

AMBIENTE URBANO



INDICATORI

Distribuzione della popolazione residente
Livelli di NO₂
Livelli di O₃
Livelli PM₁₀
Livelli PM_{2.5}
Livelli di IPA
Livelli di Benzene
Percentuali di perdita della rete acquedottistica
Capacità di depurazione
Estensione delle piste ciclabili
Spostamenti casa-scuola
Verde pubblico
Aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblici
Aumento delle utenze servite dal teleriscaldamento

Introduzione

Nell'area urbana di Verona vivono circa 265.000 persone, il terzo degli abitanti della provincia di Verona. Questo fa sì che nell'ambiente urbano si concentrino le maggiori sfide per la realizzazione di uno sviluppo sostenibile: uso corretto della risorsa idrica, del suolo, la tutela della qualità dell'aria, la tutela degli ecosistemi naturali residui, la creazione di un ambiente costruito confortevole e rispettoso dell'ambiente.

Nella redazione di questo rapporto sono stati popolati alcuni indicatori selezionati secondo il modello DPSIR "determinanti-pressioni-stato-impatti-risposte", alcuni dei quali già introdotti nel primo rapporto edito nell'anno 2002. In questo modo è stato possibile effettuare un confronto, analizzare i miglioramenti e sottolineare il percorso da effettuare per centrare compiutamente l'obiettivo dello sviluppo sostenibile.

Gli indicatori caratteristici

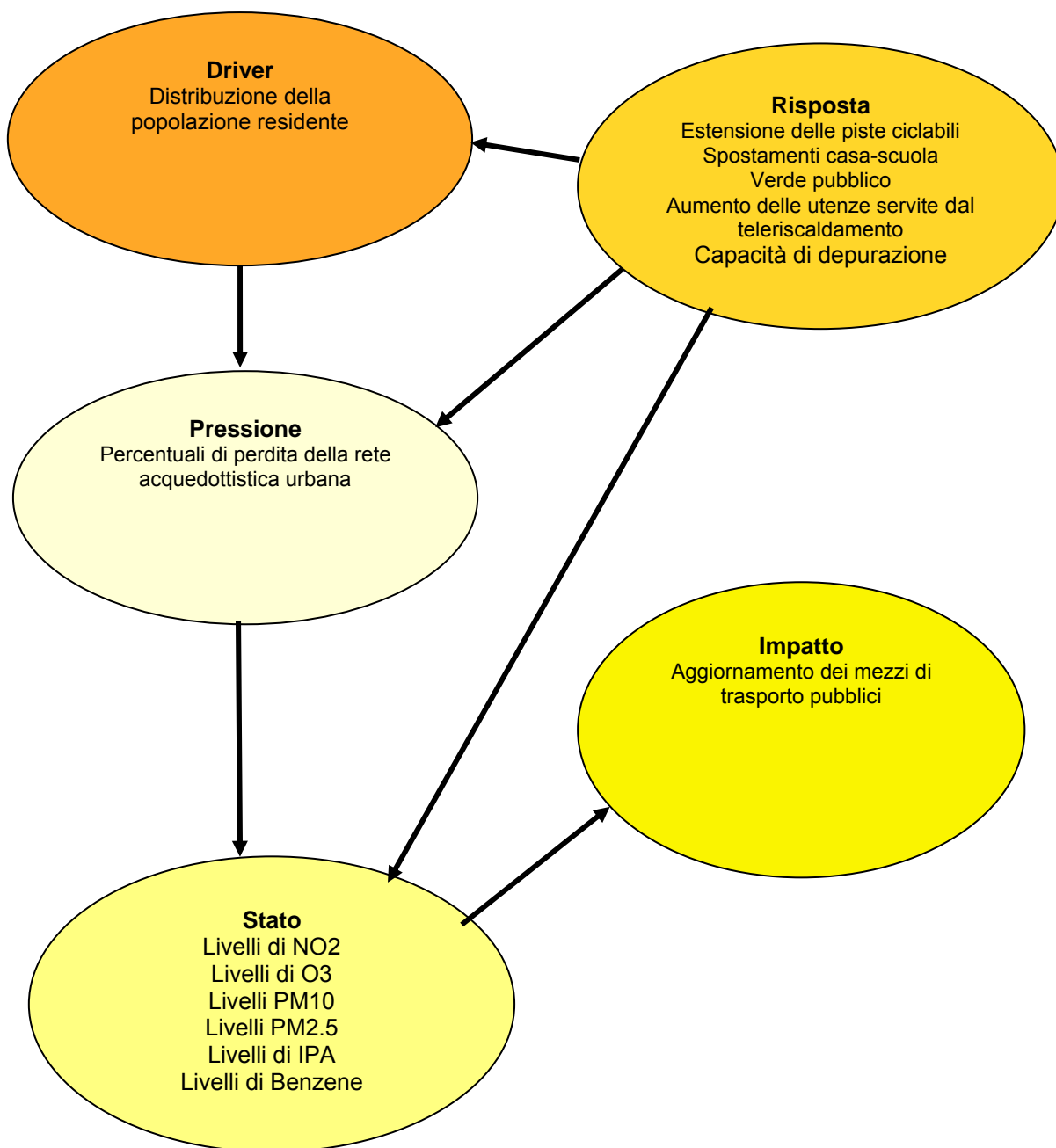
Per descrivere le problematiche ambientali legate all'ambiente cittadino è stato scelto un pool di indicatori fra i più rappresentativi e i meglio popolati. Come indicatori di cause primarie si è ritenuto importante inserire un indicatore di tipo demografico che descrive l'andamento della popolazione in città.

Lo stato dell'ambiente urbano di Verona viene efficacemente rappresentato dagli indicatori di livello delle concentrazioni dei principali inquinanti monitorati dalla rete di controllo della qualità dell'aria (NO₂, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}, benzene e IPA) per i quali è disponibile una serie storica di circa 12 anni.

L'efficacia e lo stato di realizzazione delle politiche di risposta messe in atto per migliorare la situazione ambientale sono rappresentate dalla variazione dal 2002 ad oggi del verde pubblico e delle piste ciclabili a disposizione dei cittadini, dall'estensione e dalla capacità della rete fognaria.

Nello schema seguente sono riportati sinteticamente gli indicatori per tipo ed i collegamenti fra loro.

Figura: schema a blocchi degli indicatori utilizzati nel capitolo ambiente urbano





La popolazione nell'ambito urbano

Introduzione

Per capire come e dove nascono i problemi legati all'urbanizzazione in una città di medie dimensioni come Verona è necessario per prima cosa analizzare i fenomeni legati alla variazione della densità di popolazione ed è, quindi, fondamentale conoscere da un lato il dato demografico, dall'altro studiare l'influenza del flusso turistico.

Come indicatore si è scelta la Distribuzione della popolazione residente.

Gli indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Distribuzione della popolazione residente	D	Com'è distribuita la popolazione ?		

La popolazione nell'ambito urbano: Distribuzione della popolazione residente

La provincia di Verona consta di 98 Comuni la cui popolazione è in continua evoluzione. Si riportano di seguito i dati relativi all'anno 2009.

Totale della Popolazione residente al 1 Gennaio 2009 per sesso e stato civile

Codice Comune	Comuni	Totale Maschi	Totale Femmine	Maschi + Femmine
023001	Affi	1118	1147	2265
023002	Albaredo d'Adige	2663	2686	5349
023003	Angiari	982	1062	2044
023004	Arcole	3083	3114	6197
023005	Badia Calavena	1358	1278	2636
023006	Bardolino	3241	3387	6628
023007	Belfiore	1507	1475	2982
023008	Bevilacqua	940	896	1836
023009	Bonavigo	1023	951	1974
023010	Boschi Sant'Anna	686	708	1394
023011	Bosco Chiesanuova	1908	1740	3648
023012	Bovolone	7762	7774	15536
023013	Brentino Belluno	702	705	1407
023014	Brenzzone	1166	1353	2519
023015	Bussolengo	9578	9861	19439
023016	Buttapietra	3473	3356	6829
023017	Caldiero	3601	3548	7149
023018	Caprino Veronese	3976	4154	8130
023019	Casaleone	3034	3078	6112
023020	Castagnaro	2022	2095	4117
023021	Castel d'Azzano	5800	5879	11679
023022	Castelnuovo del Garda	6053	6115	12168
023023	Cavaion Veronese	2553	2677	5230
023024	Cazzano di Tramigna	750	747	1497
023025	Cerea	7981	8220	16201
023026	Cerro Veronese	1202	1228	2430
023027	Cologna Veneta	4211	4366	8577
023028	Cognola ai Colli	4156	4027	8183
023029	Concamarise	560	506	1066
023030	Costermano	1793	1776	3569
023031	Dolcè	1315	1250	2565
023032	Erbè	874	900	1774
023033	Erbezzo	409	380	789
023034	Ferrara di Monte Baldo	113	100	213
023035	Fumane	2089	2052	4141
023036	Garda	1900	2022	3922

023037	Gazzo Veronese	2773	2834	5607
023038	Grezzana	5493	5371	10864
023039	Illasi	2649	2607	5256
023040	Isola della Scala	5680	5785	11465
023041	Isola Rizza	1621	1606	3227
023042	Lavagno	3827	3803	7630
023043	Lazise	3312	3442	6754
023044	Legnago	12249	13239	25488
023045	Malcesine	1780	1895	3675
023046	Marano di Valpolicella	1537	1566	3103
023047	Mezzane di Sotto	1088	1211	2299
023048	Minerbe	2302	2431	4733
023049	Montecchia di Crosara	2333	2165	4498
023050	Monteforte d'Alpone	4191	4174	8365
023051	Mozzecane	3367	3217	6584
023052	Negrar	8532	8596	17128
023053	Nogara	4212	4418	8630
023054	Nogarole Rocca	1743	1647	3390
023055	Oppeano	4498	4507	9005
023056	Palù	651	619	1270
023057	Pastrengo	1360	1350	2710
023058	Pescantina	7891	7968	15859
023059	Peschiera del Garda	4623	5052	9675
023060	Povegliano Veronese	3487	3597	7084
023061	Pressana	1266	1250	2516
023062	Rivoli Veronese	1069	1063	2132
023063	Roncà	1871	1819	3690
023064	Ronco all'Adige	3126	3056	6182
023065	Roverchiara	1460	1346	2806
023066	Roveredo di Guà	761	805	1566
023067	Roverè Veronese	1099	1071	2170
023068	Salizzole	1940	1844	3784
023069	San Bonifacio	10027	9916	19943
023070	San Giovanni Ilarione	2672	2513	5185
023071	San Giovanni Lupatoto	11429	12056	23485
023072	Sanguinetto	2002	2106	4108
023073	San Martino Buon Albergo	6839	7014	13853
023074	San Mauro di Saline	294	266	560
023075	San Pietro di Morubio	1489	1498	2987
023076	San Pietro in Cariano	6303	6666	12969
023077	Sant'Ambrogio di Valpolicella	5665	5754	11419
023078	Sant'Anna d'Alfaedo	1318	1295	2613
023079	San Zeno di Montagna	696	650	1346
023080	Selva di Progno	515	454	969
023081	Soave	3399	3509	6908
023082	Sommacampagna	7298	7260	14558

023083	Sona	8434	8422	16856
023084	Sorgà	1582	1588	3170
023085	Terrazzo	1161	1178	2339
023086	Torri del Benaco	1423	1490	2913
023087	Tregnago	2447	2507	4954
023088	Trevezuolo	1351	1331	2682
023089	Valeggio sul Mincio	6997	6931	13928
023090	Velo Veronese	413	372	785
023091	Verona	126443	138925	265368
023092	Veronella	2257	2218	4475
023093	Vestenanova	1373	1312	2685
023094	Vigasio	4499	4401	8900
023095	Villa Bartolomea	2857	2947	5804
023096	Villafranca di Verona	16021	16387	32408
023097	Zevio	7035	7077	14112
023098	Zimella	2466	2404	4870
TOTALE		446078	462414	908492

Fonte: Istat

Come si evince dal confronto con i dati relativi all'anno 2002, vi è stato un incremento di 81164 unità, corrispondente a circa 10000 unità all'anno. Ad oggi, fine 2010, la popolazione viene stimata in circa 920000 unità.

