

Traffico commerciale e salute in Ticino

Il tema

L'analisi

Congiuntura

Libri e riviste



Kurt Frei, UPVS



Katharina Schuhmacher,
Ufficio protezione dell'aria (UPA)



foto: Variante SA, Bellinzona

La relazione tra traffico e salute è un tema di notevole complessità a fronte del quale vi è una altrettanto notevole quantità di conoscenze disponibili, che tuttavia non sembra mai sufficiente qualora si intendano quantificare effetti reali e costi. La necessità di concepire e di pianificare politiche pubbliche che tengano conto della complessità del sistema su cui ricadono, e che possibilmente risultino sostenibili nel lungo periodo, impone comunque di sforzarsi affinché tutte queste informazioni possano risultare in decisioni informate.

Ben al di fuori di pretese di scientificità, l'ambizione di questo articolo è di sollevare l'attenzione su alcuni aspetti di questa relazione che potrebbero essere oggetto di ulteriori analisi che dovrebbero identificare le misure al contempo più praticabili e più vantaggiose per la salute dei cittadini e delle cittadine. Sullo sfondo, infatti, incombe il Messaggio del Consiglio federale No 07.047 dell'8 giugno 2007 concernente il progetto di

legislazione sul traffico merci, attualmente in discussione, che interessa direttamente il nostro Cantone poiché si prefigge la riduzione dei transiti merci attraverso l'arco alpino.

Per questo motivo il nostro articolo, discutendo della relazione traffico-salute con particolare attenzione per le polveri sottili (PM10), si concentrerà sul traffico di transito commerciale che attraversa il cantone Ticino lungo l'asse autostradale Nord-Sud; tenteremo di stimarne gli effetti a partire dal più attuale studio effettuato a livello svizzero dall'Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE) e dall'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM). Va da sé che ciò rappresenta solo una parte degli effetti generati da tutto il traffico su ruota e su rotaia, endogeno ed esogeno, in circolazione sullo stesso asse.

Una nota di metodo: i primi tre paragrafi di questo articolo, ad eccezione di specifiche citazioni comunque segnalate, fanno ampio riferimento allo studio dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) Health effects of

transport-related air pollution [1], trattandosi di una tra le più autorevoli sintesi delle conoscenze già disponibili a livello internazionale sulle problematiche ambientali e sanitarie connesse al traffico dei veicoli da trasporto terrestre. Soprattutto nella parte conclusiva esso proporrà, invece, uno sguardo originale rispetto a quanto da altri meglio e più autorevolmente stabilito.

Ruolo del traffico nel determinare l'inquinamento dell'aria

I motori a combustione interna e i carburanti convenzionali sono, nel loro insieme, i principali responsabili dell'inquinamento dell'aria dipendente da trasporto nei paesi dell'Europa occidentale; le automobili coprono infatti circa l'80% del loro chilometraggio su strade urbane o suburbane mentre i camion l'80% su strade suburbane o autostrade. È

«Sullo sfondo incombe il Messaggio del Consiglio federale dell'8 giugno 2007 concernente il progetto di legislazione sul traffico merci.»

Definizioni

Gli inquinanti presenti nell'aria sono emessi da diverse fonti, come ad esempio i processi industriali, i riscaldamenti, il traffico stradale, i cantieri e così via. Il passaggio dell'inquinante (detto primario) dalla sorgente all'aria è detto **emissione**.

Gli inquinanti primari, come gli ossidi d'azoto e le polveri sottili primarie, si propagano nell'atmosfera, diluendosi. Questi possono anche reagire tra loro dando luogo a nuove sostanze, dette inquinanti secondari, come l'ozono e le polveri sottili secondarie. Le concentrazioni dei diversi inquinanti nell'aria vengono chiamate **immissioni**, e ne caratterizzano la qualità. E' ciò che viene realmente respirato da persone e animali e che viene assorbito da piante ed ecosistemi.

questa, tra l'altro, la ragione che negli anni '90 ha provocato la crescita annuale della rete autostradale dell'UE del 2,7%.

Per almeno la prossima o le prossime due decadi i motori convenzionali a benzina o gasolio resteranno la tecnologia dominante. La quota di mercato per i veicoli diesel aumenterà ulteriormente e la quota di emissioni misurabili in grammi per veicolo al chilometro diminuirà. D'altra parte, le tecnologie alternative - fuel cells, veicoli elettrici e ibridi - difficilmente raggiungeranno una posizione significativa sul mercato prima del 2015.

Infine, benché tecnologie promettenti saranno in grado di ridurre le emissioni dei veicoli a motore, per più significative riduzioni si richiederà il contributo di carburanti particolari - biocarburanti, gas naturale e idrogeno - che nell'UE si prevede sostituiranno quelli convenzionali solo per un 20% entro il 2020. Molto probabilmente, pertanto, il trasporto stradale resterà un importante determinante dell'inquinamento atmosferico nelle decadi a venire, almeno per quanto riguarda le aree urbane.

In tutta l'Europa Occidentale (i paesi dell'Est europeo recentemente entrati nell'UE sono un caso diverso) il trasporto stradale costituisce la principale fonte dei seguenti inquinanti atmosferici:

- ossidi di azoto
- monossido di carbonio

- benzene
- *black smoke* (fuliggine)
- particolato ultrafine (il PM10, il cui diametro aerodinamico è inferiore a 10 μm).

- i fattori di dispersione, che dipendono principalmente dall'orografia del luogo (quota dell'area), da circostanze locali (come strade incanalate o in aree aperte) e dalle condizioni meteorologiche;
- il tempo trascorso nei differenti microambienti, e particolarmente a seconda delle tipologie di traffico (motorini, automobili o trasporto pubblico).

In questa zona le emissioni da combustione, generate dai veicoli a motore per il trasporto stradale, contribuiscono a produrre fino al 30% dei PM2,5 mentre quelle non da combustione, come le polveri sollevate dal manto stradale e quelle derivanti dagli impianti frenanti, rappresentano la più importante frazione di polveri sottili, più grossolane (il PM2,5-10, il cui diametro aerodinamico è tra 2,5 e 10 μm).

Ne consegue che alcuni gruppi di persone possono essere molto più esposti di altri, ad es. coloro che vivono o lavorano nei pressi di strade trafficate, i pendolari che viaggiano su strade a carico elevato in orari di punta etc.. Occorre quindi tenere sempre presente che i livelli di esposizione stimati per intere popolazioni non tengono adeguatamente conto dell'esposizione potenzialmente estrema di singoli o di gruppi particolari, e che in ragione della crescente tendenza all'aumento delle emissioni in contesto urbano il traffico è probabilmente responsabile dell'esposizione all'inquinamento atmosferico di una crescente quota di popolazione, nonostante le emissioni specifiche siano in calo (v.tab. 1 e 2).

Esposizione umana all'inquinamento derivante dal traffico

Gli inquinanti dell'aria derivanti dal traffico veicolare che influiscono sulla salute umana includono diossido di azoto, monossido di carbonio, PM10, PM2,5, *black smoke*, benzene, idrocarburi policiclici aromatici (PAH) e metalli pesanti (come il piombo).

