

LA CAPITALE FRA MIASMI E RUMORI

Comune e Istituto superiore della Sanità
al capezzale dei romani. Valutazioni e proposte.

di Mauro Di Prete e Francesco Ventura, ingegneri progettisti V.D.P.-P.I.A.

Nell'autunno 1987 è iniziata una serie di indagini sullo stato dell'inquinamento atmosferico a Roma da parte del Comune, con il coordinamento dell'Istituto Superiore di Sanità. Sono state misurate le concentrazioni dei seguenti inquinanti: biossido di zolfo, ossido di azoto, monossido di carbonio, particelle sospese e piombo.

Nelle due campagne di autunno-inverno sono state eseguite le misure degli inquinanti atmosferici in postazioni che rappresentano diverse situazioni e tipologie di traffico autoveicolare all'interno del centro storico di Roma, e precisamente:

1. traffico libero agli autoveicoli privati per tutto l'arco della giornata (Santa Susanna);

2. traffico regolamentato a fasce orarie per gli autoveicoli privati (Sant'Andrea della Valle);
3. traffico limitato ai trasporti pubblici e ai residenti (San Marcello al Corso);
4. traffico regolamentato a fasce orarie e, contemporaneamente, alta concentrazione di mezzi di trasporto pubblico (piazza Argentina).

Altre postazioni ubicate in via Prenestina, piazza dell'Alberone e piazza Imerio rappresentano invece situazioni di traffico intenso specialmente in alcune ore del giorno, perché caratterizzate da strade di collegamento del centro con la periferia.

Le postazioni di viale Trastevere e di piazza Gondar invece rappresentano situazioni di intenso traffico locale dovuto ad attività commerciali, in aggiunta ad un intenso flusso veicolare di collegamento tra diversi quartieri di Roma. La postazione di Piazza Risorgimento rappresenta invece un'area verde al centro della piazza intorno alla quale si ha un intenso traffico.

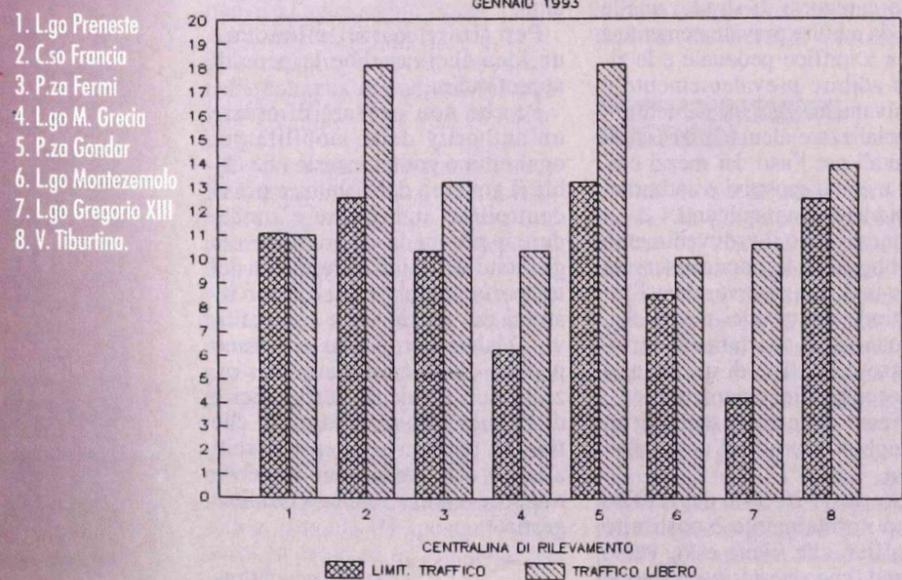
Si riportano sotto forma di tabella la media dei valori orari che, per l'ISS, possono rappresentare, orientativamente, senza tener conto delle situazioni peculiari di ciascuna postazione di rilevamento, la situazione dell'area metropolitana di Roma nel periodo invernale.

