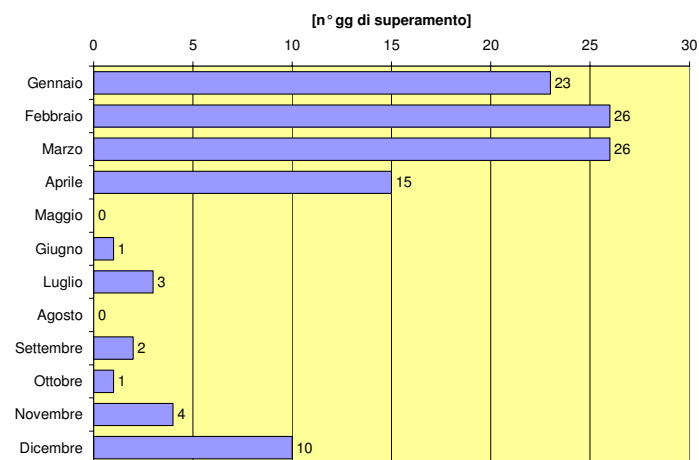
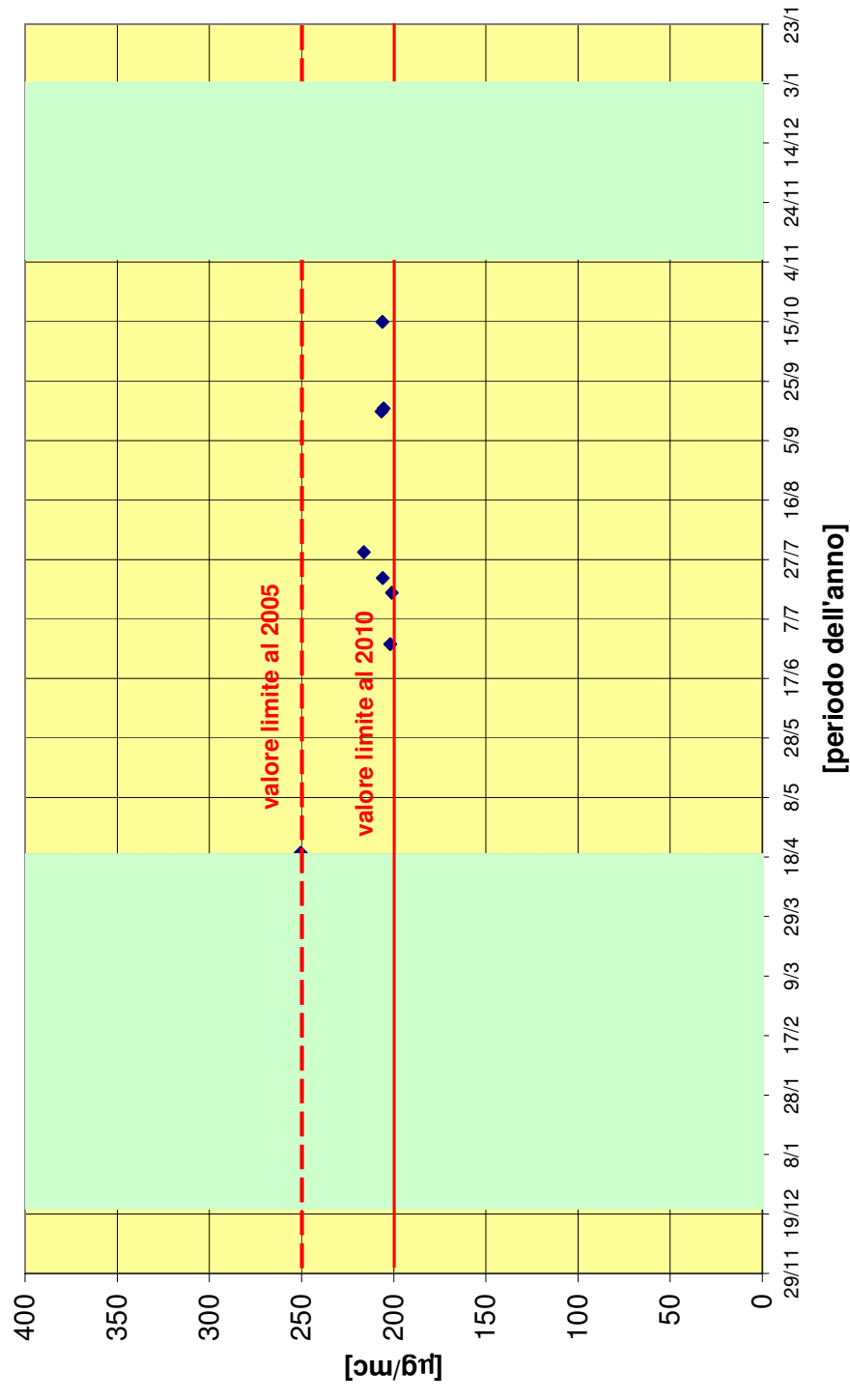


Fig.4 Distribuzione dei giorni di superamento di NO₂ nell'arco del 2005



PM₁₀: stato e trend dell'indicatore

Tab.3 Giorni e ore in cui si sono verificati i superamenti dei limiti di legge (anno 2005)

Giorno sup.	Valore max sup. [µg/m ³]								
1-gen	135,59	18-feb	54,06	27-giu	50,11	20-ott	52,35	4-dic	67,00
2-gen	106,66	19-feb	59,10	28-giu	55,19	22-ott	53,38	5-dic	56,70
3-gen	108,33	25-feb	51,81	30-giu	53,93	23-ott	50,09	8-dic	88,80
5-gen	95,07	26-feb	59,33	1-lug	55,78	24-ott	54,61	9-dic	56,60
6-gen	96,00	3-mar	65,07	6-lug	58,27	25-ott	56,80	10-dic	79,30
7-gen	124,39	4-mar	51,30	19-lug	55,96	26-ott	56,30	11-dic	104,00
8-gen	115,32	9-mar	52,27	20-lug	64,34	27-ott	72,39	12-dic	59,10
9-gen	121,36	13-mar	53,44	21-lug	53,83	28-ott	66,42	13-dic	134,10
10-gen	129,66	14-mar	57,87	22-lug	50,09	29-ott	63,30	14-dic	129,30
11-gen	76,56	15-mar	73,20	25-lug	52,44	30-ott	62,90	15-dic	152,30
12-gen	104,80	16-mar	69,69	26-lug	53,47	31-ott	69,59	16-dic	84,60
14-gen	72,27	17-mar	73,59	27-lug	63,91	1-nov	77,70	17-dic	56,90
15-gen	124,45	18-mar	75,63	28-lug	80,50	2-nov	58,00	19-dic	121,30
16-gen	80,45	19-mar	70,80	29-lug	65,20	3-nov	63,10	20-dic	205,70
17-gen	108,13	20-mar	87,03	30-lug	67,78	4-nov	77,90	21-dic	237,10
18-gen	123,46	21-mar	62,04	1-ago	77,00	5-nov	81,80	22-dic	203,30
19-gen	50,36	22-mar	65,00	2-ago	72,64	6-nov	53,30	23-dic	192,70
20-gen	54,92	23-mar	63,76	3-ago	57,70	8-nov	73,60	24-dic	223,40
21-gen	81,28	24-mar	67,53	11-ago	59,00	9-nov	85,30	25-dic	197,10
22-gen	84,22	26-mar	63,80	12-ago	63,14	10-nov	92,20	26-dic	107,80
27-gen	57,79	27-mar	62,89	31-ago	52,95	11-nov	97,90	27-dic	85,20
28-gen	52,84	4-apr	60,63	1-set	56,82	12-nov	95,40	30-dic	73,30
30-gen	63,93	5-apr	64,25	2-set	72,41	13-nov	97,10	31-dic	133,60
31-gen	78,54	6-apr	52,34	3-set	57,19	14-nov	91,70		
1-feb	142,56	26-apr	50,29	8-set	71,39	15-nov	72,00		
2-feb	53,45	29-apr	56,06	9-set	55,61	16-nov	68,16		
3-feb	59,78	30-apr	53,18	13-set	54,32	17-nov	57,40		
4-feb	67,63	4-mag	56,43	16-set	53,72	19-nov	55,60		
5-feb	56,22	11-mag	59,39	26-set	55,46	20-nov	84,50		
6-feb	64,85	13-mag	58,06	27-set	61,17	21-nov	119,60		
7-feb	68,45	14-mag	68,18	28-set	57,18	22-nov	101,00		
8-feb	99,66	24-mag	55,06	29-set	54,15	24-nov	74,40		
9-feb	90,41	31-mag	55,07	11-ott	50,03	25-nov	117,30		
10-feb	85,15	1-giu	63,74	12-ott	60,82	28-nov	92,90		
11-feb	109,97	4-giu	52,78	13-ott	55,70	29-nov	82,50		
12-feb	135,40	5-giu	51,81	14-ott	59,34	30-nov	58,40		
13-feb	69,93	14-giu	57,00	15-ott	54,48	1-dic	76,50		
16-feb	51,26	19-giu	56,46	17-ott	63,05	2-dic	119,60		
17-feb	53,79	24-giu	50,96	19-ott	67,50	3-dic	55,60		

Fonte: elaborazione su dati APAT

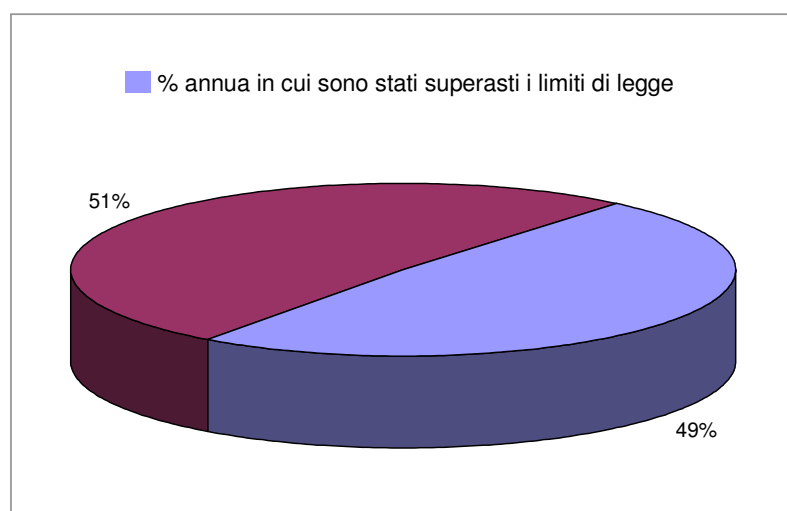
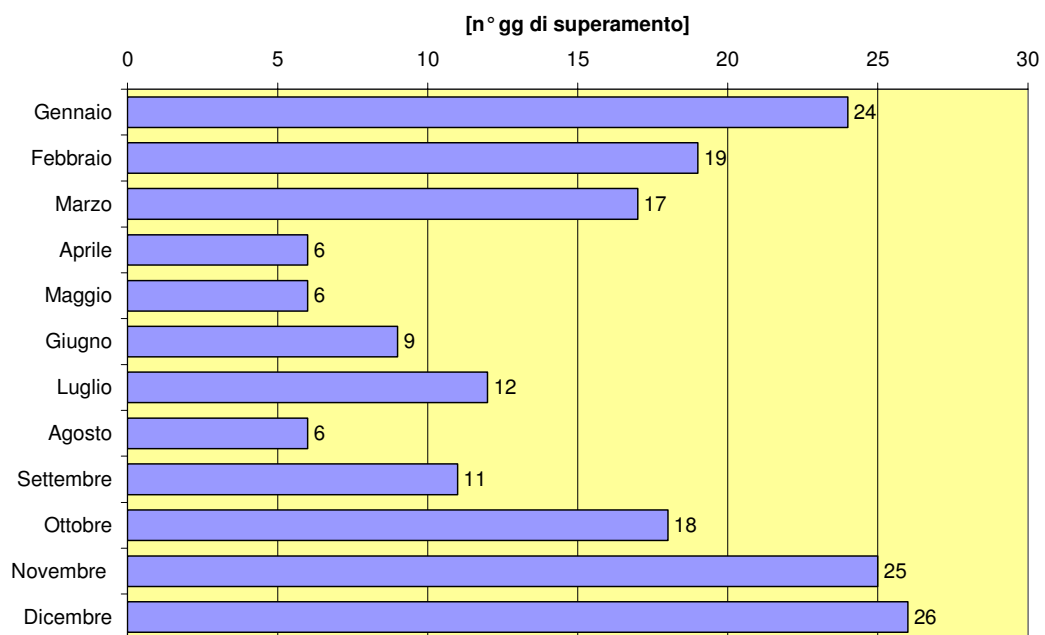