Tra i fattori che determinano il grado di esposizione della popolazione a questi inquinanti vi sono:

- le emissioni, che dipendono dal volume e dalla composizione del traffico di passaggio;
- la distanza tra strade e abitazioni, luoghi di lavoro etc.;

foto: Sezione protezione aria, acqua e suolo, Bellinzona



Standard	Anno	Veicoli Diesel (g/km)				Veicoli Benzina (g/km)			
		Monossido di carbonio	Idrocarburi e ossidi di azoto	Ossidi di azoto	PM	Monossido di carbonio	Idrocarburi	Idrocarburi e ossidi di azoto	Ossidi di azoto
Euro I	1992	2,72	0,97	—	0,14	2,72	—	0,97	—
Euro II	1996	1,00	0,90	—	0,10	2,20	—	0,50	—
Euro III	2000	0,64	0,56	0,50	0,05	2,30	0,20	—	0,15
Euro IV	2005	0,50	0,30	0,25	0,025	1,00	0,10	—	0,08

Fonte: DieselNet (2004).

2 Standard UE per le emissioni di veicoli pesanti (merci) diesel

Standard	Anno	Monossido di carbonio (g/kWh)	Idrocarburi (g/kWh)	Fumo (m-1)	Ossidi di azoto (g/kWh)	PM (g/kWh)
Euro I	1992	4,5	1,1	-	8,0	0,36
Euro II	1996	4,0	1,1	-	7,0	0,25
Euro II	1998	4,0	1,1	-	7,0	0,15
Euro III	2000	2,1	0,66	0,80	5,0	0,10
Euro IV	2005	1,5	0,46	0,50	3,5	0,02
Euro V	2008	1,5	0,46	0,50	2,0	0,02

Nota: con Euro III sono stati introdotti cambiamenti nei cicli di verifica per i veicoli pesanti.

Fonte: DieselNet (2004).

inferiori. Le categorie a basso reddito, meno frequentemente in possesso di un'auto, più probabilmente fanno uso di mezzi di trasporto pubblico passando perciò periodi maggiori in bus e treni.

In confronto alla popolazione generale, le persone con occupazioni all'aria aperta in area urbana - operatori postali, addetti alla raccolta rifiuti e operatori ecologici, operatori di polizia, controllori del traffico, autisti e addetti di taxi/bus/treni urbani (di superficie e sotterranei), venditori ambulanti, addetti alle consegne, messaggeri in bicicletta/moto etc. - sono più esposte a maggiori concentrazioni di inquinamento da trasporto o per periodi più lunghi. Purtroppo, benché le persone coinvolte siano numerose, la conoscenza e la comprensione dei livelli di inquinamento a cui sono esposte sono insufficienti o sconosciute.

Infine, alcuni studi relativi al rapporto tra salute, ricchezza e inquinamento atmosferico

suggeriscono che persone a basso reddito e gruppi svantaggiati possono trovarsi maggiormente esposti alle emissioni veicolari in ragione di una loro differente distribuzione rispetto all'inquinamento atmosferico dovuta a dinamiche del mercato abitativo, esclusione e distorsioni nelle decisioni sulla destinazione del territorio: poiché la prossimità alle aree densamente trafficate deprime i valori immobiliari, il minor prezzo della abitazioni attrae gli acquirenti delle fasce inferiori che spesso risultano maggiormente esposte a queste fonti inquinanti.

Effetti sanitari dell'inquinamento da traffico

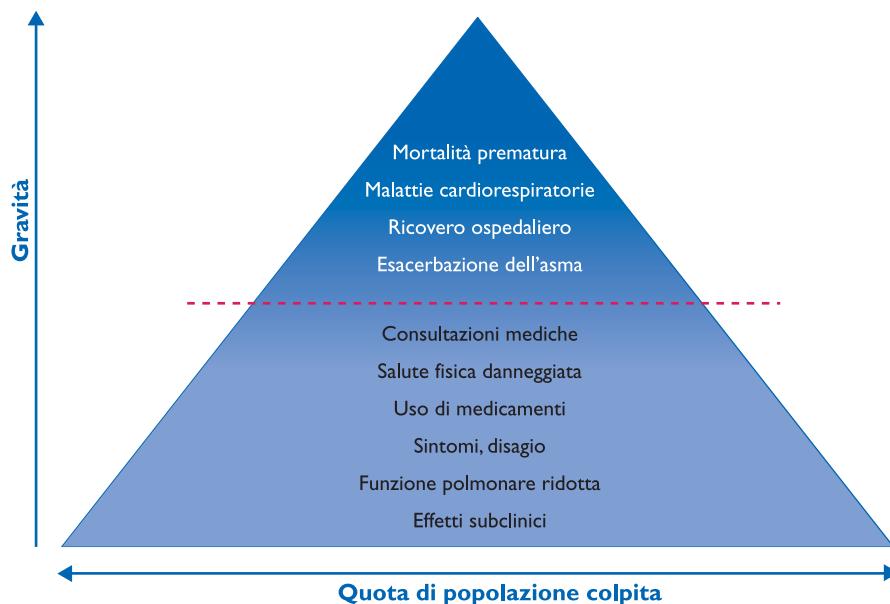
L'inquinamento da traffico sembra indurre una serie di effetti sulla salute quali mortalità, affezioni respiratorie non allergiche, affezioni e sintomi allergici (come l'a-

sma), patologie cardiovascolari, cancro, problemi della gravidanza, problemi alla nascita (peso inadeguato) e disturbi della fertilità maschile. Di sicuro esso aumenta il rischio di morte, in particolare per cause di origine cardiorespiratoria, e il rischio di sintomi o malattie respiratori di origine non allergica. Tuttavia, e nonostante la certa esistenza di soggetti particolarmente sensibili ai fattori inquinanti citati, l'evidenza derivante da studi sulla popolazione è ancora debole e inadeguata a sostenere quanto risulta da studi di laboratorio. Così non è ancora possibile confermare la correlazione, pure sostenuta da alcune ricerche, tra inquinamento da traffico e rischio di infarto del miocardio, effetti sul sistema nervoso autonomo, reazioni infiammatorie, cancro del polmone, parto prematuro e nascita sottopeso. In altri termini, se l'associazione tra incrementi della concentrazione di particelle sottili e morbidità e mortalità è chiara, in quanto evidenziata in numerosi studi epidemiologici, altrettanto non si può dire dei meccanismi biologici attraverso i quali tali incrementi possano essere all'origine di patologie.

Pochi sono gli studi condotti sul terreno, in maggioranza non specifici per la tematica trattata. Essi mostrano, tuttavia, che la riduzione dell'inquinamento da traffico può ridurre gli attacchi d'asma acuti e i relativi interventi medici nei bambini. Mostrano, inoltre, che riduzioni di lungo periodo nei livelli degli inquinanti in oggetto sono associati ad aumento della speranza di vita, alla riduzione della tendenza media annuale di morte per tutte le cause, alla riduzione delle patologie respiratorie e cardiovascolari (v. fig. A).

«L'inquinamento da traffico aumenta il rischio di morte, in particolare per cause di origine cardiorespiratorie, e di sintomi o malattie respiratorie di origine non allergica.»

