

METROPOLI TRANQUILLE

*una politica dei trasporti ragionevole
per il Nord Italia*

marzo 2004
versione rivista febbraio 2006

ing. Andrea Debernardi
via Roma, 30
23875 OSNAGO (LC)

Salendo sul pianeta salutò rispettosamente l'uomo:
- Buon giorno. Perché spegni il tuo lampione?
- E' la consegna – rispose il lampionaio. – Buon giorno.
- Che cos'è la consegna?
- E' di spegnere il mio lampione. Buona sera. – E lo riaccese.
- E adesso perché lo riaccendi?
- E' la consegna.
- Non capisco – disse il piccolo principe.
- Non c'è nulla da capire, - disse l'uomo – la consegna è la consegna. Buon giorno. – E spense il lampione. Poi si asciugò la fronte con un fazzoletto a quadri rossi.
- Faccio un mestiere terribile. Una volta era ragionevole. Spegnevo al mattino e accendevo alla sera, e avevo il resto del giorno per riposarmi e il resto della notte per dormire...
- E dopo di allora è cambiata la consegna?
- La consegna non è cambiata, - disse il lampionaio – è proprio questo il dramma. Il pianeta di anno in anno ha girato sempre più in fretta e la consegna non è stata cambiata!
- Ebbene? – disse il piccolo principe.
- Ebbene, ora che fa un giro al minuto, non ho più un secondo di riposo. Accendo e spengo una volta al minuto!
- E' divertente! I giorni da te durano un minuto!
- Non è per nulla divertente – disse l'uomo. – Lo sai che stiamo parlando da un mese?
- Da un mese?
- Sì. Trenta minuti: trenta giorni! Buona sera.
E riaccese il suo lampione.
Il piccolo principe lo guardò e sentì improvvisamente di amare questo uomo che era così fedele alla sua consegna. Si ricordò dei tramonti che lui stesso una volta andava a cercare, spostando la sua sedia. E volle aiutare il suo amico:
- Sai... conosco un modo per riposarti quando vorrai...
- Lo vorrei sempre – disse l'uomo. Perché si può essere nello stesso tempo fedeli e pigri.
E il piccolo principe continuò:
Il tuo pianeta è così piccolo che in tre passi ne puoi fare il giro. Non hai che da camminare abbastanza lentamente per rimanere sempre al sole. Quando vorrai riposarti camminerai e il giorno durerà finché tu vorrai.
- Non mi serve a molto – disse l'uomo. – Ciò che desidero soprattutto nella vita è dormire.
- Non hai fortuna – disse il piccolo principe.
- Non ho fortuna – rispose l'uomo. – Buon giorno. – E spense il suo lampione.

(A.de Saint-Exupéry; *Il Piccolo Principe*)



METROPOLI TRANQUILLE
*una politica dei trasporti ragionevole
per il Nord Italia*

marzo 2004
versione rivista febbraio 2006

ing.Andrea Debernardi
via Roma, 30
23875 OSNAGO (LC)

- INDICE -

1. Premessa	7
1.1. Retoriche ufficiali e disponibilità di risorse	7
1.2. Corridoi europei e traffico locale.....	7
1.3. Politiche dei trasporti e diffusione insediativa	8
1.4. Capacità di trasporto e domanda di mobilità.....	9
1.5. Verso una nuova politica dei trasporti	10
2. Problemi	11
2.1. L'andamento del traffico	11
2.2. L'estensione delle reti infrastrutturali ed i livelli di congestione.....	19
2.3. L'incidentalità stradale	25
2.4. L'impatto ambientale	30
3. Obiettivi	37
3.1. Tendenze in atto ed indicatori di sostenibilità	37
3.2. I target della legislazione ambientale	37
3.3. Gli obiettivi del Piano Nazionale per la Sicurezza Stradale	39
3.4. Il difficile cammino dell'ecosostenibilità	40
4. Cause	43
4.1. Sviluppo economico ed impatti ambientali da traffico (1980-2000)	43
4.2. I parametri di base.....	53
4.3. I fattori tecnologici: volumi di traffico ed impatto ambientale.....	56
4.4. I fattori gestionali: domanda di mobilità e volumi di traffico.....	62
4.5. I fattori socio-territoriali: tassi di sviluppo e domanda di mobilità	70
4.6. Interludio: azione politica e retroazione territoriale.....	74
4.7. Sviluppo economico, motorizzazione di massa e consumi energetici da traffico (1980-2000)....	82
4.8. Motorizzazione di massa, trasformazioni territoriali e domanda di mobilità (1950-2000)	86
4.9. Sviluppo economico e dotazioni infrastrutturali (1950-2000)	96
4.10. Mobilità <i>versus</i> accessibilità?	102
5. Strategie	105
5.1. Un nuovo quadro di riferimento	105
5.2. Orientare l'innovazione tecnologica	108
5.3. Sviluppare un sistema di trasporto integrato.....	112
5.4. Raffreddare la domanda.....	124
5.5. Il senso della misura.....	131
6. Scenari	135
6.1. Verso un sistema integrato.....	135
6.2. La navigazione marittima	138
6.3. Il trasporto ferroviario.....	143
6.4. Il trasporto pubblico locale.....	150
6.5. Il trasporto stradale.....	154
6.6. La sicurezza delle strade urbane e la mobilità ciclopedonale	160
6.7. Il trasporto aereo	164
7. Poscritto	169
7.1. I limiti della tradizione politica italiana	169
7.2. Lo studio ed i suoi interlocutori.....	169
7.3. Un programma operativo.....	170

1. Premessa

1.1. Retoriche ufficiali e disponibilità di risorse

Da molti secoli, l'Italia settentrionale rappresenta un ambito macroregionale denso, che si inserisce come area forte della geografia europea. Al pari di molti altri, anch'esso conosce da qualche decennio a questa parte problemi di traffico importanti, associati sia agli elevati livelli di congestione riscontrati sulla rete stradale (e non solo), sia ai non trascurabili impatti generati sull'ambiente naturale e/o sulle aree urbanizzate.

La retorica ufficiale, sviluppata a supporto dell'attuale politica dei trasporti, sfrutta questi elementi critici per promuovere la realizzazione di grandi corridoi infrastrutturali, che, a detta dei promotori, dovrebbero contribuire a ridurre considerevolmente i livelli di congestione, generando altresì una diminuzione dei principali impatti ambientali. Tuttavia, la realizzazione di questi corridoi richiede risorse assolutamente ingenti, allo stato attuale certamente non disponibili, se non in minima parte. Il risultato è sotto gli occhi di tutti: una "politica dell'annuncio", ricca di suggestioni e capace di innescare aspettative importanti nei cittadini e nel mondo produttivo, ma povera di realizzazioni concrete e dunque, per ciò stesso, ben poco rispondente alle problematiche esistenti.

Ovviamente, questa non è una soluzione. Anzi, elevando di fatto il livello del conflitto per l'acquisizione delle scarse risorse disponibili, le politiche dell'annuncio finiscono per rendere più o meno casuale l'ordine di avvio dei diversi progetti, con il risultato di aggravare i problemi più urgenti, quando di non crearne di nuovi, attraverso l'indiscriminato adeguamento ad ulteriori suggestioni, ed a nuove aspettative.

Il doveroso riconoscimento della limitatezza delle risorse disponibili imporrebbe invece un ben più approfondito approccio alla programmazione degli investimenti pubblici, molto più attento alla selezione delle opere da attuare, nonché alla definizione di idonei ordini di priorità. Gli strumenti in questa direzione non mancano: occorre soltanto la volontà di applicarli in maniera seria ed imparziale. D'altro canto, essi non tarderebbero ad evidenziare forti differenziali di efficienza ed efficacia tra gli interventi oggi in discussione: non è per nulla improbabile che una loro corretta valutazione tecnico-economica, ed ambientale, farebbe ritenere poco utili od addirittura superflui investimenti oggi considerati "strategici", e per converso molto più importanti opere oggi ritenute marginali, o comunque caratterizzate da un ridotto livello di promozione politica e/o imprenditoriale.

E' un'affermazione che può forse meravigliare, ma che non risulta affatto azzardata, se solo si considera che molte grandi opere oggi in discussione sono state ideate sulla base di fraintendimenti profondi, che sfociano talvolta in vere e proprie mitologie sulla genesi degli attuali problemi di traffico.

1.2. Corridoi europei e traffico locale

Nel momento stesso in cui si assume la rilevanza del tema dell'effettiva disponibilità di risorse, e si riconosce dunque la necessità di selezionare gli interventi sul sistema di trasporto, emerge il problema di una *diagnosi* accurata delle cause della situazione attuale. A tale proposito, è sufficiente ampliare lo sguardo dalla quantità del traffico, alla sua qualità e struttura funzionale, per evidenziare alcuni elementi importanti, ben noti da anni, ma quasi sempre marginalizzati in sede programmatica e progettuale.