Fig.5 Distribuzione dei giorni di superamento di PM_{10} nell'arco del 2005

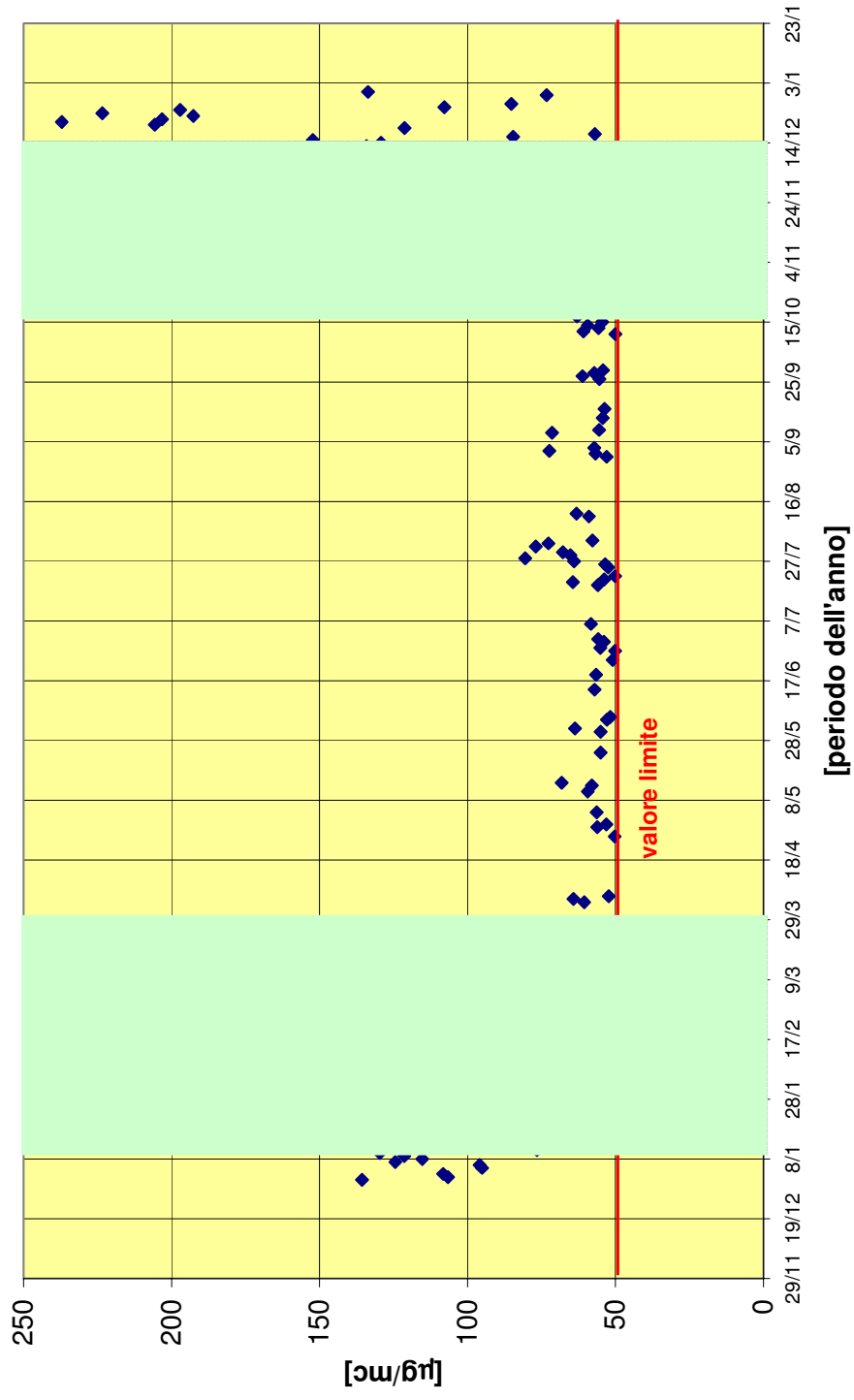
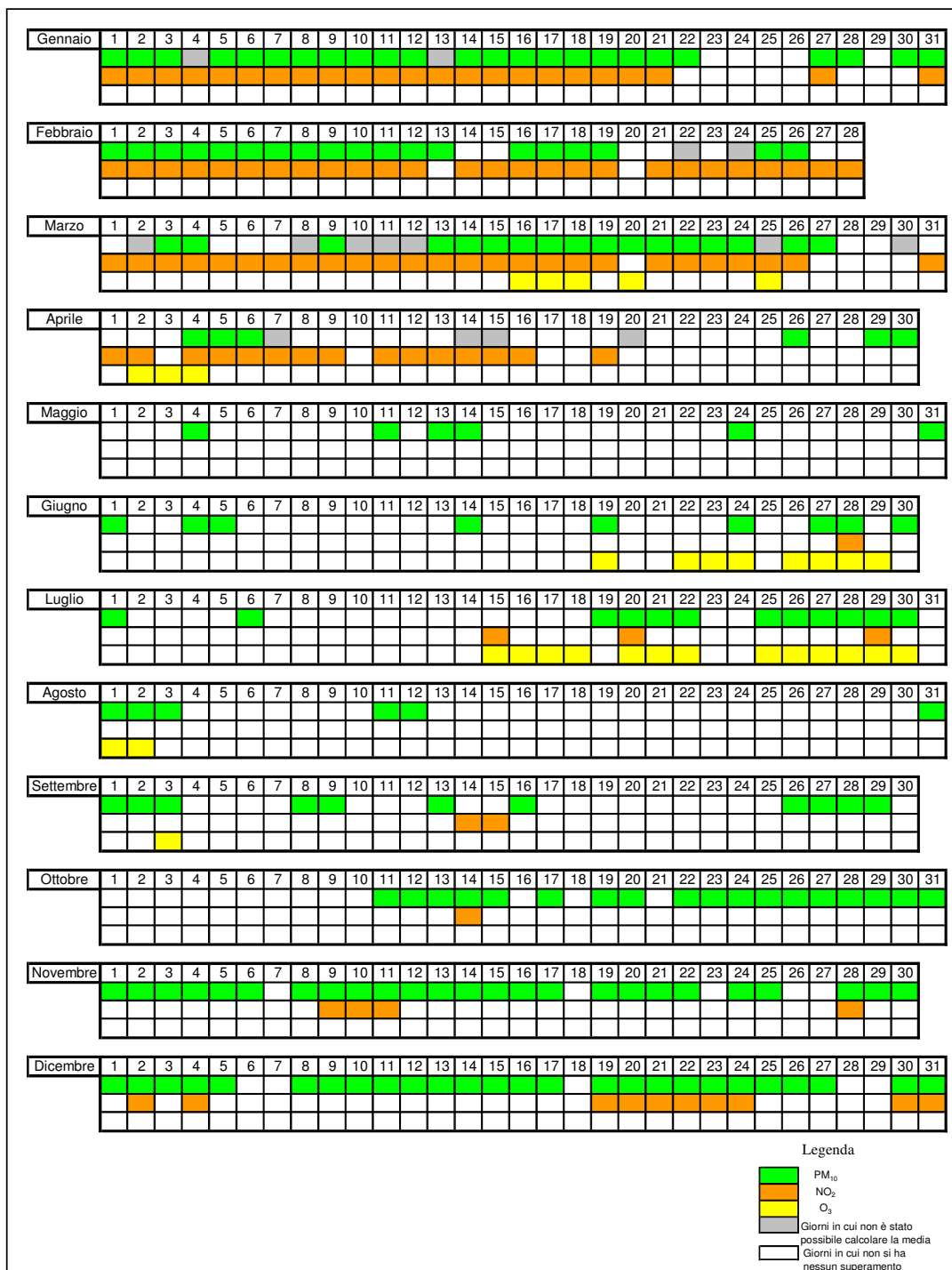


Fig.6 Scheda riassuntiva dei superamenti di PM_{10} , NO_2 e O_3 (anno 2005)



Fonte: elaborazione su dati APAT

Analisi dei dati

Lo studio riguardante i superamenti dell'ozono (Tab.1, Fig.3) mostra che nel 2005 la soglia di attenzione è stata superata per 32 giorni (9% dell'anno) mentre la soglia di allarme è stata superata una sola volta. Come dimostra la distribuzione temporale dei superamenti, il problema si ripropone sistematicamente nei mesi tardo-primaverili ed estivi ma nel 2005 si sono registrati livelli superiori al limite di legge anche a Marzo a causa delle condizioni di alta pressione, della scarsa ventilazione e dell'elevato soleggiamento⁶³. I superamenti hanno comunque interessato con maggiore criticità il mese di Luglio (13 giorni di superamento su 31) e si sono verificati con maggiore frequenza nelle ore più calde e più soleggiate della giornata (tra le 15 e le 19).

Relativamente ai superamenti del biossido di azoto (Tab.2, Fig.4), questi hanno riguardato il 30% dell'anno (111 giorni) e si sono verificati, come tipicamente succede, nei mesi invernali e primaverili. In particolare il maggior numero di superamenti (26) si è verificato a Febbraio e a Marzo. Le ore in cui si sono registrati i valori più alti sono state le ore centrali del mattino (in particolare le ore 10), quando è più intenso il traffico veicolare, e le ore della prima serata (ore 19-20) a causa del fenomeno dell'inversione termica in quota. Questa particolare situazione atmosferica mantiene bloccati gli inquinanti nello strato inferiore dell'atmosfera riducendo il volume disponibile per la loro dispersione⁶⁴.

Per quanto riguarda il materiale particolato (Tab.3, Fig.5), i superamenti dei limiti normativi hanno riguardato circa metà dell'anno 2005: per 179 giorni si sono registrati, almeno in una centralina, dei valori di concentrazione superiori ai 50 µg/m³. La maggior parte dei superamenti è concentrata nei tre mesi di inizio e fine anno: il maggior numero (26) è stato comunque registrato nel mese di dicembre.

⁶³ Le elevate temperature, insieme alla scarsa ventilazione, favoriscono il ristagno e l'accumulo degli inquinanti: il forte irraggiamento solare innesca inoltre una serie di reazioni fotochimiche che determinano concentrazioni di ozono più elevate rispetto al livello naturale.

⁶⁴ Si ha inversione termica quando il gradiente termico verticale è positivo e la temperatura, anziché diminuire con l'altezza, aumenta. Ciò determina una situazione di aria più fredda al suolo e più calda in quota: in tale circostanza non avvengono rimescolamenti in quanto si ha una stratificazione in equilibrio stabile con la densità (più elevata al suolo e decrescente con l'altezza) [Signorelli et al, 2004].

Valutando complessivamente il numero dei giorni di superamento dei tre inquinanti (Fig.6) si osserva che in pratica quasi tutto l'anno è interessato da fenomeni di superamento dell'uno o dell'altro inquinante.

Più dei due terzi dei mesi di Gennaio e Febbraio sono stati interessati da superamenti per il PM_{10} e l' NO_2 ed in Marzo la situazione ha continuato ad essere critica poiché, nella seconda parte del mese, si è aggiunto anche l'ozono. Gli episodi di superamento hanno registrato una diminuzione nel corso del mese di Aprile e sono scesi a meno di sette nel corso del mese di Maggio. Tuttavia nei mesi di Giugno e Luglio si è tornati ad un peggioramento per quanto riguarda i livelli di ozono e di PM_{10} .

La situazione è tornata ad essere accettabile nel mese di Agosto per poi volgere rapidamente ad un peggioramento, per quanto riguarda il PM_{10} , nel corso dell'ultima parte dell'anno. Nei mesi di Novembre e Dicembre solo in cinque giornate non vengono registrati episodi di superamento per tale inquinante.

INDICATORE 9

CONCENTRAZIONE DI PARTICOLATO PM₁₀

Descrizione sintetica

Per ogni città l'indicatore riporta la più alta media annua dei valori di concentrazione di massa misurati dalle stazioni di monitoraggio e la confronta con il valore limite dettato dalla normativa.

Unità di misura

L'unità di misura utilizzata è microgrammi su metri cubi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Il parametro PM₁₀ (*particulate matter*) è stato introdotto dall'Ente per la Protezione Ambientale degli Stati Uniti (US EPA) nel 1987 e rappresenta la massa delle particelle sospese con diametro aerodinamico inferiore a 10 micrometri (milionesimi di metro) contenute in un metro cubo di aria.

Motivazioni della scelta

Oggi il PM₁₀, a seguito delle evidenze scientifiche sui rischi per la salute umana connessi all'esposizione inalatoria, è uno degli inquinanti più critici nei centri urbani. Risulta piuttosto difficile, infatti, rispettare gli standard di qualità dell'aria stabiliti dalla normativa vigente, in particolare a causa del ruolo particolarmente rilevante che giocano le emissioni dei veicoli a motore nelle aree urbane.

Il particolato sospeso in atmosfera è costituito da una miscela assai complessa e variabile di composti chimici le cui sorgenti sono sia antropiche che naturali; esso si divide in primario (emesso direttamente nell'atmosfera) e secondario (formatosi in atmosfera attraverso reazioni chimiche).

Nell'ambito dei trasporti, un veicolo ha più modi di originare materiale particolato⁶⁵:

⁶⁵ www.liberiamolara.it (2006).

- emissione dei gas di scarico, la cui natura e quantità dipendono dal tipo di carburante usato e dalla modalità di alimentazione e combustione del motore⁶⁶, dallo stile e dal tipo di guida;
- usura dei pneumatici;
- usura dei freni.

Per effetto del loro movimento, tutti gli autoveicoli concorrono poi ad usurare il manto stradale e a riportare in sospensione il materiale particolato.

Le particelle con diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm sono caratterizzate da lunghi tempi di permanenza in atmosfera e possono quindi essere trasportate a distanze anche molto grandi dal punto di emissione.

Esse sono in grado di raggiungere le parti profonde dell'apparato respiratorio (bronchi) e di avere quindi effetti negativi sulla salute: gli anziani, i bambini e le persone affette da malattie cardiopolmonari croniche, influenza o asma sono ritenute le fasce di popolazione maggiormente suscettibili e per esse si registrano incrementi di mortalità e seri effetti patologici a seguito di esposizioni acute a breve termine⁶⁷.

Reperimento dei dati e qualità delle fonti

I dati utilizzati sono relativi alle concentrazioni di massa misurate nell'anno 2004 in un gruppo di 170 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio nazionale e raccolti dall'APAT nell'ambito del Programma EoI 2005⁶⁸. L'analisi delle informazioni è stata effettuata solo per quelle stazioni di monitoraggio (135 in totale) che hanno fornito delle serie di dati aventi una copertura temporale nell'anno di riferimento di almeno il 75%.

La distribuzione delle stazioni di monitoraggio sul territorio nazionale non è uniforme (mancano soprattutto al centro e al sud) per cui non è stato possibile reperire alcun dato per

⁶⁶ In genere i veicoli con motore diesel emettono una quantità maggiore di particolato fine rispetto ai veicoli con motore a benzina, per la maggiore viscosità del carburante che non permette un'ottimale miscelazione con l'ossigeno e favorisce quindi la formazione di prodotti incombusti intermedi allo stato liquido o solido. Inoltre più è potente il veicolo e maggiore è la quantità di particolato prodotto (Venturi et al, 2005).

⁶⁷ Cattani et al, 2006c.

⁶⁸ L'EoI (Exchange of Information) prevede, in base alle decisioni 97/101/CE e 2001/752/CE, un sistema di raccolta e di comunicazione di informazioni e di dati provenienti dalle reti e dalle singole stazioni di monitoraggio dal livello locale a quello nazionale ed europeo (Di Menno di Bucchianico et al, 2006).

le città di Genova, Livorno, Napoli, Bari, Messina, Catania, Foggia, Taranto e Reggio Calabria.