Totale della Popolazione residente al 1 Gennaio 2002 per sesso e stato civile

Comuni	Totale Maschi	Totale Femmine	Maschi + Femmine
TOTALE	402961	424367	827328

Fonte: Istat

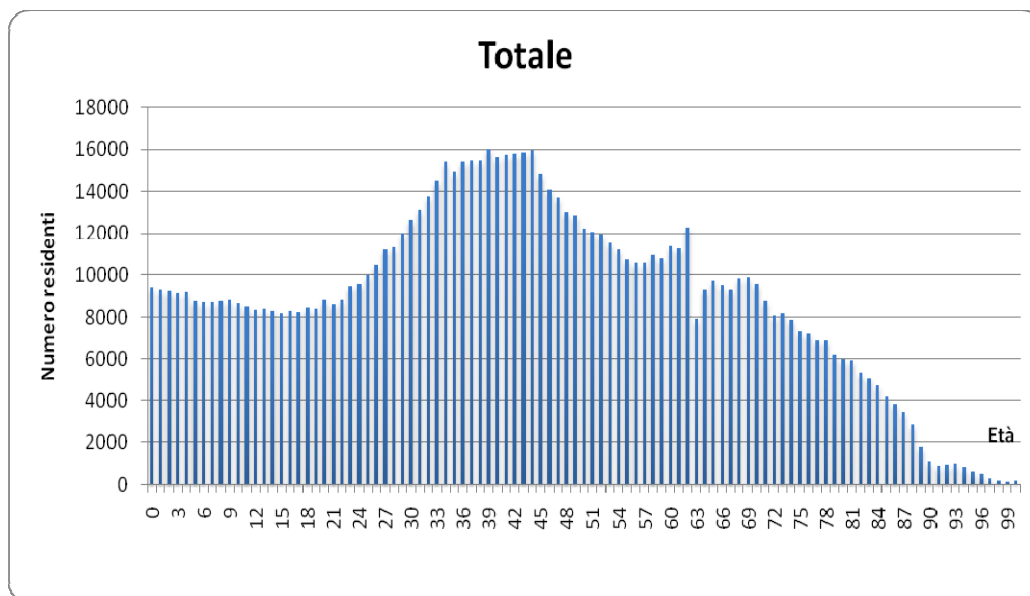
L'Istat fornisce anche una previsione sulla popolazione residente nell'anno 2051. Secondo lo scenario "centrale" la popolazione in tale anno si attesterà in circa 1.150.000 persone, sicuramente un dato importante e di cui tenere conto anche per l'impatto sull'ambiente che esso genera.

Distribuzione della popolazione residente in Provincia di Verona

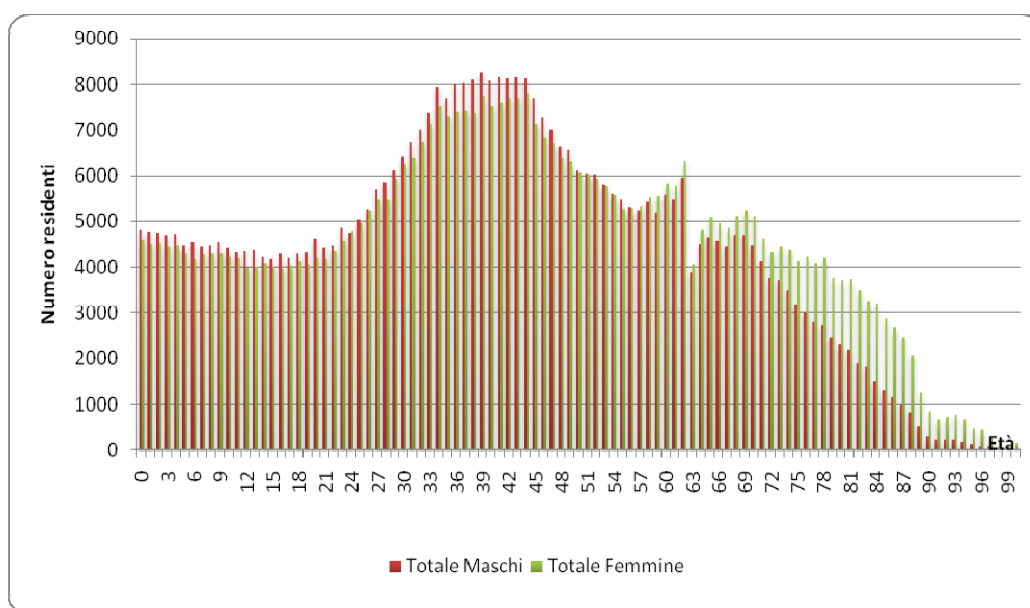
La composizione demografica della provincia e del comune di Verona, sono sostanzialmente analoghe e simili a quella di tutta l'area settentrionale del Paese. Si nota una erosione alla base della piramide demografica dovuta al calo delle nascite (anche se è incrementata notevolmente rispetto l'anno 2002), un incremento dei contingenti di popolazione anziana dovuto alla riduzione dei livelli di mortalità. Analizzando la consistenza numerica delle varie classi di età si possono analizzare gli apporti delle diverse generazioni alla popolazione.

Si nota poi una differenza notevole tra uomini e donne: a partire dai 60 anni di età il numero delle donne supera molto il numero degli uomini. Vi è invece una certa superiorità in termini di numeri dei maschi fino ai 50 anni di età nei confronti delle donne.

Distribuzione della popolazione residente al 1 gennaio 2009 in provincia di Verona suddivisa per classi di età (Fonte: ISTAT)



Distribuzione della popolazione residente al 1 gennaio 2009 in provincia di Verona suddivisa per classi di età (Fonte: ISTAT)



La qualità dell'aria in città

Introduzione

L'inquinamento atmosferico rappresenta uno dei principali problemi che caratterizzano l'ambiente nelle città: il traffico veicolare, il riscaldamento domestico nei periodi invernali, le attività industriali contribuiscono al peggioramento della qualità dell'aria.

A Verona è attiva dal 1996 una rete di monitoraggio della qualità dell'aria che rileva i principali inquinanti presenti nell'atmosfera cittadina: ossido di carbonio (CO), polveri totali (PTS), ossidi di azoto (NOx), ozono, biossido di zolfo (SO₂).

Inoltre vengono effettuate campagne periodiche per la misura di inquinanti non convenzionali quali benzene, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), polveri fini (PM₁₀) ed ultrafini (PM_{2.5}).

Per caratterizzare la situazione ambientale in città si è scelto un gruppo di indicatori di stato relativi ai livelli dei principali inquinanti: CO, PTS, PM10, PM2.5, benzene e IPA. Si è cercato di rappresentare non solo lo stato attuale, ma anche l'evoluzione della situazione negli ultimi 5 anni.

Gli indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Livelli di NO ₂	S	Le concentrazioni di NO ₂ si mantengono al di sotto dei limiti di legge?	☺	☺
Livelli di O ₃	S	Le concentrazioni di O ₃ si mantengono al di sotto dei limiti di legge?	☺	☹
Livelli di PM ₁₀	S	Quali sono le concentrazioni rappresentative di PM ₁₀ ?	☺	☹
Livelli di PM _{2.5}	S	Quali sono le concentrazioni rappresentative di PM _{2.5} ?	☺	☹
Livelli di benzene	S	Come varia spazialmente e temporalmente in ambito urbano la concentrazione di benzene ?	☺	☹
Livelli di IPA	S	Come varia spazialmente e temporalmente in ambito urbano la concentrazione di idrocarburi policiclici aromatici ?	☺	☹

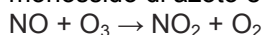
La qualità dell'aria in città: I livelli di biossido di azoto (NO₂)

Il biossido di azoto (formula chimica NO₂) si presenta sotto forma di gas di colore marrone rossastro con odore forte e pungente. È chimicamente legato all'ossido di azoto (NO), un gas incolore: in genere si indica con il termine ossidi di azoto la miscela dei due gas: NO₂ e NO.

Gli ossidi di azoto sono generati in tutti i processi di combustione, qualsiasi sia il tipo di combustibile utilizzato (ad esempio benzina o gasolio nei motori degli autoveicoli, gas naturale in centrali termoelettriche o nelle caldaie per il riscaldamento domestico), quando viene usata aria come comburente.

Le emissioni di ossidi di azoto da combustibili fossili sono costituite principalmente da NO, alcune sorgenti possono però emettere una parte notevole di ossidi di azoto sotto forma di NO₂ ad esempio gli autoveicoli diesel. Le condizioni di marcia del veicolo, le caratteristiche e lo stato del motore influenzano notevolmente le emissioni di ossidi di azoto. Questo insieme di fattori da' origine a bordo strada, in presenza di traffico elevato, a concentrazioni elevate di NO₂.

Il biossido di azoto si può formare in atmosfera anche in seguito a una reazione chimica fra monossido di azoto e ozono, che da origine a NO₂ e ossigeno.



È da ritenersi fra gli inquinanti atmosferici maggiormente pericolosi, sia perché è per sua natura irritante, sia perché dà inizio, in presenza di forte irraggiamento solare, ad una serie di reazioni fotochimiche che portano alla formazione di sostanze inquinanti (ad esempio l'ozono), complessivamente indicate con il termine di "smog fotochimico".

Il tempo medio di permanenza degli ossidi di azoto nell'atmosfera è di circa tre giorni per l'NO₂, e di circa quattro per l'NO; ciò fa pensare che possano intervenire meccanismi di rimozione naturali tali da eliminare gli ossidi di azoto dall'atmosfera trasformandoli in acido nitrico (HNO₃), il quale poi precipita sotto forma di nitrati o con la pioggia. Gli ossidi di azoto contribuiscono così alla formazione delle piogge acide e favoriscono l'accumulo di nitrati nel suolo che possono provocare alterazione di equilibri ecologici ambientali

Per l'uomo il biossido di azoto è un gas tossico, irritante per le mucose, ed è responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio con diminuzioni delle difese polmonari (bronchiti, allergie, irritazioni).

Per la determinazione degli ossidi di azoto si utilizza un metodo che sfrutta il fenomeno della chemiluminescenza. Esso si basa sulla reazione chimica tra il monossido di azoto (NO) e l'ozono, generato all'interno dello strumento, capace di produrre una luminescenza caratteristica, di intensità proporzionale alla concentrazione di NO. Un apposito rivelatore permette di misurare l'intensità della radiazione luminosa prodotta. La reazione è specifica per il monossido di azoto; per misurare il biossido bisogna ridurlo a monossido, attraverso un convertitore al molibdeno. Gli analizzatori sono automaticamente predisposti per quantificare sia il monossido di azoto che il biossido di azoto.

L'unità di misura con la quale vengono espresse le concentrazioni di biossido di azoto in atmosfera è il microgrammo al metro cubo (µg/m³).

Nell'ambito della cintura urbana di Verona le concentrazioni di ossidi di azoto vengono misurate presso tutte le stazioni di misura fisse della qualità dell'aria fin dal 1997. È quindi disponibile una serie storica di 13 anni di dati.

La stazione di Verona – Cason situata nei pressi del Chievo misura i livelli di fondo di questo inquinante in ambito urbano: a partire dall'anno 2001 le concentrazioni medie annuali si sono mantenute al di sotto del valore limite pari a 40 µg/m³ (D.Lgs 155/2010).

Nelle stazioni di traffico (Piazza Bernardi, Borgo Milano, via San Giacomo) i valori medi annui superano in genere il valore limite di 40 µg/m³, a conferma del fatto che in ambito urbano il traffico veicolare è una delle maggiori fonti di emissione di ossidi di azoto. Dal 1999 si può notare la tendenza ad una leggera diminuzione dei valori medi, in particolare nelle stazioni di Piazza Bernardi e Borgo Milano. Si noti che fino al 2001 la stazione di Piazza Bernardi era situata in Piazza Isolo.

La stazione di via Roveggia è situata presso un incrocio di grande traffico all'interno della zona industriale: l'andamento delle concentrazioni medie mostra a addirittura un aumento negli ultimi anni e una riduzione nell'anno 2009. Il limite annuale non viene comunque rispettato.

Nell'ultimo grafico viene riportato il 98° percentile della distribuzione dei valori orari di concentrazione di NO₂: per tutte le stazioni si può notare una tendenza alla diminuzione, con l'eccezione di via Roveggia. Negli ultimi anni le concentrazioni corrispondenti al 98° percentile si assestano su valori inferiori a 100 µg/m³, ad eccezione di via Roveggia dove nel 2008 il 98° percentile era pari a 193 µg/m³ e sono stati rilevati numerosi superamenti del valore limite orario pari a 200 µg/m³.