Si evincono dalla tab. 1 i valori in tre diversi periodi della giornata (24-8, 8-16 e 16-24) nelle medie quindicinali fra novembre 1987 e febbraio 1988: tali risultati dimostrano che i livelli di concentrazione maggiori sono nella fascia serale ed infatti a Roma le restrizioni sulla circolazione sono in queste ore della giornata. Per il biossido di zolfo il picco orario di concentrazione si riscontra al mattino intorno alle 8 oppure alla sera intorno alle 20 in uguale proporzione; per il monossido di carbonio in genere le concentrazioni sono alquanto più elevate nel pomeriggio; al contrario l'ossido di azoto presenta nella maggior parte dei casi i picchi di concentrazione al mattino tra le 8 e le 9.

Dal 1990 anche a Roma è iniziata una campagna di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico da parte del Comune (Assessorato al-

Fig. 1

RILEVAZIONI DI INQUINANTI IN ATMOSFERA



MISURA NEL TEMPO

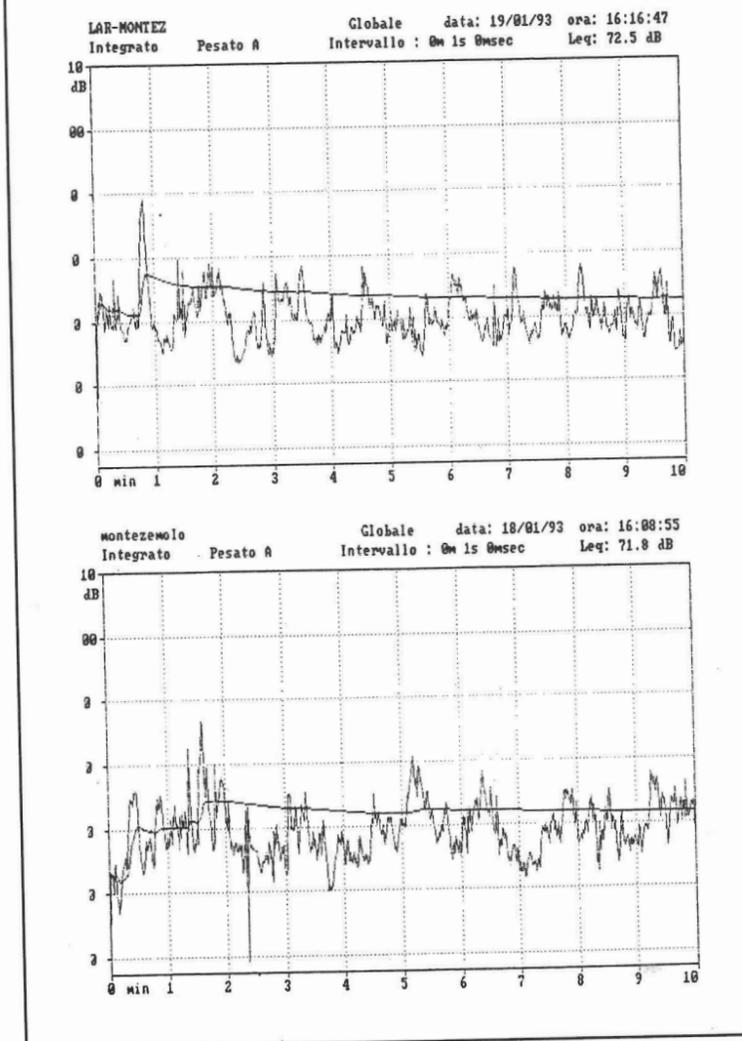


Fig. 2

	24-8	8-16	16-24
S. Marcello al Corso	2.6	5.1	5.7
S. Andrea della Valle	2.2	5.1	6.2
S. Susanna	3.5	7.1	8.8
Prenestina	2.3	5.0	9.1
Risorgimento	2.3	5.2	6.3
Gondar	3.1	10.4	12.0
Alberone	3.0	4.5	4.6
Trastevere	2.4	4.2	5.5
Arenula	2.1	5.3	6.5
Imerio	2.4	4.0	4.8

Tab. 1 Concentrazioni medie dei valori orari di CO (mg/mc).

la Sanità) e del PMP con 9 centraline ubicate in varie zone della città. Per verificare gli effetti della restrizione della circolazione si sono ripresi i valori del CO per due giorni (18 e 19 gennaio) dove nel primo a Roma c'è stato il blocco della circolazione mentre nel secondo la situazione di traffico era normale (fig. 1).

