

VIII Incontro EXPERT PANEL EMISSIONI DA TRASPORTO STRADALE

Roma, 5 novembre 2003

Note alla presentazione

“PROGRESS: un codice per il calcolo delle emissioni da veicoli stradali in ambito urbano”

di M. Capobianco e G. Zamboni, Laboratorio di Motori a Combustione Interna (ICELAB), Dipartimento di Macchine, Sistemi Energetici e Trasporti (DIMSET) – Università di Genova.

Viene sinteticamente presentato il codice di calcolo PROGRESS, finalizzato alla valutazione delle emissioni inquinanti da veicoli stradali in ambito urbano in condizioni reali di utilizzo ed una sua applicazione all'area urbana di Genova riferita all'anno 2001. Il codice è stato sviluppato nell'ambito di una collaborazione tecnico – scientifica con l'Area Ambiente della Provincia di Genova e l'Unità Operativa Mobilità, Trasporti e Parcheggi del Comune di Genova finanziata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

Le motivazioni del lavoro sono molteplici, ma sono sufficienti i dati relativi al contributo dei trasporti stradali all'inquinamento atmosferico per diverse specie ed ambiti territoriali (diapositiva 2) per ribadire l'importanza dell'argomento.

Le caratteristiche principali di PROGRESS (specie inquinanti, categorie e classi di veicoli considerate, modalità di applicazione del calcolo e di input dei dati, parametri richiesti, ecc.) sono riassunte nelle diapositive 4 e 5, mentre per un approfondimento si rimanda a [5]. Per facilitare la lettura di queste note si precisa che le categorie di veicoli considerate sono 8 (autovetture e veicoli commerciali leggeri con motore ad accensione comandata e Diesel, veicoli commerciali pesanti, autobus, motocicli e ciclomotori), ciascuna delle quali suddivisa ulteriormente in classi (dalle 3 dei ciclomotori alle 10 delle auto con motore ad acc. comandata per un totale di 46).

La procedura di calcolo delle emissioni a caldo, a freddo e totali allo scarico è sintetizzata nelle diapositive 6 e 7: si sottolinea che la definizione dei 4 parametri indicati per ciascuna classe di veicoli j considerata (numero di veicoli N_j , distanza percorsa M_j , fattore di emissione medio a caldo $F_{\text{medio caldo } i,j}$ e fattore medio di sovraemissione a freddo $F_{\text{medio freddo } i,j}$, $i = \text{CO, HC, NO}_x \text{ e PM}$) richiede la conoscenza di numerosi dati relativi non solo ai fattori di emissione, al parco circolante ed alle percorrenze urbane, ma anche alla caratterizzazione della mobilità urbana (numero di spostamenti, lunghezza media, distribuzione rispetto a classi di velocità media e temperatura ambiente, ecc.). Per quello che riguarda i fattori di emissione, nella maggior parte dei casi essi sono stati definiti utilizzando dati reperiti in bibliografia, relativi a campagne di prova effettuate su campioni rappresentativi della flotta italiana ed utilizzando cicli di guida reali; solamente nel caso dei veicoli commerciali pesanti e delle auto a benzina non catalizzate si è fatto ricorso ai dati ricavati dalle equazioni utilizzate in Copert III per valori di velocità media opportuni. I fattori di emissione a caldo ed a freddo memorizzati nel codice sono generalmente riferiti a tre classi di velocità media (< 10 , $10 \div 40$, > 40 km/h). Per maggiori dettagli si rimanda a [2, 3, 4, 5], nei quali sono approfondite le metodologie utilizzate per la definizione dei diversi parametri.