In primo luogo, si deve osservare che, nei punti in cui risulta particolarmente intenso (e dunque più critico sotto il profilo della congestione), il traffico risulta quasi sempre molto più locale di quanto comunemente non s'immagini. Anche lungo i corridoi fondamentali delle reti transeuropee di trasporto, gli spostamenti di lungo e lunghissimo raggio, pur crescenti, assorbono quote di domanda relativamente modeste e dunque, di norma, non particolarmente problematiche sotto il profilo della capacità infrastrutturale.

Per converso, i traffici di breve e medio raggio rappresentano quasi ovunque le componenti di domanda non soltanto prevalenti, ma anche maggiormente dinamiche, sia per quanto concerne il trasporto passeggeri, che per quanto riguarda quello delle merci.

Questo accade proprio perché il Nord Italia è un ambito territoriale storicamente denso, che, dopo le profonde trasformazioni associate alla formazione delle sue grandi aree metropolitane, ospita oggi quasi metà della popolazione italiana.

A partire dagli anni Settanta, la progressiva espansione delle principali aree metropolitane, verso ambiti via via più esterni, ha determinato la formazione di alcuni importanti sistemi urbani di livello regionale, quali in particolare il Piemonte centrale intorno a Torino, l'area milanese ed il Pedemonte lombardo, l'area veronese ed il fondovalle dell'Adige sino a Trento e Bolzano, l'area centrale veneta intorno a Vicenza, Padova, Venezia e Treviso, quella triestino-udinese, il litorale ligure, la direttrice della via Emilia da Piacenza a Rimini. Questi sistemi tendono ormai a saldarsi in un'unica megalopoli, capace di generare una domanda di mobilità di breve raggio piuttosto intensa, seppur relativamente dispersa. In mancanza di valide alternative, questa domanda tende a riversarsi su una rete stradale ed autostradale originariamente concepita per altre funzioni, determinando la progressiva saturazione di molti itinerari, ed in particolare di quelli collocati nei pressi dei principali poli urbani.

La controprova dell'importanza giocata dal traffico metropolitano di breve e medio raggio nella formazione delle principali problematiche di congestione è facilmente avvertibile nelle aree non interessate al fenomeno della diffusione insediativa, come gran parte dell'arco alpino, la dorsale appenninica ed alcune zone della bassa pianura, che si caratterizzano per livelli di traffico molto più modesti, e quasi mai critici in termini assoluti.

Ci si può forse chiedere per quanto tempo ancora questi fenomeni territoriali potranno continuare ad essere sottovalutati, restando sostanzialmente estranei alle logiche di sviluppo delle politiche dei trasporti di scala nazionale, ed anche regionale. Il prezzo da pagare rischia di essere molto salato, e per molti versi persino inatteso.

1.3. Politiche dei trasporti e diffusione insediativa

Vi sono buone ragioni per ritenere che il potenziamento dei grandi corridoi interregionali ed internazionali non rappresenti affatto un'opzione neutra rispetto alle problematiche della diffusione insediativa, ma al contrario che esso si configuri come un fondamentale incentivo per l'ulteriore espansione dei contesti urbanizzati e, dunque, della domanda di trasporto.

E' quanto si è già verificato negli scorsi decenni: una politica infrastrutturale fondamentale orientata al potenziamento dei principali corridoi autostradali di connessione tra le grandi aree urbane nazionali (perseguito anche in assenza delle necessarie premesse in termini di livelli di domanda servita) ha finito per tradursi in una sistematica premiazione degli spostamenti di lunga percorrenza, rispetto alla mobilità di breve e medio raggio.

Con l'andare del tempo, questo modo di pensare, e di procedere, ha finito per trasformarsi in un incentivo alla rilocalizzazione di molte attività, sia residenziali che produttive. E tale rilocalizzazione si è tradotta, a sua volta, in un potente motore della domanda di mobilità, la cui crescita si lega oggi, più che all'aumento del numero degli spostamenti, all'incremento della distanza percorsa in ciascuno di essi.

E' possibile argomentare che questo processo, lungi dall'essere inatteso, rappresenta proprio l'obiettivo di investimenti infrastrutturali finalizzati a garantire condizioni di generalizzata accessibilità, in modo da sostenere lo sviluppo economico delle aree marginali. Secondo questo punto di vista, la diffusione insediativa e l'incremento del traffico non rappresenterebbero altro che un effetto obbligato, e pertanto desiderabile, di un processo di sviluppo economico che ha

determinato benefici importanti per gran parte del territorio del Nord Italia. Sono considerazioni non trascurabili, ed in parte anche condivisibili, che si rapportano ad un ben preciso modello di sviluppo, operante nelle regioni settentrionali negli ultimi quattro o cinque decenni.

Il punto è però che, al di là dei benefici economici generati sulle singole regioni, tale modello non ha mantenuto tutte le sue promesse. In particolare, i grandi investimenti infrastrutturali effettuati sulla rete stradale tra la metà degli anni Cinquanta e la metà degli anni Settanta hanno certo contribuito a facilitare i collegamenti interregionali, ma non si sono affatto tradotti in una riduzione dei costi di trasporto gravanti sul sistema, qualificandosi piuttosto come incentivi al *consumo di mobilità*. L'effetto economico di questo processo, sotto il profilo della produttività e della competitività del sistema, è incerto.

Quale che sia il giudizio sulla necessità e sull'opportunità del cammino di sviluppo economico e territoriale seguito dalle regioni dell'Italia settentrionale, a fronte degli elevati livelli di crescita di una domanda di trasporto ormai forse fuori controllo, ci si può certamente interrogare sulla sua sostenibilità non soltanto ambientale, ma anche economica e finanziaria. D'altro canto, il disordine insediativo conseguente alla sostanziale equiaccessibilità territoriale, è sempre più frequentemente citato come fattore primario della crisi attraversata da molti distretti industriali. Raggiunto l'obiettivo della diffusione dello sviluppo economico, è forse tempo di orientare le politiche di settore verso altre finalità.

1.4. Capacità di trasporto e domanda di mobilità

Il fatto che, negli scorsi decenni, l'aumento della capacità di trasporto abbia contribuito ad incentivare l'incremento della domanda di mobilità, non deve generare fraintendimenti relativi al ruolo delle politiche di settore. L'esperienza degli ultimi 15-20 anni, segnati da un sensibile rallentamento delle realizzazioni infrastrutturali, evidenzia che la domanda di mobilità cresce anche in assenza di importanti incrementi della capacità di trasporto offerta dal sistema. Quest'ultima, infatti, è solo una delle diverse cause che conducono alla crescita della domanda.

Questa considerazione non del tutto ovvia ha importanti conseguenze operative, in quanto rende di fatto velleitaria, ed in definitiva non giustificata, ogni ipotesi di "congelamento" della domanda di mobilità attraverso il blocco degli investimenti in infrastrutture di trasporto. Al contrario, l'indefinita posticipazione di interventi necessari può tradursi in un peggioramento non soltanto, com'è evidente, dei livelli di servizio offerti ad una domanda comunque crescente, ma anche delle prestazioni ambientali del sistema.

A scanso di ogni equivoco, non è probabilmente inutile evidenziare che tale effetto può prodursi sia nei casi di stallo decisionale, determinato da veti incrociati o comunque dalla reciproca neutralizzazione di interessi contrastanti fra loro, sia nei casi di indefinito prolungamento dei tempi di realizzazione di opere infrastrutturali già cantierate. Dal punto di vista della politica dei trasporti (che è cosa diversa dal sostegno al settore delle costruzioni) le due situazioni risultano praticamente identiche.

A fronte di queste considerazioni, è evidente che la politica dei trasporti deve contenere interventi *anche* infrastrutturali, definiti però non a caso, ma con riferimento ad un quadro molto preciso di obiettivi e priorità, che vista l'entità delle risorse finanziarie a disposizione, non possono più continuare ad escludere il tema del governo della domanda di mobilità, in un contesto tendente a garantire la sostenibilità ambientale del sistema. La difficile prospettiva che si pone oggi di fronte alle regioni dell'Italia settentrionale – e più in generale a tutti i territori appartenenti al "cuore" del continente europeo – è proprio quella di identificare, in modo sufficientemente chiaro, quali siano tali interventi, necessariamente limitati di numero e dunque associati a scelte molto più nette di quanto la tradizione politica italiana non consenta oggi di sperare.