A Effetti sulla salute attribuibili all'inquinamento dell'aria



In sostanza, in base alle conoscenze attuali si può affermare che la frazione più fine delle PM10 (cioè le PM2,5) potrebbe essere responsabile soprattutto degli effetti polmonari e cardiovascolari mentre la frazione più grossolana ("coarse") sarebbe coinvolta più nell'aggravamento delle malattie asmatiche e nell'aumento delle patologie respiratorie. Più precisamente, gli effetti osservati negli studi epidemiologici non possono essere attribuiti a indicatori specifici ma a una combinazione di inquinanti (v.tab. 3). Il particolato sottile (incluso il *black smoke*) e l'ozono sono associati con l'aumento del rischio di mortalità e di morbidità respiratoria, mentre l'esposizione a diossido di azoto, ozono e PM si associa a risposte allergiche. Altri indicatori dell'esposizione a questi inquinanti, come la distanza dell'abitazione dalle principali arterie di scorrimento e, in parte, l'intensità del traffico percepito dalla propria residenza,

sarebbero associati con vari altri effetti nefasti sulla salute.

Le caratteristiche chimico-fisiche del particolato sono molto variabili e dipendono da fattori quali la vicinanza a determinate sorgenti, il clima, la topografia, etc.. Oltre alla variabilità spaziale si aggiunge anche quella temporale: in uno stesso luogo la composizione può in effetti variare di anno in anno, stagione per stagione, giorno per giorno e nel corso di uno stesso giorno. In Svizzera, le PM10 sono composte per il 70 - 85% da PM2,5: la maggior parte del particolato proviene dunque dalla combustione [2]. A questo si aggiunge che durante i mesi invernali le situazioni di inversione termica favoriscono le alte concentrazioni di polveri nell'aria rendendo più difficoltosa la dispersione degli inquinanti.

Per questi motivi appare opportuno che la strategia di limitazione del particolato sia rivol-

ta principalmente alla limitazione delle sorgenti combustive all'origine di gran parte delle PM2,5 e cioè gli impianti e i motori diesel [3].

Stime realizzate per le città europee dell'area OMS indicano che circa 100.000 morti all'anno possono essere collegate all'inquinamento atmosferico, ciò che riduce la speranza di vita di un anno in media. Di fatto, il numero di vittime attribuite all'inquinamento è comparabile a quello delle vittime degli incidenti del traffico, la cui incidenza si estende a tutte le fasce di età, bambini compresi.

Una considerevole parte del peso delle malattie non fatali attribuibili all'inquinamento atmosferico è più difficile da quantificare, ma queste ultime si aggiungono al carico globale sulla salute causato dalle malattie da inquinamento, specialmente nei bambini. Non da ultimo, inoltre, queste analisi tengono conto dell'esposizione a PM10 o PM2,5 e attribuiscono gli effetti al carico inquinante globale provocato da tutte le possibili fonti, ma anche l'ozono, creato nell'atmosfera da gas in larga parte generati dai trasporti (NO_x), influenza la mortalità, la morbidità e lo sviluppo dei polmoni.

In definitiva, i rischi da inquinamento atmosferico veicolare non si distribuiscono equamente nella popolazione. Ne pagano le maggiori conseguenze alcune categorie di persone ad esso particolarmente esposte per motivi prevalentemente di ordine professionale o socioeconomico, quelle già affette da malattie croniche nonché i bambini e le persone anziane, che mostrano una maggiore sensibilità agli effetti nocivi degli inquinanti dell'aria.

Naturalmente la dimensione umana ed economica dei danni provocati dall'inquinamento dell'aria - cosa che dipende dalla stima di diversi fattori che devono essere conosciuti, nonché dalla validità dei diversi interventi per combatterla a breve e lungo termine - è rilevante dal punto di vista politico. Sia le misure preventive a corto sia quelle a lungo termine hanno effetti benefici sulla salute, purché siano incisive e pianificate su

3 Principali associazioni osservate in studi epidemiologici

Principali combinazioni inquinanti dannose per la salute	Effetti associati
PM2,5 + ozono (O_3)	↑ rischio di mortalità e di morbidità respiratoria
Diossido di azoto (NO_x) + ozono (O_3) + PM10	↑ risposte allergiche

4 Composizione dei costi della salute per tipo di caso, Svizzera, 2005 (in CHF)

Voci di costo	WTP	BHK	NPA	Totale
Anni di vita perduti	92.474	—	5.337 ¹	97.811
Giorni di ospedalizzazione per affezioni alle vie respiratorie	835	851	27	1.712
Giorni di ospedalizzazione per affezioni cardiocircolatorie	835	1.089	27	1.951
Bronchiti croniche (persone adulte)	442.245	6.809	187	449.241
Bronchiti acute (bambini)	277	54	—	332
Attacchi di asma (persone adulte)	66	1	13	80
Giorni con attività limitata	199	—	13	212

WTP = willingness to pay, BHK = Behandlungskosten, NPA = Nettoproduktionsausfall

¹Include i costi di ricollocamento.

Fonte: ARE/UFAM, 2008.

una scala sufficientemente grande. Anche una limitazione del traffico di due-tre settimane produce effetti osservabili, a condizione che l'intervento sia fortemente limitante della circolazione motorizzata e riguardi aree estese a livello cittadino o regionale (ad es. non singole strade ma tutto il centro città o tutta la città).

Per quanto riguarda le misure di lungo periodo, studi tedeschi e austriaci dimostrano che nei bambini il trasferimento della residenza da zone molto inquinate a zone con qualità dell'aria migliore permette la ripresa del normale sviluppo dei polmoni. Al contrario, quest'ultimo risulta rallentato nei bambini il cui nuovo domicilio è situato in zone più inquinate. Se questo deficit di sviluppo persiste fino ai diciotto anni, praticamente non può più essere compensato nell'età adulta. In Svizzera, gli studi SCARPOL (*Swiss Study on Childhood Allergy and Respiratory Symptoms with Respect to Air Pollution, Climate and Pollen*) hanno mostrato che la riduzione dei livelli di polveri sospese e di ossidi d'azoto nel corso degli anni '90 ha permesso la riduzione delle infezioni e dei sintomi respiratori. Quindi, per quanto riguarda lo sviluppo polmonare, le misure di lotta all'inquinamento influenzano positivamente la salute di bambini e adolescenti; negli adulti, invece, considerata la loro precedente importante esposizione e la prevalenza di altre affezioni collegate al tabagismo o a esposizioni professionali, effetti positivi possono essere raggiunti solo su periodi lunghi o mai, poiché il loro sviluppo è terminato [4].

I costi della salute da traffico veicolare in Svizzera

In Svizzera sono sostanzialmente gli studi pubblicati nella seconda metà degli anni '90 ad avere promosso l'attuale modello di calcolo dei costi della salute generati dal traffico dei veicoli a motore. Fondamentali sono soprattutto i lavori realizzati da UFAM,

ARE e dall'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP).