Come esempio applicativo del codice, si riportano i risultati relativi alla valutazione delle emissioni totali di CO, HC, NO_x e PM nell'area urbana di Genova per l'anno 2001. Per l'impostazione del calcolo valgono le seguenti considerazioni (diapositiva 8):

- il parco veicoli di tutte le categorie, eccetto i ciclomotori, è stato valutato sulla base dei dati relativi alle immatricolazioni nel Comune di Genova al 31/12/2001 forniti dall'ACI [6]; la classificazione utilizzata nel Pubblico Registro consente di suddividere il totale relativo alle diverse categorie nelle corrispondenti classi. Il numero totale di autovetture e motocicli è stato

opportunamente maggiorato (rispettivamente del 20 e del 10%) per tenere conto dei veicoli immatricolati al di fuori del Comune che compiono giornalmente spostamenti aventi destinazione al suo interno: queste informazioni sono state ricavate da uno studio statistico sulla mobilità urbana condotto dagli Enti locali genovesi. Il numero di ciclomotori è stato valutato sulla base di un confronto fra stime differenti (fonti: Conto Nazionale dei Trasporti 2001 e pubblicazioni APAT, vedere sito Expert Panel) e tenendo conto di dati oggettivi quali il numero di contrassegni distribuiti (a livello nazionale e provinciale) e le vendite dai costruttori ai concessionari (a livello nazionale, fonti: Ministero dei Trasporti ed ANCMA [7]);

- le percorrenze urbane di ciascuna classe di veicoli sono state ricavate utilizzando diverse fonti: per le autovetture, il già citato studio sulla mobilità a Genova ha consentito di valutare le percorrenze totali annue in funzione della direttiva di omologazione (quindi per le diverse classi considerate, diapositiva 13 per le auto a benzina). La percentuale di utilizzo urbano è stata ricavata da [8], che considera la dipendenza di tale parametro sia dalla fase della normativa che dalla classe di cilindrata, con dati riferiti al 1995 per i 15 Paesi dell'Unione Europea (sia separati che aggregati): utilizzando i dati relativi all'Italia, è stato possibile ricavare la percorrenza urbana, sempre in funzione delle diverse classi considerate (diapositiva 13). E' interessante notare come le percorrenze urbane dei veicoli più datati siano di poco inferiori a quelle dei veicoli più recenti (contrariamente a quelle totali), evidenziando un loro utilizzo prevalente in città. Per gli autobus è stato utilizzato il valore fornito dall'azienda di trasporto pubblico locale (che coincide con i dati riportati in diverse fonti); per i veicoli commerciali leggeri e pesanti si è fatto riferimento a [9], mentre per i motocicli e ciclomotori a [10]; la diapositiva 10 riporta i valori medi delle percorrenze urbane annue per le otto categorie di veicoli considerate, evidenziando una certa omogeneità dei dati, ad eccezione di quello degli autobus;
- la lunghezza media degli spostamenti urbani è stata definita sulla base dello studio sulla mobilità urbana a Genova; la loro distribuzione di frequenza tra le classi di velocità media è stata ricavata da [11], mentre quella rispetto alle classi di temperatura ambiente è stata valutata utilizzando le serie storiche delle temperature mensili massime e minime a Genova.

Alcuni risultati relativi alla distribuzione del parco e delle percorrenze urbane sono quindi riportati nelle diapositive 9 ÷ 11 con riferimento a tutte le categorie di veicoli, nelle diapositive 12 ÷ 14 per le auto a benzina e nella diapositiva 15 per i motocicli, unitamente alle principali considerazioni legate all'analisi di questi dati (stretta correlazione tra le distribuzioni del parco e delle percorrenze, rinnovo del parco più o meno rapido a seconda della categoria considerata, ecc.).

I risultati relativi al calcolo delle emissioni sono invece presentati nelle diapositive 16 ÷ 20: anche in questo caso le considerazioni riportate facilitano la lettura dei diversi grafici.