1.5. Verso una nuova politica dei trasporti

Nella sua modestia, questo studio si propone di esaminare il sistema di trasporto del Nord Italia, sviluppando ed articolando un'analisi/diagnosi delle sue problematiche, che metta al centro le tendenze della domanda di mobilità, e le sue cause profonde sul versante delle trasformazioni territoriali. Su questa base, esso tenterà di delineare - evidentemente per spezzoni - una strategia ed alcuni scenari di intervento potenzialmente capaci di ricondurre le dinamiche della domanda nell'alveo della sostenibilità ambientale, senza mettere in crisi gli obiettivi di sviluppo del sistema economico e sociale.

E' un tentativo che si colloca nella prospettiva, indicata dall'Unione Europea nel suo Libro Bianco, della ricerca di un *disaccoppiamento* fra la domanda di trasporto e crescita economica: obiettivo certo relativamente facile da declamare; ma molto più difficile da articolare in termini operativi. Tuttavia, va osservato che analisi anche relativamente superficiali non tardano ad evidenziare l'esistenza, all'interno del sistema di trasporto nord-italiano, di importanti e per certi versi inaspettate sacche di inefficienza, il cui superamento rappresenta certamente un punto di partenza essenziale per lo sviluppo di una politica di settore, sostenibile da un punto di vista sia economico che ambientale.

Lungi dal tradursi in un lungo elenco di argomentazioni, volte a contestare l'utilità di specifici progetti o programmi di intervento (peraltro spesso del tutto campati per aria), questo studio tende invece a presentarsi come riflessione propositiva – ed al limite come “piattaforma programmatica” per lo sviluppo di una politica dei trasporti un po' più avanzata dell'attuale. Al di là delle diverse inflessioni che possono essere attribuite al binomio sviluppo/sostenibilità ambientale, l'idea è quella di provare a definire un compromesso ragionevole, e non ideologico, che consenta di superare alcune fra le più obsolete ed ingiustificate inerzie del sistema decisionale che sottende la programmazione del settore.

2. Problemi

2.1. L'andamento del traffico

Nel corso degli ultimi vent'anni, le otto regioni dell'Italia settentrionale¹ hanno conosciuto un aumento del traffico decisamente intenso, che ha coinvolto, in misura differente, tutti i modi di trasporto.

Innanzitutto, è fortemente cresciuto il traffico stradale. Se consideriamo la sola **rete autostradale** a pedaggio (che rappresenta l'unica parte della rete stradale soggetta a sistematiche rilevazioni dei transiti veicolari), osserviamo che i volumi di traffico totali sono passati dai 29,1 miliardi di veicoli equivalenti·km (veic.eq·km²) del 1980, ai 41,1 miliardi di veic.eq·km del 1990 (+41%), ai 58,6 miliardi di veic.eq·km del 2000 (+42%), subendo così, nel giro di vent'anni, un raddoppio. Il tasso medio di crescita, abbastanza costante nel periodo, sfiora il 4% annuo (cfr.fig.2.1.1).

I tassi di crescita registrati sulla rete nel decennio 1980-1990 (+41%), sono risultati mediamente inferiori a quelli medi nazionali (+49%); con il risultato di far scendere l'incidenza delle regioni settentrionali sul totale dal 68% a poco più del 64%³. Ma nel decennio successivo, le proporzioni si sono ribaltate (+42% contro +37%), con il che, nel 2000, il traffico registrato al Nord è tornato a rappresentare il 67% del totale italiano.

Un altro elemento di interesse riguarda il diverso andamento, registrato dal traffico leggero e da quello pesante. Il primo, infatti, presenta un tasso di crescita del 66,1% (contro una media nazionale del 74,1%) nel decennio 1980-1990, e del 38,9% (media nazionale 34,0%) nel decennio successivo. Il secondo cresce invece, rispettivamente, del 14,8% (media nazionale 20,0%) e del 48,0% (media nazionale 41,3%). Sebbene questi risultati siano in parte influenzati dalla riclassificazione del traffico, operata negli anni Ottanta, risulta con grande evidenza la maggior dinamica, registrata negli ultimi dieci anni, del traffico pesante (che cresce in media +4,0% annuo) rispetto a quello leggero (i cui tassi medi si arrestano al +3,3%).

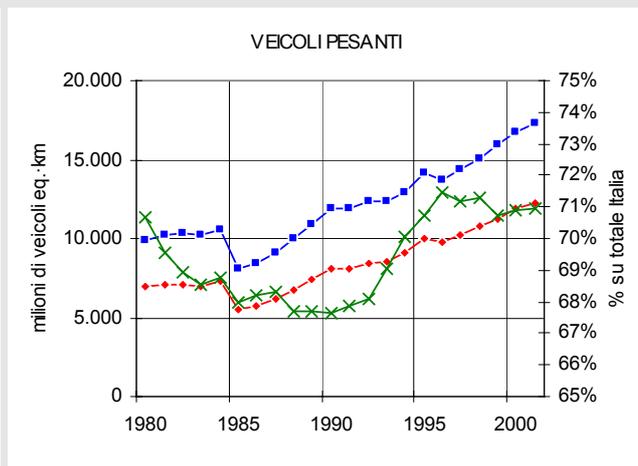
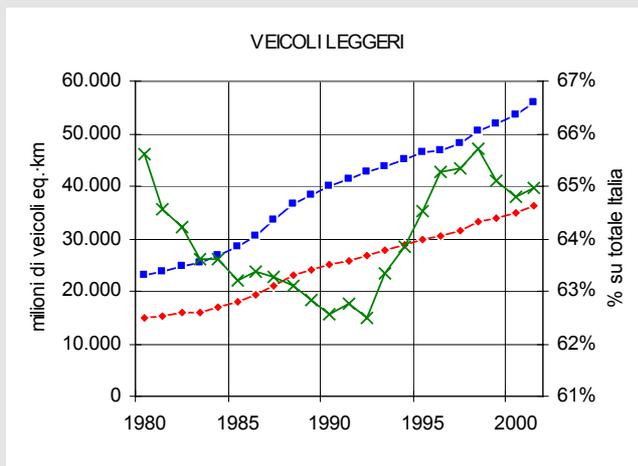
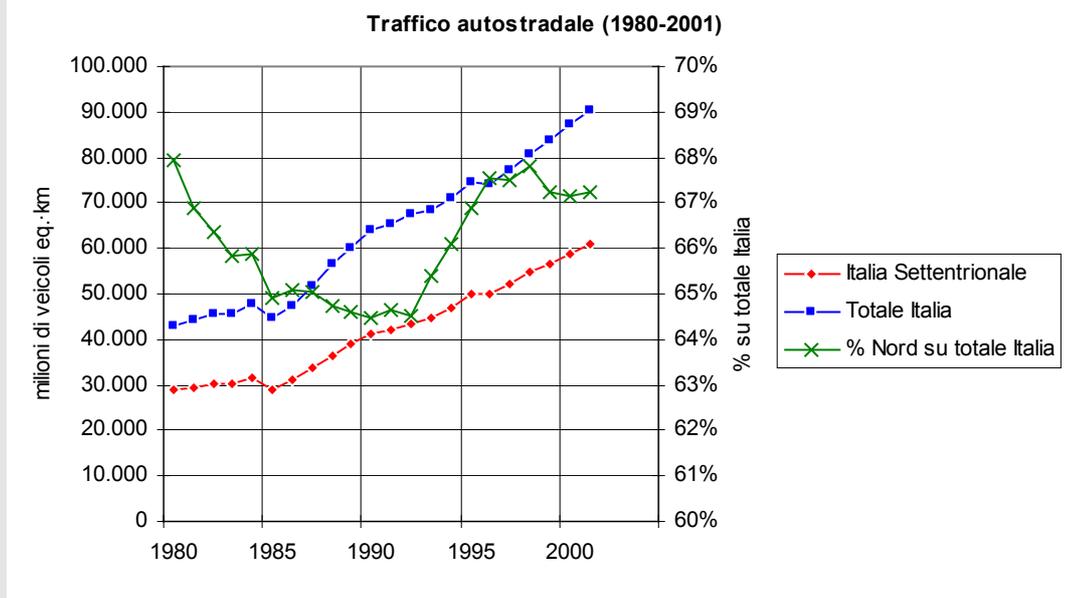
La situazione della **rete stradale ordinaria** (e delle tratte autostradali liberalizzate), assai molto meno nota nel suo complesso, non sembra però essere molto differente⁴. Una stima del tutto indicativa dei volumi di traffico complessivi, registrati sull'intera rete del Nord Italia (autostrade incluse), fornisce un totale di circa 140 miliardi di veic.eq·km nel 1980, di circa 210 miliardi di veic.eq·km nel 1990, e di circa 300 miliardi di veic.eq·km nel 2000 (cfr.fig.2.1.2), con tassi di crescita medi annui dell'ordine del +4,1% tra il 1980 ed il 1990, e del +3,5% tra il 1990 ed il 2000. Poiché questi tassi sono risultati leggermente inferiori a quelli stimati per l'intera rete nazionale (rispettivamente +4,2% e +4,0%), l'incidenza delle regioni settentrionali sul totale italiano sembrerebbe declinare lentamente, collocandosi oggi leggermente al di sopra del 50%.