Figura: andamento delle concentrazioni medie di biossido di azoto calcolate su base annuale nelle stazioni di rilevamento presenti in ambito urbano, anni 1997-2009

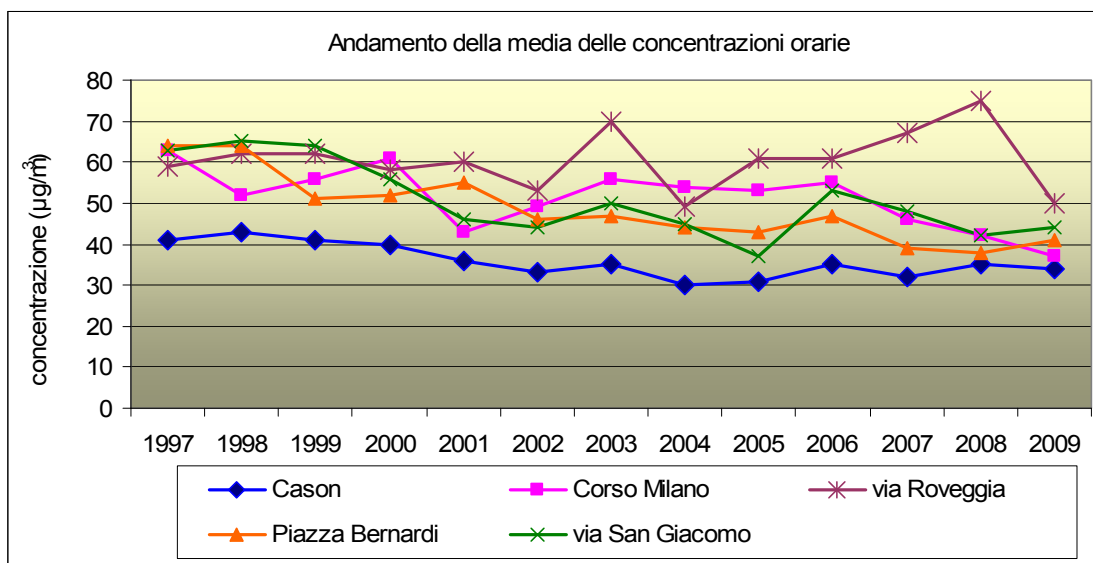
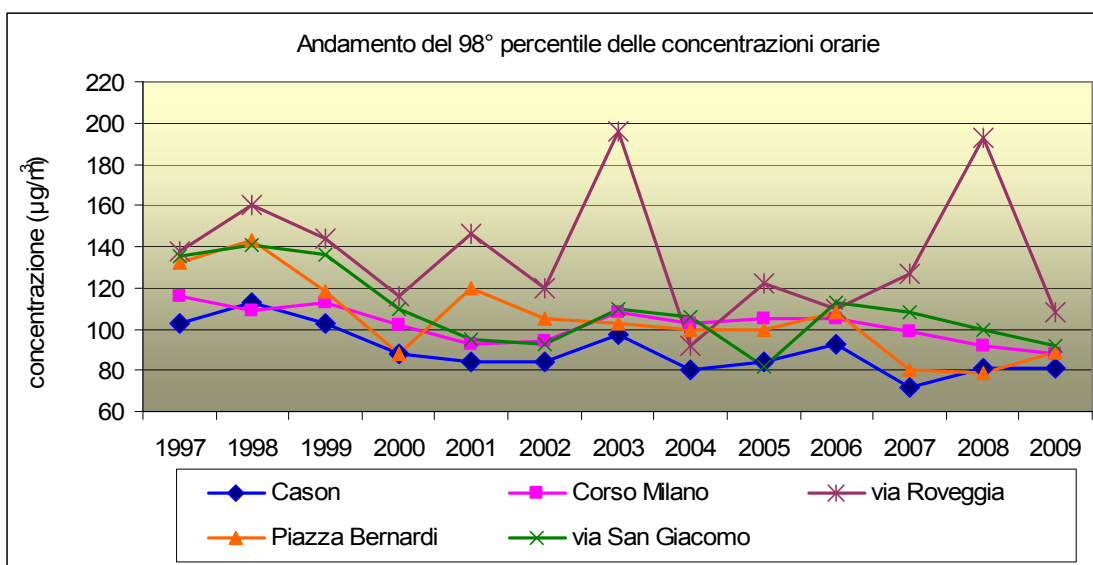


Figura: andamento del 98°percentile delle concentrazioni medie di biossido di azoto calcolato su base annuale nelle stazioni di rilevamento presenti in ambito urbano, anni 1997-2009

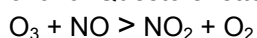


La qualità dell'ambiente in città: I livelli di ozono (O₃)

L'ozono è un inquinante secondario che si forma in atmosfera in concomitanza di un forte irraggiamento solare e alte temperature. La formazione di ozono avviene a tutti i livelli dell'atmosfera, dal livello del suolo fino alla stratosfera. In questo ambito l'interesse si concentra sull'ozono che si forma a livello del suolo e che può avere effetti dannosi sulla salute umana e sulla vegetazione.

I precursori sono costituiti da composti organici volatili (COV), monossido di carbonio (CO) e ossidi di azoto. I primi (COV e CO) rappresentano il "combustibile" in quanto vengono ossidati nel processo di formazione dell'ozono. Gli ossidi di azoto vengono indicati come "precursori" dell'ozono nonostante non vengano "consumati", ma fungano piuttosto da "catalizzatori" in quanto sono essenziali per l'instaurarsi e il proseguimento delle reazioni. Gli NO_x vengono, d'altro canto, consumati in reazioni collaterali in cui vengono ulteriormente ossidati in acido nitrico o nitrati. Quindi, perché il processo di formazione dell'ozono continui, è necessario un continuo apporto di ossidi di azoto.

Su scala locale, come ad esempio nelle aree urbane di Verona, le sostanze chimiche importanti nella formazione di ozono sono le specie di COV altamente reattive e gli ossidi di azoto. Questi ultimi sono causa di una riduzione dei livelli di ozono nelle zone in cui vi sono sorgenti rilevanti di NO_x, quali traffico veicolare o sorgenti industriali. Infatti, a seguito della reazione, sottodescritta, fra ossido nitrico e ozono si ha formazione di biossido di azoto con conseguente riduzione della concentrazione di ozono. Questo effetto si può notare anche dai dati rilevati dalle stazioni urbane di Verona.

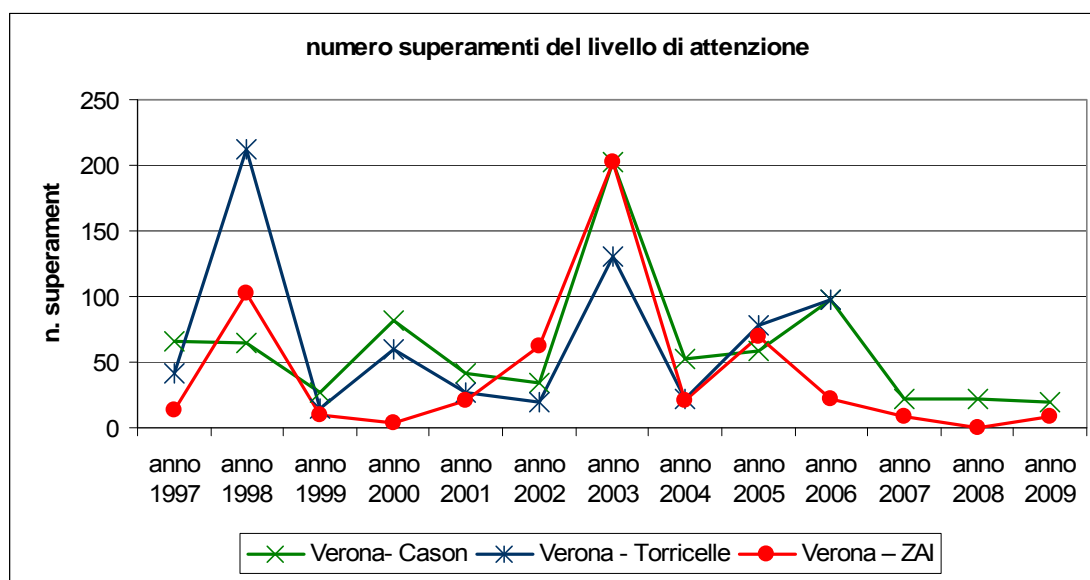


Di conseguenza la rappresentatività delle stazioni di monitoraggio dei livelli di ozono dipende fortemente dalla vicinanza di fonti locali di NO_x: stazioni di traffico hanno un raggio di rappresentatività non superiore ai 100 m. Stazioni di fondo possono essere rappresentative di un'area di raggio di parecchie decine di km.

Nell'ambito urbano di Verona sono attive dal 1997 le due stazioni di Cason e via Roveggia. Quest'ultima è situata nelle immediate vicinanze di un incrocio di grande traffico, la stazione di Cason è situata in zona periferica lontana da strade di grande traffico e da sorgenti puntuali. Fino al 2007 era attiva un'ulteriore stazione di monitoraggio (Torricelle) situata sulle colline nelle immediate vicinanze della città.

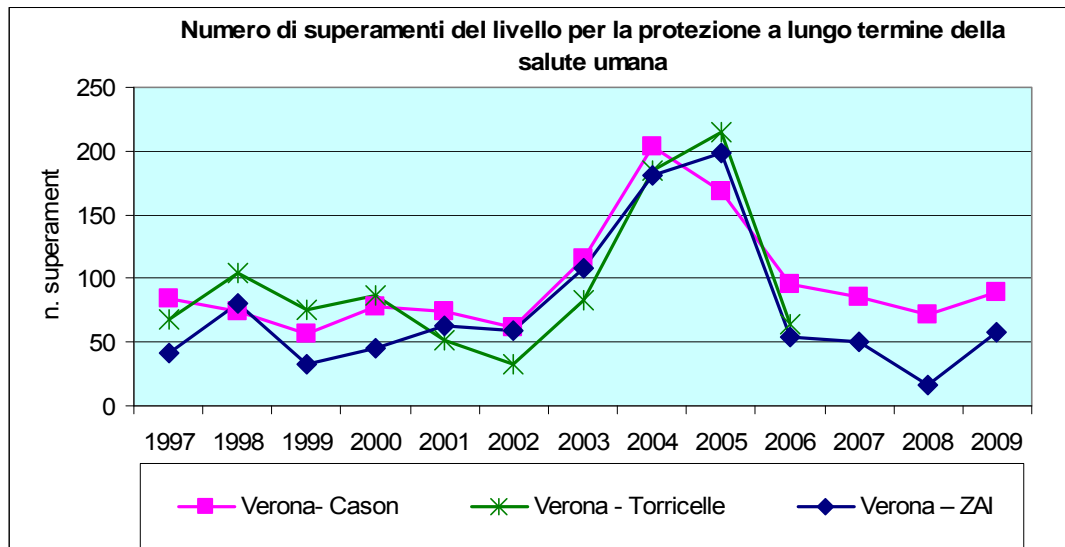
Nella figura seguente è riportato il numero di superamenti della soglia di informazione pari a 180 µg/m³ su base oraria, negli anni dal 1997 al 2009. In genere le stazioni di fondo, Torricelle e Cason, mostrano un maggior numero di superamenti rispetto alla stazione di traffico di via Roveggia - ZAI.

Figura: andamento del numero di superamenti orari annuali della soglia di attenzione per la concentrazione di ozono nelle stazioni di rilevamento presenti in ambito urbano, anni 1997-2009



In figura è riportato il numero di superamenti del valore obiettivo per la protezione della salute umana pari a 120 µg/m³, inteso come media massima giornaliera calcolata su 8 ore (DLgs 155/2010). Tale valore non dovrebbe essere superato più di 25 giorni in un anno, calcolato come media su tre anni a partire dal 2010. Negli anni precedenti il 2010 si può notare come i superamenti siano compresi fra un minimo di 16 (stazione di ZAI-via Roveggia nel 2008) e un massimo di 215 (Torricelle anno 2005).

Figura: andamento del numero di superamenti annuo del valore obiettivo per la protezione della salute nelle stazioni di rilevamento presenti in ambito urbano, anni 1997-2009



La qualità dell'ambiente in città: I livelli di PM₁₀

Nell'ambito urbano di Verona sono presenti due stazioni fisse di misura dell'inquinamento atmosferico da polveri sottili: Borgo Milano e Verona Cason. La prima è una stazione di "traffico" nella quale si effettua il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico che caratterizza situazioni urbane a elevata densità abitativa, presso strade con flussi elevati di veicoli. La seconda si trova in una zona suburbana ed è quindi una stazione in cui viene misurata la concentrazione degli inquinanti che caratterizza il fondo urbano; presso questa stazione è attivo da marzo 2007 anche il monitoraggio in continuo del PM_{2.5}. Si riporta nel grafico di **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** l'andamento della concentrazione media annua e dei superamenti di legge per il PM₁₀ osservati nelle due stazioni della rete fissa di monitoraggio del Dipartimento Provinciale di Verona dal 2003 al 2008. Si ricorda che la normativa per quanto concerne l'esposizione acuta al PM₁₀ prevede un valore limite giornaliero per la protezione della salute umana (DM 60/02) che è di 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile, mentre per l'esposizione cronica non si dovrebbe superare il valore medio annuo di 40 µg/m³.

