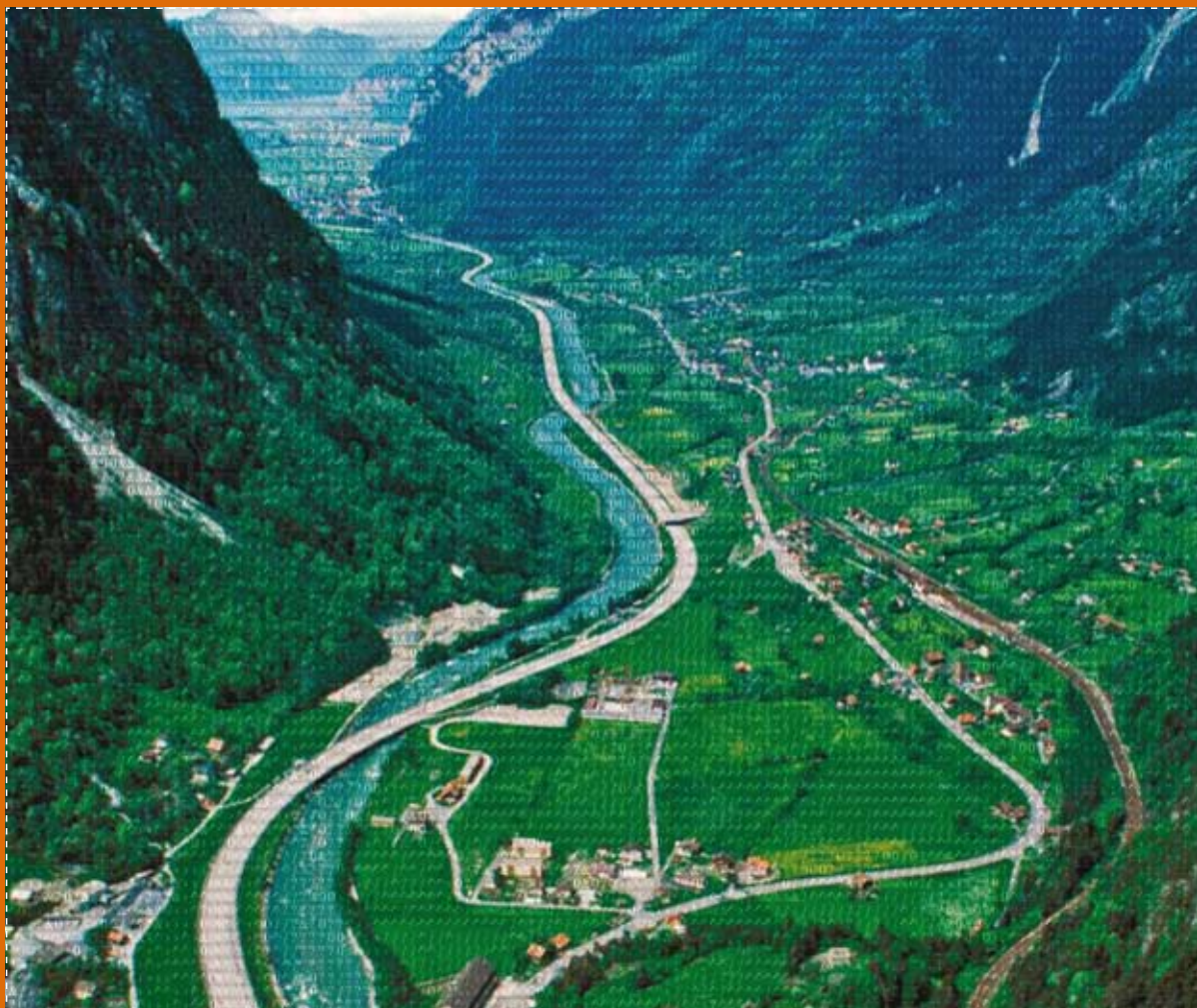


06  
07

# > Monitoraggio ambientale MMA-A

*Rapporto annuale 2005 sull'inquinamento atmosferico e fonico*



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM



06  
—  
07

# > Monitoraggio ambientale MMA-A

*Rapporto annuale 2005 sull'inquinamento atmosferico e fonico*

#### **Nota editoriale**

#### **Editore**

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

L'UFAM è un Ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC).

#### **Autore**

Klaus Kammer, divisione Clima, economia, osservazione ambientale, UFAM

#### **Contributi e commenti di esperti**

Marco Andretta (Canton TI), Peter Böhler (inNET), Natascha Kljun (Infras), Hanspeter Lötscher (Canton GR) nonché i membri dell'organizzazione di progetto MMA-A Groupe Scientifique

#### **Supervisione UFAM**

Hugo Amacker, Felix Reutimann, Marc-Hermann Schaffner

#### **Indicazione bibliografica**

Kammer K., 2007: Monitoraggio ambientale MMA-A. Rapporto annuale 2005 sull'inquinamento atmosferico e fonico. Stato dell'ambiente n. 0706. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. 35 p.

#### **Traduzione**

Chiara Francese-Marinolli, Basilea, in collaborazione con il Servizio linguistico italiano dell'UFAM

#### **Foto di copertina**

UFAM

#### **Scarica il PDF**

[www.ambiente-svizzera.ch/uz-0706-i](http://www.ambiente-svizzera.ch/uz-0706-i)

(versione a stampa non disponibile)

Codice: UZ-0706-I

© UFAM 2007

# > Indice

<b>Abstract</b>	<b>5</b>		
<b>Prefazione</b>	<b>7</b>		
<b>Panoramica dei dati principali</b>	<b>8</b>		
<hr/>			
<b>1</b>	<b>MMA-A: perché un monitoraggio ambientale?</b>	<b>11</b>	
1.1	Il monitoraggio ambientale delle misure di accompagnamento: un mandato politico	11	
1.2	Stazioni di misurazione: strumento importante del monitoraggio ambientale	11	
1.3	Traffico transalpino: nel mirino soprattutto il traffico merci	12	
1.3.1	Il traffico, fonte di inquinamento atmosferico e fonico	12	
1.3.2	Inquinamento atmosferico e fonico sulla A2 e sulla A 13: molteplici i fattori aggravanti, soprattutto sull'arco alpino	13	
<hr/>			
<b>2</b>	<b>Inquinamento atmosferico lungo la A2 e la A13</b>	<b>16</b>	
2.1	Emissioni di inquinanti sulla A2 e sulla A13 nelle regioni alpine	16	
2.1.1	Parametri relativi alle prestazioni chilometriche, al consumo di carburante e alle principali emissioni di inquinanti atmosferici nel 2005	16	
2.1.2	Confronto delle prestazioni chilometriche, del consumo di carburante e delle principali emissioni di inquinanti atmosferici nel 2000, 2003 e 2005	18	
2.2	Immissioni di inquinanti atmosferici lungo la A2 e la A13	20	
2.2.1	Dati 2005 sugli inquinanti soggetti ai valori limite dell'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAI)	20	
2.2.2	Dati 2005 sugli inquinanti non soggetti ai valori limite d'immissione della OIAI	20	
2.2.3	Evoluzione delle immissioni di inquinanti atmosferici dal 2003 al 2005	21	
2.3	Crescita o crollo improvvisi del traffico: conseguenze sulle misurazioni delle immissioni di inquinanti atmosferici (sull'esempio della chiusura del Gottardo nel 2006)	21	
2.3.1	Misurazioni sulla A2 presso Erstfeld e sulla A13 presso Rothenbrunnen durante la chiusura della galleria del San Gottardo nel 2006	21	
2.3.2	Misurazioni del biossido di azoto durante la deviazione del Gottardo sulla A13 nel 2006	23	
2.4	Riepilogo e interpretazione dei risultati del monitoraggio dell'aria	25	
<hr/>			
<b>3</b>	<b>Inquinamento fonico lungo la A2 e la A13</b>	<b>27</b>	
3.1	Inquinamento fonico presso le stazioni di misurazione lungo la A2 e la A13	27	
3.2	Inquinamento fonico nei giorni feriali e di domenica	29	
3.3	Inquinamento fonico causato dalla A2 in una valle alpina (esempio di Camignolo)	29	
3.4	Riepilogo e interpretazione dei dati relativi al monitoraggio dell'inquinamento fonico	33	
<hr/>			
	<b>Elenchi</b>		<b>34</b>
	Glossario		34
	Figure		35
	Tabelle		35



## > Abstract

In trans-alpine traffic the transport of people and of goods are important sources of air pollution and of noise. This report documents the 2005 results of measurements (MFU-U) of air pollution and noise along the A2 (Gotthard) and A13 (San Bernardino). These results are compared with those obtained in previous years. Heavy goods vehicles are the main emitters on the road, especially for oxides of nitrogen and fine particles, and in the early morning heavy goods vehicles are also largely responsible for the increase in noise on the road. Based on the short time-course of measurements, it would be premature to draw general conclusions on trends in air pollution or noise.

Im alpenquerenden Verkehr zählen neben dem Personenverkehr die Gütertransporte zu den wichtigen Luftschadstoff- und Lärmquellen. Der Bericht dokumentiert die Messresultate MFM-U des Jahres 2005 zur Luft- und Lärmbelastung entlang der A2 (Gotthard) und A13 (San Bernardino) und vergleicht diese mit den Vorjahren. Vor allem beim Ausstoss von Stickoxiden und Feinstaub ist der schwere Güterverkehr der Hauptemittent auf der Strasse, in den frühen Morgenstunden ist er massgeblich für den Lärmanstieg auf der Strasse verantwortlich. Aufgrund der kurzen Messreihen ist es sowohl im Luft- wie Lärmbereich verfrüht, allgemeine Trendaussagen zu machen.

Dans le trafic transalpin, le bruit et la pollution atmosphérique sont dus non seulement au transport de personnes mais aussi au trafic de marchandises. Le présent rapport fournit les résultats des mesures SMA-E de 2005 concernant les pollutions sonore et atmosphérique le long de l'A2 (Gotthard) et de l'A13 (San Bernardino) et les compare avec les résultats des années précédentes. Le trafic lourd est le principal émetteur d'oxydes d'azote et de poussières fines sur routes. Il est en outre responsable du bruit, particulièrement le matin. Toutefois, les séries de mesures étant trop courtes, il est prématuré de déduire des tendances générales aussi bien en matière de bruit que de qualité de l'air.

L'inquinamento atmosferico e fonico causato dal traffico di transito attraverso le Alpi è dovuto non soltanto al trasporto di persone ma anche al trasporto merci. Questo rapporto documenta i dati del MMA-A sull'inquinamento atmosferico e fonico del 2005 lungo l'A2 (Gottardo) e l'A13 (San Bernardino) e li confronta con quelli degli anni precedenti. Il traffico merci pesante è il principale emettitore su strada di ossidi di azoto e polveri fini. Inoltre, nelle prime ore del mattino, contribuisce in modo determinante all'aumento del rumore stradale. Tuttavia, la brevità della serie di misurazioni non permette ancora di definire delle tendenze generali, né per l'inquinamento atmosferico né per quello fonico.

**Keywords:**

Agreement on land transport, environmental monitoring, trans-alpine transport of goods

**Stichwörter:**

Landverkehrsabkommen, Umweltmonitoring, alpenquerender Güterverkehr

**Mots-clés :**

Transports terrestres, monitoring environnemental, trafic de marchandises transalpin

**Parole chiave:**

Accordo sul traffico di transito, monitoraggio ambientale, traffico merci attraverso le Alpi





---

## > Prefazione

L'evoluzione del traffico merci attraverso le Alpi e il successo delle misure di accompagnamento destinate alla strada e alla ferrovia sono valutati, conformemente all'articolo 3 della legge sul trasferimento del traffico (RS 740.1), dall'organizzazione di progetto Monitoraggio delle misure di accompagnamento (MMA), sotto la direzione dell'Ufficio federale dei trasporti (UFT). Ogni due anni, il Consiglio federale presenta un rapporto sul trasferimento del traffico dalla strada alla rotaia.