¹ L'ambito di riferimento di questo studio è costituito, laddove non altrimenti specificato, dall'insieme delle regioni Piemonte, Valle d'Aosta, Liguria, Lombardia, Trentino-Alto Adige, Veneto, Friuli-Venezia Giulia ed Emilia-Romagna.

² L'unità di misura correntemente impiegata per rappresentare la "quantità di traffico" in un determinato sistema di trasporto è data dalla somma dei chilometri percorsi dai veicoli all'interno del sistema stesso. Si parla, in questo caso, di veicoli *per* chilometro, o più semplicemente di veicoli·km (veic·km, o vkm). Inoltre, per tenere conto del diverso ingombro dinamico delle diverse categorie di veicoli, agli autocarri viene attribuito un coefficiente di equivalenza in autovetture, che in questo caso è posto uguale a 2. Si parla, in questo caso, di veicoli equivalenti·km (veic.eq·km).

³ Nel prendere in esame questo dato, si deve tener conto del fatto che molte tratte autostradali del Mezzogiorno non sono a pedaggio, e non vengono dunque contabilizzate nel totale nazionale.

⁴ A differenza del traffico autostradale, sottoposto (almeno per quanto concerne le tratte a pedaggio) ad un monitoraggio continuo, quello gravante sulla rete ordinaria è noto soltanto attraverso rilevazioni sporadiche, effettuate dagli enti proprietari o dalle collettività locali. Ne deriva una situazione di conoscenza frammentaria, cui negli ultimi anni hanno tentato di ovviare, attraverso periodiche e capillari campagne di indagine, molte amministrazioni provinciali. Permane invece irrisolto il tema delle strade statali, date le forti inerzie dimostrate dall'ANAS (i dati di traffico più aggiornati, peraltro assai disomogenei e frammentati, risalgono al 1990, mentre del censimento del traffico effettuato nel 1995 non sono mai stati resi sistematicamente noti i risultati...).



Traffico sulla rete autostradale a pedaggio (1980-2000)							
Area	milioni di veicoli eq. km/anno					incremento	
	1980	1985	1990	1995	2000	1980-1990	1990-2000
Italia settentrionale	29.087,8	28.915,1	41.135,2	49.996,3	58.589,1	+41,4%	+42,4%
Totale Italia	42.806,0	44.534,1	63.822,7	74.762,3	87.267,0	+49,1%	+36,7%
% Italia sett. su totale	68,0%	64,9%	64,5%	66,9%	67,1%		

Fig.2.1.1. Traffico autostradale: totale Italia e regioni settentrionali (1980-2000)

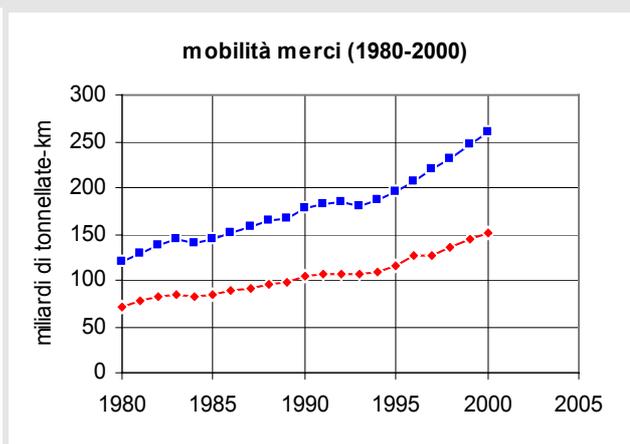
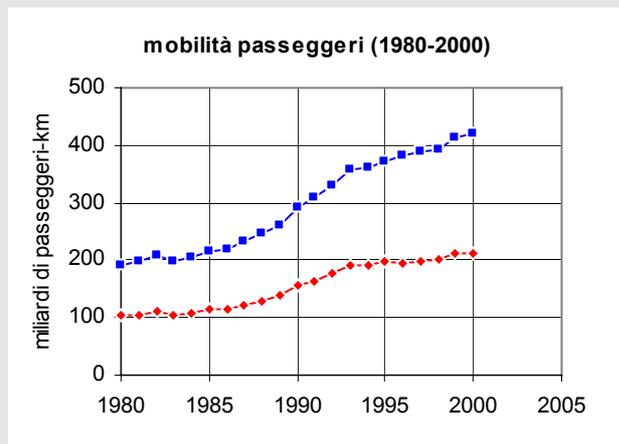
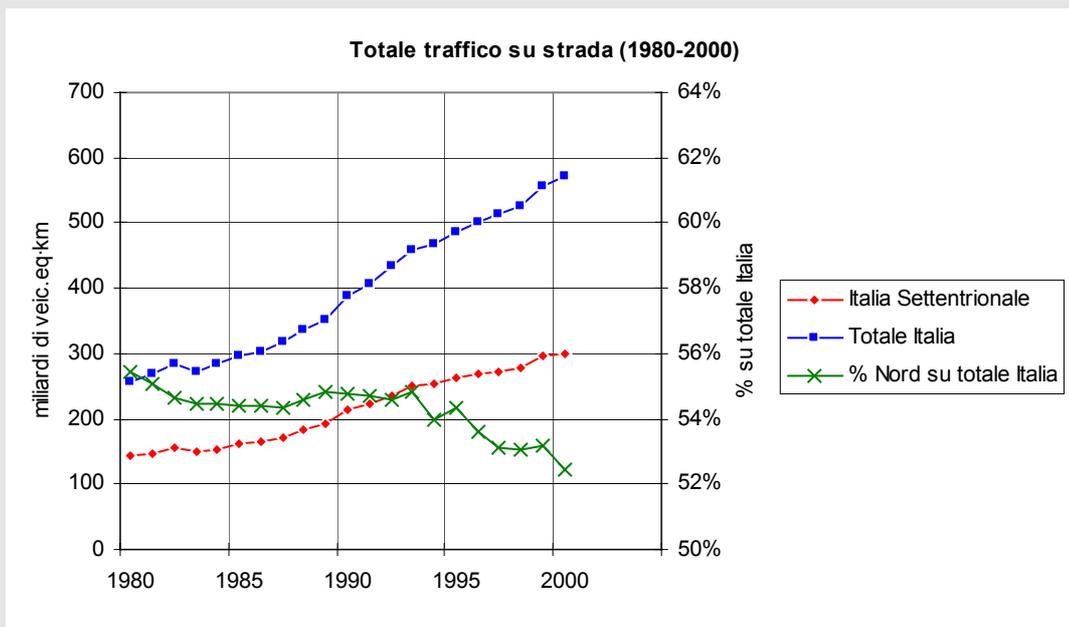
Il traffico sulla rete autostradale a pedaggio del Nord Italia, che nel 1980 ammontava a circa 29,0 miliardi di veic.eq. km, ha raggiunto nel 1990 i 41,1 miliardi di veic.eq. km (+41% in dieci anni), e nel 2000 i 58,6 miliardi di veic.eq. km (+42% nel medesimo lasso di tempo). Tra il 1980 ed il 1990, la crescita è stata inferiore alla media nazionale, di modo che l'influenza delle regioni settentrionali sul totale italiano si è ridotta dal 68 al 64%; ma nel decennio successivo si è assistito ad una inversione di tendenza, con recupero delle posizioni registrate nel 1980.

Il traffico leggero è passato dai 15,1 miliardi di veic.km del 1980, ai 25,0 del 1990 (+66%) ed ai 34,7 del 2000 (+39%), mentre quello pesante è passato dai 7,0 miliardi di veic.km del 1980, agli 8,0 del 1990 (+14%), agli 11,9 (+49%). Sebbene in parte influenzati dalla ridefinizione delle classi tariffarie, verificatasi nel corso degli anni Ottanta, questi andamenti evidenziano la maggiore dinamica registrata in anni recenti dal traffico pesante, rispetto a quello leggero.