Ad esempio, lo studio dell'ARE *Externe Gesundheitskosten durch verkehrsbedingte Luftverschmutzung in der Schweiz -Aktualisierung für das Jahr 2000* [5] ha stimato che i costi generati dalle malattie imputabili all'inquinamento atmosferico globale raggiungevano nel 2000 i 628 Fr. a persona, dunque 4,2 miliardi di franchi all'anno. Mantenendoci nel seguito di questi studi, faremo qui esplicito riferimento allo studio *Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz -Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten: Schlussbericht* [6] di recente pubblicazione, realizzato su mandato dell'ARE e dell'UFAM, che costituisce l'attualizzazione del precedente studio per il 2000 [5], e che quindi ne riprende il modello d'indagine e di stima.

Apprendiamo così che le immissioni medie di PM10 in Svizzera nel 2005 si situavano a livello di 21,52 µg/m³, con un incremento del 2,89% rispetto al dato dell'anno 2000 (20,91 µg/m³). Questo dato è stato quindi utilizzato per ricalcolare i costi diretti e indiretti sulla salute dovuti alle PM10, tenuto conto della mutata esposizione della popolazione ad esse, di altri mutamenti demografici e statistici e soprattutto dei nuovi indici dei costi sanitari, giungendo a stabilire i costi per tipo di caso (v.tab.4).

Per giungere a questo risultato sono stati combinati i metodi *willingness to pay* (WTP) e *Behandlungskosten* (BHK) (costi per cure mediche), basati uno sulla disponibilità a paga-

re per evitare determinate conseguenze (soggettivo e focalizzato sui costi sopportati dal singolo) l'altro su un calcolo più oggettivo e trasparente dei costi di cura (focalizzato sui principali costi sopportati dalla collettività). Non si sottovaluti, tuttavia, l'adeguatezza del metodo WTP a causa della sua soggettività; questo approccio è stato tarato in molteplici studi ed è riconosciuto tra i migliori per il cal-



foto: Sezione protezione aria, acqua e suolo, Bellinzona

Rete di rilevamento

La rete cantonale di rilevamento verifica la qualità dell'aria ticinese in diverse ubicazioni caratteristiche (agglomerato, campagna, centro città etc.). Le principali 8 stazioni di misura del Dipartimento del territorio (DT) si trovano a Chiasso, Bioggio, Pregassona, Camignolo, Locarno, Brione s. Minusio, Moleno e Bodio. Queste sono integrate dalla stazioni della rete NABEL di Lugano e Magadino, di proprietà dell'UFAM.

Le stazioni di Chiasso, Lugano e Locarno sono poste in centro città, influenzate dal traffico stradale, mentre la stazione di Pregassona è posta in periferia. Le stazioni di Bioggio e Bodio riflettono la presenza industriale, in zona mediamente popolata a livello residenziale, quella di Brione s. Minusio fotografa la situazione di una località rurale e collinare, mentre le stazioni di Camignolo e Moleno, riportano gli effetti della A2. Vi sono poi le stazioni che monitorano gli effetti di grandi cantieri, come Bodio-Pollegio (Alp Transit) o Vezia (galleria Vedeggio - Cassarate).

colo dei costi esterni negli studi ambientali e sanitari, tanto che negli USA sempre più spesso è ammesso come base di calcolo nelle sentenze giuridiche. I risultati sono presentati nelle tabelle 5 e 6.

Dunque il costo dell'inquinamento globale oltrepassa nel 2005 i 5 miliardi di franchi, mentre il costo totale degli effetti del traffico stradale sulla salute della popolazione ammonta a ca. 1.834 Mio di franchi, con un incremento

5 Costi della salute e costi globali per inquinamento atmosferico secondo la tipologia del traffico (stradale o ferroviario), Svizzera, 2005 (in Mio CHF)

	Traffico persone	Traffico merci	Totale	In % del totale
Strada	1.046,7	787,1	1.833,8	93,8 %
Ferrovia	55,2	65,3	120,5	6,2 %
Totale	1.101,9	852,4	1.954,3	100 %
In % del totale	56,4 %	43,6 %	100 %	...
Inquinamento globale (inclusi industria, PMI, econ. domestiche, agricoltura e selvicoltura)	5.144,9	...

Fonte: ARE/UFAM, 2008.

6 Costi della salute e costi globali per inquinamento atmosferico secondo la tipologia del traffico (stradale o ferroviario), Svizzera, 2000 (in Mio CHF)

	Traffico persone	Traffico merci	Totale	In % del totale
Strada	870,7	654,7	1.525,4	93,8 %
Ferrovia	45,9	54,3	100,2	6,2 %
Totale	916,6	709,0	1.625,6	100 %
In % del totale	56,4 %	43,6 %	100 %	...
Inquinamento globale (inclusi industria, PMI, econ. domestiche, agricoltura e selvicoltura)	4.203,9	...

Fonte: ARE, 2004.

to del 20,2 % rispetto al 2000. Ciò che qui ci interessa maggiormente, tuttavia, è che a livello svizzero nel 2005 il solo traffico merci su strada origina costi per ca. 787 Mio di franchi, cioè circa il 40,3 % dei costi sanitari totali.

La qualità dell'aria in Ticino nel 2007

In generale in Ticino anche durante il 2007 la qualità dell'aria è stata ancora insufficiente. I limiti fissati dall'Ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA) relativi alle concentrazioni di diossido di azoto (NO_2), ozono (O_3) e polveri sottili (PM10) sono regolarmente superati.

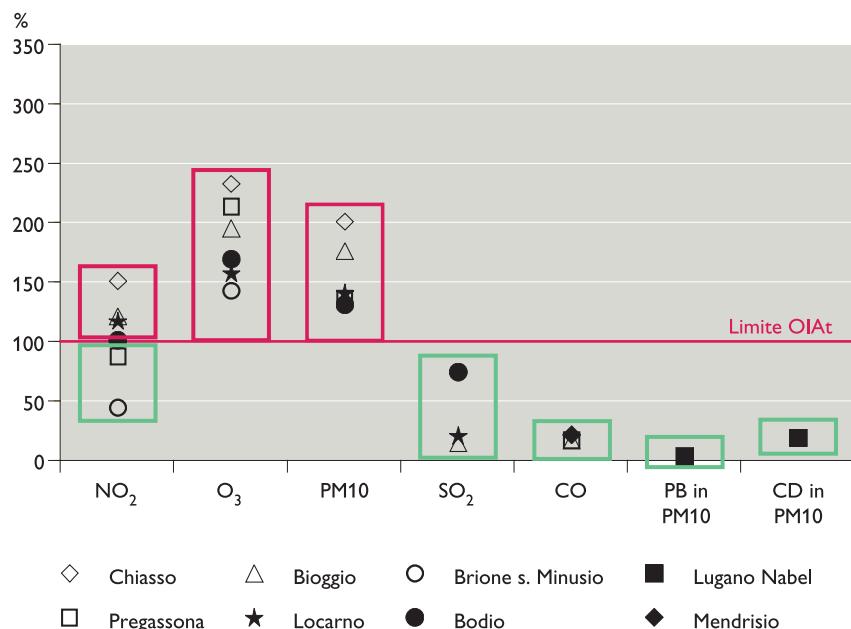
Ozono e polveri sottili sono inquinanti a forte andamento stagionale e sono indicatori dello smog fotochimico estivo (ozono, O_3) rispettivamente dello smog invernale (PM10). Essendo degli inquinanti secondari essi riflettono la situazione regionale. Il diossido d'azoto, invece, restituisce lo stato locale dell'inquinamento atmosferico.