Il monitoraggio delle misure di accompagnamento ambientali (MMA-A) si prefigge di analizzare le conseguenze ambientali sia dell'Accordo sui trasporti terrestri concluso con l'Unione europea sia delle misure di accompagnamento. L'evoluzione del traffico merci su strada attraverso le Alpi e i relativi effetti sull'ambiente devono essere sottoposti a monitoraggio costante. Dal 2003, lungo le strade nazionali A2 e A13 vengono rilevati i dati relativi al traffico, all'aria e al rumore.

Questo rapporto presenta i dati relativi all'inquinamento atmosferico e fonico del 2005, illustrandone l'evoluzione dall'inizio delle misurazioni.

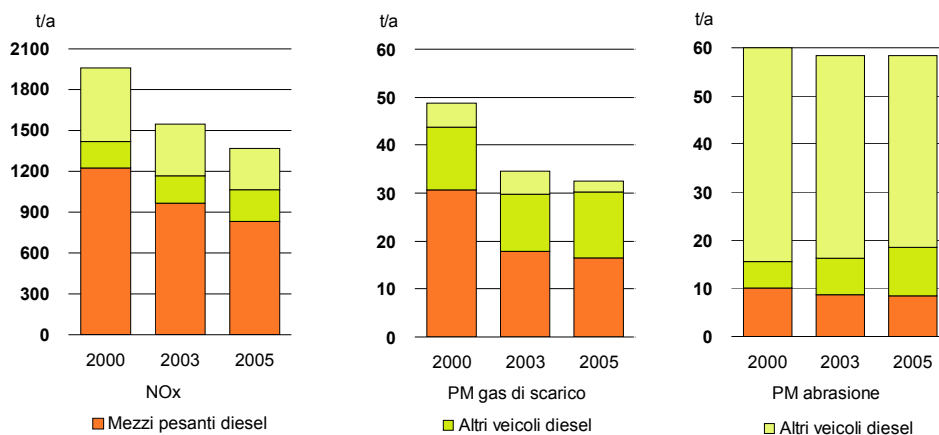
Arthur Mohr  
Capo della divisione Clima, economia, osservazione ambientale  
Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

## > Panoramica dei dati principali

### Inquinamento atmosferico lungo la A2 e la A13

Diminuzione delle emissioni del traffico stradale: in calo gli ossidi di azoto e le polveri fini emessi dai motori

Emissioni nel 2000, 2003 e 2005.



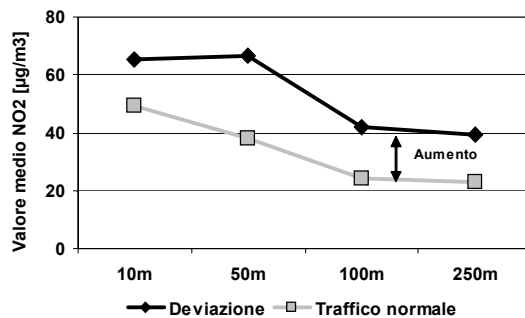
- > Le emissioni generate dal traffico globale sugli assi transalpini della A2 e della A13 hanno fatto registrare un calo tra il 2000 e il 2005.
- > Tale calo si è verificato prevalentemente nel periodo 2000–2003.
- > Sono state ridotte soprattutto le emissioni di ossidi di azoto e di polveri fini generate direttamente dai mezzi pesanti.
- > Il calo delle emissioni è innanzitutto una conseguenza dei progressi compiuti nelle tecnologie applicate ai motori e, per quanto riguarda il traffico merci pesante, anche una conseguenza della diminuzione dei transiti attraverso le Alpi.

### Misurazioni delle immissioni: nessuna variazione di rilievo dall'inizio delle misurazioni

- Tra il 2003 e il 2005, le concentrazioni degli inquinanti NO<sub>2</sub> e PM10, per le quali la legge prevede valori limite, hanno subito variazioni minime (si veda la tabella 4 a pagina 21).
- Il periodo di misurazione è però ancora troppo breve per poter delineare una chiara tendenza.

### Più traffico, più inquinanti

**Chiusura del Gottardo nel 2006: inquinamento da NO<sub>2</sub> in prossimità della A13 durante e dopo la deviazione presso Rothenbrunnen.**

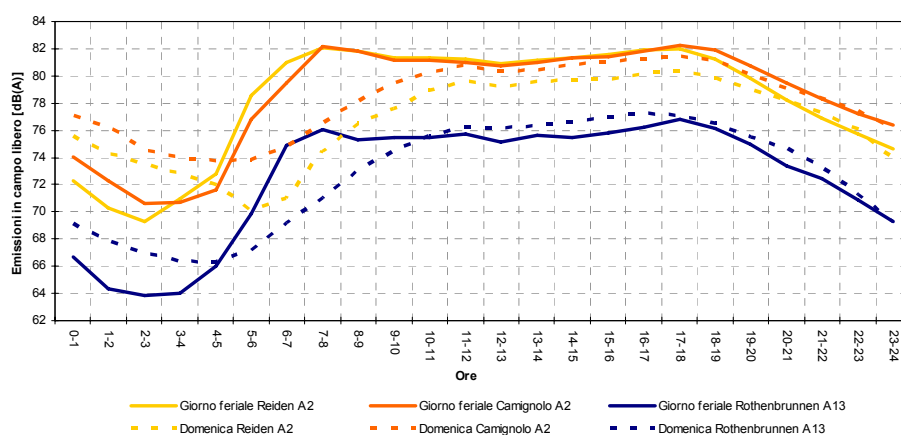


- Nel giugno del 2006, durante la chiusura a gran parte del traffico della galleria del San Gottardo, il numero di mezzi pesanti in transito attraverso il San Bernardino è salito notevolmente. Di riflesso, ha subito un forte aumento anche l'inquinamento atmosferico.
- Durante la chiusura del Gottardo, a circa 250 m di distanza dalla A13 il valore dell'inquinamento da ossido di azoto è raddoppiato.

## Inquinamento fonico lungo la A2 e la A13

Inquinamento fonico: le prime ore del mattino sono le più critiche

Evoluzione media giornaliera del rumore nel 2005 sulla base di 3 stazioni di misurazione.



- Nei giorni feriali (da lunedì a venerdì), il livello del rumore prodotto dal traffico stradale aumenta drasticamente a partire dalle 5 del mattino, quando scade il divieto di circolazione notturna per i mezzi pesanti.
- 1–2 ore più tardi, verso le 7 del mattino, si raggiunge un primo picco massimo del rumore dovuto al traffico pendolare; l'inquinamento fonico rimane più o meno costante durante l'intera giornata, fino alle prime ore della sera.
- Di domenica, il rumore inizia ad aumentare più tardi e rimane solitamente al di sotto dei livelli raggiunti nei giorni feriali.

# 1 > MMA-A: perché un monitoraggio ambientale?

---

## 1.1 Il monitoraggio ambientale delle misure di accompagnamento: un mandato politico

L'accordo sui trasporti terrestri concluso tra la Svizzera e l'UE liberalizza e armonizza il traffico stradale europeo con quello del nostro Paese. L'accordo prevede fra l'altro l'ammissione sulle strade svizzere di mezzi per il trasporto merci più grandi e pesanti. Il peso massimo consentito per gli autocarri è andato sempre più aumentando, passando dalle 28 alle 40 tonnellate attualmente in vigore. Dal canto suo, l'UE accetta però una politica svizzera dei trasporti orientata al trasferimento dalla strada alla ferrovia del traffico merci in transito attraverso le Alpi. In questo modo, si vuole tra l'altro ridurre l'inquinamento ambientale lungo i principali collegamenti stradali transalpini. Con l'applicazione dell'accordo sui trasporti terrestri, l'interpellanza Stadler del 6 giugno 2000 ha invitato il Consiglio federale a monitorare le future conseguenze ambientali dell'accordo e a illustrarne l'evoluzione<sup>1</sup>.

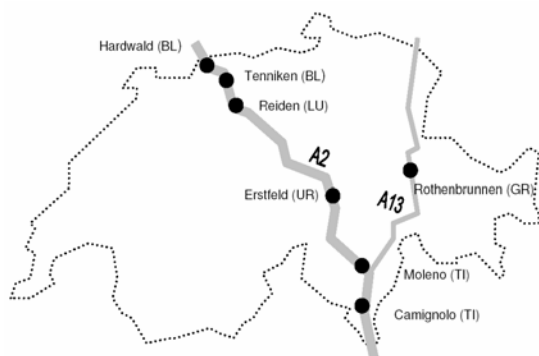
## 1.2 Stazioni di misurazione: strumento importante del monitoraggio ambientale

Dall'inizio del 2003, i dati sull'inquinamento atmosferico e fonico causato dal traffico merci su strada lungo i due principali assi di collegamento nord-sud sono rilevati dalle stazioni di misurazione dislocate lungo l'autostrada A2 del Gottardo e l'autostrada A13 del San Bernardino. Le informazioni raccolte sull'arco di più anni consentono di trarre alcune conclusioni sui cambiamenti osservati a livello di inquinamento atmosferico e fonico<sup>2</sup>. Ciò permette di delineare delle tendenze, mettendole in relazione con il volume di traffico, la composizione del traffico e i progressi tecnologici. L'attenzione è rivolta in particolare al traffico merci su strada attraverso le Alpi.

<sup>1</sup> Per un confronto si rimanda anche alla relazione TERM (Transport and Environment Reporting Mechanism) dell'Agenzia europea per l'ambiente; la relazione si basa su indicatori specifici ed esamina l'evoluzione del traffico e dell'ambiente in Europa (si veda [http://themes.eea.europa.eu/Sectors\\_and\\_activities/transport/indicators](http://themes.eea.europa.eu/Sectors_and_activities/transport/indicators)).

<sup>2</sup> Si veda anche <http://www.umwelt-schweiz.ch/mfm-u>.

Fig. 1 > Stazioni di misurazione MMA-A lungo la A2 e la A13.



### 1.3 Traffico transalpino: nel mirino soprattutto il traffico merci

#### 1.3.1 Il traffico, fonte di inquinamento atmosferico e fonico

La combustione dei carburanti nei veicoli a motore genera diversi inquinanti che giungono poi nell'aria. Grazie all'evoluzione tecnica dei motori, queste emissioni stanno in generale diminuendo; vi è tuttavia il rischio che tale effetto positivo sia annullato da un aumento significativo del traffico. Le emissioni annue degli inquinanti continuano però a essere elevate: nel Cantone di Uri, per esempio, si calcola che l'80 % circa delle emissioni complessive di ossidi di azoto sia generato dal traffico, in particolare dal traffico sulla A2<sup>3</sup>. Se si confrontano i fattori di emissione (ovvero la quantità di inquinanti emessa da un singolo veicolo per chilometro percorso) di diverse categorie di veicoli, risulta che, rispetto a un'automobile, un mezzo pesante (autocarro, autocarro con rimorchio o autoarticolato, si veda il glossario) produce molte più sostanze inquinanti e molto più rumore<sup>4</sup>. Vi sono grosse differenze tra veicoli a benzina e veicoli diesel (dei secondi fanno parte tra gli altri tutti i mezzi pesanti adibiti al trasporto merci). Se paragonata a un'automobile con motore a benzina, un'autovettura diesel emette più ossidi di azoto NO<sub>x</sub> e polveri fini PM<sub>10</sub>, ma meno monossido di carbonio CO e composti organici volatili (COV).