Per queste città, tranne che per le ultime tre, sono stati utilizzati altri dati di concentrazione, relativi al 2004, inviati direttamente all'APAT dai gestori delle centraline di monitoraggio presenti sul territorio.

Per ogni città sono state analizzate le centraline di monitoraggio di tipo "fondo" e di tipo "traffico" ed è stato preso in considerazione il valore medio più alto registrato (Tab.3).

I limiti di concentrazione per il materiale particolato PM₁₀, entrati in vigore nel 2005, sono stabiliti dal Decreto Ministeriale n. 60 del 2 Aprile 2002: tale decreto attua le disposizioni del Decreto Legislativo n. 351 del 4 Agosto 1999 e recepisce le norme europee di riferimento, ossia le Direttive 96/62/CE⁶⁹ e 99/30/CE⁷⁰.

Nella tabella che segue vengono riportati i valori limite per la protezione della salute umana e le date di entrata in vigore (Tab.1). A partire dal 2005 il valore limite per le 24 ore è di 50 µg/m³ con un limite massimo di superamenti annui pari a 35, mentre il valore limite annuale è pari a 40 µg/m³; segue poi una seconda fase che dovrebbe portare, al 2010, il limite giornaliero a 50 µg/m³ da non superarsi per più di 7 volte e il valore limite annuale a 20 µg/m³.

La normativa prevede inoltre dei margini di tolleranza da sommare annualmente al valore limite secondo una percentuale annua costante decrescente per raggiungere lo 0% al 1° Gennaio 2010 (Tab.2).

⁶⁹ Direttiva in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

⁷⁰ Direttiva concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo.

Tab 1. Valori limite per il materiale particolato PM_{10}

Limite	1/1/2005	1/1/2010
Media 24 ore ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50	50*
Numero di superamenti ammessi	35	7*
Media anno civile ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	20*

Fonte: ISS (2006)

*Valori limite indicativi da rivedere con successivo decreto sulla base della futura normativa comunitaria

Tab. 2 Andamento dei valori limite del PM_{10} aumentato del margine di tolleranza

Anno	Valore per le 24 ore [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Fase 1	(2000-2005)	
2000	75	48
2001	70	46
2002	65	45
2003	60	43
2004	55	42
2005	50	40
Fase 2	(2005-2010)	
2005	50	30*
2006	50	28*
2007	50	26*
2008	50	24*
2009	50	22*
2010	50	20*

Fonte: APAT (2006)

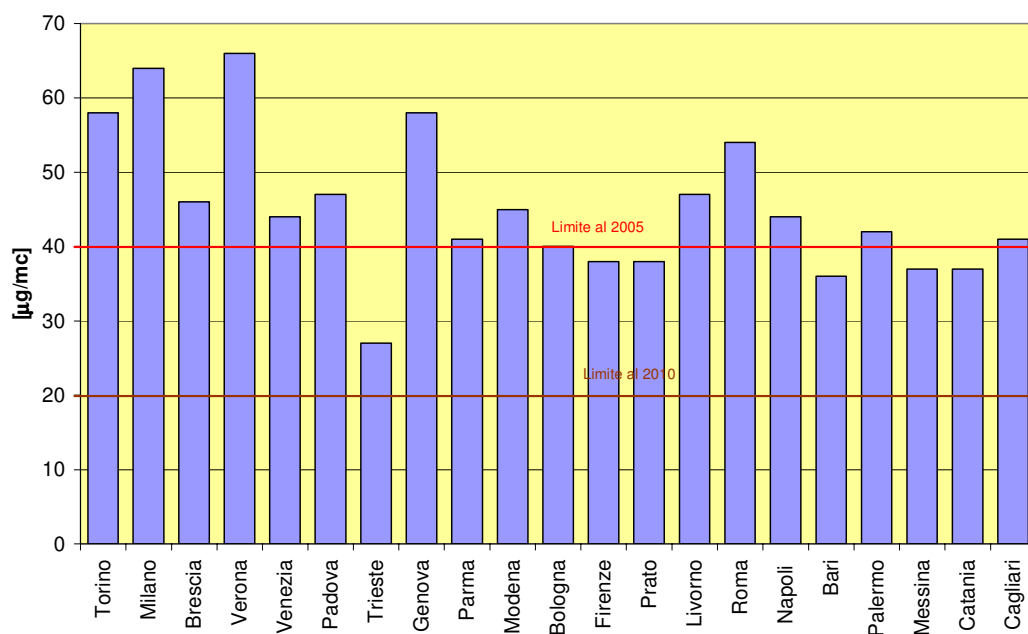
Stato e trend dell'indicatore

Tab.3 Massimo valore medio annuo di concentrazione di PM_{10} registrato nel 2004

	Max valore medio annuo PM_{10} [$\mu g/m^3$]
Torino	58
Milano	64
Brescia	46
Verona	66
Venezia	44
Padova	47
Trieste	27
Genova	58
Parma	41
Modena	45
Bologna	40
Firenze	38
Prato	38
Livorno	47
Roma	54
Napoli	44
Foggia	n.d.
Bari	36
Taranto	n.d.
Reggio Calabria	n.d.
Palermo	42
Messina	37
Catania	37
Cagliari	41

Fonte: elaborazione su dati APAT

Fig. 1 Massimo valore di concentrazione medio annuo di PM_{10} (anno 2004) e valore limite fissato dalla normativa con scadenza al 2005 e al 2010



Analisi dei dati

Tenendo conto dei limiti normativi sopra riportati (che dovrebbero essere rispettati da ogni singola centralina), l'inquinamento da PM_{10} mostra una criticità diffusa: solo 7 città sulle 24 considerate hanno tutte le centraline con dei valori medi annui inferiori al limite di legge previsto per il 2005 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). L'unica città che però è abbondantemente sotto il limite è Trieste con $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nei casi di Torino, Milano, Verona, Genova e Roma il valore peggiore delle centraline supera addirittura i $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con una punta massima di $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la città di Verona.

Per l'anno 2004, tenendo conto del valore limite aumentato del margine di tolleranza che porta il tetto massimo a $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le città "in regola" salgono a 10, rientrandovi anche Parma, Cagliari e Palermo.

Comunque le situazioni critiche non sembrano essere una prerogativa delle sole grandi aree metropolitane poiché anche in città medio-piccole come Brescia, Padova, Modena e Livorno, si registrano dei valori che sfiorano i $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Fig.1).

In generale le città con i problemi di inquinamento più grandi si concentrano tutte al nord Italia ed in particolare nell'area della Pianura Padana che, per la sua particolare posizione e conformazione geografica, non permette la dispersione degli inquinanti ma anzi ne favorisce il ristagno⁷¹.

Osservazioni

Volendo rendere l'indicatore più completo, si potrebbe riportare l'informazione relativa al numero di giorni complessivo di superamento dei limiti stabiliti dalla normativa per le concentrazioni giornaliere di PM_{10} . A tal fine si dovrebbero analizzare, per ogni città, tutte le stazioni di monitoraggio e considerare quella per la quale nell'arco dell'anno si verifica il maggior numero di superamenti giornalieri.

L'informazione sul numero di superamenti fornisce lo scostamento dai limiti normativi e quindi la criticità dello stato di qualità dell'aria.

E' possibile tuttavia fare ulteriori considerazioni:

- in molti casi la centralina cui corrisponde il valore peggiore della media annua non è la stessa cui corrisponde il maggior numero di giorni di superamento totalizzati;
- le situazioni critiche non riguardano solo delle singole zone delle città (superamenti imputabili sempre alle stesse centraline) ma possono interessare più stazioni di monitoraggio e quindi una superficie molto vasta del Comune.

⁷¹ Il vento favorisce la dispersione degli inquinanti ma la frequenza delle calme di vento (velocità inferiore o uguale a $0,5 \text{ m/s}$) supera il 50% per molte stazioni della Pianura Padana, contro valori inferiori al 10% nella maggior parte delle stazioni di montagne e costiere (APAT (a cura di), 2006c).

INDICATORE 10

CONCENTRAZIONE DEGLI OSSIDI DI AZOTO NO_x

Descrizione sintetica

Per ogni città l'indicatore riporta la più alta media annua dei valori di concentrazione di massa misurati dalle stazioni di monitoraggio e la confronta con il valore limite dettato dalla normativa.

Unità di misura

L'unità di misura utilizzata è microgrammi su metri cubi ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Vengono monitorati il monossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO₂) indicati complessivamente come NO_x.

Motivazioni della scelta

La principale sorgente di emissione degli NO_x in ambito urbano proviene dalla combustione nei motori a scoppio degli autoveicoli. In questo tipo di motori e a velocità di crociera, quando la miscela è povera di carburante e la temperatura raggiunta nella camera di combustione è molto alta, si ha infatti una produzione maggiore di ossidi di azoto.

In atmosfera il monossido di azoto partecipa ad una serie di reazioni fotochimiche che determinano la formazione di inquinanti secondari, tra cui il biossido di azoto e l'ozono⁷². Inoltre questi ossidi, combinandosi con le molecole d'acqua presenti nell'aria, formano acido nitrico (HNO₃) e contribuiscono al fenomeno delle piogge acide.

Numerosi studi epidemiologici hanno evidenziato un'associazione statisticamente significativa tra le concentrazioni atmosferiche giornaliere di NO₂ e le consultazioni mediche o i ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie.

⁷² Cattani et al, 2006c.

Particolarmente importante risulta la correlazione con la sintomatologia respiratoria nei bambini e con l'incidenza di attacchi d'asma⁷³

Reperimento dei dati e qualità delle fonti

I dati utilizzati sono relativi alle concentrazioni di massa misurate nell'anno 2004 in un gruppo di 307 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio nazionale e raccolti dall'APAT nell'ambito del Programma EoI 2005⁷⁴. L'analisi delle informazioni è stata effettuata solo per quelle stazioni di monitoraggio (254 in totale) che hanno fornito delle serie di dati aventi una copertura temporale adeguata per l'anno di riferimento.

La distribuzione delle stazioni di monitoraggio sul territorio nazionale non è uniforme (mancano soprattutto al centro e al sud) per cui non è stato possibile reperire alcun dato per le città di Livorno, Napoli, Foggia, Reggio Calabria, Messina e Catania.

Nel caso di Livorno, Napoli e Catania sono stati utilizzati altri dati di concentrazione, relativi al 2004, inviati direttamente all'APAT dai gestori delle centraline di monitoraggio presenti sul territorio.

I limiti di concentrazione per il biossido di azoto, che entreranno in vigore nel 2010, sono stabiliti dal Decreto Ministeriale n. 60 del 2 Aprile 2002: tale decreto attua le disposizioni del Decreto Legislativo n. 351 del 4 Agosto 1999 e recepisce le norme europee di riferimento ossia le Direttive 96/62/CE⁷⁵ e 99/30/CE⁷⁶.

Nella tabella che segue vengono riportati i valori limite per la protezione della salute umana, e le date entro le quali tali valori devono essere rispettati, secondo una progressiva diminuzione dei margini di tolleranza che porterà il limite orario a 200 µg/m³, da non superare più di 18 volte per anno civile, e il limite annuale a 40 µg/m³.

⁷³ Cattani et altri, 2006c.

⁷⁴ L'EoI (Exchange of Information) prevede, in base alle decisioni 97/101/CE e 2001/752/CE, un sistema di raccolta e di comunicazione di informazioni e di dati provenienti dalle reti e dalle singole stazioni di monitoraggio dal livello locale a quello nazionale ed europeo (Gandolfo et al, 2006).

⁷⁵ Direttiva in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

⁷⁶ Direttiva concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo.

Per il 2004 il limite conforme alla normativa risulta essere di 52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tab.1).

Tab 1. Andamento dei valori limite degli NO_x , aumentati del margine di tolleranza, nel periodo 2000-2010.

Anno	Valore orario [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Valore annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
2000	300	60
2001	290	58
2002	280	56
2003	270	54
2004	260	52
2005	250	50
2006	240	48
2007	230	46
2008	220	44
2009	210	42
2010	200	40

Fonte: APAT (2006)

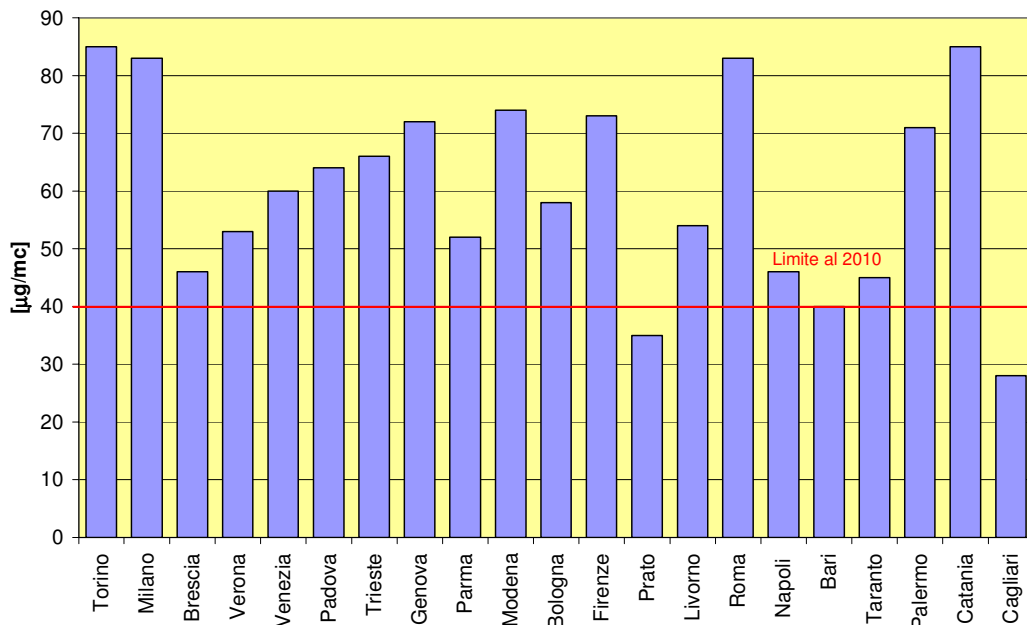
Stato e trend dell'indicatore

Tab.2 Massimo valore medio annuo di concentrazione di NO_x registrato nel 2004

	Max valore medio annuo NO _x [µg/m ³]
Torino	85
Milano	83
Brescia	46
Verona	53
Venezia	60
Padova	64
Trieste	66
Genova	72
Parma	52
Modena	74
Bologna	58
Firenze	73
Prato	35
Livorno	54
Roma	83
Napoli	46
Foggia	n.d.
Bari	40
Taranto	45
Reggio Calabria	n.d.
Palermo	71
Messina	n.d.
Catania	85
Cagliari	28

Fonte: elaborazione su dati APAT

*Fig. 1 Massimo valore di concentrazione medio di NO_x (anno 2004)
e valori limite fissati dalla normativa con scadenza al 2004 e al 2010*



Analisi dei dati

Tenendo conto dei valori massimi registrati per il 2004 (Tab.2) e dei limiti di legge (che dovrebbero essere rispettati da ogni singola centralina), l'inquinamento da NO_x si mostra critico soprattutto nelle città più popolate. Torino, Milano, Genova, Firenze, Roma, Palermo e Catania, alle quali si deve aggiungere Modena, hanno registrato nel 2004 almeno in una centralina un valore medio annuale superiore ai 70 µg/m³.