Dal grafico B si desume come per diversi inquinanti la situazione sia oggi risolta (ad esempio per il diossido di zolfo e il monossido di carbonio), mentre permangono problematiche le concentrazioni dei tre inquinanti principali, descritti di seguito.

Le concentrazioni di **diossido d'azoto**, dopo la costante diminuzione registrata negli anni '90 attribuibile all'introduzione del catalizzatore e altri provvedimenti di natura tecnica, hanno presentato negli anni 2003-2005 un chiaro peggioramento. Nel corso del 2006 e del 2007 hanno poi segnato una significativa riduzione con un'inversione di tendenza rispetto agli anni precedenti. In Ticino il traffico è la fonte di NO_2 preponderante - contribuisce per il 75-80% alle emissioni totali - causando conseguenza concentrazioni più elevate negli agglomerati e nei pressi degli assi di transito. Per ridurre le concentrazioni di diossido d'azoto è necessario agire principalmente sul traffico motorizzato.

B

Inquinamento atmosferico rispetto ai valori limite d'immissione OIAt,Ticino,2007 (in verde i valori inferiori al limite OIAt,in rosso quelli superiori)



NO_2 = diossido di azoto, O_3 = ozono, $\text{PM}10$ = polveri sottili in sospensione, SO_2 = diossido di zolfo, CO = monossido di carbonio, Pb = piombo (Pb), Cd = cadmio.

Fonte:SPAAS, 2008.

La formazione dell'**ozono** dipende fortemente dalla presenza nell'aria dei suoi precursori ma anche dalle condizioni meteorologiche. I limiti di immissione rimangono superati su tutto il territorio cantonale, sia nei luoghi fortemente urbanizzati, che in quelli discosti. I valori mostrano una certa varianabilità negli anni, indicando nel complesso una diminuzione. La valutazione oggettiva dell'evoluzione di questo inquinante deve avvenire però escludendo gli effetti dovuti alla meteorologia. Per ridurre il carico d'ozono rimane preponderante la necessità di agire sui precursori, gli ossidi d'azoto e i composti organici volatili, emessi prevalentemente da traffico motorizzato, industria e artigianato.

Come l'ozono, anche le **polveri sottili** hanno un andamento molto stagionale, raggiungendo i valori più elevati tra ottobre e marzo. Anche nel 2007 i limiti di immissione OIAt per la media annua ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e per la media giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sono stati ampiamente superati, sia negli agglomerati che in periferia. In generale non è facilmente riconoscibile una tendenza per questo inquinante e il risanamento è particolarmente difficoltoso, dato che sono svariate le fonti di emissione, che la cor-

relazione tra emissioni ed immissioni non è diretta e che c'è un preponderante effetto meteorologico sulle immissioni. Per ridurre il carico di polveri sottili è necessario agire su tutte le fonti di emissione nei settori del traffico, delle economie domestiche, dell'industria e dell'artigianato, dell'agricoltura e selvicoltura.

L'autostrada A2 e la salute in Ticino

In seguito all'incidente verificatosi all'interno della galleria autostradale del S. Gottardo il 24 ottobre 2001, il collegamento autostradale Nord-Sud è stato bloccato all'intero traffico. Mentre le automobili hanno potuto utilizzare il passo del S. Gottardo, durante i lavori di riparazione della galleria il traffico pesante ha dovuto essere deviato sul S. Bernardino (A13). Con il trasferimento del traffico si è trasferito anche il carico inquinante sia atmosferico che fonico.

Lo studio *Umleitung Gotthard 2001 - Auswirkungen der Verkehrsverlagerung auf die Luft- und Lärmelastung in den Kantonen Graubünden, Tessin und Uri* [7], al quale ha con-

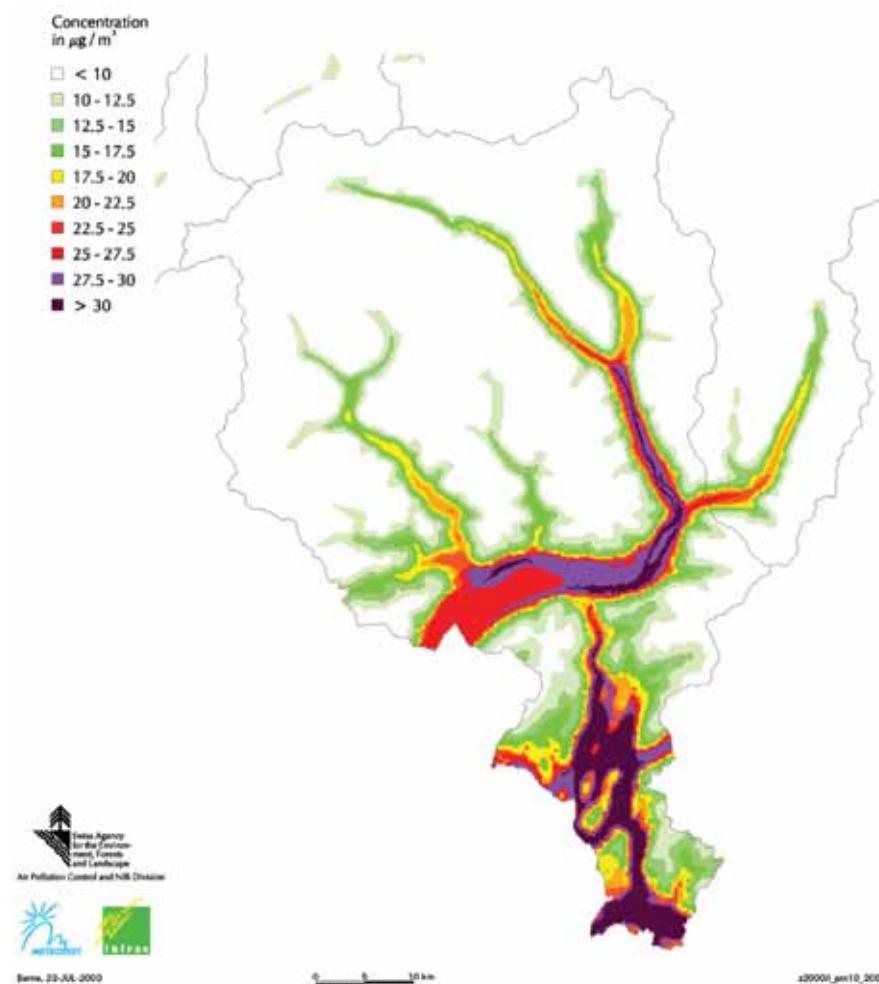
«Come l'ozono, anche le polveri sottili hanno un andamento molto stagionale, aggiungendo i valori più elevati tra ottobre e marzo.»

tribuito anche la Sezione protezione aria acqua e suolo (SPAAS), ha descritto i cambiamenti verificatisi sia a livello di carico ambientale sia di volumi di traffico nelle vallate interessate, e ha potuto contribuire alla conoscenza di diversi aspetti legati alla distribuzione spaziale degli inquinanti nelle vallate alpine e soprattutto di quelli correlati al traffico di veicoli pesanti. Le osservazioni fatte sono state confermate dalle valutazioni formulate nel giugno del 2006, quando il tunnel del S. Gottardo è stato chiuso completamente al traffico e il traffico deviato sull'asse del San Bernardino per circa un mese (*Umleitung Gotthard 2006 - Auswirkungen der Verkehrsverlagerung auf die Luft- und Lärmelastung in den Kantonen Graubünden, Tessin und Uri*) [8]).