<sup>3</sup> Fonte: catasto delle emissioni del Canton Uri, 'EmUR' (stato 2000), si veda anche <http://www.afu-uri.ch/i4Def.aspx?tabindex=0&tabid=480>. L'EmUR è attualmente in corso di aggiornamento.

<sup>4</sup> Un autobus produce la stessa quantità di emissioni inquinanti di un mezzo pesante: dato però che il numero di autobus in circolazione è nettamente inferiore a quello dei mezzi pesanti, le emissioni degli autobus sono decisamente meno rilevanti.

**Tab. 1 > Fattori di emissione dei mezzi pesanti e delle automobili sugli assi transalpini nel 2005.**

*PM exh (exhaust) è il termine tecnico usato per indicare le polveri fini emesse direttamente dal tubo di scappamento attraverso i gas di scarico; PM non-exh indica il particolato fine prodotto durante i processi di abrasione (di freni, pneumatici e manto stradale). Gli ossidi di azoto (NOx) e le polveri fini (PM) sono classificati tra i principali inquinanti generati dal traffico stradale.*

<i>Assi di transito alpini A2 e A13 (Altdorf – Bellinzona – Bonaduz)</i>			
Categoria di veicoli	NOx g/km-veicolo	PM exh g/km-veicolo	PM non-exh g/km-veicolo
Mezzi pesanti diesel	7.27	0.14	0.07
Automobili a benzina	0.33	0.00	0.05
Automobili diesel	0.57	0.05	0.05

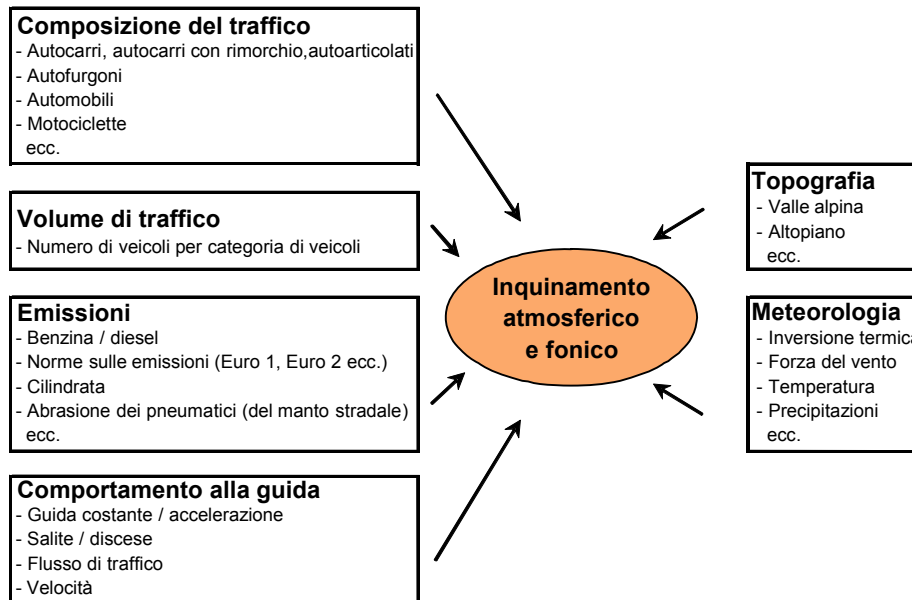
Sebbene i progressi tecnologici in ambito motoristico abbiano consentito, negli ultimi anni, di ridurle notevolmente, le emissioni di inquinanti prodotte dai mezzi pesanti continuano a essere una delle principali fonti d'inquinamento sulle strade. La tabella 1 (si veda sopra) mette a confronto, per l'anno 2005, le principali emissioni di sostanze inquinanti di un mezzo pesante, di un'automobile a benzina e di un'automobile diesel (per ogni categoria è indicato un veicolo "medio" per le regioni alpine). "Medio" si riferisce alla media di tutte le norme relative al peso e ai gas di scarico (classi Euro).

Per quanto riguarda le emissioni di rumore, un mezzo pesante produce, a pari velocità, lo stesso rumore di circa 10 automobili.

### 1.3.2 **Inquinamento atmosferico e fonico sulla A2 e sulla A 13: molteplici i fattori aggravanti, soprattutto sull'arco alpino**

Le ripercussioni ambientali del traffico sulla A2 e sulla A13 sono influenzate da molteplici fattori (si veda fig. 2). Intervengono da un lato fattori quali la composizione del traffico, il volume del traffico, le emissioni generate dai veicoli e il comportamento alla guida; dall'altro vi sono fattori esterni quali, ad esempio, la topografia e la meteorologia, che influenzano la capacità di concentrazione e diffusione nell'aria delle emissioni inquinanti.

**Fig. 2** > Fattori che influenzano l'inquinamento atmosferico e fonico prodotto dal traffico stradale.



La composizione e il volume del traffico, le emissioni generate dai veicoli e il comportamento alla guida sono determinati da esigenze e intenti economici, politici nonché individuali, mentre non possono essere influenzati i fattori topografia e meteorologia, ovvero quelli dominanti nelle regioni alpine.

Le *inversioni* termiche sono un fenomeno meteorologico critico per l'igiene dell'aria, poiché impediscono il ricambio dell'aria con gli strati superiori. Nelle valli alpine tale fenomeno è accentuato soprattutto nelle ore notturne e nella stagione invernale. Tutti gli inquinanti emessi si accumulano nella massa d'aria situata a circa 50 metri dal terreno. Le inversioni termiche sono un fattore critico anche per l'inquinamento fonico: quando vengono rotte, le onde sonore si propagano infatti in una o nell'altra direzione, ma non verso l'alto, bensì lungo lo strato di inversione, che le devia. Inoltre, vengono attutate in maniera nettamente inferiore. A causa dell'inversione termica, l'inquinamento fonico può aumentare anche di 5 dB.

La *topografia* può dal canto suo accentuare ulteriormente l'effetto delle inversioni termiche. Le masse d'aria non possono infatti disperdersi né verticalmente, né orizzontalmente. Pertanto, una stessa quantità di emissioni può in media generare, nelle regioni alpine, una concentrazione di immissioni anche di tre volte superiore a quella dell'Altopiano. Di notte, la stessa quantità di emissioni può generare una concentrazione di immissioni di quattro volte superiore a quella diurna. I tratti in salita o discesa hanno un ruolo decisivo, poiché vi si fa maggiormente uso delle marce basse, con un conseguente aumento delle emissioni di sostanze inquinanti e del rumore prodotto dai motori. I versanti delle valli riflettono inoltre le onde sonore, finendo talvolta per accentuare le immissioni di rumori.



---

Oltre alle emissioni del traffico stradale, le altre fonti di inquinamento atmosferico e fonico nelle regioni alpine sono il traffico ferroviario, le attività industriali e artigianali locali nonché l'agricoltura. Durante il periodo invernale, nelle valli meridionali delle Alpi hanno un forte impatto ambientale anche gli impianti a combustione alimentati con legna.

## 2 > Inquinamento atmosferico lungo la A2 e la A13

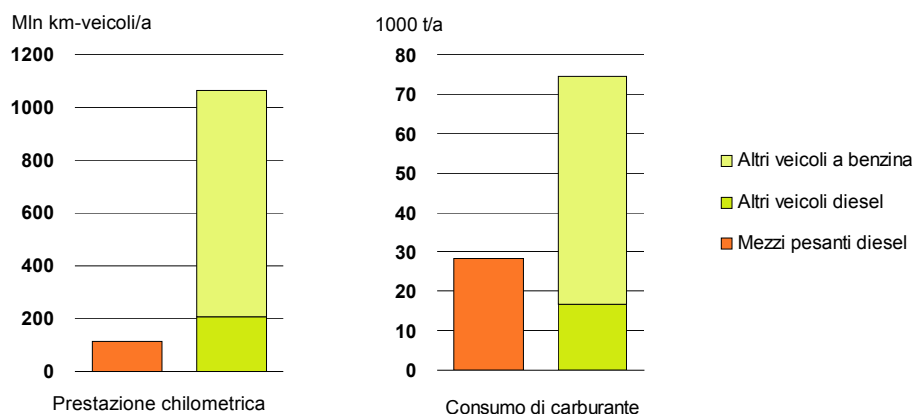
### 2.1 Emissioni di inquinanti sulla A2 e sulla A13 nelle regioni alpine

#### 2.1.1 Parametri relativi alle prestazioni chilometriche, al consumo di carburante e alle principali emissioni di inquinanti atmosferici nel 2005

I veicoli stradali emettono inquinanti atmosferici. Queste sostanze sono state calcolate, per i tratti transalpini della A2 e della A13, sulla base di fattori di emissione e delle prestazioni chilometriche (numero di chilometri percorsi per unità di tempo) stabilite per le singole categorie di veicoli<sup>5</sup>.

**Fig. 3 > Prestazioni chilometriche e consumo di carburante dei mezzi pesanti e degli altri veicoli sugli assi transalpini della A2 e della A13 (da Altdorf a Bellinzona e da Bonaduz a Bellinzona).**

#### Prestazione chilometrica e consumo di carburante nel 2005



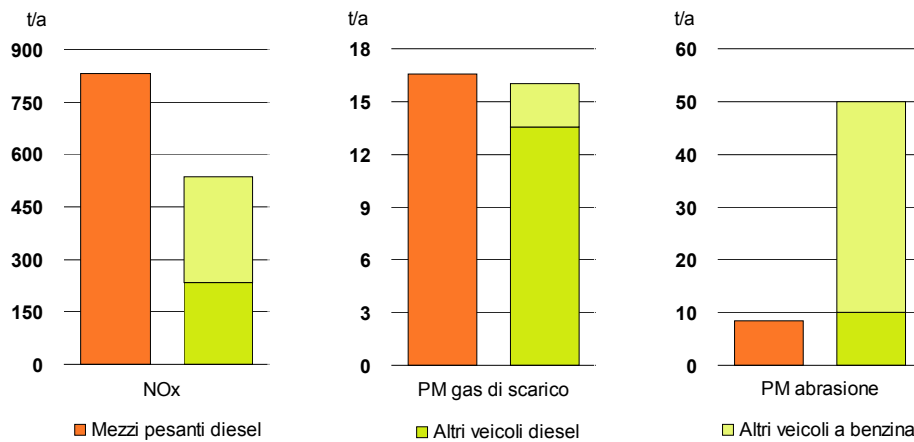
Nel 2005, le prestazioni chilometriche del traffico globale sulla A2 e sulla A13 nel tratto alpino, vale a dire tra Altdorf e Bellinzona e tra Bonaduz e Bellinzona, hanno toccato quota 180 milioni di chilometri-veicolo. Il 10% circa di queste prestazioni chilometriche sono state percorse dai mezzi pesanti, il rimanente 90% dagli altri veicoli. Nel 2005, il traffico pesante ha consumato il 30% circa di tutto il carburante usato dal traffico globale (pari a circa 100 000 t/a).

<sup>5</sup> Per informazioni più dettagliate sui rilevamenti del traffico merci transalpino si veda <http://www.are.admin.ch/are/de/verkehr/verkehrsobservatorium/index.html>.