Si osservano notevoli variazioni di quantità di CO (mg/mc) nelle centraline di Corso Francia, L.go Gregorio XIII, Piazza Gondar e L.go Magna Grecia mentre nelle restanti la diminuzione non è avvertita sensibilmente. Nei medesimi giorni è stata effettuata dagli autori una verifica sui livelli d'inquinamento acustico nei pressi delle centraline e si possono evincere dai dati della tabella 5 il numero di mezzi totali (leggeri e pesanti) e dei motorini nelle due diverse situazioni.

INQUINAMENTO ACUSTICO

Fin dal 1968 sono state effettuate diverse indagini a Roma sullo stato di rumorosità da traffico stradale in varie zone del centro urbano e in alcune aree periferiche.

Si riportano i risultati di una ricerca coordinata dal prof. Cosa che è iniziata nel 1986 dove, per affrontare il problema della valutazione dell'impatto acustico sulla popolazione, è stato preso in considerazione un quartiere di Roma che fosse in grado di fornire risposte significative anche in un quadro generale estendibile all'intero contesto urbano.

La scelta è stata indirizzata sul quartiere Nomentano che è costituito da una varietà di insediamenti edilizi e da una differenziazione della entità e della composizione del traffico tali da poter rappresentare un modello di riferimento.

Ai fini della esecuzione della indagine sono state individuate tre categorie di strade: di grande traffico, di attraversamento e locali.

Le strade di grande traffico, il cui sviluppo è di 15,150 Km, sono costituite dalle arterie che, attraversando o lambendo il quartiere Nomentano, collegano tra loro altri quartieri. Tali strade sono caratte-

	Grande traffico 26% popolazione		Attraversamento 12% popolazione		Locali 6,2% popolazione	
	Giorno	Notte	Giorno	Notte	Giorno	Notte
LAeq	78,2	69,3	74,0	60,6	67,5	59,1
L10	79,7	71,5	76,7	63,7	70,3	60,9
L90	67,1	58,2	62,7	50,3	55,5	52,5

Tab. 2
Valori mediati di LAeq e di LN rilevati nei tre gruppi di strade del quartiere Nomentano a Roma.

rizzate da un traffico veicolare il cui flusso nelle ore diurne è dell'ordine di 2000 - 4500 veicoli/ora e nelle ore notturne è approssimativamente compreso fra 100 e 1400 veicoli/ora.

Le strade di attraversamento, con uno sviluppo di 4.590 Km, comprendono quelle vie che, nell'ambito del quartiere, sono interessate ai principali collegamenti interni e che sono percorse da mezzi di trasporto pubblico. Il flusso veicolare nelle ore diurne è dell'ordine di 1000-1800 veicoli/ora e nelle ore notturne è compreso tra 50 e 120 veicoli/ora.

Le restanti strade del quartiere sono quelle locali, caratterizzate da scarso traffico e con flusso veicolare che di giorno oscilla tra 50 e 500 veicoli/ora e di notte tra 10 e 50 veicoli/ora mentre il loro sviluppo complessivo è di 29,520 Km. Per determinare l'entità della popolazione esposta a differenti classi di livello sonoro, le tre sopra citate categorie di strade sono state

a loro volta suddivise in base alla tipologia edilizia, commisurandone il corrispondente sviluppo chilometrico.

Nella tabella 2 si rileva un apprezzabile scarto fra i livelli medi di rumorosità rilevati nei tre tipi di strade: 4,2 dB(A) fra quelli delle strade di grande traffico e quelli delle strade di attraversamento e 6,5 dB(A) fra questi ultimi e quelli misurati nelle strade locali durante il giorno; 8,7 dB(A) fra gli LAeq,m del primo e del secondo gruppo di strade ed 1,5 dB(A) fra gli LAeq,m del secondo e terzo gruppo durante la notte.

La differenza fra i livelli di rumorosità delle strade di grande traffico e delle strade locali si mantiene invece pressoché costante sia di giorno che di notte (rispettivamente 10,2 e 10,7 dB(A)).