Sembra però opportuno ribadire due aspetti:

- i fattori di emissione totale medi relativi alle quattro specie inquinanti per le diverse categorie di veicoli (diapositiva 16) sono specifici dell'applicazione presentata e dipendono da tutti i parametri forniti in input al codice, a cominciare dall'area urbana e dall'anno di riferimento: la loro applicazione in altri contesti richiede quindi una attenta verifica;
- la distribuzione delle emissioni di particolato assegna un rilevante contributo ai veicoli equipaggiati con motore ad accensione comandata: i relativi fattori di emissione sono ricavati da studi sperimentali sviluppati da diversi Enti (presentati e/o citati negli incontri dell'Expert Panel). Mentre l'attività sui veicoli a due ruote sembra sufficientemente estesa, quella sulle autovetture è più limitata e richiede quindi ulteriori verifiche, in particolare per ciò che riguarda l'emissione delle auto non catalizzate, alle quali è attribuita una quota predominante (più del 90%) del totale relativo alla categoria delle auto con motore ad accensione comandata.

Dall'analisi dei valori riportati, appaiono significative le quote di CO, HC e PM emesse a freddo, a conferma della necessità di un'accurata analisi di questo aspetto, che richiede sia la definizione di

opportuni fattori di emissione sia la caratterizzazione degli spostamenti urbani, in termini di numero e lunghezza media. E' opportuno sottolineare che per motocicli e ciclomotori non è ancora stato possibile raccogliere informazioni sufficienti a quantificare in modo affidabile il fenomeno ed i calcoli per queste due categorie di veicoli sono quindi limitati alle sole emissioni a caldo.

Un'ulteriore applicazione del codice all'area urbana di Genova (diapositiva 21) riguarda il periodo dal 1992 al 2005, considerando opportune stime del parco veicoli, basate sulle serie storiche dell'ACI [6] e su dati forniti dal Comune di Genova, e delle percorrenze urbane [9, 10, 11, 12]. Confrontando gli anni 1992 e 2005, le previsioni effettuate evidenziano che, a fronte di un parco veicoli sostanzialmente stabile (+3.5%), la percorrenza urbana complessiva dovrebbe aumentare di quasi il 15%, mentre per le emissioni totali sono previste riduzioni di circa il 35% per gli NO_x, il 50% per HC e PM ed il 60% per il CO, grazie all'evoluzione della normativa sulle emissioni ed al rinnovo del parco veicoli.

Completate le elaborazioni sarà possibile:

- analizzare l'evoluzione delle quote di emissione dovute alle 8 categorie ed alle relative classi di veicoli considerate;
- confrontare i valori con quelli di altre fonti (in particolare APAT e Regione Liguria) riferiti alla città di Genova in anni omogenei (rispettivamente 1996 e 1995);
- confrontare le riduzioni previste con le serie storiche delle misure di qualità dell'aria effettuate dal COP della Provincia di Genova, tenendo conto del contributo dei trasporti stradali al totale delle emissioni di origine umana, funzione della specie considerata.

Gli sviluppi a breve termine (diapositiva 23) riguardano alcune delle criticità evidenziate, in particolare la necessità di ampliare le informazioni sul parco circolante ed i fattori di emissione relativi a veicoli commerciali pesanti, motocicli e ciclomotori. Ulteriore aspetto è legato all'integrazione del codice con simulatori di traffico e modelli di diffusione degli inquinanti, per studiare ad esempio situazioni critiche a livello localizzato o l'effetto di provvedimenti di limitazione del traffico. Appare inoltre necessario inserire nel codice procedure di calcolo delle emissioni di CO₂ ed evaporative.

Rimangono inoltre aperti alcuni aspetti critici di fondo, dei quali si è ampiamente discusso anche in questo incontro dell'Expert Panel, tra cui:

- differenze tra parco immatricolato e parco circolante;
- percorrenze urbane di tutte le classi di veicoli, alla luce anche dei provvedimenti restrittivi sistematici applicati ad alcune di esse (auto non catalizzate) a Roma, Milano, Genova [1], ecc.;
- fattori di emissione in ambito urbano (in particolare di PM).