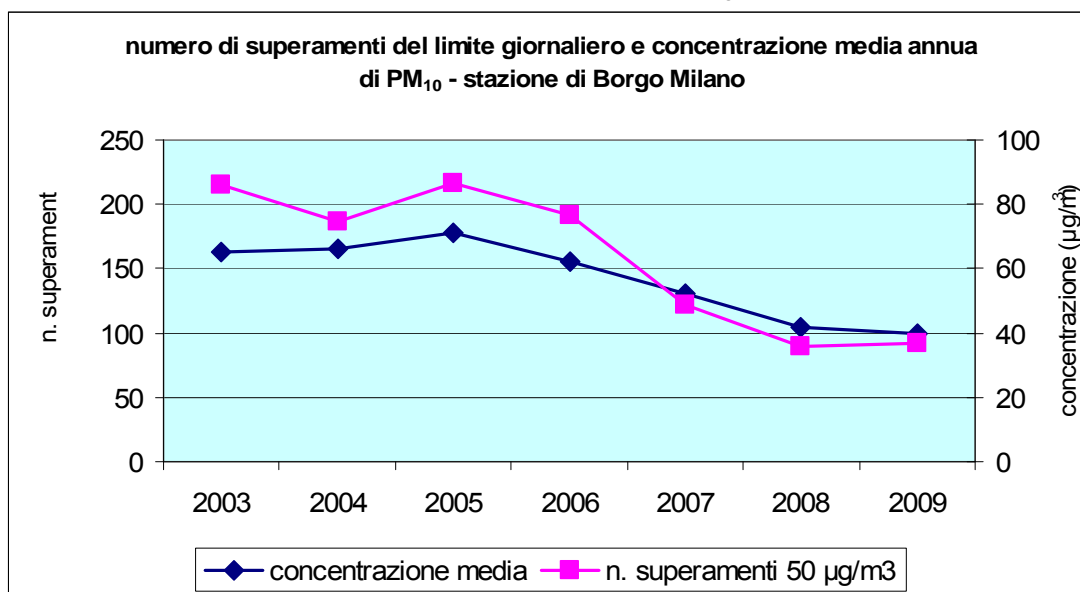
I due andamenti descritti con istogramma descrivono proprio il valore medio annuo del PM₁₀ misurato nelle due stazioni, mentre la linea rossa si riferisce al valore limite. Le linee continue del grafico indicano l'andamento dei giorni di superamento del valori limite giornaliero sempre dal 2003 al 2008 nelle due stazioni. Si evidenzia la diminuzione sia a Cason che a Borgo Milano dei valori medi annui, ed ancor più accentuata la riduzione dei superamenti del limite giornaliero; per quest'ultimo si è passati da un massimo a Borgo Milano di 209 superamenti nel 2005 ad un valore di 89 nel 2008, a 92 nel 2009, con una riduzione quindi del 42%.

L'andamento dei valori medi di concentrazione e del numero di superamenti rilevati presso la stazione fissa di fondo di Cason è più stabile: i valori medi mostrano variazioni più contenute, il numero di giornate di superamento del valore limite giornaliero rimane pressoché costante nel periodo 2005-2007 per poi ritornare ai valori del 2004 nel 2008. Nel 2009 il numero di superamenti è pari a 80, quindi leggermente inferiore a quanto rilevato nel 2008.

Si è avuta quindi in generale una riduzione nei valori di picco, ma non si è notata un analogo riduzione nei valori di fondo indice che le cause principali dell'inquinamento (trasporto a grande distanza da sorgenti "esterne" alla città e fonti di pressione interne alla città) non si sono modificate in maniera significativa nel periodo considerato.

Un notevole cambiamento è stato osservato nelle condizioni meteorologiche, in particolare nel 2008 e 2009 si sono avuti due parametri meteorologici concomitanti che hanno contribuito ad una dispersione degli inquinanti. In primis un moderato aumento della ventilazione con un valore medio annuo di 0.9 m/s contro gli 0.7 m/s del 2005, conseguenza di uno spiccato dinamismo meteorologico con il transito di sistemi perturbati sul nord Italia proprio nel tardo autunno e primo inverno, periodi statisticamente favorevoli a situazioni da accumulo di PM₁₀ sulla Valledpadana. Tale anomalia essendo estesa alla mesoscala ha influenzato non solo Verona con una riduzione degli inquinanti, ma anche il restante Veneto nonché il bacino padano-adriatico.

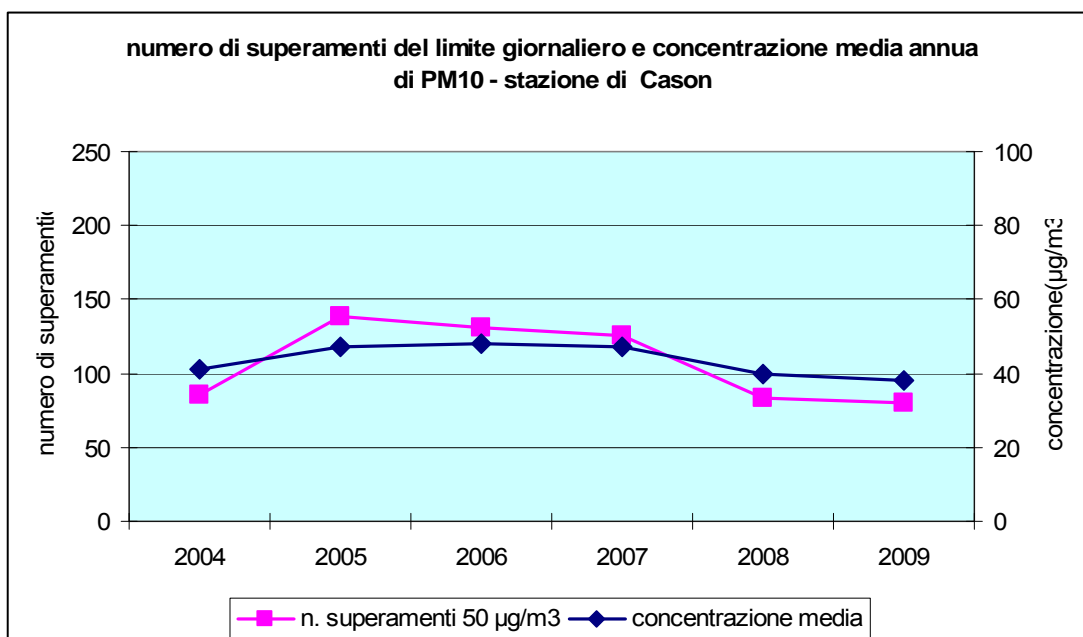
Figura: andamento delle concentrazioni medie annuali di polveri sottili e del numero di superamenti del limite giornaliero calcolate su base annuale nella stazione di rilevamento di Borgo Milano, anni 2003-2009



Se si osserva ad esempio il dato relativo al numero di giornate piovose si nota come il 2008 sia stato caratterizzato da 97 giorni di pioggia, il numero più elevato registrato negli ultimi 10 anni. Nel 2004 si è

avuto un numero di giornate piovose confrontabile con quelle che hanno caratterizzato il 2008: anche i valori medi di concentrazione ed il numero di superamenti misurati nella stazione di fondo di Cason nel 2004 e 2008 sono di fatto confrontabili.

Figura: andamento delle concentrazioni medie annuali di polveri sottili e del numero di superamenti del limite giornaliero calcolate su base annuale nella stazione di rilevamento di Cason, anni 2004-2009



La qualità dell'ambiente in città: I livelli di PM_{2,5}

Dal novembre 2007 è iniziata la misura della frazione dimensionale inferiore a 2.5 µm del particolato sospeso presso la stazione di fondo urbano di Cason. Il PM_{2.5} rappresenta una frazione del particolato fine o PM₁₀ costituita in prevalenza da particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm. Dal punto di vista sanitario il Pm_{2,5} viene indicato come frazione respirabile, ovvero come quella parte del particolato che è in grado di penetrare più in profondità nell'albero respiratorio, fino alla regione alveolare..

Attualmente è in vigore il DL.gs 155/2010 che definisce un valore limite per la concentrazione di PM_{2,5} che entrerà definitivamente in vigore il 1 gennaio 2015, pari a 25 µg/m³ come media annua. Attualmente la concentrazione di PM_{2,5} misurata presso la stazione di Verona Cason è superiore a 25 µg/m³, è rappresenta mediamente il 70% in peso del particolato fine.

Cason PM2.5	2008	2009
concentrazione media	28	27

La qualità dell'ambiente in città: I livelli di IPA

Sono costituiti da due o più anelli aromatici condensati e derivano dalla combustione incompleta di numerose sostanze organiche. La fonte più importante di origine antropica è rappresentata dalle emissioni veicolari seguita dagli impianti termici, dalle centrali termoelettriche e dagli inceneritori. Nelle aree rurali, anche i fuochi di sterpaglie e resti di potature contribuiscono in misura rilevante all'emissione di IPA. Le concentrazioni ambientali medie nell'aria sono state stimate in un intervallo variabile tra 1-10 ng/m³. Gli idrocarburi policiclici aromatici sono molto spesso associati alle polveri sospese, in quanto prodotti dalle stesse sorgenti, tanto che risulta che il particolato atmosferico sia una delle principali fonti di esposizione a IPA (Ist. Sup. Sanità, 1991). La maggior parte degli IPA costituisce la parte più fine del particolato, con diametro inferiore a 05 µm (Progetto PolveRe ARPA EMR).

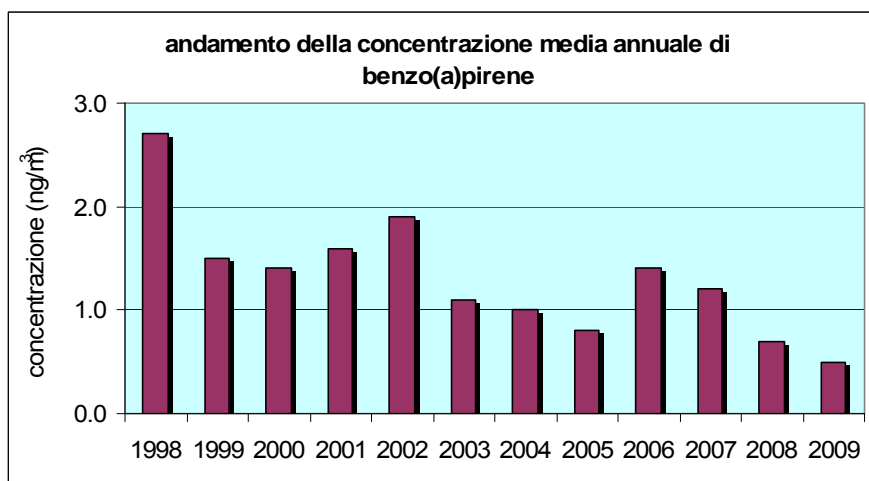
Poiché è stato evidenziato che la relazione tra benzo(a)pirene (BaP) e gli altri IPA, detto profilo IPA, è relativamente stabile nell'aria delle diverse città, la concentrazione di BaP viene spesso utilizzata come indice del potenziale cancerogeno degli IPA totali.

La normativa vigente (Dl.gs 155/10) non stabilisce un limite per gli IPA (benzo-a-pirene), ma un "obiettivo di qualità", corrispondente ad un valore della concentrazione media annuale di 1 ng/Nm³:

Il Dipartimento ARPAV Provinciale di Verona misura la concentrazione di IPA, intesa come concentrazione di benzo(a)pirene, dall'anno 1998 sui filtri di polveri totali sospese, campionati presso la postazione di Corso Milano.

Negli ultimi due anni presso la postazione di Borgo Milano l'obiettivo di qualità pari a 1 ng/m³ come media annuale non è stato superato.

Nel 2008 e nel 2009 sono stati determinati oltre al benzo(a)pirene anche altri 10 componenti principali degli IPA presenti sul particolato fine. I risultati sono riportati in tabella XXXX



Borgo Milano	anno 2008	Anno 2009
Componente IPA	concentrazione media annua ng/m ³	concentrazione media annua ng/m ³
Benzo(a)Pirene	0.7	0.5
Benzo(a)Antracene	0.4	0.5
Benzo(b)Fluorantene	1.2	0.5
Benzo(g,h,i)Perilene	0.9	0.5
Benzo(k)Fluorantene	0.5	0.3
Crisene	0.9	0.4
Dibenzo(a,e)Pirene	0.3	
Dibenzo(a,h)Antracene	0.2	0.1
Indeno(1,2,3-cd)Pirene	0.7	0.4
Pirene	2.0	

La qualità dell'ambiente in città: I livelli di benzene

Il benzene (formula chimica C_6H_6) è il più semplice dei composti organici aromatici: è un liquido incolore dal caratteristico odore pungente che diventa irritante a concentrazioni elevate e che volatilizza facilmente a temperatura ambiente.

Il benzene è utilizzato in numerosi processi industriali come materia prima per la produzione di composti secondari, che a loro volta rappresentano i costituenti di plastiche, resine, detersivi, pesticidi. Nella benzina è utilizzato come antidetonante al posto del piombo. La legge italiana prevede che il contenuto di benzene nei combustibili non superi l'1% in volume.