Note

- a) La tabella include unicamente il traffico della rete a pedaggio (sono escluse le tangenziali di Torino, Milano e Mestre)
- b) La serie storica del traffico di veicoli pesanti è influenzata dalla ridefinizione delle classi tariffarie, avvenuta nel 1984-85.
- c) I dati relativi al 1989 sono interpolati

Fonte: AISCAT



Traffico sull'insieme della rete stradale - stima (1980-2000)							
Area	milioni di veicoli eq.-km/anno					incremento	
	1980	1985	1990	1995	2000	1980-1990	1990-2000
Italia settentrionale	142	161	213	264	300	+49%	+41%
Totale Italia	257	296	388	485	572	+51%	+47%
% Italia sett. su totale	55%	54%	55%	54%	52%		

Fig.2.1.2. Traffico stradale in complesso: totale Italia e regioni settentrionali (1980-2000)

Una stima indicativa dei volumi di traffico complessivamente circolati sulla rete stradale nazionale nell'anno 2000 dà un totale di circa 570 miliardi di veic.eq.-km, con un incremento di quasi il 50% rispetto all'analogo valore del 1990 (ca.390 miliardi di veic.eq.-km) e di oltre il 100% rispetto a quello del 1980 (ca.260 miliardi di veic.eq.-km). Restringendo il campo di indagine alle sole regioni settentrionali, i corrispondenti valori risultano di circa 140 miliardi di veic.eq.-km nel 1980, di circa 210 miliardi di veic.eq.-km (+49%) nel 1990, e di circa 300 miliardi di veic.eq.-km (+41%) nel 2000. Il leggero rallentamento relativo, registrato fra il penultimo e l'ultimo decennio del secolo, dovrebbe aver determinato una certa riduzione dell'incidenza delle regioni settentrionali sul totale italiano. Va comunque osservato che, in valori assoluti, la serie storica del traffico stradale non tende affatto a rallentare: infatti, se tra il 1980 ed il 1990 si è registrato un incremento annuo dell'ordine dei 210-140=70 miliardi di veic.eq.-km, nel decennio successivo l'incremento è ammontato a circa 300-210=90 miliardi di veic.eq.-km.

Nota

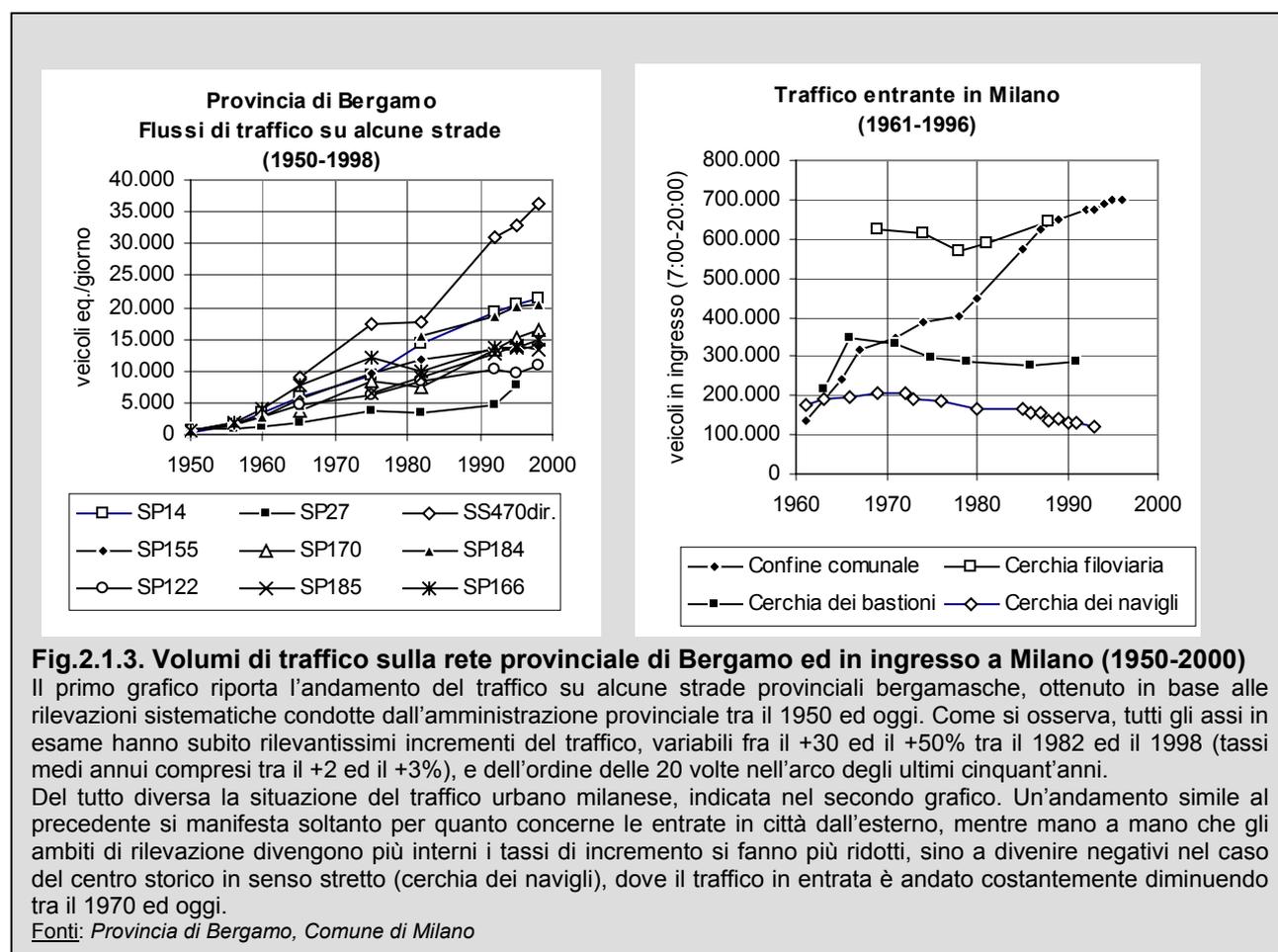
La stima è stata condotta sulla base delle statistiche dei volumi di traffico nazionali, pubblicate dall'OCSE. Le percorrenze medie nazionali per veicolo, dedotte da tali dati, sono state confrontate con le statistiche generate dalle simulazioni della rete stradale nazionale effettuate per la redazione del Piano Generale dei Trasporti e della Logistica. Le percorrenze medie dei veicoli immatricolati in Italia settentrionale sono state adattate in modo da tener conto dei diversi carichi veicolari medi, riscontrati sulla rete stradale del Nord rispetto a quella del Centro-sud.

Elaborazione su dati ACI, ISTAT, Ministero dei trasporti, OCSE

Un ulteriore elemento di interesse è costituito dal rilevante differenziale riscontrato negli ultimi dieci anni tra il tasso di incremento medio annuo del traffico leggero (+3,2%) e quello del traffico pesante (+4,4%). Pur nell'incertezza che caratterizza la stima, si tratta di una differenza non trascurabile, che corrisponde, fra l'altro, a quanto è andato verificandosi sulla rete autostradale.

In termini di domanda di mobilità soddisfatta dal modo stradale, questi dati corrispondono approssimativamente a 220 miliardi di passeggeri-km (su un totale nazionale di 421) ed a 160 miliardi di tonnellate-km (su un totale nazionale di 260)⁵.

L'andamento stimato del traffico sulla rete ordinaria trova diverse conferme nelle rilevazioni parziali, condotte in modo sistematico da alcune amministrazioni provinciali sulle loro reti, che forniscono, nel corso degli anni Novanta, tassi di crescita medi annui del 3÷5% (cfr.fig.2.1.3). La tendenza alla crescita del traffico sembra ridursi, se non annullarsi, soltanto in presenza di livelli di congestione molto elevati – di fatto corrispondenti alla saturazione della rete stradale – come quelli che si manifestano all'ingresso delle grandi città. L'esempio di Milano è, in questo caso, abbastanza eloquente: il numero di autovetture che entrano in città, pari a 450.000 veicoli/giorno nel 1981 ed a 650.000 nel 1989 (+44%), ha raggiunto oggi le 700.000 unità, con un incremento del 8% in otto anni, ad un tasso di crescita medio di poco superiore all'1% annuo.



⁵ Analogamente a quanto si verifica per i volumi di traffico, le misure della "quantità di mobilità" dei passeggeri o delle merci (espresse in tonnellate) sono, rispettivamente, i passeggeri-km (pkm) e le tonnellate-km (tkm).

A ritmi ancora maggiori di quelli che contraddistinguono il modo stradale, cresce anche il **traffico aereo**. Nel corso del 2000 il sistema aeroportuale del Nord Italia (formato da 21 scali, di cui soltanto nove caratterizzati da livelli di traffico commerciale di un certo rilievo⁶) ha servito oltre 600.000 movimenti di aeromobili (decolli od atterraggi), con un incremento del 128% rispetto al corrispondente valore del 1990. Andamenti del tutto analoghi caratterizzano il numero di passeggeri imbarcati o sbarcati, ed anche la quantità di merci movimentata. Il tasso medio annuo risulta, in questo caso, dell'ordine del +8,6%⁷. Poiché questo valore si è mantenuto ben al di sopra della media nazionale (+6,6% annuo nel medesimo periodo), negli ultimi anni l'incidenza degli scali settentrionali sul complesso del traffico aereo italiano è considerevolmente aumentata, passando dal 42% del 1990 al 51% del 2000. E' un effetto da ascrivere, almeno in parte, al trasferimento di voli intercontinentali dall'aeroporto di Roma-Fiumicino al nuovo scalo milanese della Malpensa (cfr.fig.2.1.5).