Quora si riportino gli indici di densità di popolazione residente per le tre categorie di strade, con i valori dei livelli equivalenti misurati nelle strade suddette, è possibile calcola-

re le percentuali di popolazione del quartiere Nomentano esposte a varie classi di livello sonoro; tali dati sono riportati nella tabella 3.

Dall'esame della tabella 3 si evidenzia che il 100% della popolazione del quartiere, pari a 66.140 abitanti, è sottoposta, durante le ore diurne (6-22) ad un LAeq ≥65 dB(A), e che il 38% (25.130 persone) è esposta ad un rumore da traffico stradale di almeno 70 LAeq. Durante la notte (ore 22-6) il 100% degli abitanti risiede in zone con un LAeq ≥55 dB(A) ed il 26% di questi (17.200 abitanti) in aree urbane con un LAeq ≥65 dB(A).

Un'ulteriore indagine sulla rumorosità da traffico, in relazione alle variazioni derivanti dalla regolamentazione del traffico stesso è stata effettuata tra il settembre 1985 ed il gennaio 1986, eseguendo misurazioni del LAeq e dei livelli statistici nonché del numero dei veicoli leggeri/h (NI/h), del numero di veicoli pesanti/h (Nw/h), del numero totale dei veicoli/h (Nt/h) e della percentuale di veicoli pesanti (%P). Nei veicoli pesanti sono stati compresi oltre agli autobus ed ai veicoli industriali pesanti, le moto di grossa cilindrata.

La ricerca è stata condotta nella fascia oraria compresa fra le ore 8 e le 10 dei giorni di venerdì (traffico libero) e di sabato (traffico regolamentato) prendendo in esame otto itinerari di attraversamento della "zona blu" e quattro itinerari di lambimento che racchiudono tutta la zona regolamentata.

Tale regolamentazione ha avuto lo scopo di ridurre l'entità del flusso veicolare nella zona del centro urbano privilegiando i trasporti pubblici ed inibendo la circolazione di mezzi di trasporto privati provenienti dalle aree esterne.

Gli itinerari sono stati scelti in relazione alla densità del traffico veicolare che li caratterizzavano, alla presenza di mezzi pesanti ed alla percentuale di popolazione interessata al disturbo di origine acustica. Tali itinerari erano prevalen-

Tab. 4
Valori mediati ottenuti lungo gli itinerari di attraversamento della zona a traffico regolamentato (Cosa, Nicoli).

temente semaforizzati con traffico intenso e flusso veicolare relativamente omogeneo.

Nella tabella 4 sono stati riportati i valori mediati dei parametri sopra ricordati relativi agli itinerari di attraversamento.

Durante le giornate con traffico regolamentato, il volume totale del flusso di traffico all'interno della zona del Centro Storico esaminata è diminuito del 39,5% e la percentuale dei veicoli pesanti si è ridotta solo dello 0,8%.

Tale circostanza ha però determinato una relativamente modesta riduzione del livello equivalente di rumore, pari a 0,7 dB(A), inferiore alla diminuzione di rumorosità valutabile attraverso formule di previsione (2 dB(A) circa) in quanto la maggior quantità di superficie viaria disponibile per ciascun veicolo determina purtroppo quasi inevitabilmente una variazione in peggio delle modalità di guida.

Per i rumori di picco la massima riduzione dei livelli mediati si rileva in corrispondenza dell'L10 (-1,7 dB (A)) mentre più marcata è la diminuzione della rumorosità di fondo (L90) pari a -4,1 dB(A) nelle giornate con traffico regolamentato.

Variazioni analoghe a quelle descritte, ma decisamente più modeste, sono state rilevate lungo gli itinerari di lambimento attorno alla zona a traffico regolamentato.

Come detto per verificare i livelli d'inquinamento acustico nelle giornate di blocco del traffico a Roma con una situazione di traffico normale si sono effettuate alcune indagini fonometriche in cinque sezioni. Quattro di queste sono ubicate nei pressi delle centraline di rilevamento dell'inquinamento atmosferico mentre quella di Lungotevere in Sassia è stata scelta a causa della vicinanza di un ricettore particolarmente critico (Ospedale S. Spirito).