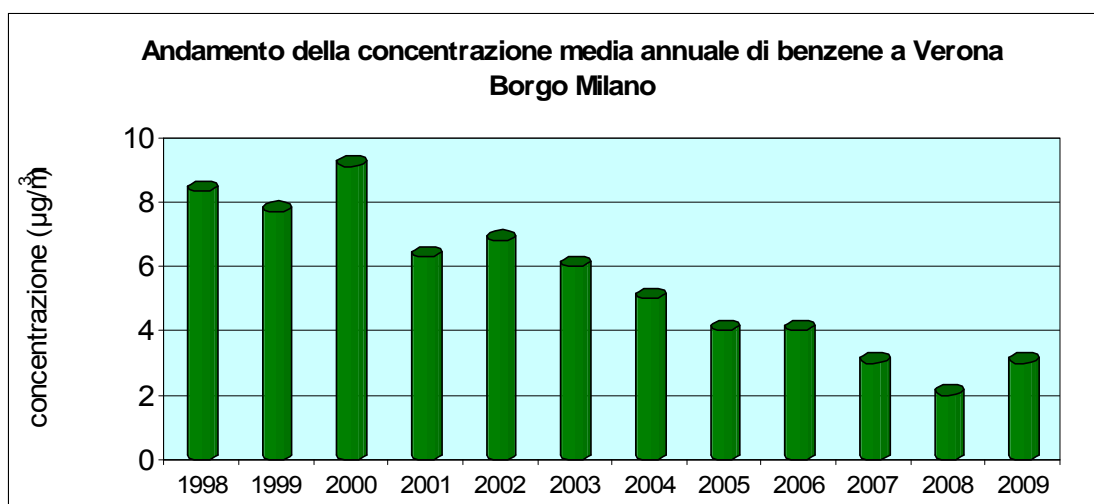
Il benzene presente nell'aria ambiente è prevalentemente di origine antropica e deriva principalmente da processi di combustione incompleta (emissioni industriali, veicoli a motore, incendi). La maggiore fonte emissiva è rappresentata dai veicoli a motore alimentati a benzina, i quali emettono benzene oltre che dal tubo di scappamento, dal serbatoio e dal carburatore. In questi ultimi due casi si tratta di perdite dovute all'evaporazione legate cioè alla volatilità del combustibile ed ai fenomeni fisici che la favoriscono.

In specifici studi è stato evidenziato come motori costruiti con diverse tecnologie emettono un volume variabile di composti organici volatili non metanici (COVNM), fra cui il benzene. La distribuzione relativa delle specie chimiche emesse allo scarico rimane invece la stessa. Questo significa che la percentuale di benzene emessa, rispetto al totale dei COVNM, non varia significativamente al variare del tipo di motore, mentre è strettamente legata alla formulazione della benzina.

L'introduzione della marmitta catalitica (direttiva 91/4441/EEC) ha comportato un'importante diminuzione delle emissioni di composti organici non metanici. Un altro dato importante è il notevole contributo emissivo dei ciclomotori con cilindrata inferiore a 50 cl e delle autovetture a benzina non catalizzate.

Presso la stazione di rilevamento situata a Verona, in Corso Milano, viene effettuato il prelievo dell'aria con campionatori attivi (fiale di carbone attivo) con cadenza di campionamento di 24 ore dal 1998. (figura XXX). La concentrazione di benzene viene poi determinata in laboratorio tramite analisi gascromatografica con rivelatore FID. Le concentrazioni più elevate si riscontrano nei mesi invernali, in cui le particolari condizioni meteorologiche impediscono la dispersione degli inquinanti.

Figura: andamento delle concentrazioni medie annuali di benzene rilevate presso la stazione di Borgo Milano a Verona

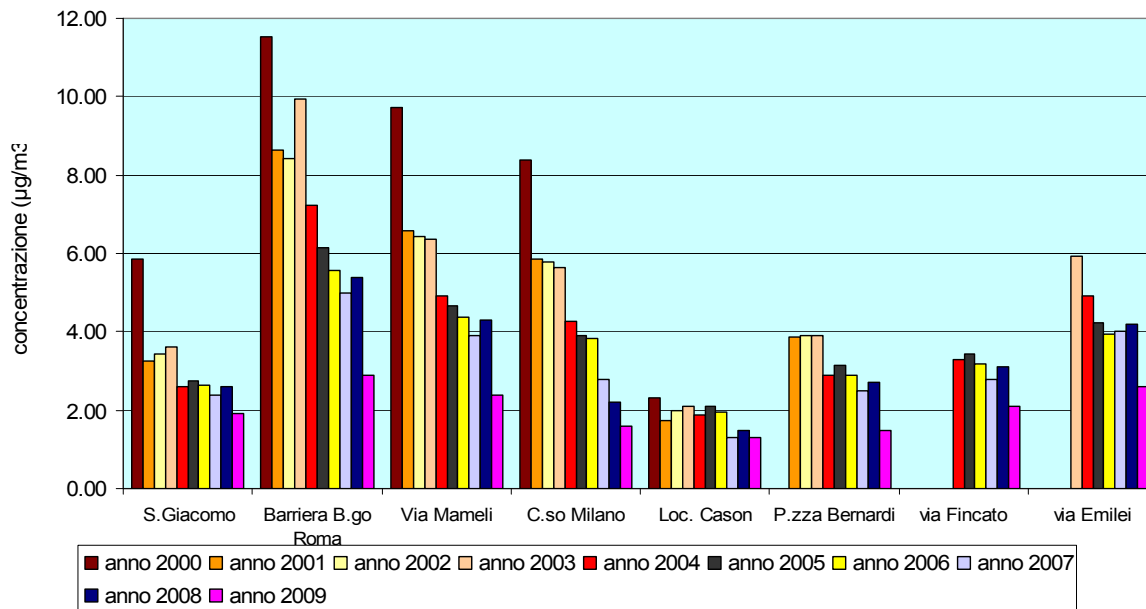


Dal 2000 sono iniziate campagne di misura delle concentrazioni di benzene in ambito urbano tramite l'utilizzo di campionatori passivi denominati "Radielli". Tali campionatori sono costituiti da un corpo diffusivo cilindrico in policarbonato e polietilene nel quale è inserita una cartuccia assorbente, in rete di acciaio inossidabile, contenente carbone attivo. Il campionario viene esposto all'aria ambiente per un periodo variabile (10-20 giorni), successivamente le sostanze organiche volatili assorbite sul carbone sono estratte con solfuro di carbonio ed analizzate in laboratorio con metodi gascromatografici. L'utilizzo di tale metodica permette di studiare la distribuzione del benzene su aree vaste, senza i vincoli creati dalla necessità di disporre di un luogo di posizionamento riparato e della disponibilità dell'allacciamento alla rete elettrica.

Le campagne di monitoraggio prevedono la misura ripetuta 1 volta al mese presso 9 punti di campionamento distribuiti lungo le vie di accesso alla città e nel centro storico. I risultati dal 2000 ad oggi sono riportati in figura XXX.

Dal 2000 ad oggi si assiste ad una generale diminuzione delle concentrazioni di questo inquinante in tutte le postazioni di misura. Le diminuzioni più contenute si hanno nei siti di fondo (stazione di Cason), le più rilevanti nei siti di maggior traffico. Lo svecchiamento del parco veicolare e la diminuzione del contenuto di benzene nelle benzine, ed in parte i fenomeni legati alle dinamiche meteorologiche costituiscono le principali cause della diminuzione delle concentrazioni di questo inquinante in aria. Attualmente il limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale viene rispettato in tutte le postazioni.-

Figura: Andamento delle concentrazioni medie annue di benzene rilevate con campionatori passivi in diverse postazioni della città di Verona dal 2000 al 2009



I problemi dell'urbanizzazione

Introduzione

Una densità abitativa elevata quale quella che si riscontra nell'ambiente urbano crea notevoli problemi collegati allo sfruttamento intensivo delle risorse naturali ed allo smaltimento dei reflui prodotti da tutte le attività, produttive e non. Si è scelto di analizzare in particolare due settori ritenuti particolarmente significativi attraverso due indicatori di pressione ed uno di risposta: la produzione di rifiuti urbani e la gestione delle acque ovvero l'efficienza della rete acquedottistica e la capacità di depurazione.

Gli indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Percentuali di perdita della rete acquedottistica	P	La distribuzione dell'acqua potabile è efficiente?	☺	☹
Capacità di depurazione	R	E' adeguato il trattamento delle acque reflue urbane?	☺	☺

I problemi dell'urbanizzazione: Percentuali di perdita della rete acquedottistica

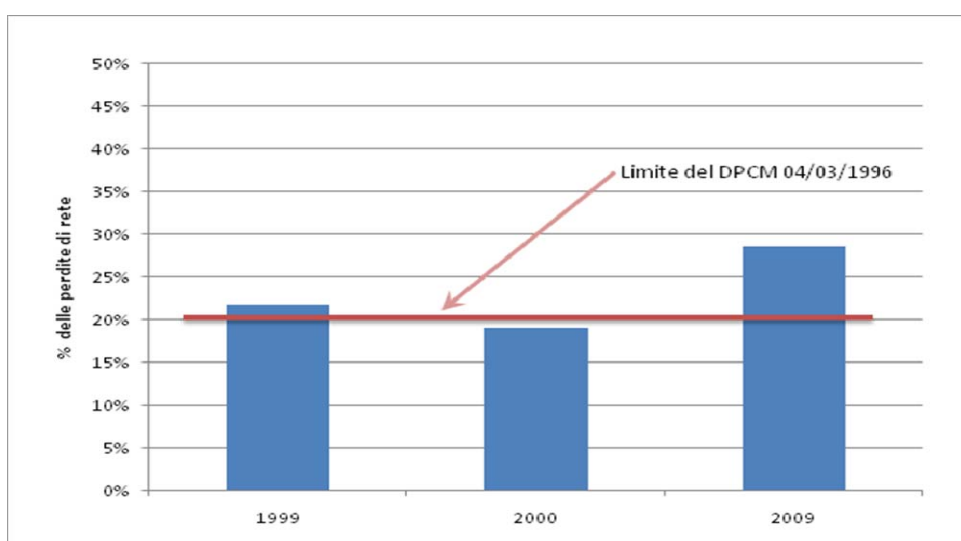
I sistemi di acquedotto rappresentano una parte dei servizi idrici integrati costituiti dall'insieme dei servizi pubblici di captazione, adduzione e distribuzione di acque ad usi civili, di fognature e depurazione delle acque, destinati ad una gestione unitaria rispondente a logiche di mercato.

Un aspetto importante della gestione degli acquedotti è quello relativo al contenimento delle perdite e degli sprechi.

L'indicatore utilizzato è una stima, in percentuale, della perdita d'acqua dalla rete dell'acquedotto e consente di dare un giudizio sull'efficienza della rete. Le perdite possono essere presenti in ogni componente dell'impianto, cioè produzione, trasporto e distribuzione, e sono generalmente dovute a difetti di costruzione, a vetustà, inadeguata manutenzione o semplicemente ad errori di gestione.

Alcune perdite nella rete di adduzione e distribuzione sono da considerarsi tecnicamente accettabili (nella misura non superiore al 20%), anche se, in ogni caso, deve essere perseguita la loro minimizzazione (DPCM 4/3/1996).

I dati a disposizione sono stime approssimative: non sono suddivisi per le singole componenti e zone, ma forniscono un valore medio per l'intera rete.



Dati caratteristici	Unità di misura	Valore
Percentuali di perdite della rete acquedottistica	%	28,62
Percentuale di utenze allacciate alla rete fognaria (*)	%	86,8
Numero degli impianti di depurazione	N	1
Giorni di funzionamento dell'impianto	N	364
Valore di COD all'ingresso dell'impianto (COD in)	Mg/l	564
Valore di COD in uscita dall'impianto (COD out)	Mg/l	24
Rendimento dell'impianto $((1 - \text{COD out} / \text{COD in}) \times 100)$.	%	95,74
Capacità di depurazione (rendimento x % utenze allacciate alla rete fognaria)	%	83,11

(*) La percentuale degli abitanti residenti serviti per l'anno 2009 non è disponibile.

Il valore 86,8 % è pari al rapporto tra:

1. N. utenze acquedotto a contatore anno 2009 = 104.742
2. N. utenze allacciate alla rete fognaria anno 2009 = 90.925, così determinate
 - a. N. utenze paganti fognatura e depurazione all'anno 2009 = 90.246
 - b. N. utenze allacciate fognatura e depurazione esenti anno 2009 = 679

I problemi dell'urbanizzazione: Capacità di depurazione

La rete fognaria dei centri urbani raccoglie le acque reflue e le conduce all'impianto di depurazione nel quale, mediante processi fisici, chimici, biologici, si rimuove il carico inquinante.