Dalle indagini è emerso che l'influsso del trasferimento di traffico si è fatto sentire in una fascia di oltre 1 km attorno all'autostrada. E poiché nelle valli alpine, a causa della topografia e della meteorologia generalmente sfavorevoli, la stretta relazione tra volumi di traffico ed immissioni può essere notevolmente amplificata, in queste aree le concentrazioni di queste polveri superano abbondantemente i valori registrati nelle ore di punta in città come Zurigo.

Comunque sia, in generale le concentrazioni medie annue di PM10 nel Sopraceneri sono minori e i valori più elevati si registrano fino a 1,5 km di distanza dall'autostrada (v. la cartina C alla p. seguente) - ciò che induce a riteneare questa distanza quale ambito entro il quale misurare gli esiti di eventuali cambiamenti di regime di traffico autostradale, almeno nel nostro cantone. Nel Sottoceneri, invece, e in particolare negli agglomerati, le concentrazioni di PM10 dipendono anche da una presenza più marcata di altre fonti, da un maggiore traffico e da una certa quota di inquinamento "importato" da Sud, nonché da condizioni meteorologiche in generale più stagnanti. Le concentrazioni medie annue risultano quindi più elevate oscillando fra i 30 e i $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le concentrazioni medie di PM10 registrate lungo l'autostrada, invece, sono relativamente uniformi: nel 2007 a Moleno e Cami-

C Concentrazioni di PM10 in Ticino, 2000



gnolo sono state rispettivamente di 26 e 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ecco dunque una prima considerazione pertinente con la questione del traffico commerciale sull'A2 annunciata in apertura: da quanto poc'anzi detto discende che una riduzione media annua di 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, che dalle osservazioni fatte durante la chiusura del S. Gottardo corrisponde a circa 3.000 veicoli pesanti, porterebbe l'esposizione media intorno ai 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pari al limite OIAt, e migliorerebbe sensibilmente la qualità di vita della popolazione esposta - si noti - con maggiore beneficio per l'area sopraccenerina che è meno gravata da

altre fonti inquinanti. La riduzione avrebbe, beninteso, un effetto positivo anche nel Sottoceneri, dove però le concentrazioni medie resterebbero comunque ancora eccessive.

I costi del traffico commerciale in transito sulla A2 in Ticino

La situazione della qualità dell'aria per il territorio del Cantone Ticino suggerisce una evoluzione che pur tra segnali di

«Per il Ticino, sono stati stimati a 60 milioni di fr. i costi sanitari causati nel 2007 dal traffico commerciale di transito.»

miglioramento è marcata da aspetti critici relativi proprio ai fattori di rischio più importanti per la salute della popolazione: le combinazioni tra PM10, ozono e diossido d'azoto (v.tab. 7). Per le PM2,5, monitorate dal 2003 nelle stazioni dell'Osservatorio ambientale della Svizzera italiana di Camignolo e Moleno, purtroppo l'OIAt ancora non prevede limiti d'immissione nonostante risultino associate agli effetti più drammatici (mortalità).

Prendendo quindi in considerazione unicamente le PM10, poiché diossido d'azoto, ozono e PM2,5 non si profilano come buoni indicatori per stabilire una relazione dose-risposta attendibile, cercheremo di quantificare approssimativamente i costi per la salute che il Cantone Ticino deve sostenere per fare fronte al traffico commerciale di transito. Per fare ciò useremo un insieme di informazioni disponibili.

Innanzitutto, sappiamo quanti sono i transiti di veicoli pesanti (o commerciali, veicoli di peso superiore alle 3,5 t) che influenzano la qualità dell'aria del Cantone Ticino, attraversando in entrambe le direzioni i 111 km dell'A2 tra Chiasso e la galleria del Gotthardo: nel 2007 erano 3.362 passaggi al giorno in media per un totale di 963.000 passaggi all'anno [9]. Per l'evoluzione recente si veda la tabella 8, ma si tenga conto che nel 2006 sui passaggi medi ha pesato la chiusura della galleria del Gottardo per frana per un mese. In sostanza i transiti si sono ripartiti a livello del 2004.

Sappiamo inoltre che il peso mediamente trasportato da ciascun veicolo commerciale è di 11,3 tonnellate (v.tab. 9) [9].

Conosciamo, infine, dallo studio Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz 2005 [6], i costi per la salute provocati dai veicoli commerciali per tonnellata e chilometro: 0,0497 CHF².

Dunque, risulta che 963.000 veicoli commerciali, che trasportavano in media 11,3 t di merci ad un costo per la salute di 0,0497 CHF/tkm, su un percorso di 111 km, hanno

² La cifra di 0,0497 CHF/tkm si fonda su un costo indicizzato al 2005.

Osservazioni PM10, NO₂ e O₃ presso le stazioni di rilevamento autostradali,Ticino, 2003 - 2007

	2003	2004	2005	2006	2007
PM10 (media annua) in µg/m³					
Camignolo	24	26	32	30	28
Moleno	33	34	31	29	26
NO₂ (media annua) in µg/m³					
Camignolo	64	56	58	53	60
Moleno	44	46	48	45	46
O₃ (Numero superamenti del limite orario) in ore					
Camignolo	—	73	90	145	118
Moleno	—	195	241	400	—

Limite OIAt media annua	PM10	20 µg/m ³
Limite OIAt media annua	NO ₂	30 µg/m ³
Limite OIAt media media oraria massima	O ₃	120 µg/m ³ può essere superato per 1 ora/anno

Fonte: SPAAS,2008.



foto: Sezione protezione aria, acqua e suolo, Bellinzona

8 Passaggi di veicoli pesanti (commerciali),galleria del Gottardo,2003 - 2007

	2003	△	2004	△	2005	△	2006	△	2007
Passaggi veicoli pesanti (x 1.000)									
Galleria A2 Gottardo	1.004	- 3%	969	- 5%	925	- 7%	856	+ 13%	963

Fonte:UFT,2008.