Nel 2005, più o meno due terzi di tutto il diesel consumato sui tratti esaminati (circa 45 000 t/a) sono stati usati dal traffico pesante, il rimanente terzo dagli altri veicoli

**Fig. 4** > Emissioni di NOx e polveri fini (dei gas di scarico e dei processi di abrasione di freni, pneumatici e manto stradale) dei mezzi pesanti e degli altri veicoli sugli assi transalpini della A2 e della A13 (da Altdorf a Bellinzona e da Bonaduz a Bellinzona).

#### Emissioni nel 2005

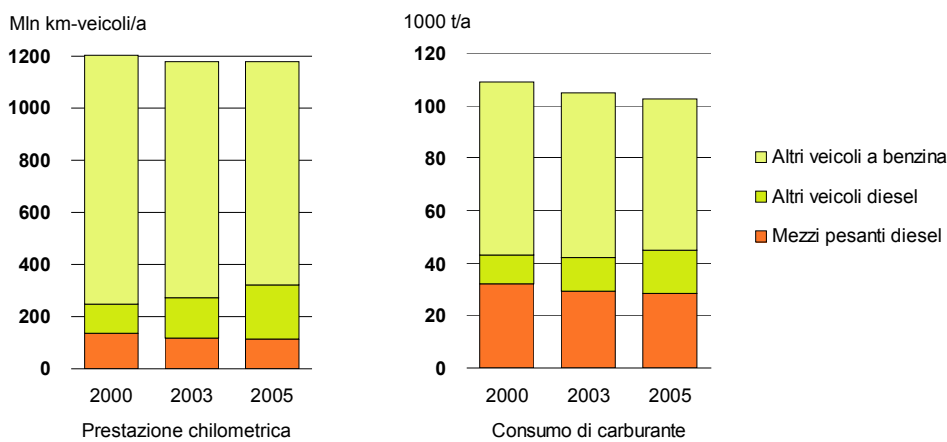


Pur con una prestazione chilometrica 10 volte inferiore, i gas di scarico dei mezzi pesanti sono risultati essere la principale fonte di emissione di NOx e polveri fini PM10. L'emissione di polveri fini causate dai processi di abrasione di freni, pneumatici e manto stradale risulta invece essere una chiara prerogativa degli altri veicoli.

## 2.1.2 Confronto delle prestazioni chilometriche, del consumo di carburante e delle principali emissioni di inquinanti atmosferici nel 2000, 2003 e 2005

**Fig. 5** > Prestazioni chilometriche e consumo di carburante dei mezzi pesanti e degli altri veicoli sugli assi transalpini della A2 e della A13 (da Altdorf a Bellinzona e da Bonaduz a Bellinzona) negli anni 2000, 2003 e 2005.

### Prestazione chilometrica e consumo di carburante nel 2000, 2003 e 2005

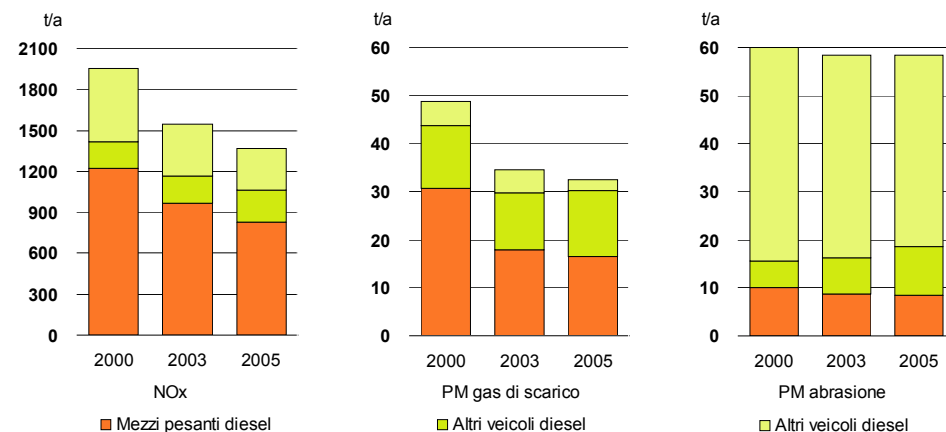


Nel periodo 2000–2005, le prestazioni chilometriche del traffico pesante sono diminuite del 15,5% circa in ragione del calo del numero di transiti attraverso le Alpi; le prestazioni chilometriche degli altri veicoli si sono contratte dello 0,5%.

Tra il 2000 e il 2005, il consumo di carburante del traffico globale si è ridotto del 6% circa. È diminuito anche il consumo di carburante da parte dei mezzi pesanti. Limitando l'analisi alla sola categoria dei veicoli a motore diesel, che comprendono i mezzi pesanti adibiti al trasporto merci, ma anche gli autobus, gli autofurgoni e le automobili, vediamo che il consumo del diesel è leggermente aumentato nel periodo 2000–2005. Questo perché il diesel è sempre più diffuso, soprattutto tra le automobili.

**Fig. 6** > Emissioni di NOx e polveri fini (dei gas di scarico e dei processi di abrasione di freni, pneumatici e manto stradale) dei mezzi pesanti e degli altri veicoli sugli assi transalpini della A2 e della A13 (da Altdorf a Bellinzona e da Bonaduz a Bellinzona) negli anni 2000, 2003 e 2005.

#### Emissioni nel 2000, 2003 e 2005



Nelle regioni alpine, le emissioni del traffico globale sulla A2 e sulla A13 sono diminuite. Il calo delle emissioni di ossidi di azoto e polveri fini tra il 2000 e il 2005 è innanzitutto una conseguenza dei progressi compiuti nelle tecnologie applicate ai motori e, per quanto riguarda il traffico merci pesante, anche una conseguenza della diminuzione dei transiti attraverso le Alpi. Il traffico merci è la principale fonte di ossidi di azoto e di particelle di fuliggine cancerogene, mentre il traffico delle automobili è la fonte principale di polveri fini causate dai processi di abrasione di freni, pneumatici e manto stradale.

Nel periodo 2000–2005, le emissioni di ossidi di azoto generate dal traffico globale sono diminuite del 30% circa, a cui i mezzi pesanti hanno contribuito per due terzi circa. La regressione più marcata si è registrata tra il 2000 e il 2003.

Nel 2000, le emissioni di polveri fini emesse con i gas di scarico dei mezzi pesanti sono ancora aumentate del 65% rispetto a quelle degli altri veicoli. Nel 2005, queste emissioni prodotte dai mezzi pesanti sono state più o meno equivalenti a quelle degli altri veicoli. Complessivamente, nel periodo 2000–2005 le emissioni di polveri fini attraverso i gas di scarico sono diminuite del 30% circa. L'85% circa di questa riduzione può essere attribuita al traffico pesante. La regressione più marcata si è registrata tra il 2000 e il 2003.

Per quanto riguarda le polveri fini generate dall'abrasione di freni, pneumatici e manto stradale, i livelli rilevati nel 2005 sui tratti della A2 e della A13 a cavallo delle Alpi sono rimasti praticamente invariati rispetto al 2000. La fonte principale di queste polveri fini sono stati gli altri veicoli: le loro emissioni dovute ai processi di abrasione sono quasi sette volte superiori a quelle dei mezzi pesanti.

## 2.2 Immissioni di inquinanti atmosferici lungo la A2 e la A13

### 2.2.1 Dati 2005 sugli inquinanti soggetti ai valori limite dell'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA)

Tab. 2 > Dati 2005 relativi agli ossidi di azoto e alle polveri fini. Valori limite secondo l'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA).

Inquinante	Parametro	Unità	Valore limite	Stazione di misurazione						
				Hardwald	Reiden	Erstfeld	Moleno	Camignolo	Rothenbrunnen	
Valori 2005				CH	BL	LU	UR	TI	TI	GR
NO <sub>2</sub>	Valore medio annuo	µg/m <sup>3</sup>	30	56	33	42	50	59	24	
	95° percentile	µg/m <sup>3</sup>	100	101	69	81	99	112	53	
	Valore medio giornaliero > 80 µg/m <sup>3</sup>	Giorni	1	13	4	3	24	47	--	
PM10	Valore medio annuo	µg/m <sup>3</sup>	20	28	25	24	28	29	15	
	Valore medio giornaliero > 50 µg/m <sup>3</sup>	Giorni	1	26	23	8	52	37	--	

Lungo la A2, tutte le stazioni hanno rilevato valori limite di immissione per il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e le polveri fini (PM10) superiori a quelli stabiliti dall'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA). Sulla A13, le immissioni si sono mantenute entro i limiti prefissati. Le concentrazioni più elevate di inquinanti lungo l'autostrada si sono registrate nell'agglomerato di Basilea e nelle valli alpine del Ticino.

### 2.2.2 Dati 2005 sugli inquinanti non soggetti ai valori limite d'immissione della OIA

Oltre alle sostanze inquinanti per le quali la legge sancisce precisi limiti d'immissione ve ne sono altre prodotte durante la combustione nei motori diesel. Si tratta dell'ossido di azoto (NO), della fuliggine (black carbon), del particolato fine e degli idrocarburi policiclici aromatici (PAH). Due stazioni di misurazione rilevano i livelli di toluene e benzene, mentre altre due misurano gli inquinanti emessi dai motori a benzina.

Tab. 3 > Dati 2005 relativi agli inquinanti non soggetti ai valori limite d'immissione secondo la OIA.

Valori tra parentesi = dati disponibili non sufficienti secondo le raccomandazioni in materia di immissioni (<90%).

Inquinante	Unità	Stazione di misurazione					
		Hardwald	Reiden	Erstfeld	Moleno	Camignolo	Rothenbrunnen
Valori medi annui 2005		BL	LU	UR	TI	TI	GR
NO	µg/m <sup>3</sup>	102	41	42	87	97	17
NOx	ppb	111	50	56	93	106	27
Benzene	µg/m <sup>3</sup>	--	--	0.56	0.85	--	(0.28)
Toluene	µg/m <sup>3</sup>	--	--	1.07	1.89	--	(0.98)
Fuliggine	µg/m <sup>3</sup>	8.60	3.70	5.86	4.58	4.60	4.06
Particolato	Mrd p/m <sup>3</sup>	(64)	(34)	(32)		(101)	(18)
PAH	ng/m <sup>3</sup>	--	--	57	(57)	(50)	29

### 2.2.3 Evoluzione delle immissioni di inquinanti atmosferici dal 2003 al 2005

**Tab. 4** > Inquinamento atmosferico presso le stazioni MMA-A lungo la A2 e la A13

Valori tra parentesi = dati disponibili non sufficienti secondo le raccomandazioni in materia di immissioni (<90%).

Inquinante	Parametro	Valore limite	Unità	Stazione di misurazione					
				Hardwald	Reiden	Erstfeld	Moleno	Camignolo	Rothenbrunnen
				BL	LU	UR	TI	TI	GR
NO <sub>2</sub>	Valore medio annuo 2003	30	µg/m <sup>3</sup>	59	35	45	49	(65)	28
	Valore medio annuo 2004	30	µg/m <sup>3</sup>	54	33	41	48	58	24
	Valore medio annuo 2005	30	µg/m <sup>3</sup>	56	33	42	50	59	24
PM10	Valore medio annuo 2003	20	µg/m <sup>3</sup>	31	29	22	(29)	(29)	17
	Valore medio annuo 2004	20	µg/m <sup>3</sup>	28	23	21	27	28	15
	Valore medio annuo 2005	20	µg/m <sup>3</sup>	28	25	24	28	29	15

Tra il 2003 e il 2005, le variazioni delle concentrazioni di inquinanti per i quali sono previsti limiti di legge (NO<sub>2</sub> e PM10) sono state minime. Il periodo di misurazione è ancora troppo breve per poter delineare precise tendenze.