Il sistema fognario del territorio comunale di Verona convoglia le acque reflue presso l'impianto "Città di Verona", un impianto di tipo biologico che rimuove i nutrienti.

Il rendimento in termini di abbattimento del BOD è il seguente:

- Depuratore "Città di Verona"- Rendimento in termini di abbattimento del BOD 96,9 %.

Misure adottate per ridurre l'inquinamento in ambito urbano

Introduzione

Le aree urbane devono affrontare un numero elevato di sfide ambientali. Fra le questioni prioritarie, che interessano anche l'area urbana di Verona si possono elencare la scadente qualità dell'aria, volumi e congestione da traffico, alti livelli di inquinamento acustico, scarsità di aree aperte fruibili per il relax, il gioco e lo sport, stato di abbandono e trascuratezza degli edifici, alti livelli di emissione di gas serra, espansione dell'edificato e produzione di ingenti quantità di rifiuti e acque reflue. Le sfide ambientali indicate sono estremamente serie e presentano significativi impatti sulla salute, l'ambiente e l'economia.

A livello europeo la mobilità urbana è responsabile del 40% di tutte le emissioni di CO₂ imputabili al trasporto su strada e fino al 70% degli altri inquinanti che derivano dal trasporto. Come riuscire a migliorare la mobilità e, al tempo stesso, ridurre la congestione, gli incidenti e l'inquinamento è, quindi, una sfida comune.

Il consumo dello spazio collettivo è uno dei principali problemi che caratterizzano le aree urbane. Le città, infatti, vengono progettate prioritariamente per le automobili, grandi consumatrici di spazio ed il grande numero di mezzi motorizzati in circolazione (sia in movimento che in sosta) porta inevitabilmente ad una sottrazione degli spazi collettivi disponibili per i pedoni, influenzando negativamente la vita di relazione e rendendo le strade un luogo di mero passaggio. E' infatti stimato che un'auto occupa uno spazio di circa 14-37 mq quando è parcheggiata e circa 139 mq se viaggia ad una velocità moderata (48 km/h, assumendo la presenza di 50 veicoli per 1,6 km di corsia), una bicicletta occupa invece 1-1,9 mq quando è parcheggiata e circa 4,6 mq se guidata ad una velocità di 16 km/h, mentre una persona occupa 1 mq in piedi ed 1,9 mq quando cammina (VTPI, 2008).

L'incidentalità, inoltre, costituisce uno dei principali fattori di rischio per la salute dei cittadini perché nelle città si concentra il maggior numero di collisioni tra veicoli e la probabilità di essere coinvolti in incidenti stradali è più elevata.

In questo capitolo si è cercato di popolare alcuni indicatori di risposta che misurino i progressi raggiunti nel rendere maggiormente vivibile la città: l'elenco non vuole certo essere esaustivo, ma ha l'obiettivo di concorrere al completamento del quadro degli interventi possibili, già effettuati e da realizzare per migliorare la vivibilità di Verona.

Sebbene siano molteplici i fattori che

influiscono sulla vivibilità di una città, i cittadini hanno soprattutto bisogno. Questi obiettivi sono cruciali per migliorare la sostenibilità della mobilità urbana.

Dato che le automobili hanno bisogno di una maggiore quantità di spazio rispetto alle altre forme di trasporto, la disponibilità di spazio pubblico può essere approssimata con due indicatori: il numero di veicoli motorizzati per kmq (per misurare l'ammontare di spazio occupato dai veicoli parcheggiati e dai veicoli in sosta) e la densità di percorrenza in chilometri (lo spazio occupato dai veicoli in movimento).

Un ulteriore obiettivo che le politiche di mobilità urbana sostenibile devono sicuramente conseguire per aumentare la vivibilità delle città è la maggiore sicurezza sulle strade.

. Ciclisti e pedoni, in particolare, non avendo alcun tipo

di protezione fisica, sono maggiormente vulnerabili rispetto agli automobilisti, i quali risultano almeno protetti dalla carrozzeria e dai vari dispositivi di sicurezza dei veicoli. La percezione della strada come luogo pericoloso, inoltre, ha un impatto negativo su alcune categorie di individui (ad esempio i bambini e gli anziani), indotti a limitare il numero di attività svolte per paura di rimanere coinvolti in incidenti stradali (Jain e Guiver, 2001). Data l'enorme rilevanza del problema, la sicurezza urbana deve essere favorita con delle politiche di mobilità urbana tese a migliorare il comportamento dei guidatori e ridurre il numero di incidenti. I fattori da considerare nella fase di elaborazione delle politiche sono molteplici, in quanto il numero di incidenti pro capite è influenzato (ad esempio): dalla velocità veicolare, dalla quantità di persone inesperte o pericolose alla guida dei veicoli (come i giovani o gli anziani oltre i 70 anni di età), dalle caratteristiche delle strade ed una loro adeguata manutenzione, dal rispetto delle norme di circolazione, o dalla qualità del servizio di assistenza medica (Frank et al. 2006).

L'indicatore proposto per misurare il livello di sicurezza nelle città è il numero di morti e feriti da

Indicatori utilizzati

Nome indicatore	DPSIR	Obiettivo	Disponibilità dati	Situazione attuale
Estensione delle piste ciclabili	R	Quanti Km di piste ciclabili sono a disposizione degli abitanti?	☺	☹
Spostamenti casa-scuola	R	Quanti bambini vanno a scuola a piedi?	☺	☹
Verde pubblico	R	Quanti Km ² di verde pubblico sono a disposizione degli abitanti?	☺	☹
Aumento delle utenze servite dal teleriscaldamento	R	Stimare l'aumento delle utenze allacciate	☺	☺
Variazioni del contributo emissivo dovute all'aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblici	I	Come incide sulle emissioni l'ammodernamento del parco automezzi pubblici?	☺	☹

Misure adottate per ridurre l'inquinamento**Estensione delle piste ciclabili**

La mobilità in ambito urbano è caratterizzata da tempi sempre più lunghi di percorrenza, aumento della congestione ad traffico con conseguente aumento dell'inquinamento legato agli scarichi degli autoveicoli. Nonostante questo le politiche volte a aumentare il peso della cosiddetta "mobilità dolce" sono ancora molto carenti e vedono situazioni molto diversificate fra le città italiane. Dove sono state attuate politiche attive di incentivazione della mobilità ciclopedonale l'uso della macchina privata si è ridotto significativamente. Ad esempio a Bolzano gli spostamenti in bici dal 2005 al 2009 sono passati dal 22,7% al 29% e gli spostamenti in auto sono diminuiti dal 32,9% al 27,2%. A Venezia terraferma dal 2006 al 2008 gli spostamenti in bicicletta sono passati dal 16,7 al 19,7% e gli spostamenti con mezzo privato sono diminuiti di due punti percentuali. A Verona nel 2004 il 55,4% degli spostamenti veniva effettuato in auto e solo il 7,3% in bicicletta.

Fra le cause del ridotto uso della bicicletta, una recente indagine dell'ISFORT ha identificato la mancanza di una vera rete di percorsi ciclabili e la presenza di un traffico rilevante e la mancanza di sicurezza.

La realizzazione di una rete di percorsi (non necessariamente piste ciclabili in sede propria) sicuri sembra quindi essere per la maggior parte degli italiani una condizione imprescindibile per l'uso della bicicletta.

La maggior parte dei ciclisti abituali, cioè di coloro che usano da 3 a 4 volte la settimana la bicicletta come mezzo di trasporto, si concentra nelle regioni del centro-nord dove si trova anche il maggior numero di centri urbani che ha attuato varie forme di incentivazione della ciclabilità. Sempre all'interno della stessa indagine è emerso che fra le motivazioni che spingono i cosiddetti ciclisti abituali a preferire la bicicletta ad altri mezzi di trasporto vi è la comodità (si evita il traffico e le code) e la salute.

Figura XXX: le condizioni per un maggior uso della bicicletta (fonte: ISFORT- Osservatorio Audimob sulla mobilità degli italiani, indagine realizzata nei mesi di febbraio e luglio 2007)

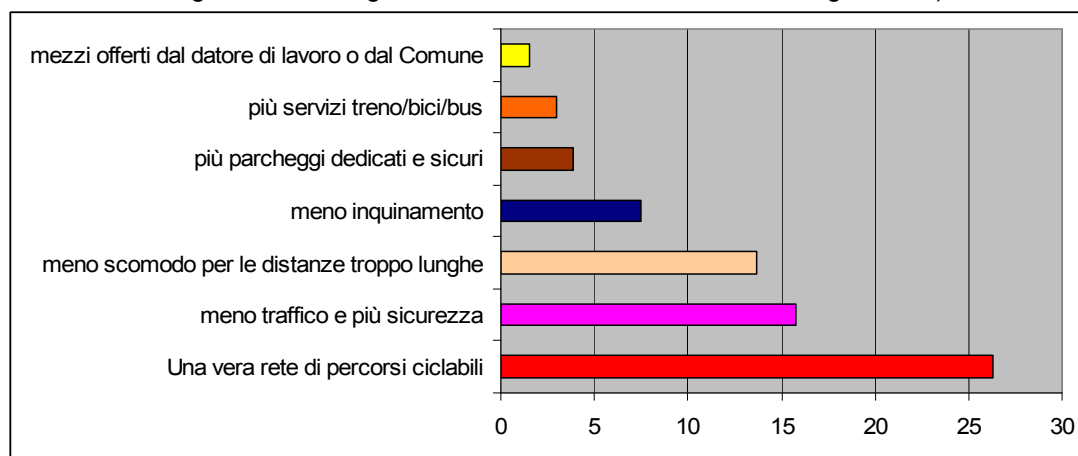
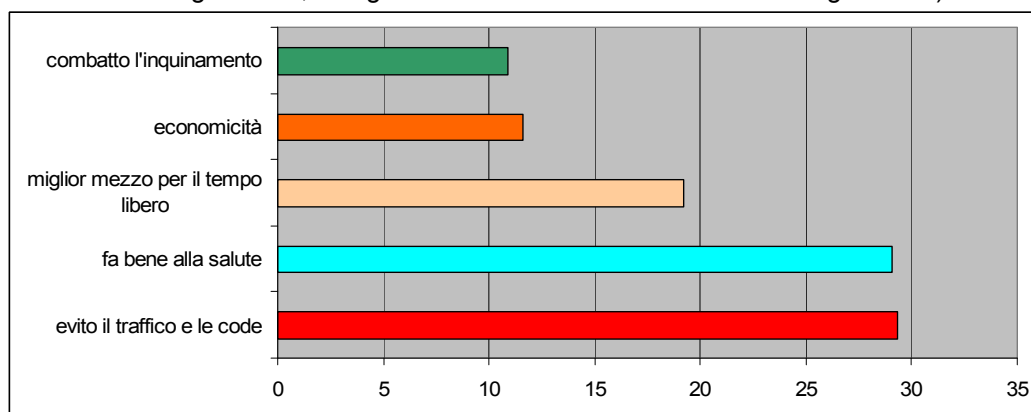
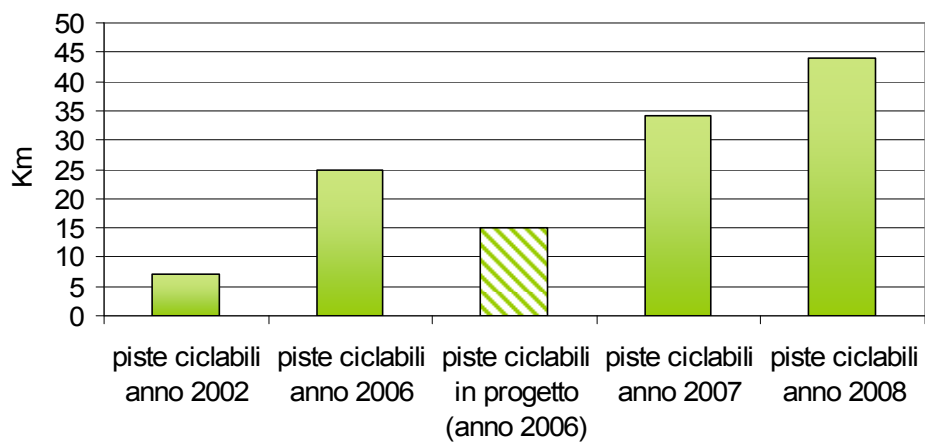


Figura XXX: le motivazioni alla base dell' uso della bicicletta –sono stati considerati solo i ciclisti abituali cioè coloro che utilizzano la bici 3-4 giorni la settimana (fonte: ISFORT- Osservatorio Audimob sulla mobilità degli italiani, indagine realizzata nei mesi di febbraio e luglio 2007)



A Verona negli anni dal 2002 al 2008 si è assistito ad un aumento dei percorsi dedicati a chi si sposta in bici. Nonostante ciò bisogna segnalare che non si è ancora riusciti ad attuare completamente la rete di percorsi di congiungimento centro-periferia progettata nel 2006. Nella figura XX è riportato l'aumento dei Km di piste ciclabili dal 2002 ad oggi.