In generale la situazione sembra migliore al centro sud dove Livorno, Napoli e Taranto si collocano nell'intervallo 45-54 µg/m³, mentre Prato, Bari e Cagliari sono addirittura sotto il limite previsto per il 2010 (Fig.1).

Le restanti città, localizzate tutte nel nord Italia, presentano un valore superiore al limite dei 52 µg/m³ valido per il 2004, con l'eccezione di Parma (52 µg/m³) e Brescia (46 µg/m³).

INDICATORE 13-14

MORTALITA' DA INCIDENTE STRADALE E INFORTUNI DA INCIDENTE STRADALE

Descrizione sintetica

L'indicatore sulla mortalità riporta il numero di morti causati da incidenti stradali rapportato al totale della popolazione per ognuna delle ventiquattro città oggetto di studio, analogamente l'indicatore sugli infortuni registra il numero di feriti, da incidente stradale, rapportato al totale della popolazione.

Unità di misura

Per ogni città viene riportato il numero di morti e di infortunati rapportati al totale della popolazione residente nel Comune e moltiplicati per il fattore 1000. In tal modo si va a valutare il tasso di mortalità e di infortunio stradale ogni 1000 abitanti.

Motivazioni della scelta

L'incidentalità stradale è un tema assai delicato e complesso caratterizzato da aspetti che vanno da quelli più propriamente demo-sociali a quelli culturali ed economici. E' noto che l'esigenza di mobilità in Italia, come in tutti i Paesi economicamente avanzati, è aumentata con un tasso superiore all'incremento del prodotto interno lordo: ciò ha significato un aumento del numero delle automobili circolanti e del numero di incidenti stradali⁷⁷.

Anche se il livello di sicurezza migliora lentamente e costantemente in tutto il territorio dell'Unione europea, è ancora alto il numero di vite umane⁷⁸ perse e di infortuni registrati ogni anno sulle strade: solo in Italia, nel 2004, si sono verificati in media 614 incidenti al giorno con la morte di 15 persone e il ferimento di altre 867⁷⁹.

⁷⁷ ISTAT (a cura di), 2005.

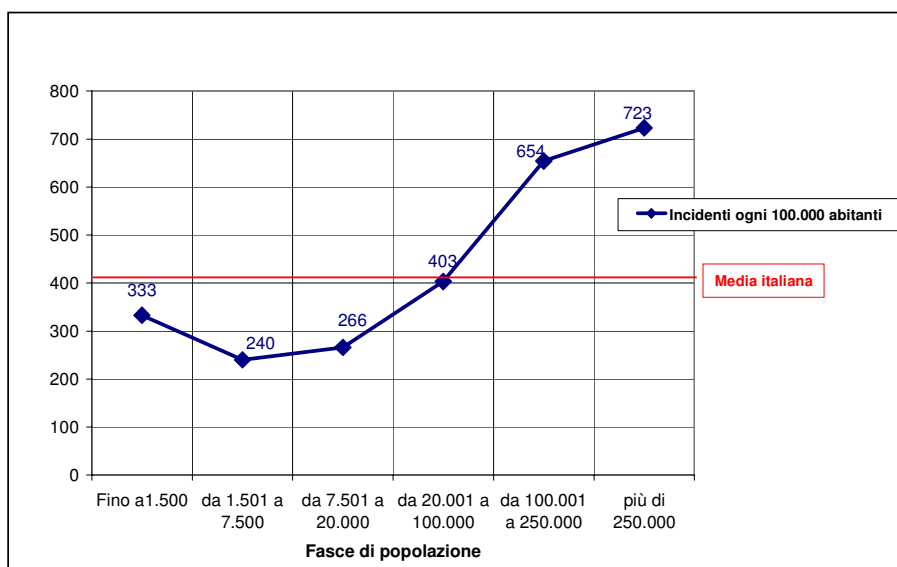
⁷⁸ Nell'Unione europea gli incidenti stradali sono la principale causa di morte delle persone al di sotto dei 45 anni.

⁷⁹ ISTAT (a cura di), 2005.

Per questo motivo la Commissione europea ha proposto nel *Libro Bianco*⁸⁰ sulla politica dei trasporti di ridurre del 50% il numero di morti per incidenti stradali entro il 2010: tale obiettivo non costituisce tanto un requisito legale ma piuttosto un impegno serio a ridurre il numero di decessi e l'Italia intende perseguirlo attraverso il "Piano nazionale della sicurezza stradale" (Delibera CIPE 100/2002)⁸¹.

Relativamente agli ambiti stradali risulta interessante notare che il tasso maggiore di incidenti e il maggior numero di feriti si registra sulle strade dei centri urbani e precisamente nei Comuni con popolazione superiore ai 100.000 abitanti (Fig.1). La pericolosità degli incidenti in ambito urbano risulta inferiore a quella relativa alle strade extraurbane e alle autostrade; infatti a causa del traffico intenso e della presenza di roatorie e semafori si riduce la velocità media e insieme ad essa la pericolosità dei sinistri (Fig.2).

Fig.1 Dati demografici (2003) e di incidentalità per fasce di popolazione dei Comuni italiani

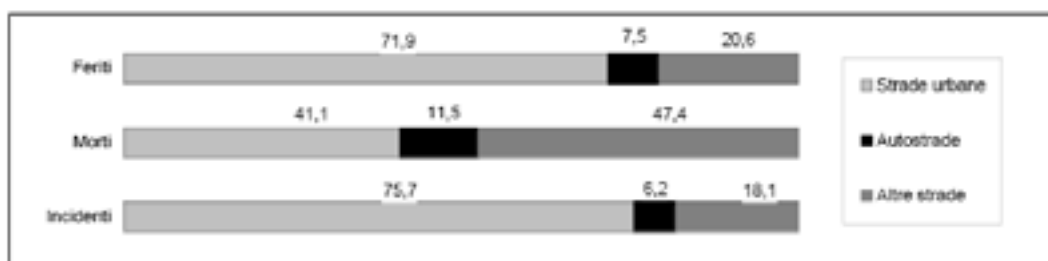


Fonte: elaborazione su dati ISTAT (2005)

⁷² EUROPEAN COMMISSION (a cura di), 2001a.

⁷³ APAT (a cura di), 2006a.

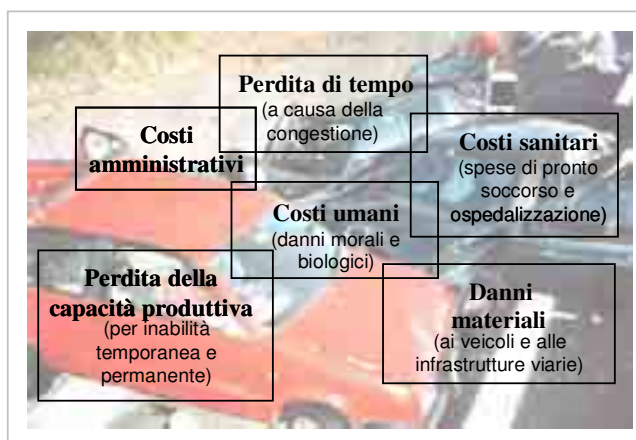
Fig.2 L'incidentalità secondo l'ambito stradale (Anno 2004)



Fonte: ISTAT (2005)

Rimane il fatto che i costi dovuti agli incidenti stradali sono altissimi poiché oltre all'impatto diretto sulla salute umana, bisogna considerare i costi economici indiretti quali le spese sanitarie e la perdita di ore lavorative (Fig.3).

Fig.3 Stima dei costi sociali in seguito ad incidente stradale



Reperimento dei dati e qualità delle fonti

I dati di popolazione utilizzati si riferiscono alle stime ISTAT effettuate per il 2003 e il 2004. L'informazione statistica sull'incidentalità proviene dall'indagine che l'ISTAT, in

collaborazione con ACI, effettua con cadenza mensile sull'intero territorio nazionale. I dati più recenti a disposizione si riferiscono agli anni 2003 e 2004 (Tab.1).

E' opportuno segnalare che, per quanto riguarda la rilevazione degli incidenti stradali, esiste sempre una sottostima del fenomeno dovuto alle mancate risposte a livello territoriale. L'insieme dei Comuni che non invia regolarmente informazioni sull'incidentalità costituisce comunque solo il 4% circa della popolazione a livello nazionale e riguarda solo i Comuni con popolazione inferiore ai 20.000 abitanti⁸².

Anche per quanto riguarda la registrazione dei feriti e dei decessi si verifica spesso una sottostima poiché l'aggiornamento sulla situazione sanitaria del ferito (trasferimento a diversa struttura o eventuale decesso) rappresenta una fase molto impegnativa e complessa⁸³. Per ovviare a tale inconveniente l'ISTAT ha esteso a trenta giorni il periodo di tempo necessario alla contabilizzazione dei decessi da incidente stradale; inoltre vengono utilizzati anche i dati raccolti dall'Istituto Superiore di Sanità che, attraverso gli accessi al pronto soccorso, riesce a stimare anche quella parte di feriti in incidenti non verbalizzati dagli organi di rilevazione (Vigili Urbani, Polizia Stradale, ecc.).

⁸² ISTAT (a cura di), 2005.

⁸³ Nel 2002, ultimo anno per il quale sono disponibili i dati sanitari definitivi, la divergenza tra il numero di morti registrati dal censimento ISTAT sull'incidentalità e il numero di morti prodotto dalle statistiche sulle cause di morte è pari al 5,6% ma risulta in costante diminuzione rispetto agli anni precedenti [ISTAT (a cura di), 2005].

Stato e trend dell'indicatore

Tab.1 Dati di popolazione, morti, feriti e relativi indicatori per gli anni 2003 e 2004

	2003					2004				
	popolazione	morti	feriti	morti/pop *1000	feriti/pop *1000	popolazione	morti	feriti	morti/pop *1000	feriti/pop *1000
Torino	864.751	56	7.182	0,06	8,31	867.857	66	6.729	0,08	7,75
Milano	1.259.475	88	22.927	0,07	18,20	1.271.898	79	22.301	0,06	17,53
Brescia	189.355	16	1.983	0,08	10,47	191.114	19	1.795	0,10	9,39
Verona	257.113	32	2.545	0,12	9,90	258.115	31	2.548	0,12	9,87
Venezia	270.615	13	1.323	0,05	4,89	271.663	17	1.442	0,06	5,31
Padova	207.292	15	2.011	0,07	9,70	208.938	13	2.422	0,06	11,59
Trieste	208.933	17	1.783	0,08	8,53	208.309	9	1.645	0,04	7,90
Genova	603.035	34	5.813	0,06	9,64	601.338	40	5.361	0,07	8,92
Parma	164.622	20	1.524	0,12	9,26	164.528	21	1.348	0,13	8,19
Modena	177.729	31	2.286	0,17	12,86	178.874	29	2.143	0,16	11,98
Bologna	373.279	44	3.616	0,12	9,69	373.539	33	3.574	0,09	9,57
Firenze	360.100	32	5.376	0,09	14,93	367.259	26	5.115	0,07	13,93
Prato	175.322	17	1.759	0,10	10,03	176.013	16	1.703	0,09	9,68
Livorno	156.039	8	362	0,05	2,32	155.880	9	834	0,06	5,35
Roma	2.541.416	165	26.888	0,06	10,58	2.542.003	194	24.950	0,08	9,82
Napoli	1.004.434	30	4.309	0,03	4,29	1.000.449	48	4.418	0,05	4,42
Foggia	154.881	21	950	0,14	6,13	154.792	18	935	0,12	6,04
Bari	314.617	21	2.650	0,07	8,42	314.166	18	3.566	0,06	11,35
Taranto	199.784	15	1.239	0,08	6,20	199.131	15	1.217	0,08	6,11
Reggio Calabria	180.902	13	1.198	0,07	6,62	181.440	9	1.030	0,05	5,68
Palermo	681.316	39	2.669	0,06	3,92	679.730	44	3.397	0,06	5,00
Messina	248.984	17	2.045	0,07	8,21	248.616	16	1.792	0,06	7,21
Catania	308.106	28	2.667	0,09	8,66	307.774	22	2.438	0,07	7,92
Cagliari	162.712	1	772	0,01	4,74	162.560	2	707	0,01	4,35