9 Carico medio dei veicoli commerciali,galleria del Gottardo, 2004 - 2007

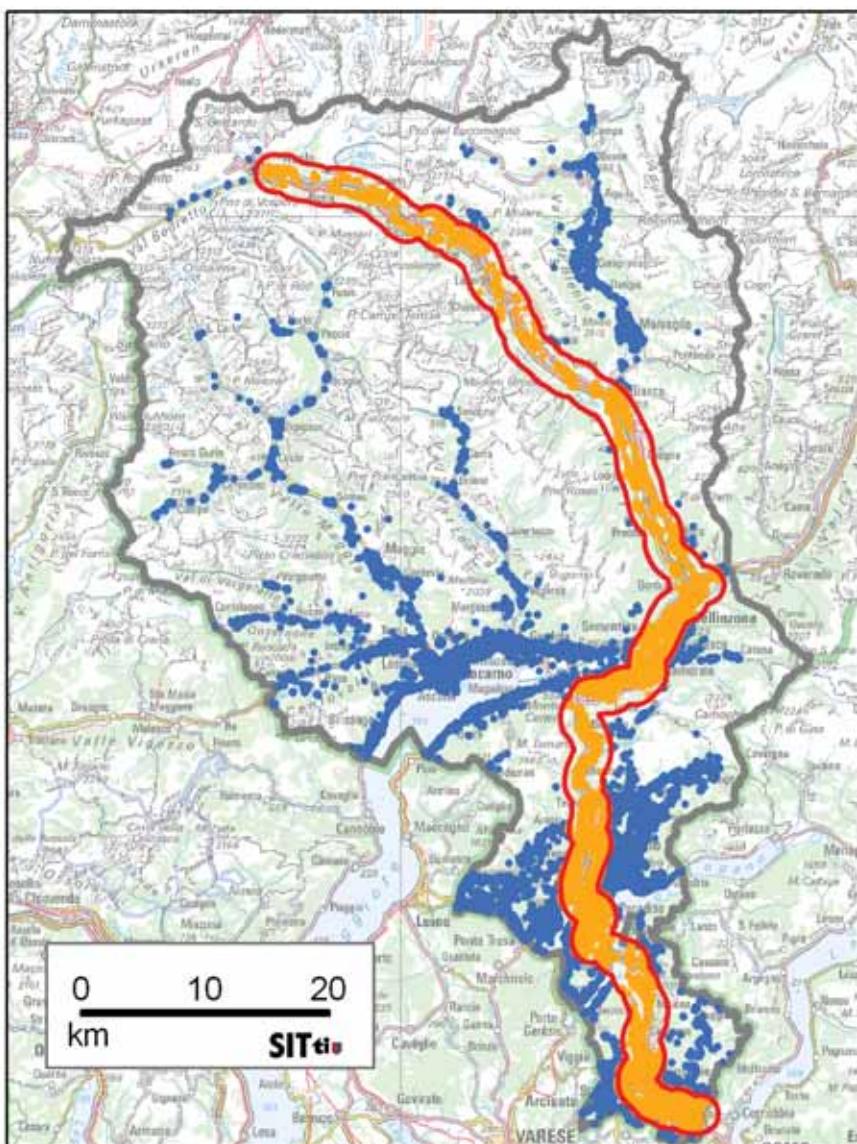
	2004	2005	2006	2007
Carico medio in t	2004	2005	2006	2007
Veicoli > 3,5 t	10,0	10,7	10,9	11,3

Fonte:UFT,2008.

causato costi della malattia per 60.032.177 di franchi ca., che ricadono sostanzialmente su una popolazione esposta di 149.642 persone residenti a una distanza di 1,5 km dal-

l'A2³ (v.fig.D alla p. seguente). In sostanza un costo stimato di 401,20 CHF pro capite per il 2007, dovuto esclusivamente al traffico pesante su gomma.

³ Popolazione residente nell'area descritta calcolata in base al censimento ufficiale del 2000 e aggiornata in proporzione alla crescita della popolazione economica del 2006 (ultimo dato demografico disponibile):+ 6,1 %. Dati USTAT.



Riprodotto con l'autorizzazione di swisstopo (BA081495)

I costi esterni per il Cantone per il traffico autostradale, dunque, sono in realtà molto superiori a quelli qui indicati.

Conclusioni

La stima avanzata non ha alcuna pretesa di attendibilità scientifica. Essa è intesa, piuttosto, a sgrossare l'ordine di grandezza dei costi generati dall'inquinamento da traffico merci in transito attraverso il Ticino in funzione della concentrazione di PM10, e quindi a sottolineare le importanti conseguenze di questo problema per la salute dei cittadini e per il

sistema sanitario cantonale. In questo senso, i principali fattori che influenzano la situazione cantonale nel prossimo futuro sono:

- l'evoluzione dei carburanti e della tecnologia dei motori a combustione (inquinanti ed emissioni);
- l'evoluzione del traffico sull'asse A2 (mercato e politica dei trasporti);
- l'evoluzione delle misure di lotta all'inquinamento atmosferico (strategie pubbliche).

Tenuto conto di questi fattori, si deve ritenere che se non si realizzano immediate ed efficaci riduzioni dell'inquinamento atmosferico, la grandezza dei costi sanitari che il

Cantone Ticino dovrà sopportare è di un ordine prossimo ai 60 Mio di franchi all'anno. Costi molto maggiori sono da prevedere qualora si contabilizzino tutte le reali esternalità negative causate dal sistema dei trasporti.

A questo proposito il Messaggio No 07.047 dell'8 giugno 2007 del Consiglio federale, concernente il progetto di legislazione sul traffico merci, prospetta i contenuti del dibattito sulle alternative in questione. In particolare, l'obiettivo della riduzione dei transiti merci attraverso l'arco alpino a 1 milione o 650.000 entro il 2011 deve essere considerato in relazione alla situazione attuale, e valutato in funzione del rapporto tra aumento o diminuzione dei veicoli pesanti e corrispondenti effetti in termini di salute e relativi costi.

L'ampiezza degli argomenti e degli studi sulla relazione tra traffico e salute, benché solo alcuni dei quali siano stati richiamati in questo testo, è ormai importante e molte sono le evidenze che possono essere profitvolmente impiegate a supporto dell'elaborazione di misure puntuali, di piani e di strategie.

Qui non è stato affrontato il tema degli effetti e dei costi dovuti al rumore provocato dal traffico sull'autostrada A2 che attraversa le strette valli del Ticino, né quello degli effetti sui bambini che pure sono oggetto di specifici studi in considerazione della sensibilità del loro sviluppo psicofisico al contesto di vita. Ciò dipende in parte dalla scarsità e dal tipo di informazioni disponibili per la realtà locale e in parte dalla necessità di limitare il documento.

Tuttavia nella letteratura ufficiale e in quella grigia (rapporti, analisi interne etc.) esistono molte altre informazioni riguardanti vari altri aspetti di questa relazione. Gli effetti sulla salute umana derivanti dall'inquinamento da traffico non sono gli unici rischi da scongiurare. Altri fattori molto importanti nel determinare gli esiti reali del traffico sulla qualità di vita dovrebbero essere presi in considerazione e integrare analisi multifattoriali orientate in senso operativo. A titolo d'esempio si noti che il traffico in generale influenza il benessere umano attraverso almeno cinque fattori tipici:

«Salute e benessere costituiscono gli esiti della combinazione di provvedimenti solo apparentemente estranei alle politiche non sanitarie.»