### 2.3 Crescita o crollo improvvisi del traffico: conseguenze sulle misurazioni delle immissioni di inquinanti atmosferici (sull'esempio della chiusura del Gottardo nel 2006)

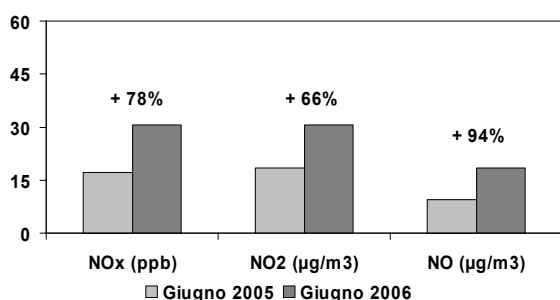
#### 2.3.1 Misurazioni sulla A2 presso Erstfeld e sulla A13 presso Rothenbrunnen durante la chiusura della galleria del San Gottardo nel 2006

In seguito alla caduta di massi sulla A2 nei pressi di Gurtellen (Canton Uri), per quasi tutto il mese di giugno 2006 la A2 è rimasta chiusa a gran parte del traffico, che, di conseguenza, si è riversato in prevalenza sulla A13 (San Bernardino). Parallelamente si è registrato anche un netto trasferimento dell'inquinamento atmosferico sull'arco alpino provocato dal traffico stradale lungo i due principali assi di transito nord-sud della Svizzera. L'inquinamento atmosferico è diminuito lungo la A2 nel Cantone di Uri e nel Ticino settentrionale, mentre è invece aumentato lungo la A13 nei Grigioni.

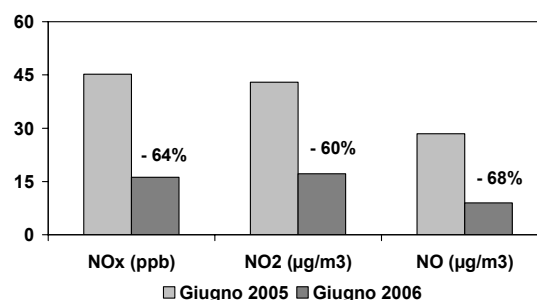
A giugno 2006, il traffico globale sul San Bernardino toccava quota 443 000 veicoli, vale a dire più del doppio rispetto a giugno del 2005 (quando i veicoli erano stati 181 000). In entrambi i mesi di riferimento, i mezzi pesanti si sono pressoché quadruplicati, passando da circa 13 000 a circa 51 000 veicoli.

**Fig. 7** > Trasferimento dalla A2 alla A13 dell'inquinamento da ossido di azoto e polveri fini in seguito alla chiusura del Gottardo<sup>6</sup>.  
Confronto tra la media mensile di giugno 2005 e di giugno 2006.

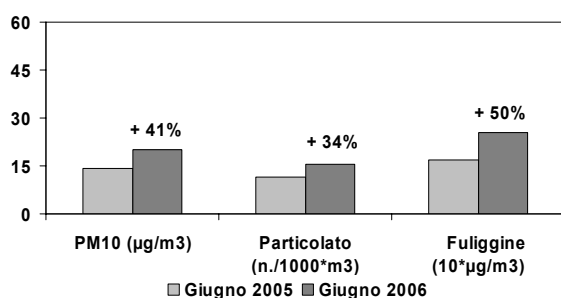
#### A13 – Rothenbrunnen



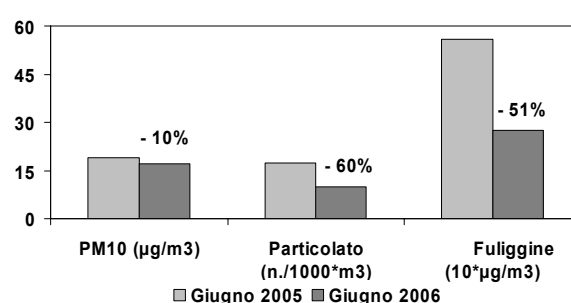
#### A2 – Erstfeld



#### A13 – Rothenbrunnen



#### A2 – Erstfeld



Le sostanze inquinanti emesse in grandi quantità dai veicoli diesel (ossido di azoto, particolato, fuliggine) hanno registrato un netto aumento e un netto calo. L'inquinamento da ossido di azoto (NOx) è cresciuto dell'80% circa presso la stazione di Rothenbrunnen, sulla A13, mentre è diminuito di un buon 60% presso Erstfeld, sulla A2. Presso le stesse stazioni, l'inquinamento da fuliggine ha segnato un incremento e una contrazione del 50%. Anche i valori del particolato hanno subito un chiaro aumento e una chiara diminuzione.

Se confrontiamo invece i dati relativi ai PM10, vediamo che a Rothenbrunnen l'aumento è stato netto, mentre è stata molto meno marcata invece la diminuzione a Erstfeld<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> I valori medi mensili di giugno 2006 sono stati corretti della differenza giugno 2006 meno giugno 2005 delle stazioni di rilevamento non esposte alla A2 e alla A13 (es.: stazioni NABEL di Magadino e Sion, stazione OSTLUFT di Vaduz). Si è voluto in tal modo garantire che le variazioni non fossero riconducibili a un trend nazionale causato per esempio dal maltempo.

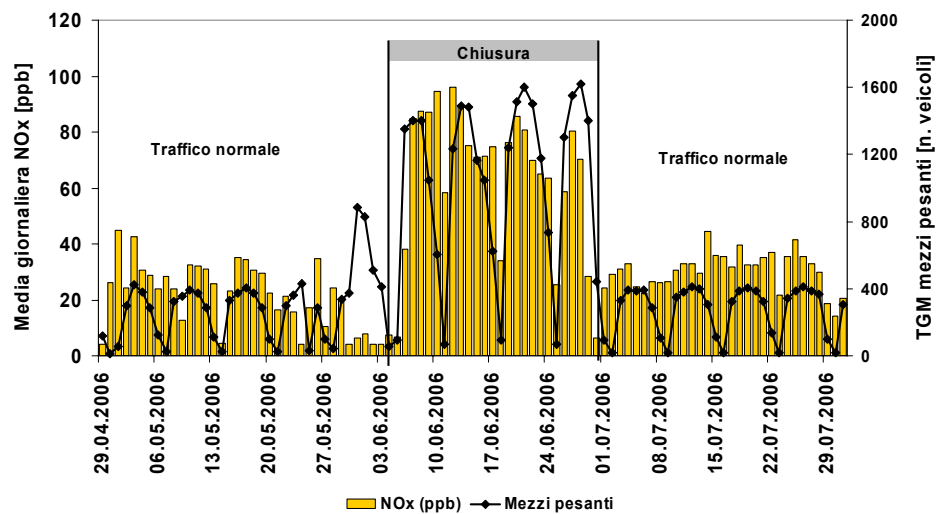
<sup>7</sup> L'inquinamento da PM10 è stato causato anche dalla polvere trasportata dalle regioni confinanti a causa della notevole siccità del giugno 2006 (p.es. l'enorme cantiere di Rothenbrunnen situato in prossimità della A13 e il risanamento della A2, come anche i lavori di costruzione della NFTA nella valle della Reuss nel Canton Uri).



**Fig. 8** > L'incremento del traffico pesante sulla A13 ha comportato anche un netto aumento dell'inquinamento atmosferico.

*Esempio di Mesocco, maggio–luglio 2006.*

#### A13 – Mesocco, maggio–giugno 2006



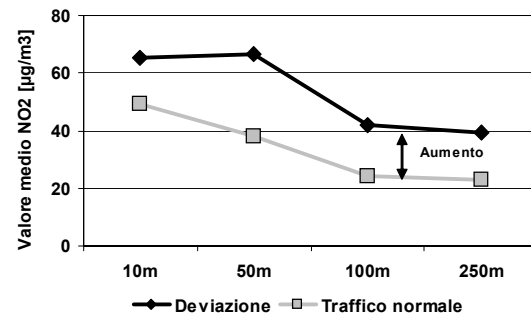
Se osserviamo l'evoluzione degli ossidi di azoto (NOx) da maggio a luglio 2006 sulla base delle misurazioni di Mesocco, notiamo che l'incremento del traffico pesante comporta anche un'impennata della concentrazione di sostanze inquinanti.

#### 2.3.2 Misurazioni del biossido di azoto durante la deviazione del Gottardo sulla A13 nel 2006

**Fig. 9** > I gas di scarico del traffico pesante danneggiano l'intero fondovalle delle strette valli alpine.

*Esempio di Rothenbrunnen: inquinamento da NO<sub>2</sub> fino a 250 m di distanza dalla A13, giugno–luglio 2006 (misurazioni effettuate dal 12 al 27 giugno 2006).*

#### Inquinamento atmosferico lungo la A13 durante e dopo la deviazione



Durante il periodo della deviazione, nei pressi di Rothenbrunnen sulla A13 sono stati effettuati rilevamenti lungo la strada. Tra i 50 e i 250 m di distanza, punto in cui iniziano i centri abitati, è stato rilevato un raddoppiamento dell'inquinamento da NO<sub>2</sub>.

---

### **Ossidi di azoto, polveri fini e traffico merci pesante**

*Senza adeguate misure tecniche, le emissioni di ossidi di azoto e di polveri fini nei gas di scarico dei mezzi pesanti, degli autobus e delle corriere rimarranno nettamente superiori a quelle degli altri veicoli. I mezzi pesanti che transitano sulla A2 e sulla A13 a cavallo delle Alpi vi contribuiscono in maniera sostanziale, poiché rappresentano una percentuale relativamente grande (cfr. capitolo 2.1). Ossidi di azoto e polveri fini sono due inquinanti molto dannosi per la qualità dell'aria.*

*Gli **ossidi di azoto** (NO<sub>x</sub>, unione di monossido di azoto NO e biossido di azoto NO<sub>2</sub>) possono causare malattie alle vie respiratorie e sono un importante precursore non solo dell'ozono ma anche delle polveri fini. Rispetto alle automobili a benzina i mezzi pesanti emettono in media circa 20 volte più NO<sub>x</sub> per chilometro percorso e circa 13 volte più NO<sub>x</sub> delle automobili diesel.*

*Le **polveri fini** sono composte da particelle di diametro inferiore a 10 millesimi di millimetro (micron), che corrisponde più o meno a un decimo del diametro di un capello umano. Queste sostanze inquinanti, dette anche PM10, si diffondono nell'atmosfera da un lato sotto forma di particelle primarie, per esempio durante la combustione incompleta di combustibili e carburanti nei processi industriali nonché attraverso l'usura di pneumatici, manto stradale e binari; dall'altro, sotto forma di particelle secondarie, vale a dire particelle che si formano nell'aria a partire da sostanze gassose quali ammoniaca, ossido di azoto, anidride solforosa e composti organici volatili.*

*Le polveri fini sono formate da una pluralità di composti chimici: le particelle di fuliggine con diametro di appena 100 nanometri sono particolarmente dannose per la salute, poiché cancerogene. La fuliggine contiene tutte le particelle primarie carboniose generate da un processo di combustione incompleto. La struttura molto frastagliata delle particelle di polvere fine consente ad altre sostanze tossiche di legarsi: è quello che accade ad esempio con gli idrocarburi policiclici aromatici (PAH). Dato che le particelle di fuliggine diesel sono cancerogene e non è prevista alcuna soglia di tolleranza, vi è tanto più la necessità di ridurre al minimo le emissioni.*

*Senza adeguati accorgimenti tecnici, i veicoli diesel emettono sulle strade una quantità di polveri fini circa 1000 volte superiore a quella prodotta dai veicoli a benzina. Tale miscela comprende anche sostanze cancerogene, tra cui la fuliggine.*

---

## 2.4 Riepilogo e interpretazione dei risultati del monitoraggio dell'aria

Nel 2005, solo una percentuale esigua dei chilometri percorsi dal traffico globale sulla A2 e sulla A13 è attribuibile al traffico merci pesante che, se paragonato al resto del traffico, continua però ad avere un notevole impatto sulla qualità dell'aria, proprio per le sue emissioni eccessive di ossidi di azoto e particelle fini contenenti fuliggine. Nel 2005, per esempio, il traffico merci pesante sulla A2 e sulla A13 a cavallo delle Alpi ha contribuito per un 10% circa al totale delle prestazioni chilometriche coperte, emettendo però circa il 60% di tutti gli ossidi di azoto generati dal traffico.