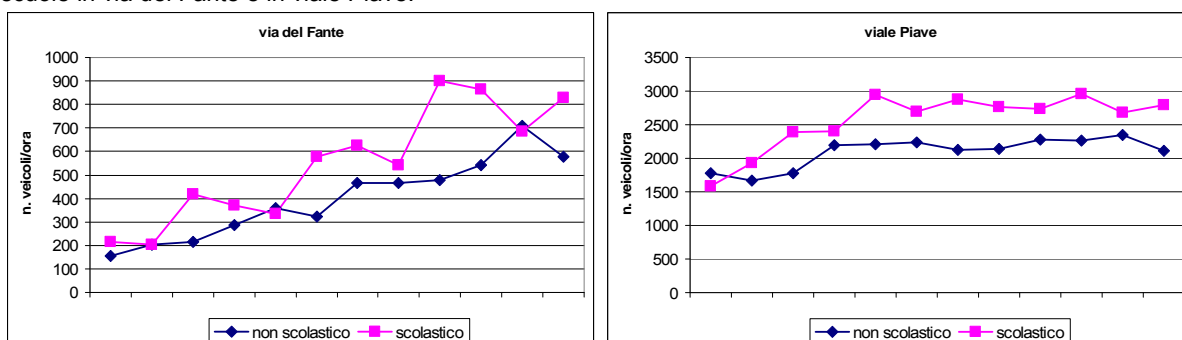


Misure adottate per ridurre l'inquinamento**Spostamenti casa-scuola**

Le modalità di spostamento degli studenti verso i poli scolastici sono uno dei fattori che condizionano la mobilità all'interno delle aree urbane.

I grafici seguenti mostrano l'andamento del flusso di traffico in due stazioni di riferimento (via Del Fante e viale Piave) dalle ore 7 alle ore 8, nello stesso giorno feriale prima e dopo l'apertura delle scuole. Dai grafici riportati nelle figure seguenti si nota chiaramente come l'inizio delle scuole segni un aumento del traffico veicolare che raggiunge anche punte del 27% nelle arterie più vicine ai poli scolastici.

FiguraXXX: andamento del flusso di traffico fra le ore 7 e le ore 8 di un giorno feriale prima e dopo l'inizio delle scuole in via del Fante e in viale Piave.



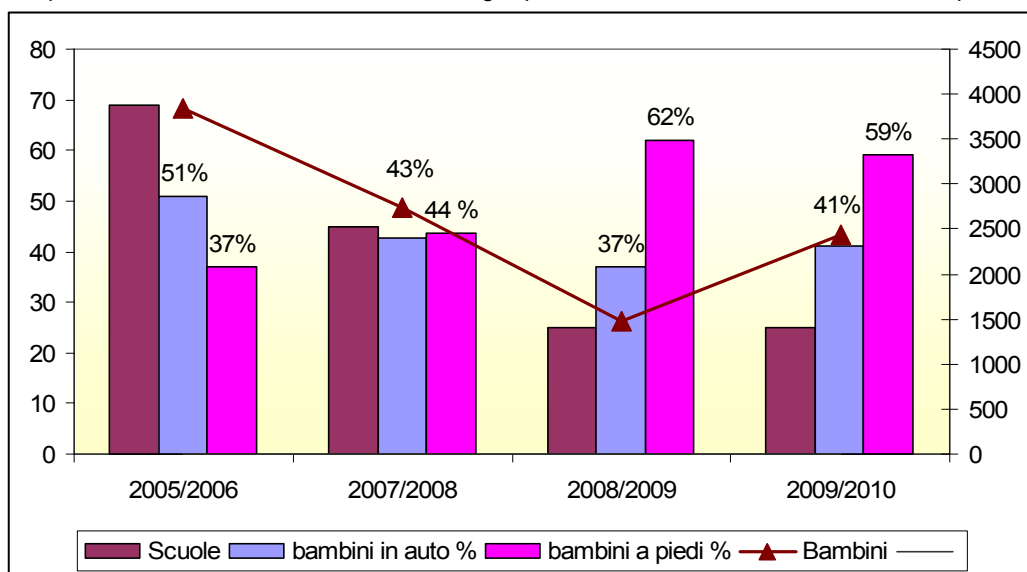
Il comune di Verona tramite l'Ecosportello promuove modalità di spostamento a piedi o in bici per raggiungere le scuole, in alternativa all'utilizzo del mezzo privato. In particolare i progetti "miglia verdi" e "pedibus" sono rivolti alle scuole primarie: abituare i bambini a muoversi a piedi significa infatti educarli al rispetto dell'ambiente e delle norme relative alla sicurezza stradale, renderli utenti consapevoli della strada, migliorare la qualità della vita, promuovere il movimento, ridurre l'inquinamento e migliorare l'ambiente, ridurre il traffico veicolare modificando le modalità di spostamento delle persone, migliorare la sicurezza stradale.

Nell'anno scolastico 2008/2009 185 bambini delle scuole primarie di Verona hanno aderito al progetto "Pedibus", nell'anno 2009/2010 sono diventati 230. Il Pedibus è di fatto un autobus umano che va a piedi, formato da un gruppo di bambini "passeggeri" che vanno a scuola assieme, accompagnati da due o più adulti. In questo modo i bambini partecipanti percorrono abitualmente il percorso casa-scuola a piedi, in sicurezza.

Il progetto miglia verdi vuole stimolare bambini ed adulti al fine di aumentare il numero di studenti che raggiungono la scuola con mezzi diversi dall'auto privata. I bambini delle scuole aderenti, devono raccogliere in uno o più periodi prefissati dell'anno il numero di "miglia verdi", ovvero la lunghezza dei percorsi effettuati a piedi.

Dal 2005 al 2010, a fronte di un iniziale diminuzione del numero di scuole e del numero di bambini coinvolti, si è avuto un aumento significativo della percentuale del numero di bambini che vanno a scuola a piedi.

Figura XXX: numero di scuole e numero di bambini che hanno partecipato al progetto miglia verdi negli anni 2005-2010, percentuale di bambini che ha effettuato gli spostamenti casa scuola in macchina o a piedi.



Misure adottate per ridurre l'inquinamento**Verde pubblico**

La qualità e la disponibilità di spazi pubblici è legata ad altri temi importanti quali la sicurezza, la salute, l'educazione, l'inclusione sociale e lo sviluppo sostenibile.

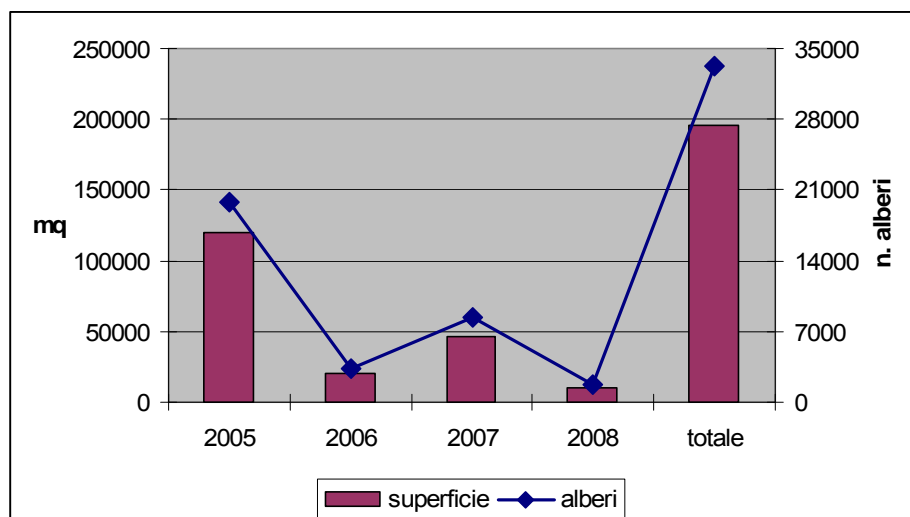
Parchi ed altri spazi verdi giocano un ruolo importante nel garantire un aumento della qualità della vita e nel fornire habitat per le specie selvatiche anche nelle zone urbane.

I benefici a livello psicologico legati alla disponibilità e alla fruizione di spazi verdi urbani sono stati riconosciuti da numerosi studi.

La salvaguardia degli ambienti naturali è strettamente legata alla progettazione sostenibile degli spazi che punta alla realizzazione o al mantenimento ad esempio di "corridoi verdi" per le specie animali che popolano le zone urbane e le zone del territorio a margine della città. Tali corridoi o spazi verdi possono essere usufruiti da tutta la popolazione come percorsi ciclabili o pedonabili nel tempo libero.

A Verona in seguito alla realizzazione nel 2005 del Parco dell'Adige Sud, a cui è seguita la realizzazione del Parco dell'Adige Nord, è iniziata un'opera di forestazione che dura tutt'oggi. L'indicatore popolato è relativo al numero di essenze piantate e ai metri quadri interessati dall'intervento.

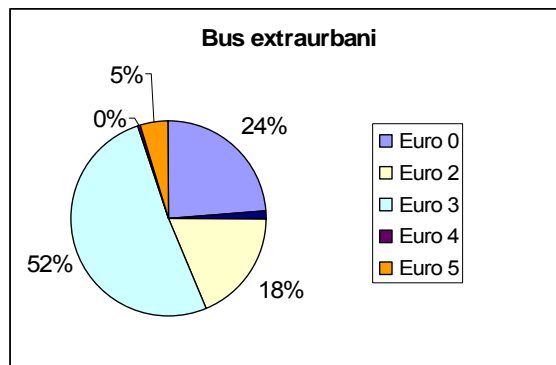
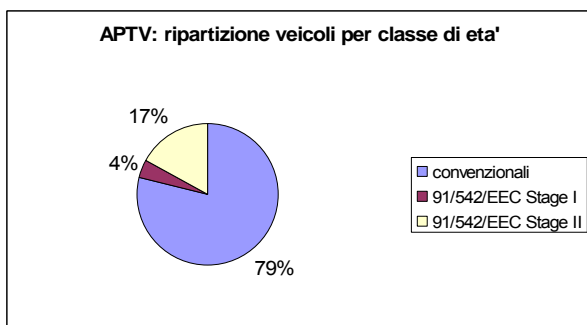
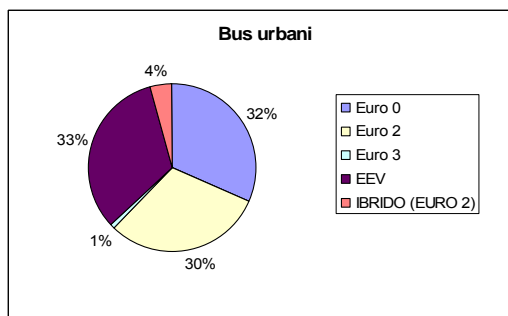
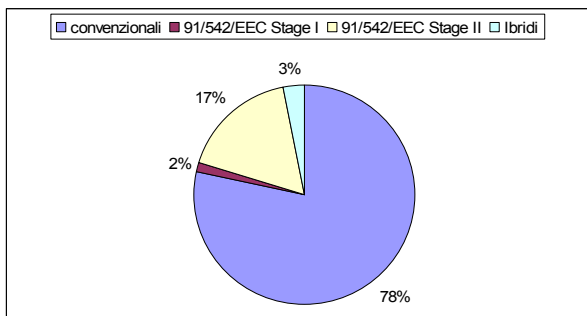
Figura: superficie in metri quadri interessata da forestazione e numero di alberi piantumati per anno dal 2005 al 2008



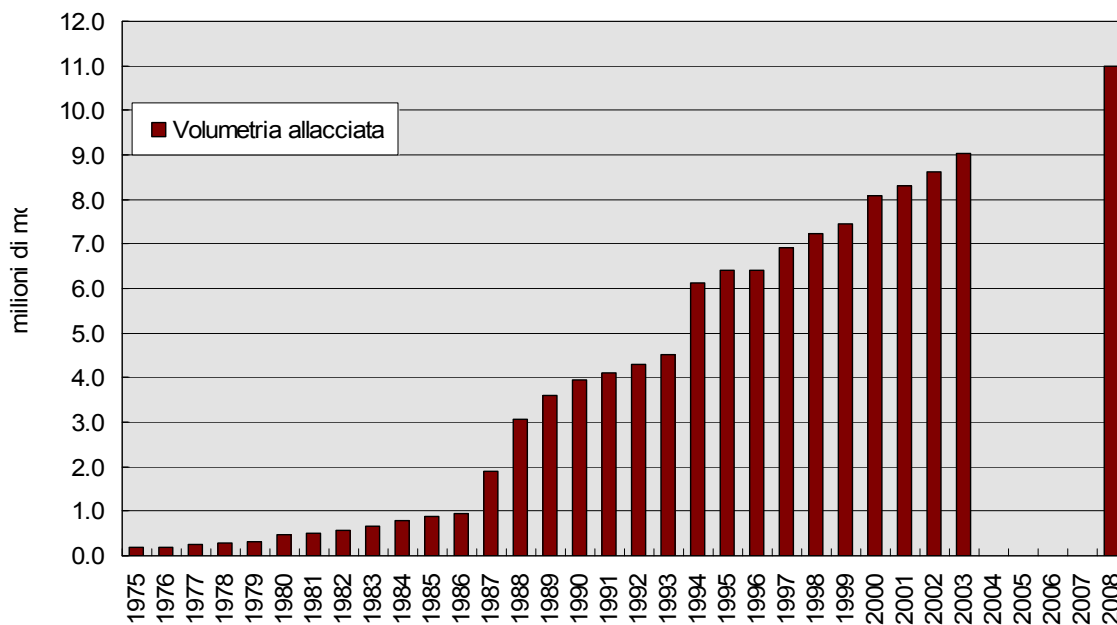
Misure adottate per ridurre l'inquinamento **Aggiornamento dei mezzi di trasporto pubblico**