- inquinamento: immissioni nell'ambiente ed effetti sanitari diretti (aspetti epidemiologici);
- sicurezza: riduzione o aumento del rischio di incidenti (anche maggiori);
- attività fisica: promozione o depressione del movimento come fattore associato alla mobilità;
- accesso a beni e servizi: rischio di segregazione spaziale rispetto a beni e servizi primari;
- reti sociali: rischio di perturbamento delle dinamiche sociali interne alle collettività locali.

Altre influenze possono avversi anche su: sviluppo dell'occupazione, dell'economia, del turismo, valori immobiliari, qualità paesaggistica o altri ancora a seconda delle situazioni.

Tenere conto di questi elementi nelle politiche del traffico e della mobilità non significa, d'altra parte, impedire lo sviluppo delle reti stradali e delle attività ad esse associate. Significa, piuttosto, prevederne le implicazioni e ammettere la possibilità di modificarle o accompagnarle con misure integrative, in modo da garantire la salute e il benessere delle comunità interessate. Non farlo comporta, invece, di accettare l'eventualità di dovere intervenire a posteriori per arginare effetti controproduttivi, per curare patologie o per gestire possibili conflitti.

Approcci specifici, come la valutazione d'impatto sulla salute (VIS)⁴, permettono di tenere conto di un ampio numero di fattori e di fornire un supporto pratico alla pianificazione delle misure e delle politiche pubbliche. Altri approcci ancora, come la valutazione di sostenibilità, permettono contributi simili o comunque utili in tal senso.

In tutti i paesi avanzati sono ormai numerosi i rapporti di VIS realizzati per accompagnare progetti, programmi o politiche di traffico e mobilità, si tratti di provvedimenti di tipo urbano o extraurbano, di strade locali o grandi assi, di trasporto pubblico o privato. L'UE dal 2007 ha introdotto la VIS tra le sue procedure

⁴ Per maggiori informazioni si veda il sito della **Plateforme (suisse) sur l'Évaluation d'impact sur la santé** (www.impactsanite.ch) e quello dell'**Ufficio di promozione e valutazione sanitaria** (www.ti.ch/upvs).

obbligatorie e l'ha integrata nel Secondo programma d'azione comunitaria in materia di salute (2008-2013) all'art. 2⁵. Anche in Ticino si è cominciata la riflessione su questi temi e si è fatta una prima esperienza con lo studio di fattibilità della valutazione dell'impatto sulla salute del Piano dei trasporti del Mendrisiotto e Basso Ceresio (PTM) [10].

In conclusione, le opzioni sugli scenari futuri dovrebbero essere attentamente ponderate in funzione di elementi quali quelli esposti e in particolare dei rischi diretti e indiretti per la salute e per il benessere. Al di là degli effetti economici e ambientali, salute e benessere costituiscono, infatti, gli esiti della combinazione di provvedimenti di natura molto eterogenea e solo apparentemente estranei alle politiche non sanitarie. In tal senso questo documento si offre, ben al di fuori dei criteri della scientificità, quale primo elemento per l'identificazione di quei fattori critici su cui imperniare ulteriori approfondimenti. In altre parole, il contributo di questo documento è di portare l'attenzione sui fattori che dovrebbero essere oggetto di ulteriori analisi, principalmente di valutazioni di impatto sulla salute, che contribuiscano a identificare opzioni praticabili e al contempo vantaggiose per la salute dei cittadini, quindi prioritarie, tra tutte quelle che la politica, i costi, i molteplici interessi in gioco concedono a chi avrà il dovere di decidere. ■

Bibliografia⁶

[1] Krzyzanowski, M. et al. (2005), *Health effects of transport-related air pollution*, Copenhagen, WHO Regional Office for Europe. Disponibile anche online: <http://www.euro.who.int/document/e86650.pdf>.

[2] Ufficio protezione aria (2007), *La qualità dell'aria in Ticino. Rapporto 2006*, Bellinzona, Dipartimento del Territorio. Disponibile anche online: http://www.ti.ch/dt/da/spaa/uffpa/temi/divulg/analisi_aria/RQaria2006.pdf

[3] Medici G., Pittet Lafranchi S (2005), *Gli effetti nocivi delle polveri fini sulla salute umana*:

⁵ Azioni di cui all'articolo 2, paragrafo 2: 2.1.1. Promuovere iniziative volte ad aumentare il numero di anni di vita in buona salute e a promuovere l'invecchiamento attivo; sostenere provvedimenti volti a favorire e ad analizzare l'impatto della salute sulla produttività e sulla partecipazione al mercato del lavoro per contribuire al conseguimento degli obiettivi di Lisbona; sostenere misure intese a studiare l'impatto di altre politiche sulla salute.

strategia di lotta allo smog invernale al Sud delle Alpi, Lugano, Studi associati SA su mandato del Dipartimento del territorio.

[4] Dokumentationstelle Luftverschmutzung und Gesundheit (2005), *Pollution de l'air et santé 2005*, Basel, Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel.

[5] Sommer, Heini et al. (2004), *Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz: Aktualisierung für das Jahr 2000*, Bern, Bundesamt für Raumentwicklung ARE.

[6] Sommer, Heini et al. (2008), *Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz: Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten: Schlussbericht*, Bern und Zürich, Bundesamt für Raumentwicklung ARE und Bundesamt für Umwelt BAFU. Disponibile anche online: <http://www.are.admin.ch/themen/verkehr/00252/00472/00479/index.html>

[7] Fehr, R. et al. (2002), *Umleitung Gotthard 2001: Auswirkungen der Verkehrsverlagerung auf die Luft- und Lärmbelastung in den Kantonen Graubünden, Tessin und Uri*, Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Chur, Amt für Umwelt Graubünden, Altdorf, Amt für Umwelt Uri; Bellinzona, Dipartimento dell'ambiente. Disponibile anche online: http://www.umwelt-gr.ch/pdf-daten/gotthard_2001_neu.pdf

[8] Amt für Natur und Umwelt Graubünden (2006), *Umleitung Gotthard 2006: Auswirkungen der Verkehrsverlagerung auf die Luft- und Lärmbelastung in den Kantonen Graubünden, Tessin und Uri*, Bern, Bundesamt für Umwelt; Chur, Amt für Natur und Umwelt Graubünden, Altdorf, Amt für Umwelt Uri; Bellinzona, Dipartimento del territorio .

[9] Züst, W.; Kooijman, G.; Papke, L. (2008), *Güterverkehr durch die Schweizer Alpen 2007*, Bern, Bundesamt für Verkehr.

[10] Medici, G.; Medici Pronini, P.; Lafranchi, S. (2005), *Valutazione d'impatto sulla salute del Piano dei trasporti del Mendrisiotto e Basso Ceresio (PTM): impostazione metodologica e prospettive operative*, Lugano, Studi associati SA. Disponibile anche online: http://www.ti.ch/DSS/DSP/SezS/pdf/VIS_PTM_Rapporto_finale.pdf

⁶ Si ringraziano ARE, UFAM e la Dokumentationsstelle Luft+Gesundheit dell'Istituto di medicina sociale e preventiva dell'Università di Basilea per la collaborazione e per i documenti forniti.