Rispetto al 2000, le emissioni sono tuttavia diminuite in maniera significativa. Da un lato grazie ai continui progressi delle tecnologie applicate ai motori che permettono la produzione di veicoli meno inquinanti, e dall'altro ad un calo di oltre il 15% delle prestazioni chilometriche dei mezzi pesanti tra il 2000 e il 2005. Di conseguenza, le emissioni di ossido di azoto generate dal traffico globale sono diminuite di oltre il 30%, a cui i mezzi pesanti hanno contribuito per circa due terzi.

I valori rilevati nelle stazioni di misurazione della A2 e della A13, per i quali l'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico fissa valori limite, sono in proporzione elevati. Tenuto conto della rappresentatività delle stazioni MMA-A, si può dedurre che i valori limite per NO<sub>2</sub> e PM10 sono stati superati lungo tutta l'autostrada del Gottardo (A2) e sono stati rispettati lungo la rampa nord di accesso alla galleria del San Bernardino (A13).

Le concentrazioni di inquinanti diminuiscono lungo le vie di dispersione delle emissioni verso i vicini centri abitati. Il superamento dei valori limite sull'autostrada non implica per forza che tali valori siano superati anche nei vicini centri abitati. D'altro canto, però, solo rispettando i valori limite lungo l'autostrada si può supporre che il traffico stradale non sia causa di forte inquinamento atmosferico nei centri abitati.

L'esempio della chiusura del Gottardo nel 2006 illustra chiaramente come un improvviso aumento del traffico sia accompagnato da un incremento marcato delle immissioni di NO<sub>2</sub> e di fuliggine cancerogena. Nel caso di Rothenbrunnen, i rilevamenti hanno rivelato una concentrazione doppia di NO<sub>2</sub> fino ai margini degli abitati. NO<sub>2</sub> e fuliggine sono prodotti in particolare dai veicoli diesel.

Nelle regioni alpine, frequenti inversioni termiche impediscono la dispersione laterale dell'aria, che stagna in prossimità del suolo proprio a causa della topografia. Questo "effetto Alpi" può provocare un aumento dell'inquinamento atmosferico. Assieme all'intensità del traffico, costituisce infatti un fattore decisivo per la qualità dell'aria lungo l'arco alpino. Lo confermano anche le misurazioni del 2005: i valori massimi di inquinamento atmosferico sono stati misurati lungo la A2, nel traffico agglomerato di Basilea e nelle valli del Ticino meridionale, dove il traffico è però molto meno intenso.

---

In conclusione, possiamo affermare che le tecnologie applicate ai gas di scarico sono, per la qualità dell'aria lungo i trafficati assi nord-sud, un fattore altrettanto importante che la quantità di veicoli in transito. Ma vi sono anche altri fattori: le sostanze inquinanti generate dall'uomo attraverso le sue molteplici attività da un lato, e circostanze naturali non o solo in minima parte influenzabili dall'altro, tra cui il tempo atmosferico e la topografia.

## 3 > Inquinamento fonico lungo la A2 e la A13

### 3.1 Inquinamento fonico presso le stazioni di misurazione lungo la A2 e la A13

Il progetto MMA-A prevede il rilevamento delle emissioni sonore provocate dal *rumore stradale*. Con tecniche particolari (le cosiddette “emissioni in campo libero”<sup>8</sup>), è possibile calcolare separatamente l’evoluzione delle emissioni sonore delle singole categorie di veicoli, tra cui per esempio i mezzi pesanti. I rilevamenti vengono effettuati lungo l’autostrada, ragion per cui i dati non possono essere confrontati con i valori limite dell’ordinanza contro l’inquinamento fonico (OIF).

**Tab. 5 > Valori dell’inquinamento fonico nel 2004 e nel 2005 lungo la A2<sup>9</sup> e la A13 in base alle emissioni in campo libero (cfr. testo e nota a piè di pagina) e percentuale di energia dei mezzi pesanti rispetto all’energia acustica complessiva (=100%).**

Parametro	Anno	Indice	Unità	Reiden LU	Erstfeld UR	Camignolo TI	Rothenbrunnen GR
Leq	2004	Media annua	dB(A)	87.2	84.7	87.7	81.5
		% di rumore dei mezzi pesanti	%	37 %	33 %	21 %	11 %
	2005	Media annua	dB(A)	86.8	84.6	87.6	81.1
		% di rumore dei mezzi pesanti	%	36 %	31 %	20 %	13 %
Leq giorno dalle 06 alle 22	2004	Media annua	dB(A)	88.5	86.0	89.0	82.9
		% di rumore dei mezzi pesanti	%	37 %	34 %	22 %	11 %
	2005	Media annua 2005	dB(A)	88.2	85.9	88.9	82.6
		% di rumore dei mezzi pesanti	%	36 %	32 %	21 %	13 %
Leq notte dalle 22 alle 06	2004	Media annua	dB(A)	81.6	79.1	82.5	74.7
		% di rumore dei mezzi pesanti	%	35 %	21 %	14 %	9 %
	2005	Media annua 2005	dB(A)	81.2	79.0	82.5	74.3
		% di rumore dei mezzi pesanti	%	36 %	20 %	14 %	11 %

<sup>8</sup> Il metodo delle emissioni in campo libero consente di monitorare separatamente, distinguendolo dal resto del traffico, l’aumento o l’abbassamento dell’inquinamento fonico provocato dal traffico merci pesante, differenziando così l’evoluzione del rumore sulle strade. Vengono rilevati non solo le emissioni sonore, ma anche il traffico in transito, differenziato per categorie di veicoli. Le emissioni non possono essere confrontate con i valori limite stabiliti dall’ordinanza contro l’inquinamento fonico (OIF).

<sup>9</sup> Nella tabella non sono riportati i valori delle emissioni in campo libero della stazione di Tenniken, poiché mancano i rilevamenti del traffico in loco; per Moleno, un confronto annuo non ha senso a causa del risanamento del manto stradale.

Se confrontiamo l'evoluzione del rumore nel 2004 e nel 2005, non si riscontrano variazioni di rilievo: l'inquinamento fonico è rimasto praticamente invariato<sup>10</sup>.

La percentuale di rumore dei mezzi pesanti rispetto alle emissioni foniche complessive del traffico stradale risulta essere relativamente elevata. A Camignolo, la percentuale di rumore nel 2005 è stata del 20%, benché il traffico merci pesante rappresenti solo il 7% del volume di traffico globale; a Erstfeld, i mezzi pesanti, che equivalgono al 13% circa del traffico globale, hanno contribuito al rumore globale nella misura del 30% circa. A Reiden, nell'Altopiano, i mezzi pesanti hanno generato più del 35% del rumore complessivo, pur rappresentando solo il 12% circa del traffico globale.

L'evoluzione del *rumore provocato dai treni* è di competenza dell'Ufficio federale dei trasporti (UFT). Attraverso apposite stazioni di misurazione, l'UFT esamina tra l'altro l'evoluzione delle emissioni foniche lungo le linee ferroviarie del Gottardo e del Lötschberg, i cui dati vengono pubblicati in rapporti annui.<sup>11</sup> I rilevamenti lungo le linee del Gottardo e del Lötschberg mostrano che dal 2003 le emissioni foniche sono rimaste praticamente invariate durante le ore critiche della notte e che i lievi incrementi sono riconducibili a fattori locali legati ai binari.

---

## Il rumore

*Il rumore è un suono indesiderato provocato da oscillazioni di pressione. L'orecchio umano elabora le oscillazioni di pressione (la cosiddetta frequenza), percependo il suono sulla base dei timbri e dell'intensità sonora, che altro non è che l'entità delle variazioni di pressione. Per misurare la pressione sonora si utilizza il decibel (abbreviato dB), un'unità logaritmica che meglio corrisponde alla nostra sensibilità dell'intensità sonora. Il suono più debole che l'orecchio umano è in grado di udire ha un livello sonoro leggermente superiore a 0 dB, mentre la soglia del dolore si aggira intorno a 120 dB. Il cosiddetto filtro A tiene conto del fatto che l'orecchio umano è molto meno sensibile alle frequenze basse che a quelle alte. Il filtro A consente pertanto di smorzare le frequenze basse per valutare le ripercussioni del rumore sull'uomo.*

*Un mezzo pesante produce, a pari velocità, più o meno lo stesso rumore di 10 automobili. Un incremento di 3 dB(A) corrisponde al raddoppiamento della fonte di emissioni foniche. Esempio: 4 invece di 2 automobili, autocarri ecc. Un incremento di 10 dB(A) viene percepito dal nostro orecchio come un raddoppiamento dell'intensità sonora.*

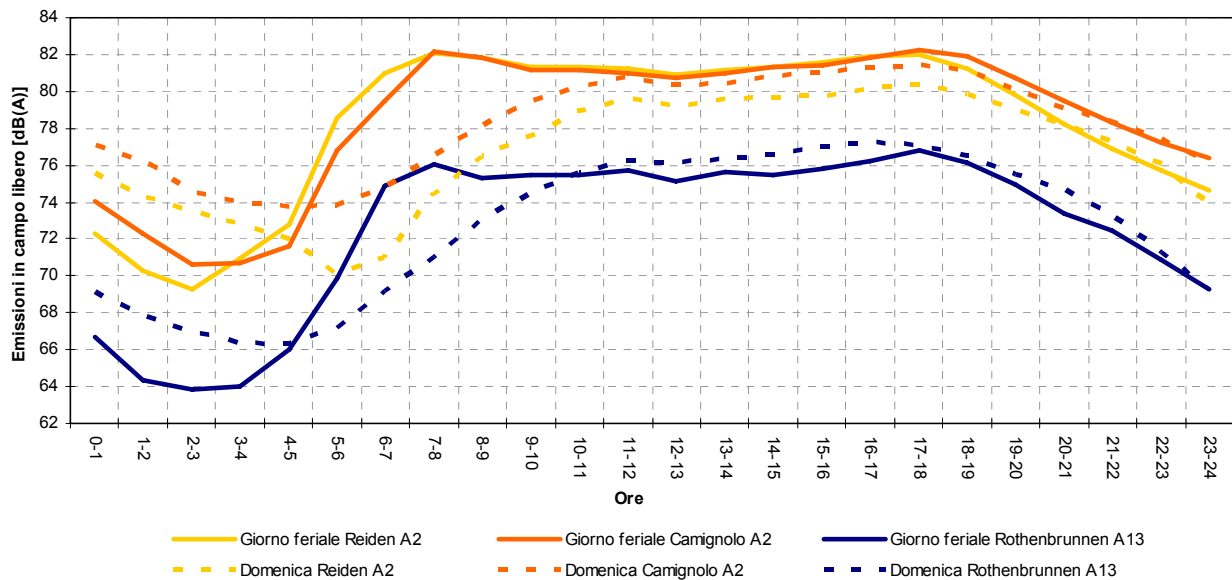
---

<sup>10</sup> Il metodo delle emissioni in campo libero consente di confrontare unicamente i valori del 2005 e quelli del 2004, poiché i dati sul traffico devono essere rilevati sulla base della cosiddetta classificazione dei veicoli SWISS10. Se analizziamo tutti i dati, includendo tutte le misurazioni fino alle prime effettuate nel 2003, non si segnalano variazioni di rilievo (esprese in Leq dB(A)) neanche nel periodo 2003-2005.