Fonte: elaborazione su dati ISTAT - ACI

Fig.4 Tasso di mortalità per incidente stradale nel 2003 e 2004

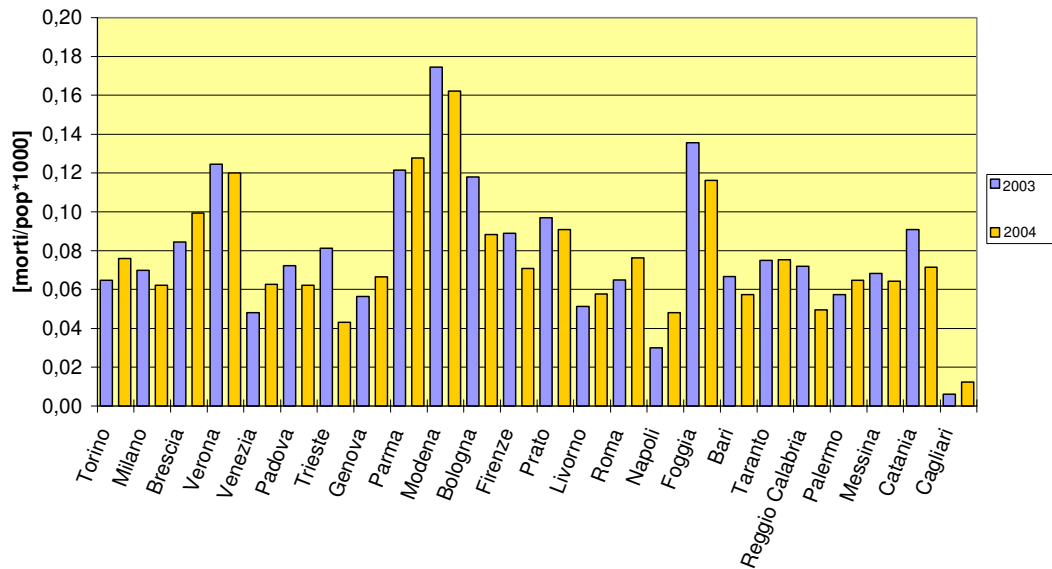


Fig.5 Variazione del tasso di mortalità dal 2003 al 2004

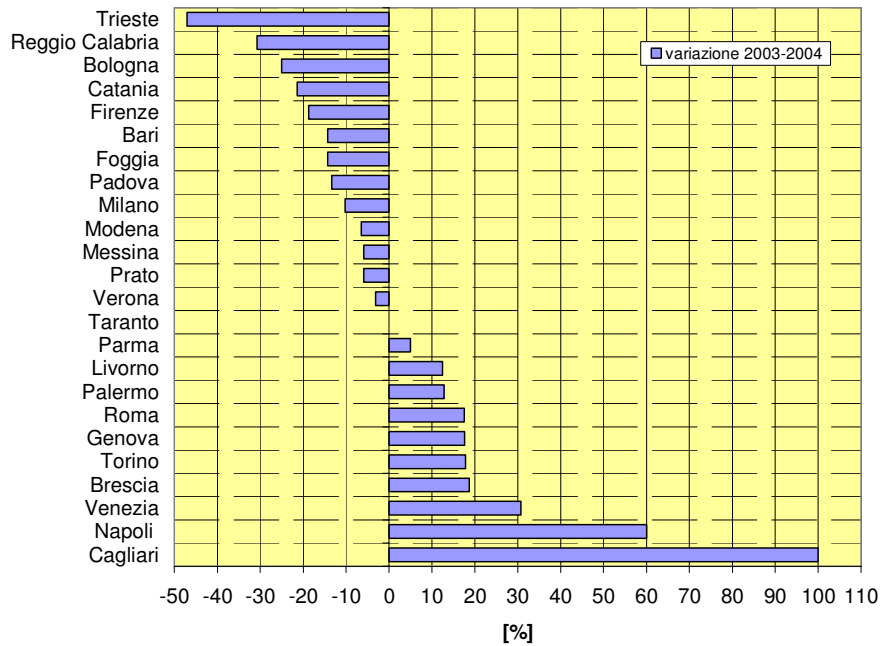


Fig.6 Tasso di infortunio per incidente stradale nel 2003 e 2004

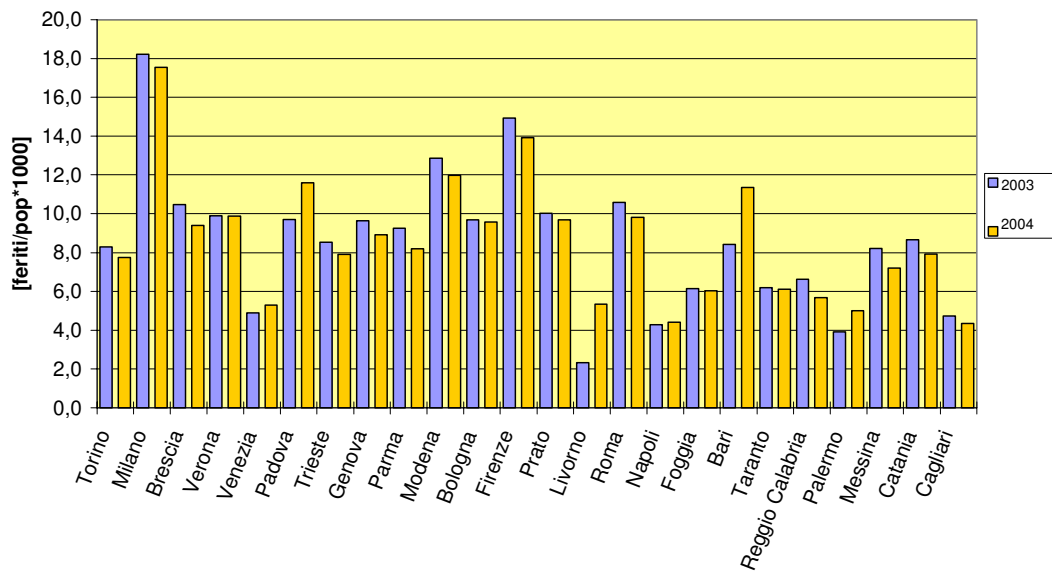
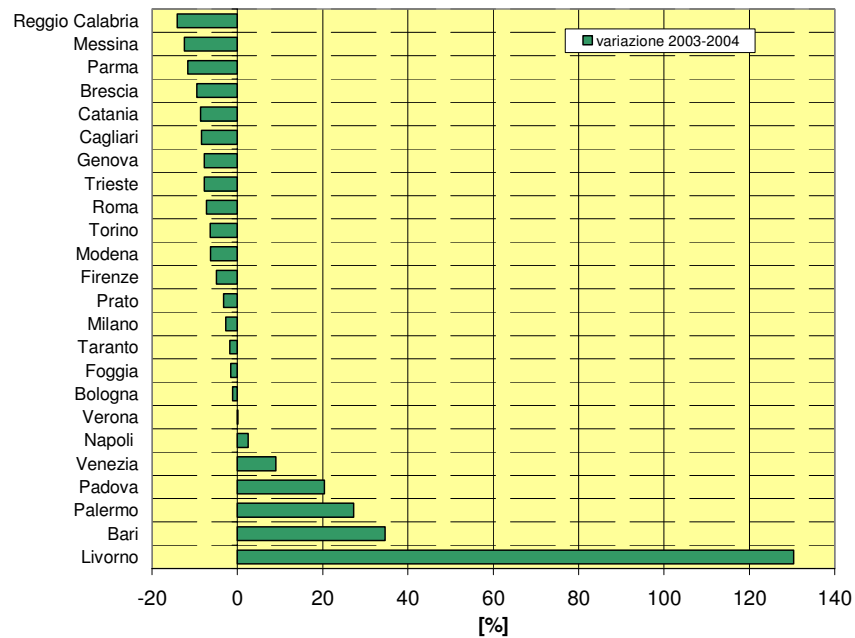


Fig.7 Variazione del tasso di infortunio dal 2003 al 2004



Analisi dei dati

I dati riportati (Fig.4-5) indicano che il tasso di mortalità dal 2003 al 2004 si è ridotto in più della metà delle città considerate nell'analisi. E' opportuno osservare che non si può parlare propriamente di trend positivo poiché occorrerebbe avere serie storiche di riferimento più lunghe; ciononostante, visti anche i dati non ufficiali riferiti al 2005 e al 2006, si può affermare che la situazione è in costante miglioramento. Questo non è dovuto tanto alla diminuzione del numero degli incidenti, quanto alla riduzione della gravità degli stessi, come vedremo meglio più avanti.

E' importante inoltre ricordare che nel 2004 sono state introdotte importanti modifiche al codice della strada, tra cui il provvedimento che va sotto il nome di "patente a punti"⁸⁴.

L'inasprimento delle sanzioni e la decurtazione di punteggio alla patente in caso di violazione delle norme di comportamento (uso della cintura di sicurezza, rispetto dei limiti di velocità, uso del telefonino, uso del casco, guida in stato di alterazione psico-fisica, uso delle corsie di emergenza, sorpasso, ecc.) hanno contribuito a migliorare il comportamento alla guida e a far diminuire la gravità degli incidenti.

Il risultato positivo più significativo appare quello di Trieste dove si è passati da 17 decessi nel 2003 a 9 decessi nel 2004, la situazione più critica risulta invece quella di Napoli dove nel 2004 si sono verificati 18 decessi in più rispetto all'anno precedente (30 nel 2003).

Per quanto riguarda il tasso di infortunio (Fig.6-7) si osserva che il maggior numero di feriti ogni mille abitanti si registra nelle città del nord e del centro Italia. Considerando i due anni di riferimento si registra comunque un generalizzato decremento degli infortuni stradali che ha riguardato 17 città sul totale; la situazione peggiore appare quella di Livorno dove il numero di feriti, dal 2003 al 2004, è più che raddoppiato.

⁸⁴ La patente a punti è stata introdotta con il D.L. 151/2003 successivamente convertito nella Legge n° 214 del 1 agosto 2004. In pratica tutti i titolari di patente italiana (o membri dell'UE con residenza in Italia) a partire dal 30 giugno 2003 hanno ricevuto un bonus virtuale di 20 punti; chi commette infrazioni al codice della strada, oltre ad una sanzione pecuniaria, è assoggettato alla decurtazione di un certo numero di punti a seconda della gravità dell'infrazione commessa [ISTAT (a cura di) 2005].

Osservazioni

Per un'analisi più approfondita della sicurezza stradale sarebbe opportuno riportare il dato relativo al numero di incidenti, ricavabile anch'esso delle statistiche ISTAT, e valorizzare in altro modo le informazioni sui decessi e gli infortuni per una migliore interpretazione del fenomeno. Infatti, il numero assoluto degli incidenti fornisce un'informazione parziale mentre il numero di incidenti rapportato alla popolazione non tiene conto del fatto che le città più grandi attraggono ogni giorno un grande numero di spostamenti e quindi i dati rilevati potrebbero essere non rapportabili percentualmente alla popolazione effettivamente residente.

Sarebbe utile disporre di un indicatore di frequenza degli incidenti stradali calcolato come rapporto tra il numero di incidenti e il volume di circolazione, ottenuto come prodotto dei veicoli circolanti per la percorrenza media chilometrica annua. Tale indicatore permetterebbe di classificare le strade in base ai livelli di incidentalità e di identificare correttamente i punti dove si verifica un numero particolarmente elevato di sinistri (i cosiddetti “*black spot*”). Il volume di circolazione è però un valore disponibile solo per le autostrade a pagamento e risulta difficilmente stimabile in un contesto urbano⁸⁵.

In mancanza di tale dato si possono comunque calcolare altri rapporti particolarmente significativi (Fig.8): il rapporto di mortalità stradale, che rappresenta il numero medio di decessi verificatisi in un determinato anno per 100 incidenti, e il rapporto di lesività stradale che rappresenta il numero medio di feriti per 100 incidenti (Tab.2).

Fig.8 Definizione dei parametri RM e RF

Rapporto di mortalità	$RM = \frac{n^{\circ} \text{morti}}{n^{\circ} \text{incidenti}} \times 100$
Rapporto di lesività	$RF = \frac{n^{\circ} \text{feriti}}{n^{\circ} \text{incidenti}} \times 100$

⁸⁵ ISTAT (a cura di), 2005.

Tab.2 Dati degli incidenti e indicatori di mortalità e lesività per gli anni 2003 e 2004

	2003						2004					
	popolazione	incidenti	morti	feriti	RM	RF	popolazione	incidenti	morti	feriti	RM	RF
Torino	864.751	4.902	56	7.182	1,14	146,5	867.857	4.547	66	6.729	1,45	148,0
Milano	1.259.475	17.047	88	22.927	0,52	134,5	1.271.898	16.556	79	22.301	0,48	134,7
Brescia	189.355	1.490	16	1.983	1,07	133,1	191.114	1.348	19	1.795	1,41	133,2
Verona	257.113	1.946	32	2.545	1,64	130,8	258.115	1.949	31	2.548	1,59	130,7
Venezia	270.615	932	13	1.323	1,39	142,0	271.663	984	17	1.442	1,73	146,5
Padova	207.292	1.563	15	2.011	0,96	128,7	208.938	1.895	13	2.422	0,69	127,8
Trieste	208.933	1.466	17	1.783	1,16	121,6	208.309	1.339	9	1.645	0,67	122,9
Genova	603.035	4.519	34	5.813	0,75	128,6	601.338	4.200	40	5.361	0,95	127,6
Parma	164.622	1.183	20	1.524	1,69	128,8	164.528	1.066	21	1.348	1,97	126,5
Modena	177.729	1.688	31	2.286	1,84	135,4	178.874	1.599	29	2.143	1,81	134,0
Bologna	373.279	2.753	44	3.616	1,60	131,3	373.539	2.783	33	3.574	1,19	128,4
Firenze	360.100	4.393	32	5.376	0,73	122,4	367.259	4.249	26	5.115	0,61	120,4
Prato	175.322	1.390	17	1.759	1,22	126,5	176.013	1.380	16	1.703	1,16	123,4
Livorno	156.039	281	8	362	2,85	128,8	155.880	671	9	834	1,34	124,3
Roma	2.541.416	20.647	165	26.888	0,80	130,2	2.542.003	18.989	194	24.950	1,02	131,4
Napoli	1.004.434	2.940	30	4.309	1,02	146,6	1.000.449	3.012	48	4.418	1,59	146,7
Foggia	154.881	562	21	950	3,74	169,0	154.792	549	18	935	3,28	170,3
Bari	314.617	1.665	21	2.650	1,26	159,2	314.166	2.366	18	3.566	0,76	150,7
Taranto	199.784	808	15	1.239	1,86	153,3	199.131	807	15	1.217	1,86	150,8
Reggio Calabria	180.902	815	13	1.198	1,60	147,0	181.440	708	9	1.030	1,27	145,5
Palermo	681.316	1.888	39	2.669	2,07	141,4	679.730	2.442	44	3.397	1,80	139,1
Messina	248.984	1.369	17	2.045	1,24	149,4	248.616	1.165	16	1.792	1,37	153,8
Catania	308.106	1.899	28	2.667	1,47	140,4	307.774	1.731	22	2.438	1,27	140,8
Cagliari	162.712	559	1	772	0,18	138,1	162.560	521	2	707	0,38	135,7