Servizio Urbano	Nr	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 4	EEV	IBRIDO (EURO 2)
Veicoli ausiliari	12	1	2	0	1	8	0	0	0
Bus	192	61	0	58	2	0	0	63	8

Servizio Extraurbano	Nr	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	EEV	IBRIDO (EURO 2)
Veicoli ausiliari	18	1	1	1	9	6	0	0	0
Bus	409	98	5	75	210	2	19	0	0



Misure adottate per ridurre l'inquinamento	Aumento delle utenze servite dal teleriscaldamento
---	---



Ecosistema Urbano, il rapporto annuale di Legambiente, Ambiente Italia e Sole 24 Ore

Ecosistema Urbano, giunto quest'anno alla sua XVII edizione, impiega 25 indici tematici basati su una settantina di indicatori primari.

L'insieme degli indicatori selezionati per la graduatoria di Ecosistema Urbano XVII copre tutte le principali componenti ambientali presenti in una città: aria, acque, rifiuti, trasporti e mobilità, spazio e verde urbano, energia, politiche ambientali pubbliche e private. Sono considerati tanto i fattori di pressione e la qualità delle componenti ambientali quanto la capacità di risposta e di gestione ambientale.

Inoltre, come già nelle passate edizioni, viene premiata la capacità di risposta della pubblica amministrazione al questionario inviato da Legambiente (sia in termini di schede consegnate, sia in termini di effettive risposte assegnate), che vale fino ad un massimo di due punti percentuali del punteggio totale finale.

Nell'edizione 2010 si è scelto di limitare al minimo il numero di cambiamenti al fine di garantire una maggior continuità e consistenza con il precedente rapporto.

Il Comune di Verona si situa al 60° posto, "perdendo" 8 posizioni rispetto al 2009.

Po	Città	Valore	Pos.	Città	Valore	Pos.	Città	Valore
1	Belluno	71,48%	36	Matera	53,23%	70	Campobasso	47,04%
2	Verbania	70,41%	37	Rimini	53,04%	71	Lecce	46,99%
3	Parma	67,48%	38	Bergamo	52,84%	72	Ragusa	46,65%
4	Trento	67,32%	39	Ancona	52,81%	73	Vicenza	46,60%
5	Bolzano	64,06%	40	Biella	52,62%	74	Torino	45,92%
6	Siena	62,65%	41	Trieste	52,41%	75	Roma	45,78%
7	La Spezia	62,57%	42	Asti	52,17%	76	L'Aquila	45,76%
8	Pordenone	61,89%	43	Lodi	51,79%	77	Grosseto	44,75%
9	Bologna	61,86%	44	Vercelli	51,61%	78	Rieti	44,74%
10	Livorno	61,38%	45	Firenze	51,53%	79	Lecco	44,69%
11	Savona	61,33%	46	Macerata	51,49%	80	Teramo	44,63%
12	Ravenna	61,03%	47	Ascoli Piceno	51,42%	81	Alessandria	43,11%
13	Gorizia	60,22%	48	Cagliari	51,22%	82	Como	42,27%
14	Ferrara	59,28%	49	Pesaro	50,97%	83	Benevento	42,14%
15	Venezia	59,14%	50	Varese	50,81%	84	Viterbo	42,07%
16	Prato	58,89%	51	Brescia	50,69%	85	Pistoia	41,66%
17	Aosta	58,59%	52	Isernia	50,32%	86	Reggio Calabria	41,30%
18	Reggio Emilia	58,28%	53	Arezzo	50,29%	87	Foggia	40,67%
19	Salerno	58,13%	54	Bari	49,80%	88	Catanzaro	40,54%
20	Cuneo	57,81%		Media Italiana	49,36 %	89	Nuoro	38,88%
21	Mantova	57,56%	55	Cosenza	49,46%	90	Siracusa	37,57%
22	Oristano	57,28%	56	Novara	49,20%	91	Caltanissetta	36,70%
23	Cremona	57,26%	57	Massa	49,02%	92	Enna	36,10%
24	Modena	56,64%	58	Chieti	48,99%	93	Imperia	35,58%
25	Perugia	56,34%	59	Caserta	48,77%	94	Frosinone	35,02%
26	Potenza	56,20%	60	Verona	48,74%	95	Messina	34,74%
27	Terni	55,48%	61	Brindisi	48,61%	96	Napoli	34,53%
28	Piacenza	55,21%	62	Padova	48,34%	97	Agrigento	32,18%
29	Avellino	55,01%	63	Milano	48,18%	98	Trapani	30,76%
30	Udine	54,99%	64	Taranto	48,08%	99	Vibo Valentia	30,07%
31	Pisa	54,86%	65	Rovigo	48,06%	100	Latina	29,98%
32	Genova	54,79%	66	Pescara	47,75%	101	Palermo	29,30%
33	Forlì	54,02%	67	Sassari	47,38%	102	Crotone	29,09%
34	Pavia	54,00%	68	Lucca	47,21%	103	Catania	21,32%
35	Sondrio	53,41%	69	Treviso	47,20%			

Il valore massimo ottenibile (10.000 punti nel caso siano disponibili tutti gli indicatori), normalizzato in base 100, rappresenta la prestazione di una città sostenibile. Nelle edizioni precedenti è stato evidenziato come questa città sostenibile si riferisca a una città ideale nelle condizioni attuali e non ad una città utopica. Quest'anno, sommando i migliori valori raggiunti in Italia per ogni singolo parametro, si otterrebbe una città dal punteggio complessivo pari a 98,6/100.

Gli indici ambientali di Ecosistema Urbano sono i seguenti:

1. Qualità dell'aria: NO₂
2. Qualità dell'aria: PM10
3. Qualità dell'aria: Ozono
4. Consumi idrici domestici
5. Dispersione della rete
6. Capacità di depurazione
7. Rifiuti: produzione di rifiuti urbani
8. Rifiuti: raccolta differenziata
9. Trasporto pubblico: passeggeri
10. Trasporto pubblico: offerta
11. Mobilità sostenibile
12. Tasso di motorizzazione auto
13. Tasso di motorizzazione motocicli
14. Isole pedonali
15. Zone Traffico Limitato
16. Piste ciclabili
17. Verde urbano fruibile
18. Aree verdi totali
19. Consumi di carburanti
20. Consumi elettrici domestici
21. Energie rinnovabili e teleriscaldamento
22. Politiche energetiche
23. Certificazioni ambientali: ISO 14001
24. Pianificazione e partecipazione ambientale
25. Eco Management

INDICATORE	Valore	Posizione di Verona rispetto le 103 città
Qualità dell'aria: NO ₂ - Media dei valori medi annuali registrati da tutte le centraline presenti in territorio comunale $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41,2	61
Qualità dell'aria: PM10- Media dei valori medi annuali registrati da tutte le centraline presenti in territorio comunale in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	39,0	78
Qualità dell'aria: Ozono - Media del n° giorni di superamento della media mobile sulle 8 ore di 120 $\mu\text{g}/\text{mc}$ registrato da tutte le centraline presenti in territorio comunale $\mu\text{g}/\text{m}^3$	73,5	77
Consumi idrici domestici - Consumi giornalieri pro capite di acqua potabile per uso domestico l/ab	178,7	71
Dispersione della rete - Diff. tra l'acqua immessa e l'acqua consumata per usi civili, industriali, agricoli (%)	29	45
Capacità di depurazione - Indice composto da: % abitanti allacciati agli impianti di depurazione, giorni di funzionamento dell'impianto di depurazione, capacità di abbattimento del COD (%)	87	66
Rifiuti: produzione di rifiuti urbani - Produzione annua pro capite di rifiuti urbani (kg/ab)	512,1	26
Rifiuti: raccolta differenziata - % di rifiuti differenziati (frazioni recuperabili) sul totale dei rifiuti urbani prodotti (%)	43,4	34
Trasporto pubblico: passeggeri - Passeggeri trasportati annualmente per abitante dal trasporto pubblico (passeggeri/ab)	143	7 *
Trasporto pubblico: offerta - Percorrenza annua per abitante del trasporto pubblico (Km-vetture/ab)	25	10 *
Mobilità sostenibile - Indice (massimo 100) composto da: autobus a chiamata, controlli elettronici ZTL, tariffe per intermodalità, parcheggi interscambio bici, presenza di mobility manager, bike sharing, pedibus, Piano mobilità ciclabile, Piano spostamenti casa-lavoro; sistema di pedaggio urbano	40,9	39
Tasso di motorizzazione auto - Auto circolanti ogni 100 abitanti (auto/100 ab)	60	29
Tasso di motorizzazione motocicli - Motocicli circolanti ogni 100 abitanti (motocicli/100 ab)	13	71
Isole pedonali - Estensione pro capite della superficie stradale pedonalizzata (mq/ab)	0,17	57
Zone Traffico Limitato - Estensione pro capite di area destinata a ZTL (mq/ab)	0	80
Piste ciclabili - Indice di ciclabilità composto da: lunghezza e tipologia delle piste ciclabili e zone30 (m_eq/100 ab)	13,26	25

Verde urbano fruibile - Estensione pro capite di verde fruibile in area urbana (mq/ab)	16,95	24
Aree verdi totali - Superficie delle differenti aree verdi sul totale della superficie comunale (mq/ha)	801	45
Consumi di carburanti - Consumo annuale pro capite di benzina e diesel (Kep/ab)	432	64
Consumi elettrici domestici - Consumo elettrico annuale pro capite per uso domestico (kWh/ab)	1057	22
Energie rinnovabili e teleriscaldamento - Indice composto da: solare termico – m ² installati su edifici comunali ogni 1.000 abitanti (m ² /1.000 ab)	2,11	21
solare fotovoltaico – kiloWatt installati su edifici comunali ogni 1.000 abitanti (kW/1.000 ab)	4,29	5
biogas - kiloWatt installati ogni 1.000 abitanti (kW/1.000 ab) - biomasse - kiloWatt installati ogni 1.000 abitanti (kW/1.000 ab),	-	-
teleriscaldamento – volumi riscaldati per ogni abitante (m ³ /ab)	-	-
Politiche energetiche - Indice - massimo 100 - composto da: introduzione di incentivi economici e disposizioni sul risparmio energetico e/o diffusione fonti energia rinnovabile, semplificazione della procedura per l'installazione di solare termico/fotovoltaico, attuazione di attività di risparmio energetico, presenza di Energy manager, acquisto di energia elettrica da fonte rinnovabile, realizzazione di audit energetici, realizzazione di banca dati edifici certificati	50	25
Certificazioni ambientali: ISO 14001 - N° certificazioni Iso 14001/1.000 imprese attive – valore provinciale	1,55	87
Pianificazione e partecipazione ambientale - Indice -massimo 100- composto da: processi di agenda 21 (forum, reporting, Piani d'Azione), progettazione partecipata, bilanci ambientali e sociali; approvazione del Piano d'emergenza, della Zonizzazione acustica, del Piano Urbano del Traffico (PUT) e del Piano Energetico Comunale (PEC)	40	62
Eco Management - Indice -massimo 100- composto da: utilizzo di carta riciclata negli uffici comunali, auto comunali ecologiche, prodotti equosolidali, certificazione ambientale del Comune, raccolta differenziata all'interno del Comune	48	10
-----	-----	-----
Capacità di risposta - La capacità di risposta della pubblica amministrazione al questionario inviato da Legambiente, sia in termini di schede consegnate, sia in termini di effettive risposte assegnate su tutti i 70 parametri, rimane un criterio premiante.	94	18

* Indice differenziato per tipologia di città (Metropoli, Grandi, Medie, Piccole città)

** Kep: chili di petrolio equivalente

Per ulteriori approfondimenti si veda il testo integrale di "Ecosistema Urbano - XVII edizione".