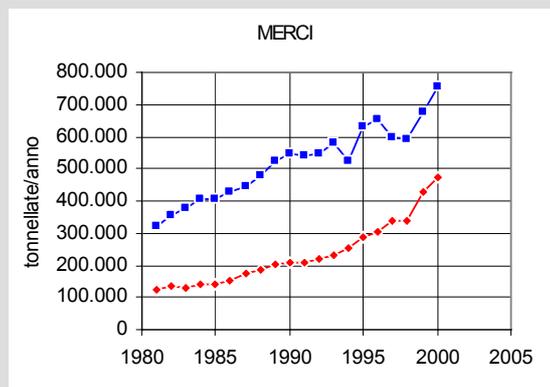
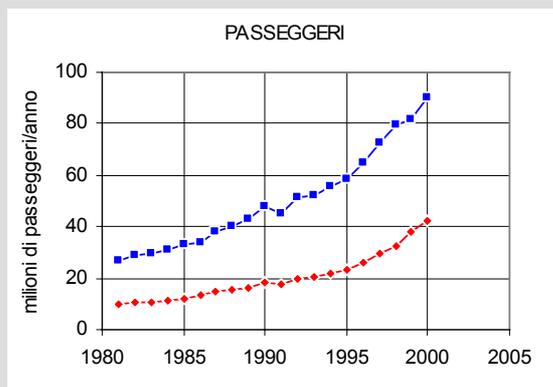
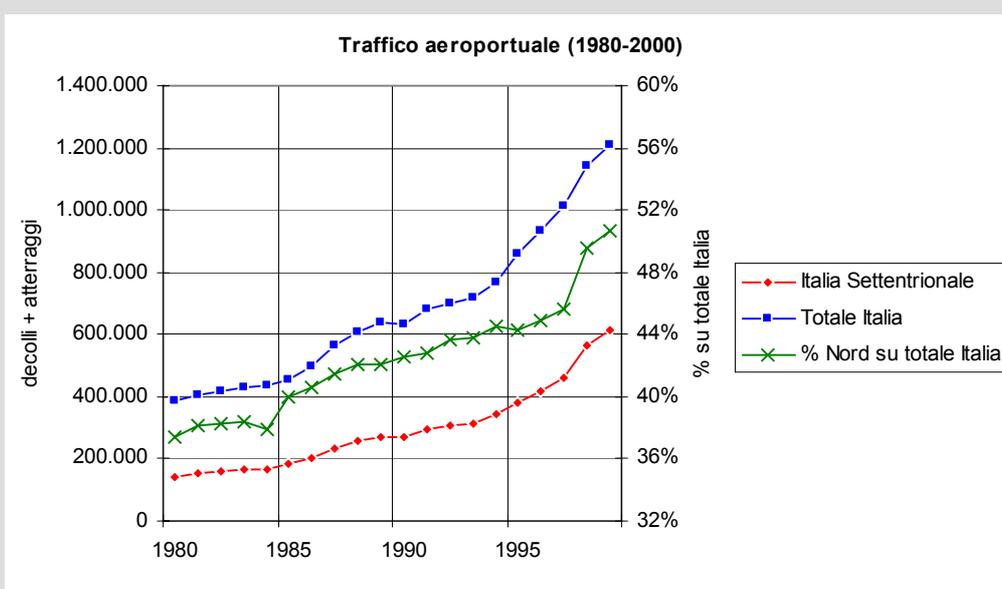


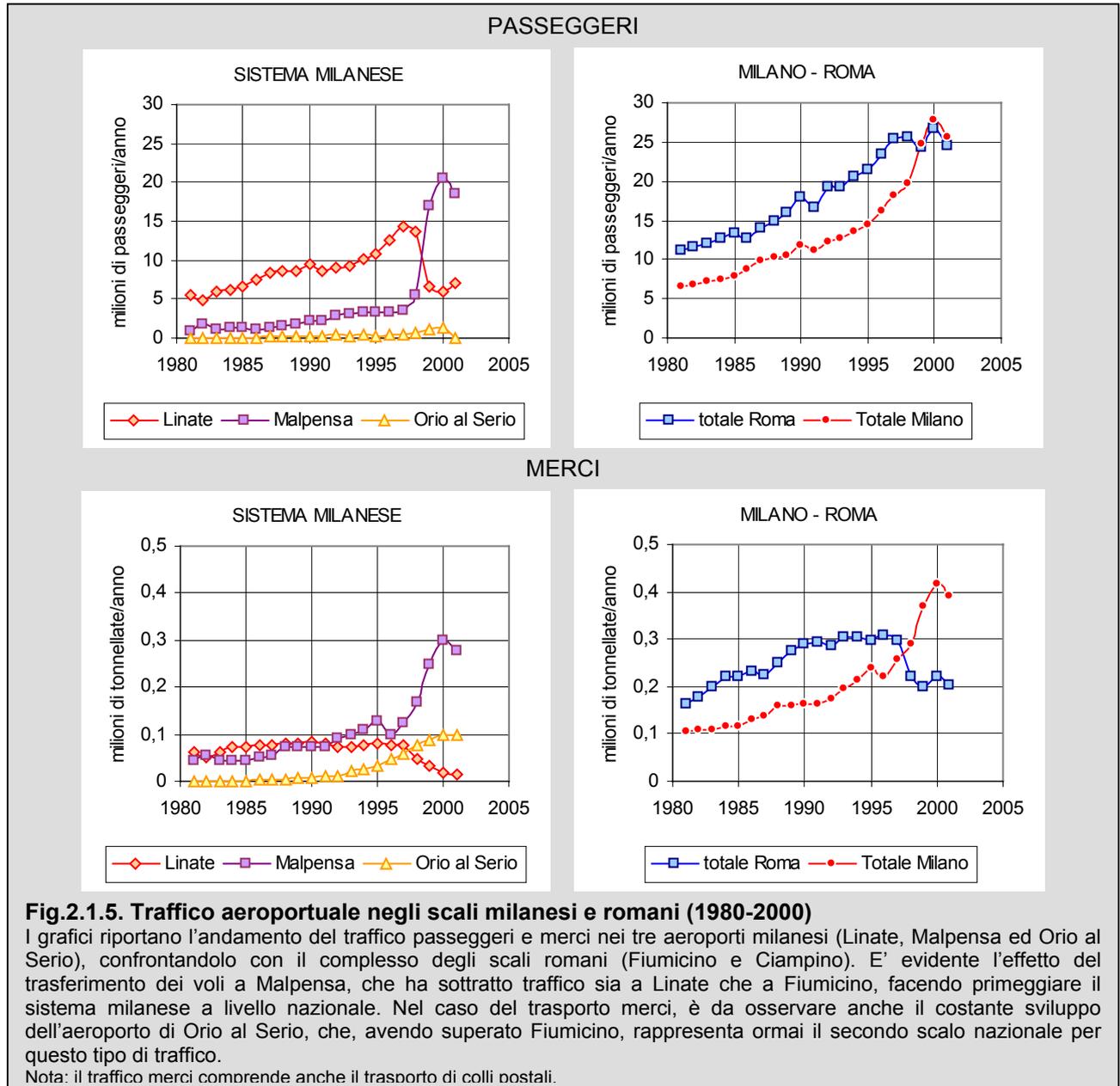
Fig.2.1.4. Traffico aeroportuale: Totale Italia e regioni settentrionali (1980-2000)

I 21 scali aeroportuali del Nord Italia hanno servito 144.000 movimenti di aeromobili (decolli + atterraggi) nel 1981, 269.000 (+87%) nel 1990, e ben 613.094 nel 2000 (+128%). Il tasso medio di crescita risulta superiore alla media nazionale, con un'aumento dell'incidenza sul totale italiano. Un andamento del tutto analogo contraddistingue le due componenti relative ai passeggeri (42,1 milioni di unità nel 2000) ed alle merci (circa 475.000 tonnellate nel medesimo anno).

Fonte: Ministero dei trasporti

⁶ E cioè Torino-Caselle, Genova-Sestri, Milano-Malpensa, Milano-Linate, Bergamo-Orio al Serio, Verona-Villafranca, Venezia-Tessera, Trieste-Ronchi dei Legionari, Bologna-Borgo Panigale.