Fonte: elaborazione su dati ISTAT

Fig.9 Rapporto di mortalità stradale per il 2003 e il 2004

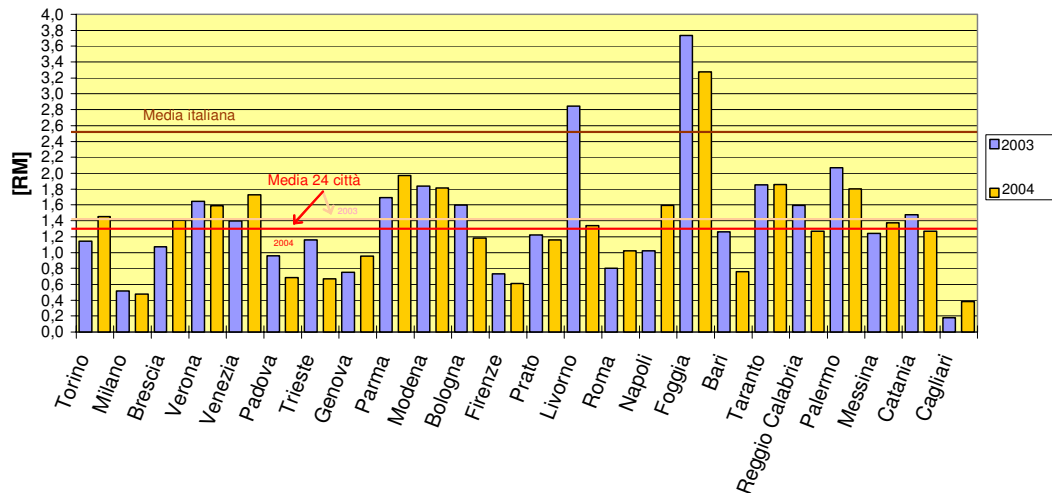
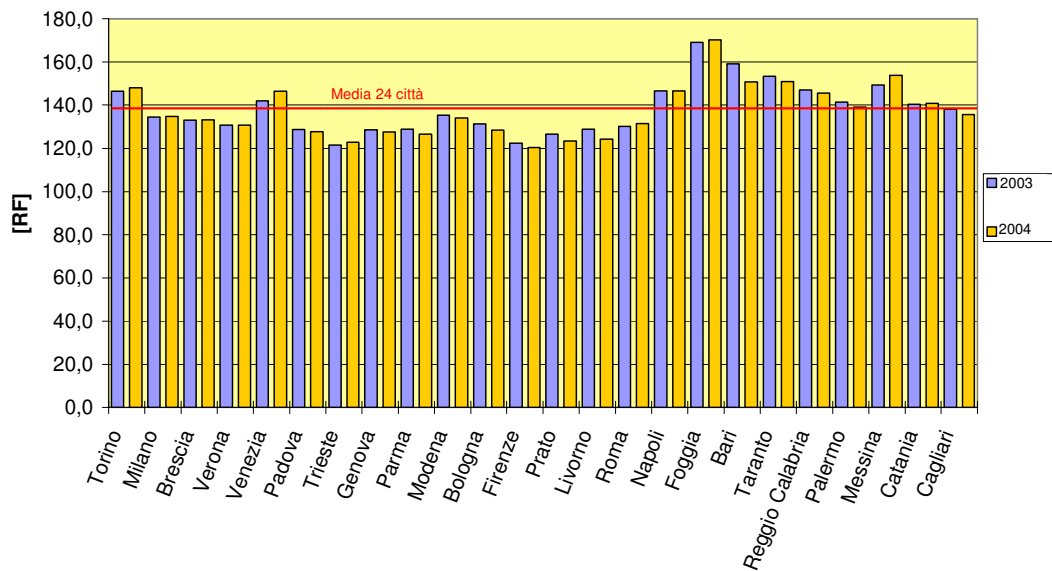


Fig.10 Rapporto di lesività stradale per il 2003 e il 2004



Dal primo grafico riportato (Fig.9) risulta che l'indice di mortalità ha subito in media una consistente diminuzione: dal 2003 al 2004 si è passati da 1,41 ad 1,32. Considerando che la

media italiana si attesta per il 2004 sul valore di 2,5⁸⁶, si conferma il fatto che nei centri urbani, ai quali si riferisce il valore medio calcolato in questo contesto, la gravità degli incidenti è minore rispetto ad altri tipi di strade e anche rispetto all'area vasta, cioè alla zona che comprende anche i comuni esterni al Comune capoluogo. L'unico valore preoccupante, ancora al di sopra della media nazionale, è quello che riguarda la città di Foggia.

Analizzando infine l'indice di lesività stradale (Fig.10) emerge che la pericolosità degli incidenti riguarda in modo consistente tutte le città considerate: in media, sia per il 2003 che per il 2004, si hanno 138 soggetti infortunati ogni 100 incidenti. Le situazioni più critiche si registrano in generale al sud: ciò potrebbe sembrare in contraddizione con quanto rilevato in precedenza ma bisogna tenere conto che se anche il numero di infortunati ogni mille abitanti è basso (cfr. Fig.6), l'indice di lesività rivela che la probabilità che in ogni incidente rimangano feriti dei soggetti è invece molto alta. In questo senso Foggia e Messina risultano le città più "pericolose", registrando nel 2004 un indice di lesività superiore a quello dell'anno precedente.

Complessivamente, in circa la metà delle città considerate, si osserva comunque una diminuzione del rapporto di lesività stradale: i risultati migliori riguardano le città di Bari e Livorno.

⁸⁶ ISTAT (a cura di), 2005.

INDICATORE 18

ESTENSIONE DELLE ZONE CON LIMITAZIONI ALLA CIRCOLAZIONE

Descrizione sintetica

L'indicatore riporta per ogni città l'estensione superficiale relativa delle aree in cui sono stati presi dei provvedimenti di limitazione alla circolazione veicolare.

Unità di misura

I chilometri quadrati di aree a traffico limitato vengono messi in relazione all'estensione in chilometri quadrati dell'area comunale moltiplicata per il fattore 100.

Motivazioni della scelta

I provvedimenti di limitazione della circolazione stradale sono delle misure messe in campo dalle Amministrazioni comunali per far fronte ai problemi di inquinamento atmosferico, di congestione e di intrusione visiva (occupazione dello spazio). Esse consistono nella delimitazione di aree in cui l'accesso e la circolazione sono limitati nel tempo e/o a particolari categorie di veicoli (Fig.1).

Spesso questo tipo di intervento è adottato in alternativa agli strumenti di tariffazione (*road pricing* e *park pricing*) in ragione della sua flessibilità ed accettabilità da parte delle comunità locali. Mentre le misure di tariffazione mirano a modificare il comportamento dei soggetti attraverso la leva economica, le regolamentazioni della circolazione intendono modificare forzatamente il comportamento imponendo dei vincoli normativi.

In questo senso tali misure di regolazione non sono in grado di far percepire agli automobilisti i costi generati (ambientali e sociali); tuttavia proprio la semplicità di applicazione e le condizioni di accettabilità ne hanno fatto uno degli strumenti delle politiche di trasporto maggiormente diffusi in ambito nazionale⁸⁷.

⁸⁷ Malgieri et al, 2002.

I principali obiettivi dei provvedimenti di limitazione della circolazione sono:

- la riduzione degli impatti negativi del traffico in luoghi significativi della città (per esempio i centri storici);
- la messa in sicurezza degli spostamenti pedonali (per esempio nelle aree adiacenti alle scuole o ai parchi urbani);
- la modifica della ripartizione modale, attraverso l'incentivazione all'uso dei mezzi pubblici per accedere a determinate aree;
- l'intervento immediato al manifestarsi di condizioni di criticità ambientali (a tal proposito è tipica l'adozione dello schema a targhe alterne) o di forte congestione in seguito ad eventi eccezionali che si vengono a verificare in alcune zone.

Fig.1 Riferimenti al codice della strada ed esempio di zona a traffico limitato



Fonte: COMUNE DI BERGAMO (2004)

Reperimento dei dati e qualità delle fonti

I dati dell'estensione delle zone a traffico limitato per 100 chilometri quadrati di superficie comunale sono tratti dalle statistiche ISTAT del 2003. In particolare i valori si riferiscono alle zone con limitazioni alla circolazione comprensive delle aree occupate dai fabbricati.

Non è stato possibile calcolare l'indicatore per le città di Milano, Venezia, Genova, Taranto, Reggio Calabria e Catania, in taluni casi perché il dato si riferisce esclusivamente alle aree di circolazione esclusi i fabbricati (Tab.1).

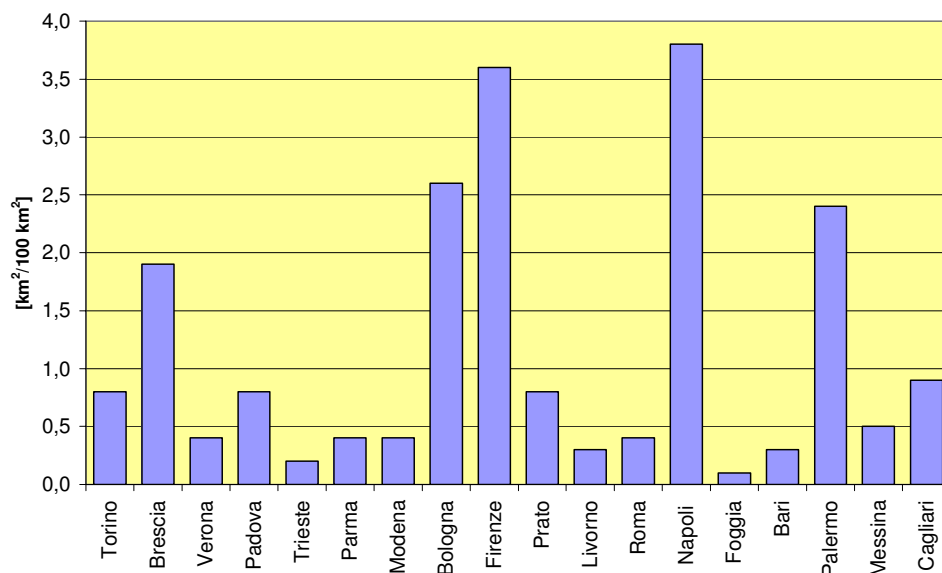
Stato e trend dell'indicatore

Tab.1 Zone a traffico limitato

	zone a traffico limitato [km ² /100 km ²]
Torino	0,80
Milano	n.d.
Brescia	1,90
Verona	0,40
Venezia	n.d.
Padova	0,80
Trieste	0,20
Genova	n.d.
Parma	0,40
Modena	0,40
Bologna	2,60
Firenze	3,60
Prato	0,80
Livorno	0,30
Roma	0,40
Napoli	3,80
Foggia	0,10
Bari	0,30
Taranto	n.d.
Reggio Calabria	n.d.
Palermo	2,40
Messina	0,50
Catania	n.d.
Cagliari	0,90

Fonte: elaborazione su dati ISTAT

Fig.2 Estensione delle zone a traffico limitato



Analisi dei dati

Dal grafico sopra riportato (Fig.2) si evince che Napoli è la città con la maggiore dotazione di aree a traffico limitato, seguita da Firenze, Bologna e Palermo. Nonostante Roma abbia la più grande superficie di ZTL (quasi 700 ettari⁸⁸), l'indicatore risulta avere un valore molto basso dovuto all'estesa superficie comunale cui viene rapportato il numeratore.

In generale comunque le città che si sono dotate delle zone a traffico limitato più estese sono i maggiori centri d'arte e le città dove vengono superati spesso nell'arco dell'anno i limiti di qualità dell'aria imposti dalla normativa. Le città che invece presentano la più piccola area di territorio comunale sottoposta a vincolo di circolazione veicolare sono Foggia e Trieste, rispettivamente con 0,10 e 0,20 km per 100 km².

⁸⁸ LEGAMBIENTE (a cura di), 2006.

Osservazioni

I provvedimenti di limitazione alla circolazione predisposti dalle Amministrazioni comunali vengono emanati in base alla considerazione di molti fattori: la morfologia del territorio, il livello di criticità ambientale e lo stato della congestione.

Esistono molte tipologie di limitazione che si differenziano innanzi tutto per la loro natura, temporanea o permanente, e per le modalità di istituzione vale a dire per la scelta delle fasce orarie o delle categorie veicolari.

Come già detto in precedenza, Roma è la città con la maggiore estensione di zone sottoposte a limiti di circolazione⁸⁹: in particolare il territorio comunale è stato suddiviso in quattro fasce concentriche che presentano dei provvedimenti restrittivi via via più severi procedendo verso il centro storico.

Le quattro fasce di salvaguardia ambientale individuate sono (Fig.3):

- Territorio del Comune di Roma: divieto di circolazione per i veicoli che non abbiano effettuato il controllo dei gas di scarico (“Bollino Blu”) negli ultimi dodici mesi;
- Fascia Verde: area del territorio entro cui vengono emanati provvedimenti che limitano la circolazione veicolare (per esempio le “Targhe alterne”) nei casi di emergenza dovuti al superamento dei limiti di inquinamento atmosferico stabiliti dalla normativa;
- Anello Ferroviario: è istituita una ZTL in vigore tutto l’anno, dal lunedì al venerdì per le 24 ore, per i veicoli più inquinanti (autoveicoli “pre Euro” e motoveicoli e ciclomotori non immatricolati ai sensi della Direttiva 97/24CE);
- Centro storico: è istituita una ZTL in vigore dal lunedì al venerdì dalle ore 6,30 alle ore 18,00 e il sabato dalle ore 14,00 alle ore 18,00. L’ingresso è riservato ai veicoli dotati di permesso d’accesso e ai veicoli elettrici.

Per alcune particolari zone sono inoltre in vigore provvedimenti di limitazione speciali, in ragione della loro particolare vocazione turistica e culturale.

⁸⁹ Con un'estensione di 4,2 km² la zona a traffico limitato del Comune di Roma è tra le più vaste d'Europa [www.comune.roma.it, Marzo 2007].