Come si evince dalla tab. 5 si sono rilevati i flussi veicolari totali conteggiando separatamente i motorini; tale scelta si è dimostrata interessante poiché si è riscontrato un notevole aumento del numero di questi ultimi ad eccezione della sezione di Via Arenula che è normalmente chiusa al traf-

Postazione	Senza limitazione della circolazione			Con limitazione della circolazione		
	N°veic/t	N°motor/t	LEQ dBA*	N°veic/t	N°motor/t	LEQ dBA
C.so Francia	1.150	150	75,2	324	180	73,4
L.go Montezemolo	410	150	72,5	185	200	71,8
P.zza Fermi	1.130	95	75,8	390	110	74,0
Via Arenula	420	180	75,9	290	160	75,1
Lungotevere in Sassia	535	190	74,3	203	250	73,5

fico privato. Non si sono rilevati notevoli risultati per l'abbattimento del rumore con il blocco della circolazione: ad esempio nella sezione di Corso Francia ad un flusso del 35% rispetto alla situazione precedente si è rilevato un decremento di soli 1,8 dB(A) da attribuire all'aumentata velocità del flusso veicolare, al medesimo passaggio dei mezzi pubblici.

Anche nelle altre sezioni le riduzioni del livello sonoro non sono superiori ai 2 dB(A); in fig. 2 e fig. 3 si evincono gli andamenti nel tempo nella postazione di Largo Montezemolo con un'attenuazione di Leq fra le due situazioni di soli 0,7 dB(A).

MODELLISTICA DI SIMULAZIONE INTEGRATA PER L'ANALISI MULTIOBIETTIVO DEI FLUSSI DI TRAFFICO URBANI (MIAT)

E' oramai opinione diffusa che i problemi del traffico non possano più essere affrontati con il criterio seguito fin d'ora dei provvedimenti d'urgenza, con limitazioni del traffico dettate da una logica da "coprifuoco" priva di un minimo fondamento programmatico.

Non è più concepibile affidare le scelte politiche di gestione del traffico in funzione di 9 centraline di monitoraggio (per Roma), come se potessero rappresentare da sole migliaia di chilometri di rete stradale urbana.

Si reputa ormai indispensabile uno strumento informatico di ge-

stione della circolazione del traffico che consenta di simulare in modo affidabile la rete stradale, i suoi carichi veicolari e gli impatti (acustico ed atmosferico) prodotti sui ricettori più significativi.

Con tale strumento di simulazione è possibile valutare gli effetti di nuovi collegamenti o di piani di traffico non solo secondo criteri funzionali ma anche tipicamente ambientali, attuando il processo progettuale in un'ottica di progettazione integrata.

A tal proposito si sono analizzate alcune problematiche connesse all'inserimento di procedure di stima degli effetti ambientali, nell'ambito degli algoritmi di simulazione dei flussi di traffico in una rete di trasporto urbana.

Il criterio direttore seguito consiste nel classificare gli archi della rete stradale non solamente in funzione delle caratteristiche di deflusso ma anche in funzione dei parametri caratterizzanti le emissioni di inquinanti in atmosfera e gli indici del fonoinquinamento.

In tal senso il tronco stradale viene frazionato in funzione della tipologia dei ricettori, dei limiti normativi accettati e dei parametri tecnico-funzionali.

Si definisce quindi la "capacità ambientale" dell'infrastruttura stradale come quella composizione di flusso veicolare (veicoli totali, percentuale di veicoli pesanti) che transitando sul tronco stradale in esame produce un impatto acustico ed atmosferico compatibile con le condizioni al contorno del tronco stesso.

Il modello di simulazione dei flussi di traffico avrà come input per quella tratta stradale detto li-

Tab. 5
Rilevazioni (elab. VDP) in un intervallo t=10 min. nei giorni 18-19 gennaio 1993.