<sup>11</sup> Si veda Ufficio federale dei trasporti – "Progetto risanamento fonico". I dati attuali sono disponibili su internet all'indirizzo [http://www.bav-a.admin.ch/ls/d/de\\_d.cfm](http://www.bav-a.admin.ch/ls/d/de_d.cfm).

### 3.2 Inquinamento fonico nei giorni feriali e di domenica

Fig. 10 > Andamento giornaliero medio del rumore nel 2005 sulla base di 3 stazioni di misurazione.



Nei giorni feriali (lu-ve), il livello sonoro sale rapidamente nelle prime ore del mattino, quando termina il divieto di circolazione notturna per i mezzi pesanti (ore 5) e inizia il traffico pendolare (circa 1-2 ore dopo a seconda dei posti); di giorno rimane costante fino intorno alle 18 e va via via calando fino alle 2 del mattino. Di domenica, le curve seguono un andamento diverso, in base alla attività del tempo libero: di mattina, il rumore inizia a crescere solo tra le 6 e le 10 (assenza di traffico pendolare) e per tutto il giorno si mantiene in genere al di sotto dei livelli raggiunti nei giorni feriali, per l'assenza dei mezzi pesanti (divieto di circolazione domenicale); in compenso, però, si protrae più a lungo nelle ore serali.

### 3.3 Inquinamento fonico causato dalla A2 in una valle alpina (esempio di Camignolo)

Di seguito viene illustrato l'inquinamento fonico di una valle alpina provocato dal traffico stradale della A2, basandosi, a titolo d'esempio, sulle misurazioni del rumore effettuate a Camignolo (Ticino) su tutta la sezione della valle. I rilevamenti tengono conto unicamente del traffico autostradale, che mostra un andamento continuo a partire dalle prime ore del mattino, non invece di altri vettori di traffico quali le ferrovie<sup>12</sup>.

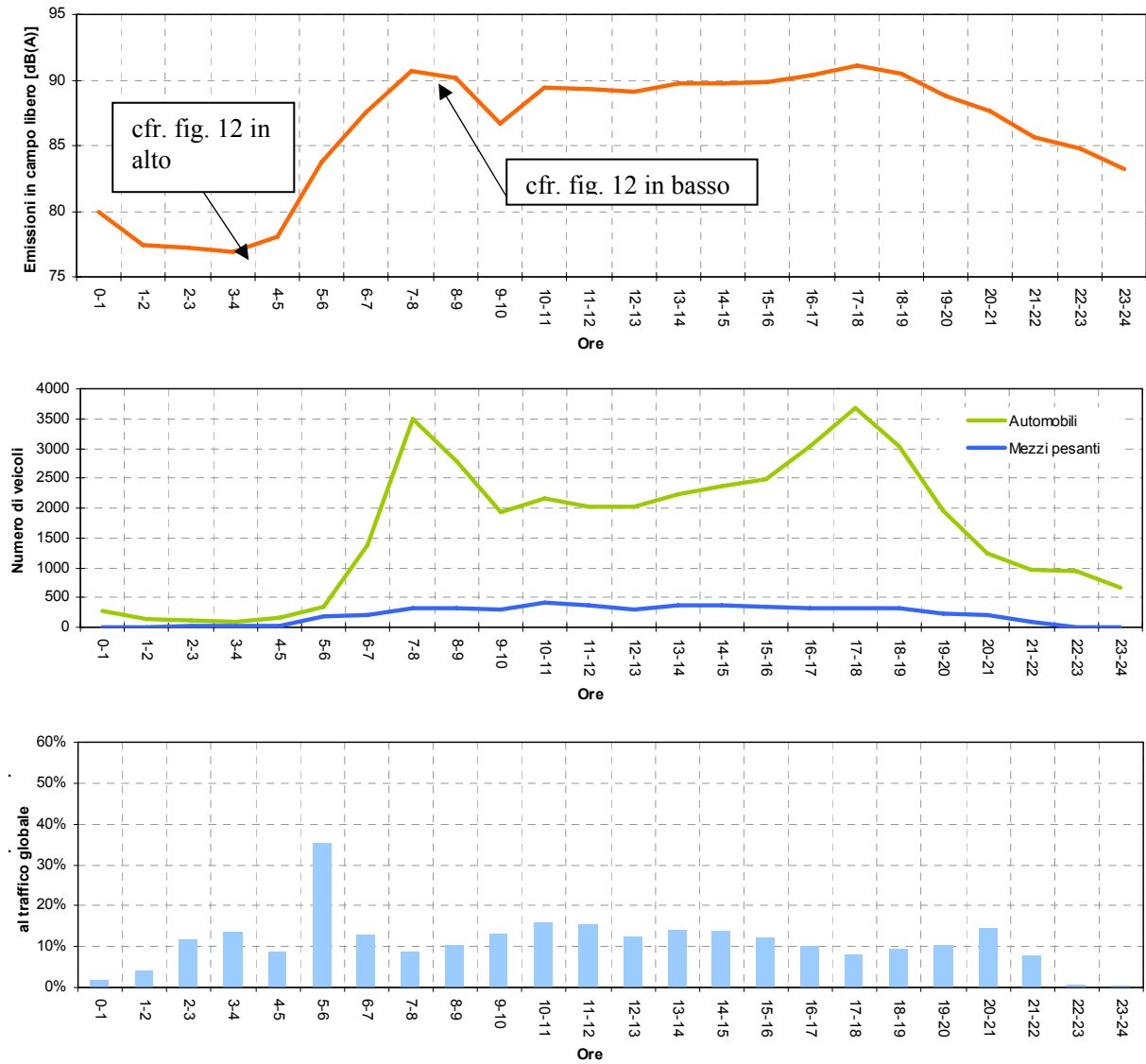
<sup>12</sup> Le misurazioni si sono concentrate esclusivamente sul traffico stradale. I rumori non pertinenti sono stati rilevati separatamente in un apposito registro ed esclusi dal calcolo della media.

**Fig. 11** > **Andamento giornaliero dell'inquinamento fonico provocato dal traffico stradale (esempio di Camignolo).**

*In alto: emissioni foniche del traffico autostradale.*

*Al centro: numero di automobili e mezzi pesanti.*

*In basso: percentuale dei mezzi pesanti rispetto al traffico globale.*



Misurazioni effettuate il 25.10.2005



I grafici della figura 11 mostrano l'andamento del livello sonoro sull'autostrada A2, del volume di traffico e della relativa percentuale dei mezzi pesanti rispetto al traffico globale. Osserviamo l'andamento del volume di traffico (grafico in mezzo): il traffico globale segna un'impennata a partire dalle 5 del mattino. Dopo l'ora di punta (tra le 7 e le 8), torna a calare in maniera significativa, per poi riprendere a salire dalle 12, fino a raggiungere il secondo picco della giornata tra le 17 e le 18. In seguito, il traffico globale va progressivamente diminuendo, toccando il livello minimo nelle prime ore del mattino. Il traffico merci pesante aumenta nelle prime ore del mattino e rimane pressoché costante fino intorno alle 19, orario in cui inizia a calare.

L'inquinamento fonico (si veda grafico in alto) segue un andamento simile a quello del traffico globale. I livelli più bassi si registrano durante le ore notturne, quando il traffico è minimo; l'intensità sonora aumenta nettamente nelle prime ore del mattino, a partire dalle 4, con una punta tra le 7 e le 8 e rimane poi relativamente costante fino alle 18, dopodiché va sempre più diminuendo.

Se si esamina la percentuale di mezzi pesanti rispetto al traffico globale (grafico in basso), vediamo che tra le 5 e le 6 del mattino raggiunge un buon 35% (percentuale massima), mentre durante il giorno oscilla tra il 10 e il 15%.

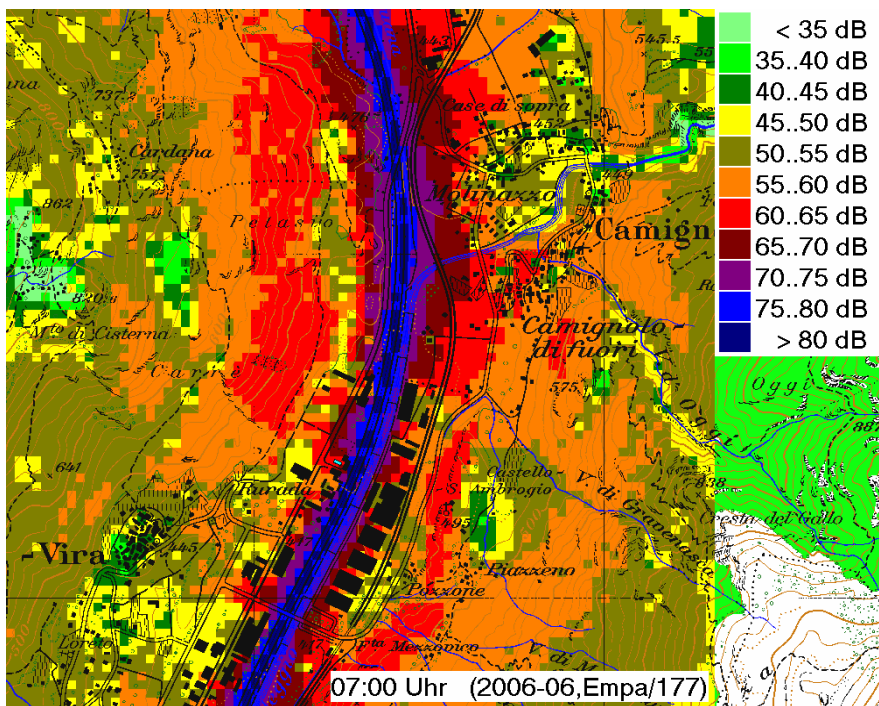
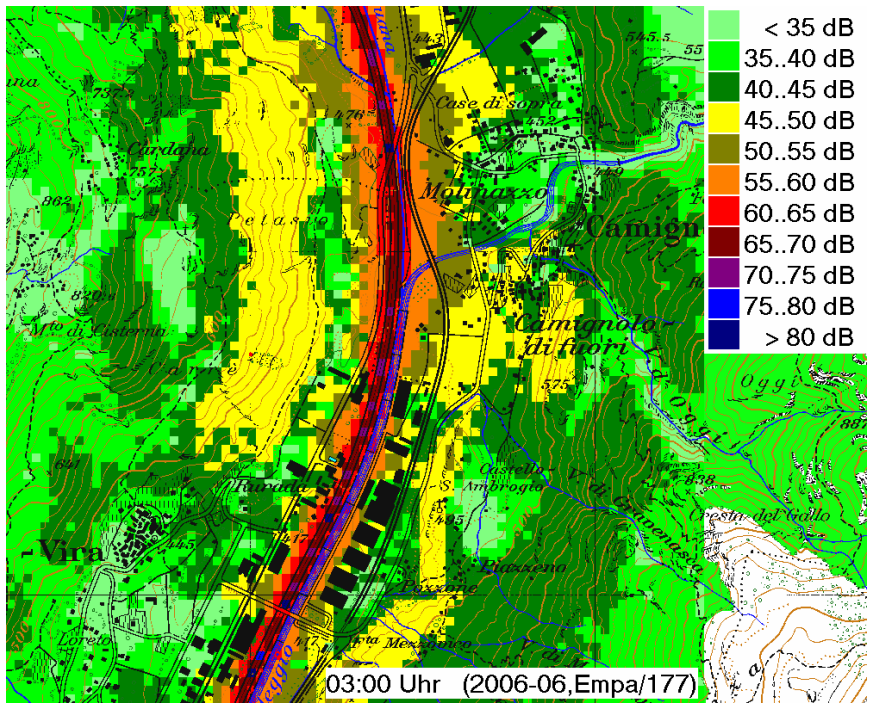
I mezzi pesanti sono più rumorosi delle automobili: ecco perché, come illustra la figura 10, dopo il picco di traffico mattutino, le emissioni foniche non diminuiscono alla stessa stregua del volume di traffico complessivo. Pur rappresentando una percentuale piuttosto contenuta del traffico complessivo, l'inquinamento fonico rimane relativamente costante durante tutta la giornata, proprio a causa del rumore prodotto dai mezzi pesanti.