⁷ L'andamento del traffico aereo ha subito un netto rallentamento nel 2001, a seguito dell'allarme causato dall'attentato alle *Twin Towers* di New York. I dati al momento disponibili, circa l'andamento del traffico nel 2002, sembrano evidenziare il carattere congiunturale di tale variazione.



Una sensibile crescita del traffico si manifesta da alcuni anni anche nel **trasporto marittimo** (cfr.fig.2.1.6). Infatti, il numero delle navi arrivate e partite dai sei porti principali di Savona-Vado, Genova, La Spezia, Ravenna, Venezia e Trieste è passato da 39.354 nel 1981, a 40.488 nel 1991 (+3%), a 44.360 nel 1998 (+10%); inoltre questo incremento risulta accentuato dal continuo aumento delle dimensioni medie delle navi: le tonnellate di stazza netta (TSN) sono infatti passate da 204.435 nel 1981, a 223.044 nel 1991 (+9%), a 279.806 nel 1998 (+25%), con un incremento medio annuo pari, ancora una volta, a circa il 3%. Le merci sbarcate nel complesso dei porti liguri, romagnoli, veneti e giuliani sono passate dai 127,9 milioni di t del 1981, ai 124,6 del 1990 (-3%), ai 145,1 del 1998 (+16%), con un incremento medio annuo del +1,9% nel periodo 1990-98. Ma la dinamica maggiore si riscontra nel caso delle merci imbarcate, che, dopo essere declinate dai 19,9 milioni di t del 1981 ai 17,8 del 1990 (-11%), hanno raggiunto, nel 1998, i 29,1 milioni di t, con un incremento del 64% (+6,4% annuo) dal 1990, e del 38% (+11,3% annuo) nel solo triennio 1995-98.

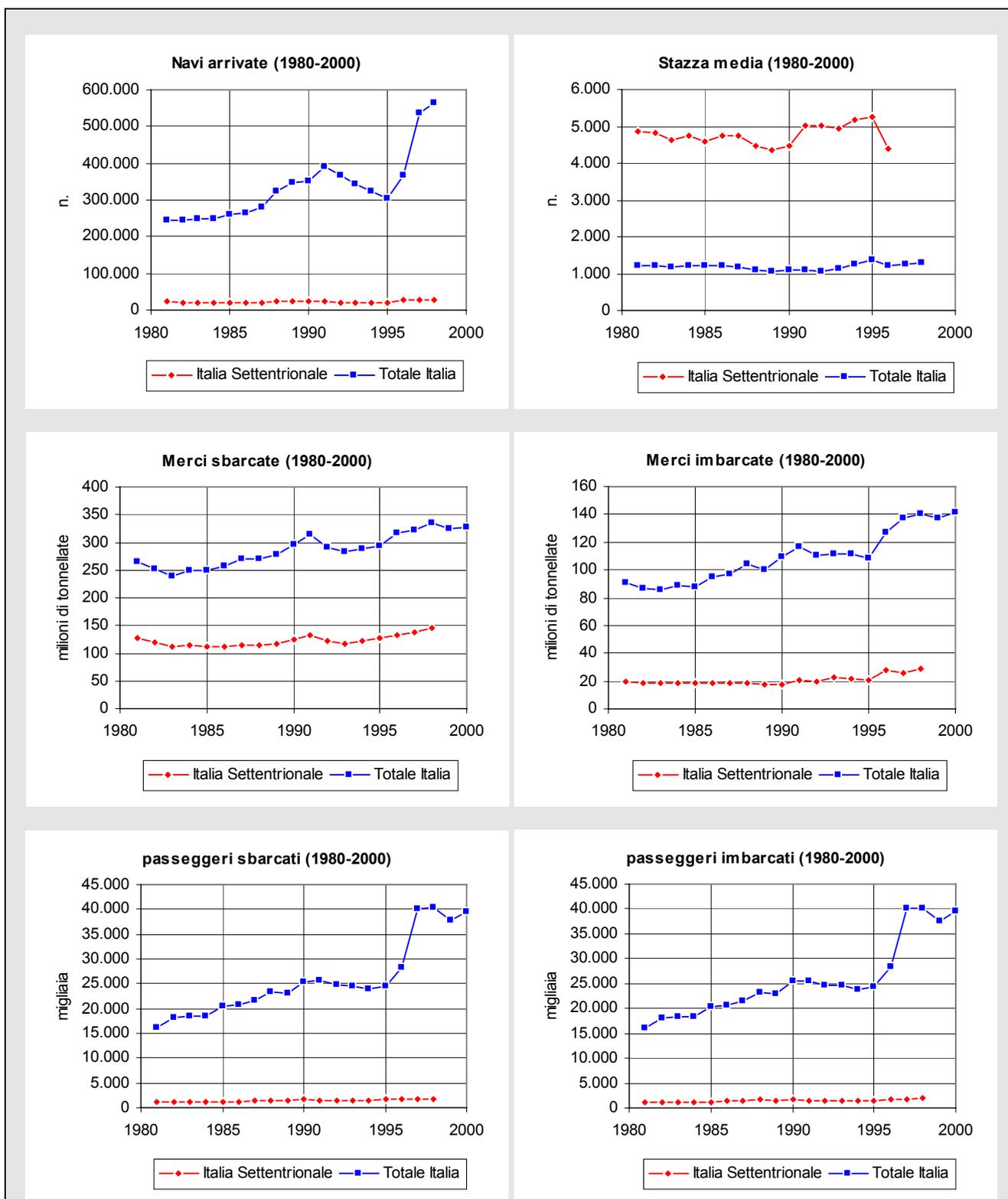
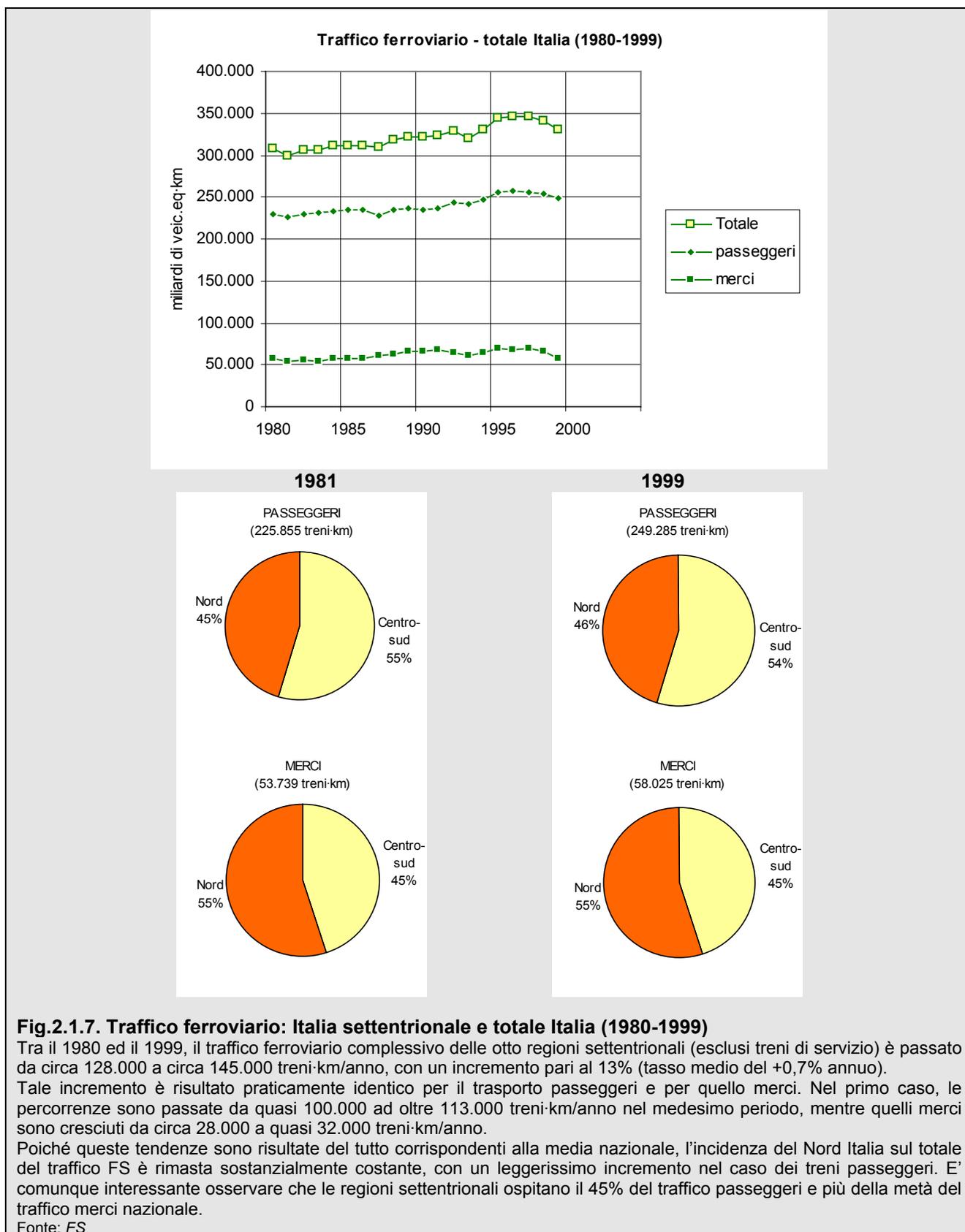