Intervallo di riferimento	Percentuale di popolazione esposta a varie classi di livello equivalente di rumore (LAeq)					Livello equivalente medio (dBA)
	≥55	≥60	≥65	≥70	≥75	
ore 6-22	100%	100%	100%	38%	26%	71
ore 22-6	100%	38%	26%	0%	0%	63,5

Parametri di misura	Traffico (media)		
	Libero	Regolamentato	Differenze
LAeq	77,3	76,6	-0,7
L10	79,5	77,8	-1,7
L90	69,9	66,3	-3,6
NI/h	1569	956	-39,0%
Nw/h	313	183	-41,5%
Nt/h	1882	1139	-39,5%
%P	19,9	19,1	-0,8%

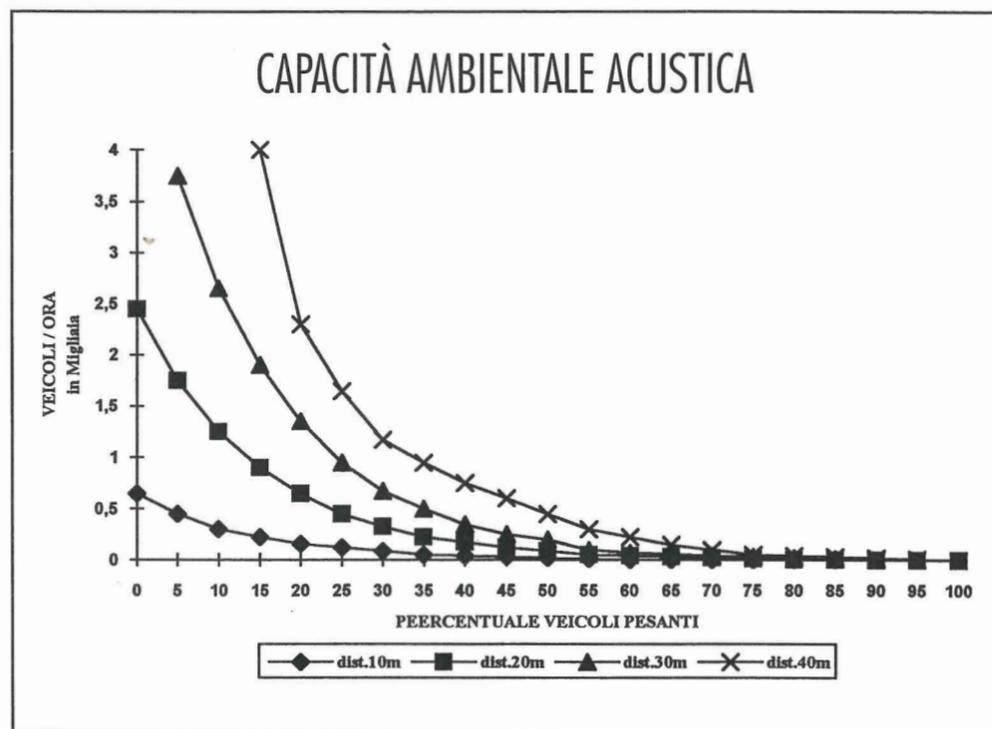


Fig. 4 - Capacità ambientale acustica
- Strada urbana ad una corsia (LEQmax = 65dB(A))