Per tutti è auspicabile un confronto più esteso ed operativo tra le diverse esperienze, per giungere a delle risposte ed affinare gli strumenti già sviluppati.

Contatti:

Prof. Massimo Capobianco

Dr. Giorgio Zamboni

Dipartimento di Macchine, Sistemi Energetici e Trasporti (DIMSET)

Università di Genova

Via Montallegro 1 – 16145 Genova

Tel. 010 353 2446/2447

Fax 010 353 2566

E-mail cpbn@unige.it

giorgio.zamboni@unige.it

Riferimenti bibliografici

1. Brescianini C., Capobianco M., Zamboni G., Analisi degli Effetti di Provvedimenti di Limitazione del Traffico Veicolare sulla Qualità dell'Aria in un Grande Centro Urbano, 56° Congresso Nazionale ATI, Napoli, 9/2001.
2. Capobianco M., Dagnino R., Mastretta M., Zamboni G., Road Vehicles Emissions under Real Urban Driving Conditions, Fisita 2002 World Automotive Congress, Helsinki, 6/2002.
3. Capobianco M., Zamboni G., Valutazione dei fattori emissivi dei veicoli stradali: problematiche e metodologie, Giornata di Studio ATA su Soluzioni Tecniche per una Mobilità Sostenibile in Ambito Urbano, Genova, 24 ottobre 2002 (<http://www.ingegneria.unige.it/associazioni/ata>). Pubblicato anche in ATA Ingegneria Automotoristica, Vol.56, n°.1-2 Gennaio/Febbraio 2003, pagg.52-54.
4. Capobianco M., Zamboni G., Valutazione del Parco Circolante, delle Percorrenze Urbane e dei Fattori Emissivi dei Veicoli Stradali nella Città di Genova, VII Incontro Expert Panel Emissioni da Trasporto Stradale, Roma, (<http://amb-emiss.anpa.it/eptransport/>), 1/2003.
5. Capobianco M., Zamboni G., PROGRESS: a Computer Programme for Road Vehicles Emissions Evaluation, 6° Convegno Internazionale su «Engines for Automobile», paper SAE-NA 2003-01-61, SAE Naples Group – Istituto Motori CNR, Capri – Napoli, 9/2003.
6. ACI – Dati statistici (<http://www.aci.it/studiericerche/datiestatistiche>).
7. ANCMA – Dati statistici sulla produzione e sulle vendite di motocicli e ciclomotori (http://www.ancma.it/stat_ita.asp).
8. Hickman A. J., Jol A., Kyriakins N., Samaras Z., Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption – Introduction, EU Project Meet – Methodologies for Estimating Air Pollutant Emissions from Transport, Project report SE/491/98, (<http://www.inrets.fr/infos/cost319>), 1999.
9. Saija S., Contaldi M., De Lauretis R., Ilacqua M., Liburdi R., Le Emissioni in Atmosfera da Trasporto Stradale – I Fattori di Emissione Medi per il Parco Circolante, ANPA, Serie Stato dell'ambiente 12/2000, (<http://www.sinanet.anpa.it/aree/atmosfera/emissioni>), 2000.
10. Grechi D., Santino D., Monni F., Picini P., Verso una mobilità più pulita. Emissioni inquinanti da veicoli a motore: dalle misure di concentrazione alle stime di impatto in area urbana, ACI, Associazione delle Città Italiane per la Mobilità Sostenibile e lo Sviluppo dei Trasporti, ARPAT, ENEA, 2002.
11. André M., Hammarstrom U., Reynaud I., Driving statistics for the assessment of pollutant emissions from road transport, EU Project MEET, INRETS Report LTE 9906 (<http://www.inrets.fr/infos/cost319>), 1999.
12. R. De Lauretis, R. Liburdi, P. Picini, S. Saija, Le emissioni atmosferiche da trasporto stradale in Italia dal 1990 al 2000, , in corso di stampa, APAT, (<http://amb-emiss.anpa.it/eptransport>), 2003.