A titolo di esempio nel Rione Monti, già compreso nella ZTL Centro Storico, è attiva anche una ZTL notturna: dalle ore 23,00 alle ore 03,00 di venerdì e sabato vige il divieto di transito per tutte le autovetture, eccetto i taxi, le auto a noleggio con conducente e i possessori di contrassegno per la ZTL Centro Storico (Fig.4).

Nel quartiere di San Lorenzo, che invece si trova nella Fascia Verde, è stata prevista una pedonalizzazione dell'area dove è maggiore la concentrazione di locali notturni, da sempre luogo d'incontro e di ritrovo per i giovani. Le limitazioni al traffico sono attive dalle ore 21,00 alle ore 03,00: dal mese di maggio al mese di settembre nei giorni da mercoledì a sabato e nei restanti mesi nei giorni di venerdì e sabato (Fig.5).

Fig.3 Porzioni di territorio del Comune di Roma sottoposte a vincolo alla circolazione



Fonte: www.comune.roma.it (2007)

Fig.4 ZTL del Centro Storico con delimitazione della ZTL notturna del Rione Monti



Fonte: www.comune.roma.it (2007)

Fig.5 ZTL istituita nella zona del quartiere San Lorenzo



Fonte: www.comune.roma.it (2007)

INDICATORE 19

DENSITA' DELLE PISTE CICLABILI

Descrizione sintetica

L'indicatore riporta il livello di ciclabilità delle città considerate nello studio, ovvero l'estensione delle piste e delle corsie ciclabili rapportato alla superficie comunale totale.

Unità di misura

I chilometri di rete ciclabile vengono messi in relazione all'estensione, in chilometri quadrati, dell'area comunale. Viene riportato, per completezza, anche il dato assoluto sull'estensione delle piste e delle corsie ciclabili.

Motivazioni della scelta

Negli ultimi anni i problemi crescenti della mobilità urbana hanno riportato l'attenzione su quella che viene definita la "mobilità dolce"⁹⁰, ovvero le modalità "non motorizzate" come gli spostamenti a piedi o in bicicletta. Potenziare questo tipo di mobilità non solo serve a fornire la possibilità di movimento a soggetti economicamente deboli o momentaneamente privi dell'auto (casalinghe, anziani, bambini, turisti), ma significa anche soddisfare una domanda evoluta e attenta alla salute e alla qualità della vita comune⁹¹.

Considerato che, secondo i dati Audimob riferiti all'Italia, oltre il 30% degli spostamenti urbani si compie su tratte inferiori ai 3 km e gli spostamenti sotto i 2 km rappresentano addirittura il 39% della mobilità che si svolge dentro il comune di residenza⁹², si comprende che l'uso della bicicletta e lo spostamento a piedi possono coprire una frazione apprezzabile della domanda di mobilità. Come mostra il grafico seguente (Fig.1), in ambito urbano e nei brevi tragitti la bicicletta si dimostra più rapida dell'automobile, contribuendo

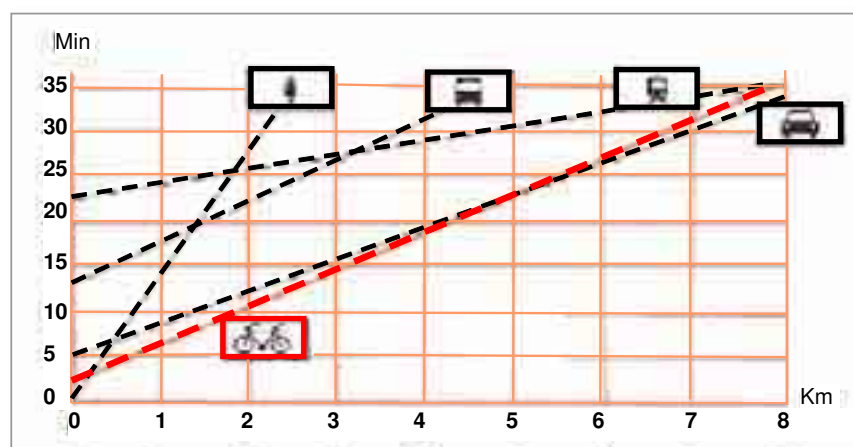
⁹⁰ Definizione che spesso sostituisce il termine "mobilità lenta", in quanto si confà meglio alle forme di spostamento finalizzate alla fruizione dell'ambiente e del paesaggio e caratterizzate da facile accessibilità sia in termini finanziari che strutturali.

⁹¹ ISFORT (a cura di), 2006.

⁹² Silvestrini, 2002.

a diminuire la congestione e conseguentemente l'inquinamento atmosferico. Ma l'utilizzo quotidiano della bicicletta permette di coniugare tra loro anche altri aspetti molto importanti: di natura sanitaria, in quanto comporta un esercizio fisico che contribuisce a diminuire la sedentarietà e lo stress degli attuali stili di vita, e di natura sociale poiché permette una maggiore autonomia per i giovani e gli anziani.

Fig1 Confronto tra vari mezzi di trasporto per la relazione minuti/chilometri percorsi



Fonte: FIAB (2003)

E' importante comunque puntualizzare che la rete ciclabile può diventare l'opportunità per una riorganizzazione generale della mobilità solo se questa è efficiente, sicura e ben strutturata⁹³.

Reperimento dei dati e qualità delle fonti

I dati di superficie comunale utilizzati si riferiscono al censimento ISTAT del 2001. Per quanto riguarda l'informazione sulla lunghezza delle piste ciclabili sono state utilizzate due diverse fonti. La prima si riferisce ad un questionario somministrato nella primavera del 2006 dall'Associazione Euromobility, i cui risultati sono confluiti nel III Rapporto APAT "Qualità dell'ambiente urbano": i dati si riferiscono alle città di Torino, Brescia, Verona, Venezia, Padova, Genova, Parma, Bologna, Firenze, Livorno e Roma.

⁹³ CENTRO STUDI 3M (a cura di), 2002.

Le altre informazioni provengono invece da un'indagine ISTAT del 2003 e riguardano le città rimanenti tranne Napoli, Foggia, Reggio Calabria, Palermo e Catania per le quali non si dispone di alcun dato (Tab.1).

Stato e trend dell'indicatore

Tab.1 Estensione e densità della rete ciclabile

	estensione rete [km]	superficie comunale [km ²]	densità [km/km ²]
Torino	106	130	0,82
Milano	66	182	0,36
Brescia	115	90	1,28
Verona	22	206	0,11
Venezia	55	412	0,13
Padova	72	92	0,78
Trieste	4	84	0,05
Genova	n.d.	n.d.	n.d.
Parma	72	260	0,28
Modena	109	182	0,60
Bologna	80	140	0,57
Firenze	34	102	0,33
Prato	45	97	0,46
Livorno	9	104	0,09
Roma	160	1.285	0,12
Napoli	n.d.	n.d.	n.d.
Foggia	n.d.	n.d.	n.d.
Bari	5	116	0,05
Taranto	7	217	0,03
Reggio Calabria	n.d.	n.d.	n.d.
Palermo	n.d.	n.d.	n.d.
Messina	3	211	0,01
Catania	n.d.	n.d.	n.d.
Cagliari	2	85	0,02

Fonte: elaborazione su dati ISTAT - APAT

Fig.2 Estensione delle piste ciclabili

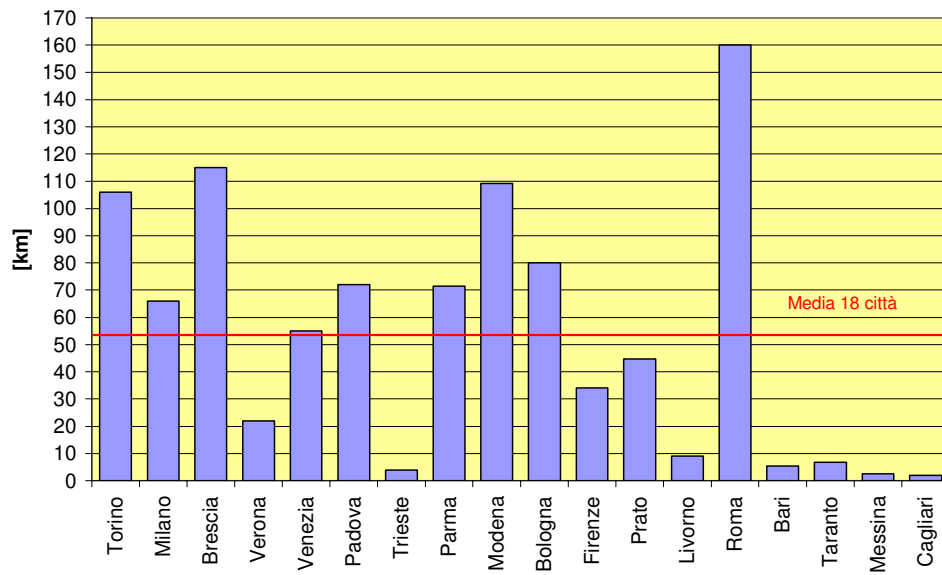
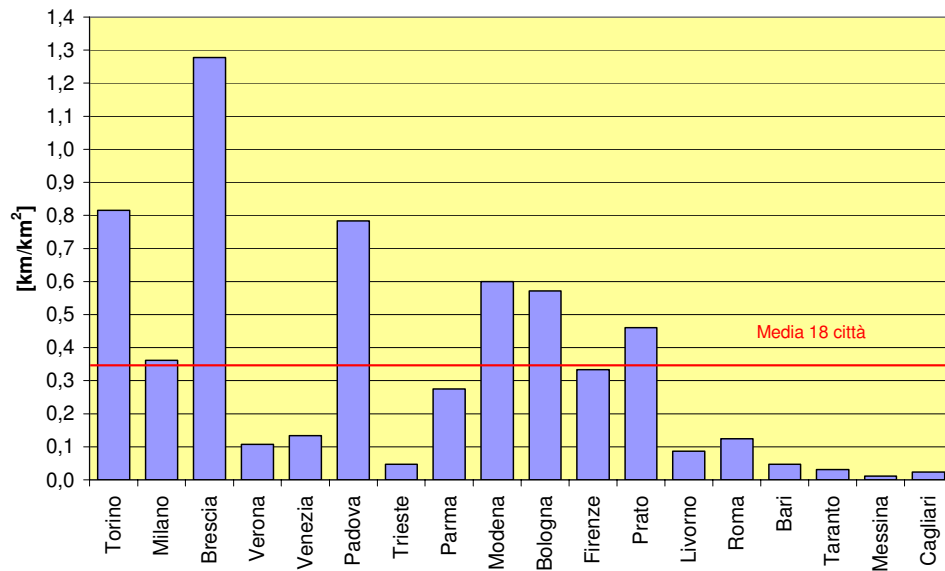


Fig.3 Densità delle piste ciclabili



Analisi di dati

Prima di iniziare l'analisi è opportuno sottolineare che i dati riportati sono in grado di fornire solo un'informazione di tipo quantitativo che si limita all'estensione dei percorsi ciclabili senza indagarne in modo specifico la tipologia (piste ciclabili in sede propria o in corsia riservata, percorso ciclabile o ciclopedonale) e il grado di connessione all'interno del territorio delle varie città. Bisogna inoltre tenere in considerazione che molti centri, per il loro assetto urbanistico e territoriale, non sono congeniali alla realizzazione di percorsi ciclabili.

Valutando il grado di rispondenza al questionario e i dati in modo globale (Fig.2) la situazione più deficitaria si registra al sud e nelle isole: le quattro città per le quali si dispone dei dati hanno una rete ciclabile inferiore ai 10 km e una densità che non supera i 50 metri per km². Al nord, per quanto riguarda il gruppo delle città indagate, solo Genova non dispone al momento di piste ciclabili, fatto che si spiega anche con la particolare conformazione geografica della città⁹⁴.

Relativamente al dato assoluto, Roma, che è il Comune più grande e più popoloso, risulta ovviamente avere la rete di piste ciclabili più estesa; seguono Brescia, Modena e Torino che dispongono tutte di una rete superiore ai 100 km. La media nazionale (54 km) è comunque molto bassa e ben al di sotto di quella europea.

Per quanto riguarda il dato commisurato alla superficie comunale (Fig.3), Brescia risulta al primo posto con 1,28 km di piste ciclabili per km². Sopra la media troviamo poi altre quattro città del nord (Torino, Padova, Modena e Bologna) e solo Prato al centro Italia. La densità di piste ciclabili per Roma appare molto bassa, ma bisogna tener conto che la capitale risulta essere il comune agricolo più grande d'Europa e, analogamente alle linee di trasporto pubblico, molte aree della città, che pur rientrano nel conteggio della superficie comunale, non possono essere interessate da tali infrastrutture.

⁹⁴ Il Comune ha comunque progettato itinerari ciclabili sulla linea litoranea e nelle vallate del Bisagno e del Polcevera (Canesi, 2006)

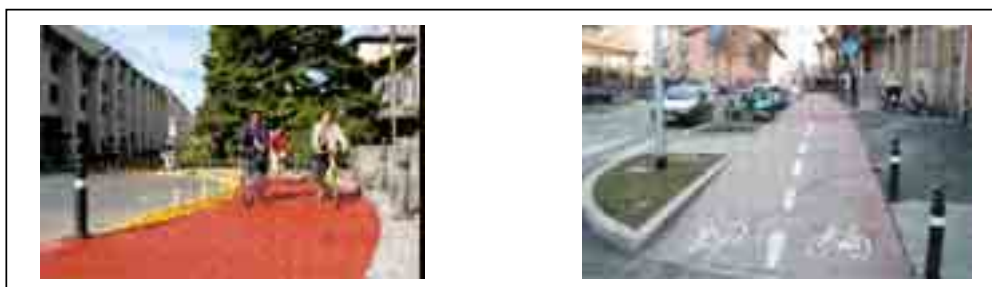
Osservazioni

Si è già osservato che in molte città esistono dei limiti di natura urbanistica che possono rappresentare un elemento discriminatorio rilevante nel confronto con altre realtà territoriali. Per molte aree urbane ci sono però altri limiti allo sviluppo e al rafforzamento della mobilità ciclabile e pedonale:

- assenza o insufficienza di infrastrutture e regolamentazioni che risolvano i conflitti con gli altri utenti della strada;
- discontinuità della rete dei percorsi adatti alla bicicletta.