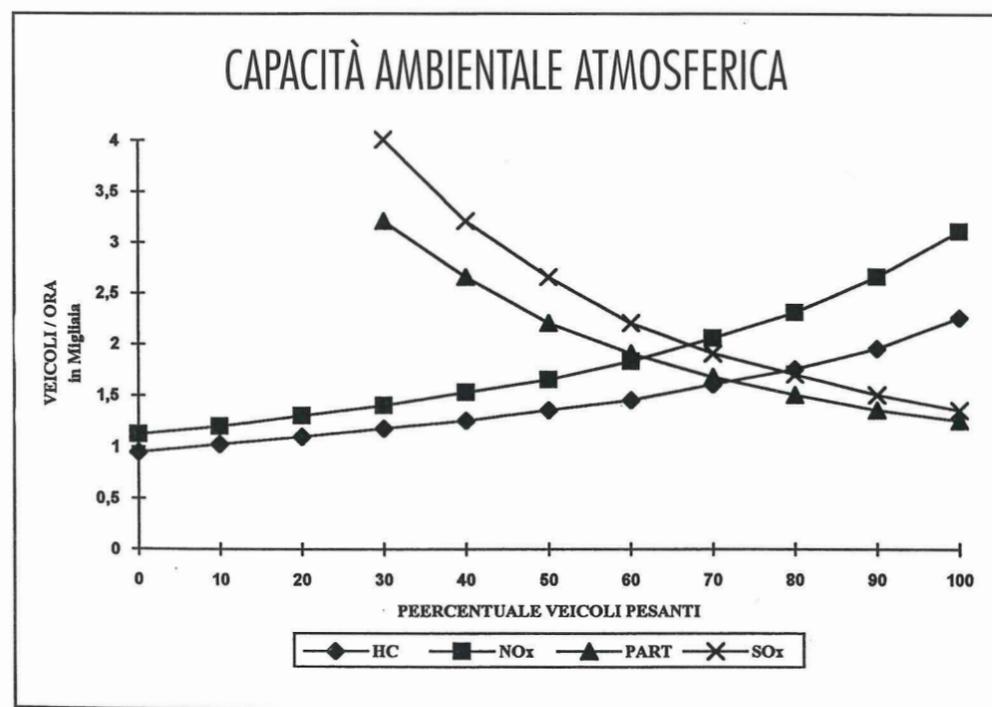


Fig. 5 - Capacità ambientale atmosferica
- Confronto tra le curve (D = 30m; V = 5 Km/h)

mite di capacità che, in determinate situazioni, può essere restrittivo della reale capacità dell'infrastruttura.

L'algoritmo di calcolo considera la capacità ambientale (solo qualora fosse minore detta capacità teorica della infrastruttura) come nuova capacità del tronco in esame.

Questa restrizione ambientale è quindi tradotta dalla procedura del modello MIAT (elab. VDP) in un incremento dei tempi di percorrenza sul tronco, con la conseguenza di un minore impegno veicolare su detta infrastruttura.

Nella fig. 4 è rappresentato un esempio di andamento della capacità ambientale acustica per un livello equivalente max pari a 65 dB(A) su un ricettore posto al 1° piano di un edificio. Nella figura sono riportate le curve relative a quattro diverse distanze del ricettore dalla sorgente.

La procedura di simulazione adottata è quella di un modello di propagazione che, pur se in modo semplificato, simula con un elevato grado di affidabilità i livelli sonori prodotti dal traffico stradale.

Nella fig. 5 sono riprodotte le curve di capacità ambientale relative alle emissioni di inquinanti in atmosfera.

L'algoritmo di dispersione utilizzato è di tipo Gaussiano e relativo ad una classe di stabilità atmosferica neutra. I fattori di emissione utilizzati come input (g/Km, fonte ENEA - Progetto CORINAIR) sono relativi a condizioni medie di utilizzo e per un parco circolante composto unicamente da vetture a ciclo otto (per i veicoli leggeri) ed a ciclo diesel (per i veicoli pesanti).

Le curve (cfr. fig. 5) rappresentano le composizioni di flusso veicolare (V=5 Km/h in marcia stop and go) in grado di produrre sul ricettore, posto a 30 m di distanza dall'asse della carreggiata ed al 1° piano, un carico inquinante pari ai limiti massimi previsti dalla normativa.

Il dominio evidenziato in fig. 5 rappresenta il flusso veicolare tollerato nella situazione di input descritta. Detto dominio deriva dalla sovrapposizione dei fattori in-