Le due carte geografiche (fig. 12) mostrano l'inquinamento fonico causato dal traffico stradale lungo la A2. Sono state scelte le fasce orarie in cui sulla A2 si registrano rispettivamente i livelli minimi e il primo picco di emissioni foniche del traffico stradale durante le ore del mattino (cfr. fig. 11, in alto). La carta geografica con i livelli minimi di inquinamento fonico tra le 3 e le 4 del mattino mostra che il traffico produce un certo inquinamento fonico anche di notte. Il massimo inquinamento fonico si ha tra le 7 e le 8 del mattino, a causa del traffico pendolare e del traffico merci pesante. Fino a 1,5 km di distanza, tutti i punti lungo i versanti della valle esposti direttamente all'autostrada segnano un aumento del rumore pari a 10–15 decibel. Di notte, l'inquinamento fonico del traffico autostradale registrato in alcune località è stato di 50 dB anche a 500 m di distanza dell'autostrada. Questo valore corrisponde al valore limite delle immissioni fissato dall'ordinanza contro l'inquinamento fonico (OIF) per le zone abitate durante le ore notturne. Per quanto riguarda le ore diurne, il valore limite di 60 dB fissato dalla OIF è stato toccato anche a 800 m di distanza.

A causa della loro particolare topografia, le valli alpine sono molto esposte al problema dell'inquinamento fonico. Sui versanti delle valli si è registrato lo stesso inquinamento fonico che in pianura, anche a distanze tre volte superiori.

**Fig. 12** > Immissioni foniche dovute al traffico stradale [Leq(A)] nella fascia oraria tra le 3 e le 4 del mattino (in alto) e tra le 7 e le 8 (in basso). PK25 © swisstopo (DV 351.5)

Le fasce orarie corrispondono all'andamento delle emissioni sull'autostrada della figura 11.



#### 3.4 **Riepilogo e interpretazione dei dati relativi al monitoraggio dell'inquinamento fonico**

Nel 2005, l'inquinamento fonico non ha subito grosse variazioni rispetto all'anno precedente. Relativamente più rumorosi degli altri vettori di traffico, i mezzi pesanti contribuiscono al rumore complessivo in maniera più che proporzionale rispetto alla loro percentuale nel traffico. Tale incidenza si fa sentire in particolare nelle prime ore del mattino, quando termina il divieto di circolazione notturna (alle 5): tra le 5 e le 6, l'inquinamento fonico aumenta in maniera repentina. È stato calcolato che durante tale ora, il traffico merci pesante è, con i suoi due terzi circa, la principale fonte di emissioni foniche. Nei giorni feriali, il rumore è più intenso e dura più a lungo rispetto alle domeniche. Di giorno, il livello sonoro supera quello notturno di almeno 5 dB.

La loro topografia particolare espone le valli alpine a un notevole problema d'inquinamento fonico. Sui versanti delle valli si registra lo stesso tasso d'inquinamento fonico presente in pianura, anche a distanze tre volte superiori.

## > Elenchi

### Glossario

#### **Benzene**

Sostanza volatile prodotta nei processi di combustione e evaporazione. Il benzene è presente nella benzina ed è cancerogeno.

#### **CO**

Monossido di carbonio. Si forma durante la combustione incompleta di carburanti e combustibili.

#### **COV (composti organici volatili)**

Idrocarburi organici volatili. Il loro ampio spettro comprende composti non tossici fino a composti altamente tossici e cancerogeni (p.es. benzene).

#### **Decibel**

Il decibel non è un'unità di misura vera e propria, ma in acustica viene in pratica usata come tale. È calcolato sulla base della pressione sonora e per un udito normale va da 0 a 130 dB(A). Ricordiamo che quando si sommano più fonti sonore, non si può ricorrere alla semplice addizione dei diversi valori dB (logaritmici), ma occorre effettuare il calcolo prendendo come base la grandezza originaria della pressione sonora.

#### **Km-veicolo**

Chilometri-veicolo, unità usata per esprimere la prestazione chilometrica.

#### **Mezzi pesanti**

Termine collettivo che indica autocarri (senza rimorchio, senza semi-rimorchio), veicoli accoppiati (autocarri con rimorchio) e autoarticolati (autoarticolati con semi-rimorchio), tutti con peso totale ammesso superiore a 3,5 t.

#### **Mld p / m3**

Miliardi di particelle per metro cubo: unità di concentrazione del numero di particelle fini.

#### **OIAt**

Ordinanza del 16 dicembre 1985 contro l'inquinamento atmosferico (RS 814.318.142.1).

#### **OIF**

Ordinanza del 15 dicembre 1986 contro l'inquinamento fonico (RS 814.318.142.1).

#### **µg/m<sup>3</sup>**

Microgrammo per metro cubo (milionesimo di grammo per metro cubo): unità di concentrazione delle sostanze inquinanti.

#### **ng/m<sup>3</sup>**

Nanogrammo per metro cubo (miliardesimo di grammo per metro cubo): unità di concentrazione delle sostanze inquinanti.

#### **NOx**

Ossidi di azoto (NO<sub>2</sub> e NO). La miscela gassosa si forma nei processi di combustione di carburanti e combustibili, in particolare a temperature elevate.

#### **O<sub>3</sub>**

Ozono. L'ozono presente in prossimità del suolo è un inquinante gassoso secondario che si forma nella troposfera a partire dagli ossidi di azoto (NOx) e dai composti organici volatili (COV) per l'azione della luce solare.

#### **PAH**

Idrocarburi policiclici aromatici (acronimo ital. IPA). Sostanze cancerogene che si formano come prodotti secondari durante i processi di combustione incompleta, per esempio nei motori diesel senza filtro antiparticolato. La maggior parte delle emissioni di PAH è assorbita dalle particelle di fuliggine.

#### **Percentili**

95° percentile OIAt per NO<sub>2</sub>: 95% dei valori medi su ½ h di un anno ≤100 µg/m<sup>3</sup>.

98° percentile OIAt per O<sub>3</sub>: 98% dei valori medi su ½ h di un mese ≤100 µg/m<sup>3</sup>.

#### **PM10 (particulate matter)**

Polvere in sospensione: sostanze fini disperse nell'atmosfera con un diametro aerodinamico inferiore a 10 micrometri (<10 µm).

#### **ppb (parts per billion)**

Numero di particelle di una data sostanza per miliardo di particelle d'aria; unità di concentrazione delle sostanze inquinanti composte da un miscuglio di molecole.

#### **t/anno**

Tonnellate per anno. Unità usata per indicare le emissioni.

#### **Toluene**

Sostanza contenuta nella benzina, meno tossica del benzene ma con proprietà simili.

<b>Figure</b>				
Emissioni nel 2000, 2003 e 2005.	8	<b>Fig. 10</b>	Andamento giornaliero medio del rumore nel 2005 sulla base di 3 stazioni di misurazione.	29
Chiusura del Gottardo nel 2006: inquinamento da NO <sub>2</sub> verso la A13 durante e dopo la deviazione presso Rothenbrunnen.	9	<b>Fig. 11</b>	Andamento giornaliero dell'inquinamento fonico provocato dal traffico stradale (esempio di Camignolo).	30
Evoluzione media giornaliera del rumore nel 2005 sulla base di 3 stazioni di misurazione.	10	<b>Fig. 12</b>	Immissioni foniche dovute al traffico stradale [Leq(A)] nella fascia oraria tra le 3 e le 4 del mattino (in alto) e tra le 7 e le 8 (in basso). PK25 © swisstopo (DV 351.5)	32
<b>Fig. 1</b> Stazioni di misurazione MMA-A lungo la A2 e la A13.	12	<b>Tabelle</b>		
<b>Fig. 2</b> Fattori che influenzano l'inquinamento atmosferico e fonico prodotto dal traffico stradale.	14	<b>Tab. 1</b>	Fattori di emissione dei mezzi pesanti e delle automobili sugli assi transalpini nel 2005.	13
<b>Fig. 3</b> Prestazioni chilometriche e consumo di carburante dei mezzi pesanti e degli altri veicoli sugli assi transalpini della A2 e della A13 (da Altdorf a Bellinzona e da Bonaduz a Bellinzona).	16	<b>Tab. 2</b>	Dati 2005 relativi agli ossidi di azoto e alle polveri fini. Valori limite secondo l'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIA).	20
<b>Fig. 4</b> Emissioni di NOx e polveri fini (dei gas di scarico e dei processi di abrasione di freni, pneumatici e manto stradale) dei mezzi pesanti e degli altri veicoli sugli assi transalpini della A2 e della A13 (da Altdorf a Bellinzona e da Bonaduz a Bellinzona).	17	<b>Tab. 3</b>	Dati 2005 relativi agli inquinanti non soggetti ai valori limite d'immissione secondo la OIA.	20
<b>Fig. 5</b> Prestazioni chilometriche e consumo di carburante dei mezzi pesanti e degli altri veicoli sugli assi transalpini della A2 e della A13 (da Altdorf a Bellinzona e da Bonaduz a Bellinzona) negli anni 2000, 2003 e 2005.	18	<b>Tab. 4</b>	Inquinamento atmosferico presso le stazioni MMA-A lungo la A2 e la A13	21
<b>Fig. 6</b> Emissioni di NOx e polveri fini (dei gas di scarico e dei processi di abrasione di freni, pneumatici e manto stradale) dei mezzi pesanti e degli altri veicoli sugli assi transalpini della A2 e della A13 (da Altdorf a Bellinzona e da Bonaduz a Bellinzona) negli anni 2000, 2003 e 2005.	19	<b>Tab. 5</b>	Valori dell'inquinamento fonico nel 2004 e nel 2005 lungo la A2 e la A13 in base alle emissioni in campo libero (cfr. testo e nota a piè di pagina) e percentuale di energia dei mezzi pesanti rispetto all'energia acustica complessiva (=100%).	27
<b>Fig. 7</b> Trasferimento dalla A2 alla A13 dell'inquinamento da ossido di azoto e polveri fini in seguito alla chiusura del Gottardo.	22			
<b>Fig. 8</b> L'incremento del traffico pesante sulla A13 ha comportato anche un netto aumento dell'inquinamento atmosferico.	23			
<b>Fig. 9</b> I gas di scarico del traffico pesante danneggiano l'intero fondovalle delle strette valli alpine.	23			