E' appurato che la sensazione di scarsa sicurezza del tragitto costituisce un importante deterrente all'uso della bicicletta da parte di molti potenziali ciclisti⁹⁵. La sicurezza è funzione diretta del livello di protezione delle piste ciclabili: sarebbe quindi opportuno evitare sempre la sovrapposizione con aree aperte al traffico autoveicolare e costruire infrastrutture dedicate che non abbiano interruzioni frequenti, ad esempio per gli attraversamenti carrai (Fig.4).

Fig.4 Pista ciclabile in sede propria e su corsia riservata ricavata dal marciapiede



Fonte: COMUNE DI BERGAMO (2004)

Bisogna inoltre rilevare che la rete ciclabile è funzionalmente efficace se permette al ciclista di raggiungere la destinazione desiderata mentre si rileva inadeguata se conduce solo ad una destinazione pensata per il tempo libero o per scopi turistici.

⁹⁵ FIAB (a cura di), 2003.

Da qui l'importanza di valutare con attenzione, sin dal progetto iniziale, il senso origine-destinazione dell'infrastruttura e la sua distribuzione spaziale sul territorio urbano. A tal proposito, un buon esempio appare quello di Parma dove la rete ciclabile collega efficacemente le zone periferiche al centro città: l'infrastruttura è inoltre dotata di numerosi servizi per l'utenza come i punti di noleggio, le rastrelliere per il parcheggio e le postazioni per la ricarica delle biciclette elettriche (Fig.5).

Fig.5 Rete ciclabile della città di Parma



Fonte: www.parmapuntobici.pr.it (2007)

CONCLUSIONI

Il popolamento dei 13 indicatori presi in considerazione ha evidenziato per le maggiori aree urbane italiane una situazione abbastanza critica sia sotto gli aspetti prettamente trasportistici (offerta del servizio di trasporto pubblico, consistenza del parco veicolare, numero di incidenti stradali) sia sotto quelli dell'inquinamento atmosferico.

Le informazioni ricavate dall'implementazione del set sembrano essere molto utili e in grado di rilavare numerosi aspetti inerenti alla mobilità in ambito urbano, tuttavia rimangono ancora molte lacune da colmare. Queste riguardano soprattutto le modalità con le quali vengono raccolti i dati di base (molte di queste non sono ancora standardizzate ed univocamente definite) e la mancanza per alcune aree urbane dei dati stessi. Ciò non permette, ad oggi, l'implementazione di alcuni degli indicatori proposti, in particolare quelli inerenti la classe delle "Esposizione" e delle "Azioni".

Anche nel caso di disponibilità del dato si pone inoltre un problema legato alla mancanza di serie storiche e quindi all'impossibilità di valutare nel tempo la variazione del fenomeno studiato.

Si auspica che nel prossimo futuro venga messa a punto una metodologia di rilevazione delle informazioni di base condivisa e omogenea che permetta di rendere comparabili le varie situazioni e di verificare le prestazioni delle politiche di sostenibilità intraprese in ambito locale.

Di seguito vengono riportate due schede riassuntive nelle quali si valuta, alla luce delle ricerche condotte fino ad oggi, la qualità del pacchetto di indicatori proposto (Scheda 1) e l'effettiva disponibilità dei dati insieme al loro grado di aggiornamento (Scheda 2).

Scheda n. 1

**VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DEL SET
DI INDICATORI DI MOBILITA' SOSTENIBILE URBANA**

(0=insufficiente 1=sufficiente 2=buono 3=ottimo)

Indicatore	Rappresentatività	Semplicità	Sensibilità	Confrontabilità (spaziale e temporale)	Rispondenza ad una normativa
Linee di tpl di superficie: copertura del territorio comunale	2	3	3	1	
Flotta veicolare privata conforme agli standard di emissione atmosferica	3	3	3	3	√
Stima delle modalità di spostamento casa-scuola	1	2	2	0	
Stima delle emissioni di materiale particolato PM ₁₀ per i trasporti stradali	3	3	3	3	
Stima delle emissioni di NO _x per i trasporti stradali	3	3	3	3	√
Rapporto popolazione/dimensione del parco veicolare privato	2	2	3	3	
Rapporto viaggiatori trasportati/popolazione servita dal tpl	1	2	3	2	
Percentuale di giorni, su base annua, in cui vengono superati gli standard di qualità dell'aria per il PM ₁₀ , l'NO ₂ e l'O ₃	3	3	3	3	√
Concentrazione di materiale particolato PM ₁₀	3	3	3	2	√
Concentrazione degli ossidi di azoto NO _x	3	3	3	2	√
Percentuale di popolazione esposta a concentrazioni di PM ₁₀ superiori al valore soglia	2	1	2	0	
Percentuale di popolazione esposta a concentrazioni di C ₆ H ₆ superiori al valore soglia	2	1	2	0	
Percentuale di popolazione esposta a livelli sonori superiori al valore problematico	2	1	2	0	
Mortalità da incidente stradale	3	3	3	3	
Infortuni da incidente stradale	3	3	3	3	
Tempo totale speso nel traffico	1	2	2	0	
Anni di aspettativa di vita persi per incidente stradale	1	2	1	0	
Estensione delle zone con limitazioni alla circolazione	3	3	3	2	
Densità delle piste ciclabili	3	3	3	2	
Numero di giornate di blocco del traffico	3	3	3	0	
Numero di campagne di informazione ambientale a livello locale	2	3	2	0	

Scheda n. 2

VALUTAZIONE SULLA POSSIBILITA' DI IMPLEMEMAZIONE DEL SET DI INDICATORI DI MOBILITA' SOSTENIBILE URBANA

(0=insufficiente 1=sufficiente 2=buono 3=ottimo)

Indicatore	Dati disponibili	Fonti affidabili	Dati aggiornabili periodicamente
Linee di tpl di superficie: copertura del territorio comunale	1	2	0
Flotta veicolare privata conforme agli standard di emissione atmosferica	3	3	3
Stima delle modalità di spostamento casa-scuola	0	0	0
Stima delle emissioni di materiale particolato PM ₁₀ per i trasporti stradali	3	3	3
Stima delle emissioni di NO _x per i trasporti stradali	3	3	3
Rapporto popolazione/dimensione del parco veicolare privato	3	3	3
Rapporto viaggiatori trasportati/popolazione servita dal tpl	2	2	2
Percentuale di giorni, su base annua, in cui vengono superati gli standard di qualità dell'aria per il PM ₁₀ , l'NO ₂ e l'O ₃	3	3	3
Concentrazione di materiale particolato PM ₁₀	3	3	3
Concentrazione degli ossidi di azoto NO _x	3	3	3
Percentuale di popolazione esposta a concentrazioni di PM ₁₀ superiori al valore soglia	0	0	0
Percentuale di popolazione esposta a concentrazioni di C ₆ H ₆ superiori al valore soglia	0	0	0
Percentuale di popolazione esposta a livelli sonori superiori al valore problematico	0	0	0
Mortalità da incidente stradale	3	3	2
Infortuni da incidente stradale	3	3	2
Tempo totale speso nel traffico	0	0	0
Anni di aspettativa di vita persi per incidente stradale	0	0	0
Estensione delle zone con limitazioni alla circolazione	2	3	2
Densità delle piste ciclabili	2	3	2
Numero di giornate di blocco del traffico	0	0	0
Numero di campagne di informazione ambientale a livello locale	0	0	0

BIBLIOGRAFIA GENERALE

Volumi e Pubblicazioni

ACI (a cura di), *Rapporto sulla qualità della mobilità nelle province italiane*, Roma, 2006

AMICI DELLA TERRA, *Valutazione del vantaggio, in termini di minori costi ambientali e sociali, di un forte sviluppo del trasporto collettivo in ambito urbano*, Roma, 2002

ANPA (a cura di), *Mobilità sostenibile. Una proposta metodologica*, Manuali e linee guida 8/02, Roma, 2002

ANPA (a cura di), *Linee guida agli inventari locali di emissioni in atmosfera*, Roma, 2001

ANPA (a cura di), *Rassegna di indicatori e indici per il rumore, le radiazioni non ionizzanti e la radioattività ambientale*, Roma, 2000

APAT (a cura di), *Annuario dei dati ambientali 2005-2006*, Roma, 2006a

APAT (a cura di), *Gli indicatori del clima in Italia nel 2005*, Roma, 2006b

APAT (a cura di), *I quaderni della formazione ambientale -Aria-*, Roma, 2006c

APAT (a cura di), *Annuario dei dati ambientali 2004*, Roma, 2005

Bultrini M., Colaiezzi M., Faticanti M., Pantaleoni M., Taurino E., Serafini C., Leonardi A., Cirillo M. C., *Le emissioni in atmosfera degli inquinanti nelle 24 principali città italiane*, APAT, Roma, 2006a

Bultrini M., Colaiezzi M., Faticanti M., Pantaleoni M., Taurino E., Leonardi A., *Le cause dell'inquinamento dell'aria in La qualità dell'aria in Italia: dati, problemi, prospettive*, APAT, Roma, 2006b

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

Canesi R., *La qualità delle politiche locali per la mobilità ciclistica in Qualità dell'ambiente urbano - III Rapporto*, APAT, Roma, 2006

Casini M., Ficco P., *EMAS Sistema Comunitario di Ecogestione e Audit*, Il Sole 24 Ore, Milano, 2004

Cattani G., Di Matteo L., *Analisi sul parco veicolare nelle aree urbane* in *Qualità dell'ambiente urbano - III Rapporto*, APAT, Roma, 2006a

Cattani G., Bridda R., Carbone D., Veri K., *Il trasporto pubblico locale* in *Qualità dell'ambiente urbano - III Rapporto*, APAT, Roma, 2006b

Cattani G., Ferdinandi M., Viviano G., *Stazioni di rilevamento dell'Istituto Superiore di Sanità per lo studio della qualità dell'aria: dati relativi agli anni 2003 e 2004*, ISS, Roma, 2006c

CENTRO STUDI 3M, (a cura di), *Piste ed itinerari ciclabili in Italia. Indagine sul livello di ciclabilità urbana*, Milano, 2002

Cirillo M. C., Introduzione in *Qualità dell'ambiente urbano - I Rapporto*, APAT, Roma, 2004

COMUNE DI BERGAMO (a cura di), *Dossier Zone 30*, Bergamo, 2004

COMUNE DI ROMA – WHO EUROPE (a cura di), *Una vita attiva con il trasporto di tutti i giorni*, Roma, 2003

Di Carlo N., Moricci F., Mastrofrancesco C., *Lo stato della qualità dell'aria*, APAT, Roma, 2006

Di Carlo N., Mastrofrancesco C., Moricci F., *L'inquinamento atmosferico nei principali agglomerati italiani* in *Qualità dell'ambiente urbano - I Rapporto*, APAT, Roma, 2004

Di Menno di Bucchianico A., Gandolfo G., Caricchia A. M., Bartoletti S., Gaeta A., Cirillo M.C., *Qualità dell'aria in Italia: il particolato sospeso PM₁₀, anno 2004*, APAT, Roma, 2006

EUROPEAN COMMISSION (a cura di), *Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo relativa ad una Strategia tematica sull'ambiente urbano*, Bruxelles, 2005

EUROPEAN COMMISSION (a cura di), *Eppure i bambini si muovono*, Lussemburgo, 2002

EUROPEAN COMMISSION (a cura di), *Libro Bianco. La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte*, Bruxelles, 2001a

EUROPEAN COMMISSION (a cura di), *Sesto programma di azione per l'ambiente - "Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta" -Comunicazione della commissione al*

Consiglio, al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle regioni, Bruxelles, 2001b

EUROPEAN COMMISSION (a cura di), *Verso un quadro della sostenibilità a livello locale – Indicatori Comuni Europei*, Lussemburgo, 2000

FIAB (a cura di), *Ciclabilità urbana. Orientamenti e linee guida*, Milano, 2003

Gandolfo G., Bartoletti S., Di Menno di Bucchianico A., Gaeta A., Caricchia A. M., Cirillo M. C., *Qualità dell'aria in Italia: biossido di azoto (NO₂)*, anno 2004, APAT, Roma, 2006

HERMESS-ASSTRA-ISFORT (a cura di), *Dove vanno a finire i passeggeri? Terzo Rapporto sulla mobilità urbana in Italia*, Roma, 2006

ISFORT (a cura di), *Una mobilità pulita, lenta e sicura a Parma. Indagine sulle caratteristiche e le prospettive della mobilità pedonale e ciclabile*, Parma, 2006

ISFORT (a cura di), *Avanti c'è posto? Report annuale sulla mobilità urbana*, Roma, 2005

ISTAT (a cura di), *Statistica degli incidenti stradali – Anni 2003, 2004*, Roma, 2005

LEGAMBIENTE, (a cura di), *Ecosistema urbano 2006. Dodicesimo rapporto sulla qualità ambientale dei comuni capoluogo di Provincia*, Roma, 2006

Malgieri P., De Pirro P., *La nuova mobilità urbana: rassegna delle politiche di trasporto sostenibile in ambito urbano*, TRT Trasporti e Territorio - Quad. n°1, Milano, 2002

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (a cura di), *RSA 2005- Relazione sullo stato dell'ambiente*, Roma, 2006

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (a cura di), *RSA 2001- Relazione sullo stato dell'ambiente*, Roma, 2002

Ministero delle Infrastrutture e Trasporti (a cura di), *Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti - Anno 2004 con elementi informativi per l'anno 2005*, Roma, 2005

Signorelli C., D'Alessandro D., Capolongo S., *Igiene edilizia ed ambientale*, Società Editrice Universo, Roma, 2004

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

Tocci W., in *Equilibri*, pag. 163, a. VI n°2, 2006

Venturi L., Zampetti G., Smog e dintorni – L'inquinamento atmosferico e acustico nelle città italiane, LEGAMBIENTE, Roma, 2005

Siti internet

www.brace.sinanet.apat.it (marzo 2007)
www.comune.roma.it (marzo 2007)
www.iwalktoschool.org (Marzo 2007)
www.liberiamolara.it (giugno 2006)
www.ocs.polito.it (giugno 2006)
www.parmapuntobici.pr.it (febbraio 2007)
www.piedibus.it (Marzo 2007)