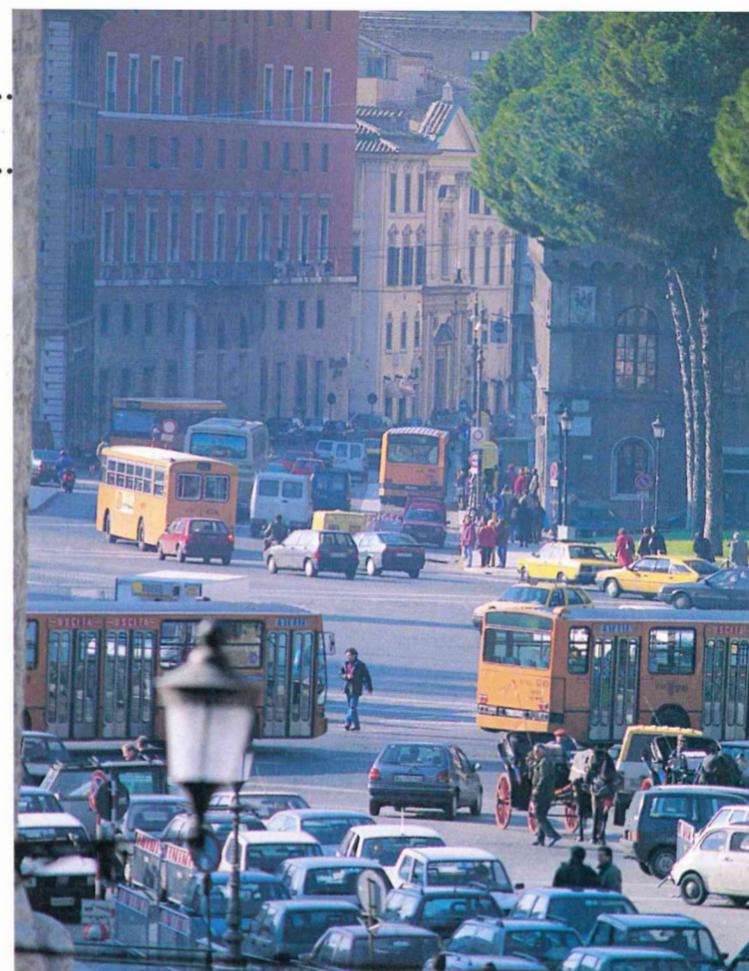
nanti considerati. E' importante quindi sottolineare che la procedura di valutazione seguita dal modello di simulazione consente di quantificare la pressione ambientale prodotta dalla distribuzione dei flussi di traffico sulla rete dei trasporti e non solo su alcuni punti.

Ciò vuol dire che il MIAT si pone come uno strumento di controllo dell'inquinamento da traffico veicolare qualora si esegua un monitoraggio dei flussi (operazione semplice ed eseguibile su più punti dell'area urbana), ma al tempo stesso risulta un valido supporto alla pianificazione integrata della rete stradale con il quale è possibile eseguire un progetto di gestione e controllo del traffico della città.

Analizzando a titolo di esempio l'aspetto acustico, l'algoritmo di calcolo opera (analogo a quello di G. Houtman e B. Immers, Department of Civil Engineering, Delft University of Technology) schematizzando la rete stradale in un grafo contenente per ogni arco sia gli indici di deflusso che gli elementi che consentono di definire la capacità ambientale acustica.

La procedura individua i livelli equivalenti prodotti sui ricettori più significativi di tratta stimandone un fattore di disturbo; detto disturbo è stimato in base al criterio di Wardrop. Si calcola infine l'indicatore di disturbo acustico sulla rete di trasporto come combinazione lineare delle lunghezze degli archi stradali appartenenti alle singole classi moltiplicate per i corrispondenti fattori di disturbo.

I risultati di applicazioni e tarature di detto modello MIAT hanno messo in evidenza in un caso specifico di simulazione di uno scenario di rete, con e senza limiti di capacità ambientale, che l'impostazione dei limiti di capacità ambientale ha contenuto i livelli sonori al di sotto della soglia dei 69 dB(A), riducendo inoltre del 44% la lunghezza degli archi di infrastrutture stradali che producono livelli sonori tra 66 e 69 dB(A). Lo scenario con i limiti di capacità ambientale mostra che quasi il 40% degli archi della rete produce un LEQ inferiore ai 63 dB(A), contro lo scenario privo di



limiti che porta la stessa percentuale al 16%. Con un criterio analogo a quello descritto di valutazione degli effetti acustici, la procedura è in grado di stimare l'impatto atmosferico. La metodologia è quindi in grado di valutare gli effetti funzionali ed ambientali della rete dei trasporti urbani analizzata. Con una procedura di autocalibrazione è possibile renderla interatti-

va con centraline di rilevamento degli elementi inquinanti. Operando in tal senso le centraline consentirebbero la calibrazione in tempo reale di detto strumento di simulazione con il quale si potrebbero produrre le mappature di rumore e di inquinamento atmosferico di tutto il territorio in analisi.

MAURO DI PRETE e FRANCESCO VENTURA