Fig.2.1.6. Traffico marittimo: porti dell'Italia settentrionale e totale Italia (1980-2000)

I grafici evidenziano l'andamento del traffico marittimo a livello nazionale e nei soli porti dell'Italia settentrionale (regioni Liguria, Emilia-Romagna, Veneto e Friuli-Venezia Giulia). La variazione del totale nazionale, relativo alle navi arrivate ed al trasporto passeggeri, nel biennio 1996-97, è da imputare alla contabilizzazione dei traghetti che effettuano servizio nello Stretto di Messina (precedentemente esclusi dall'ambito di osservazione). Come si osserva, il numero di navi arrivate nei porti del Nord è piuttosto ridotto, ma viene parzialmente compensato dalle dimensioni medie considerevolmente superiori (si tenga conto che il totale del Centro-sud è fortemente influenzato dai servizi di navigazione verso le isole minori). In termini di trasporto merci, l'incidenza dell'Italia settentrionale sul totale nazionale è ancora apprezzabile, mentre risulta sostanzialmente trascurabile nel caso del trasporto passeggeri.

Fonte: ISTAT

Cresce, infine, sia pure a ritmi molto più ridotti di quanto non avvenga per gli altri modi di trasporto, anche il **traffico ferroviario**. Il totale dei treni-km, passeggeri e merci, prodotti dalle Ferrovie dello Stato nelle otto regioni dell'Italia settentrionale, è infatti cresciuto soltanto del 13% fra il 1980 ed il 1999.



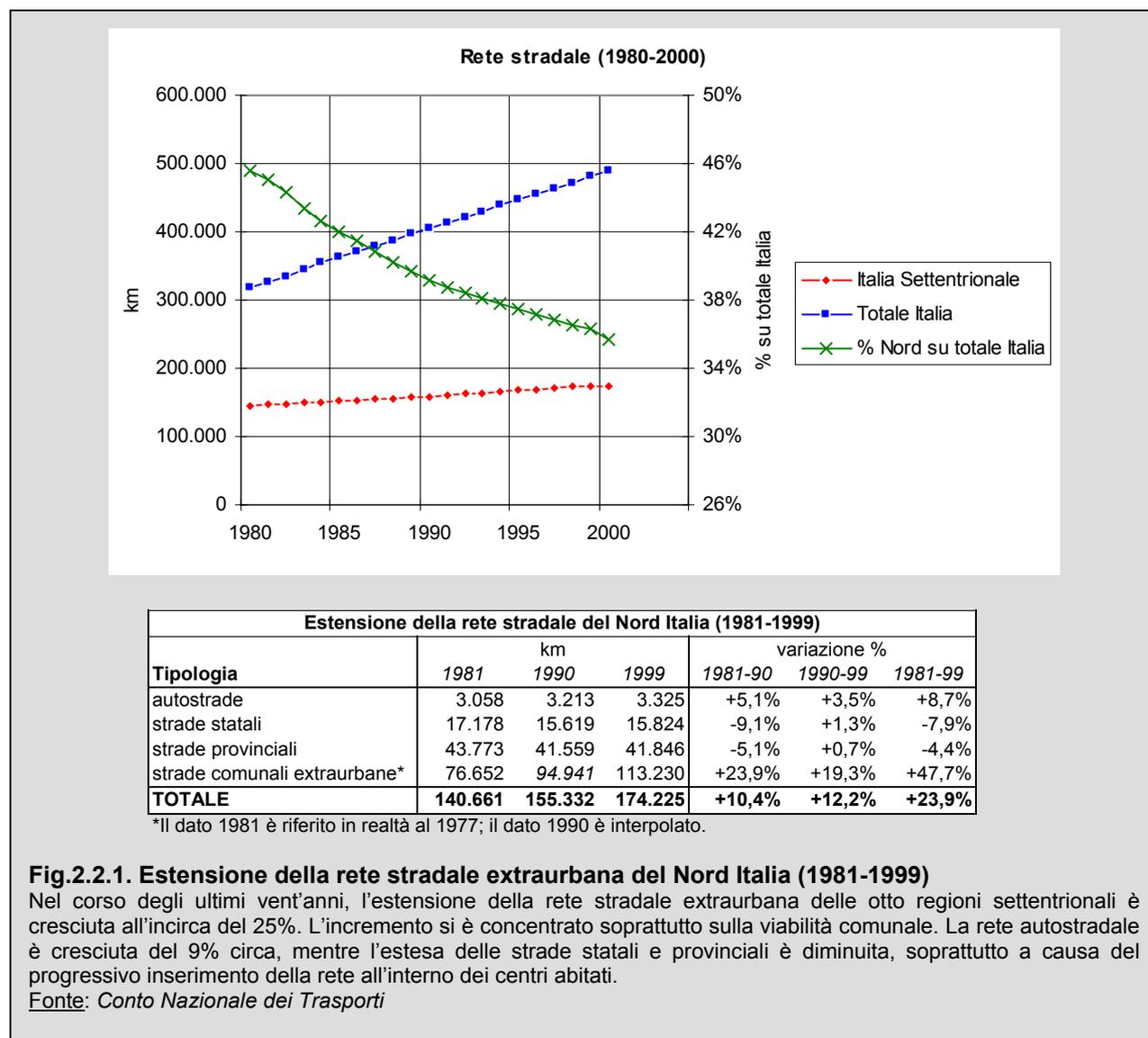
2.2. L'estensione delle reti infrastrutturali ed i livelli di congestione

Negli ultimi anni, evidenziare il ridotto sviluppo delle reti infrastrutturali, ed in particolare della rete stradale, in confronto alle dinamiche della domanda, è diventato quasi un luogo comune. Tale giudizio deriva però da una singolare mescolanza di dati di fatto da un lato, e vere e proprie mitologie dall'altro.

Alcune di queste mitologie derivano dal mancato aggiornamento dei dati: per oltre vent'anni le statistiche sull'estensione della rete stradale comunale extraurbana hanno riportato un dato risalente al 1977. La nuova rilevazione, effettuata nel 1999, ha evidenziato che, nei 22 anni intercorsi, a questa rete si sono aggiunti oltre 25.000 km di nuove strade, con un incremento che sfiora il 50% (cfr.fig.2.2.1).

Questo valore risulta molto superiore di quello rilevato nel caso delle autostrade (+9% in diciott'anni), e soprattutto in quello delle strade statali e provinciali, la cui estesa è addirittura diminuita nel corso del periodo: un risultato che dipende, in parte, dalla progressiva urbanizzazione della rete (il dato si riferisce alle sole strade *extraurbane*), ed in parte, dall'avvenuta riclassificazione di numerose strade.

Comunque, nel complesso, l'estensione della rete stradale è passata dai circa 140 mila km del 1981, ai circa 175 mila km, con un incremento dell'ordine del 25% nel giro di una ventina d'anni.

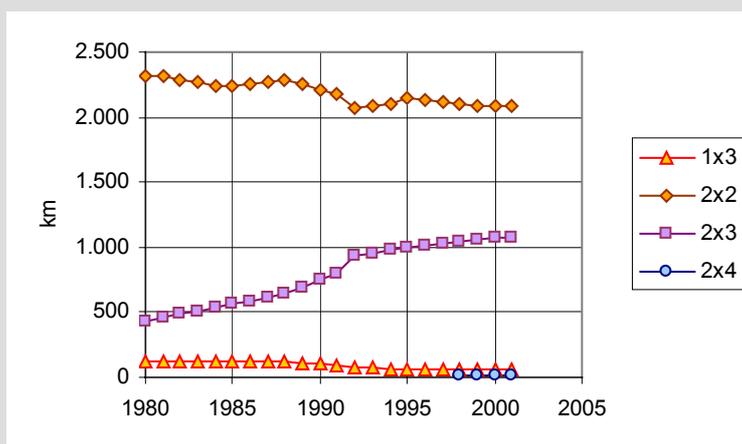


Nel prendere in esame il dato relativo all'estensione della rete stradale bisogna inoltre considerare che esso

- non include i raccordi autostradali;
- non evidenzia i significativi potenziamenti della rete, realizzati ad esempio con i sistemi di tangenziale urbana di molte città (spesso si tratta di varianti a strade statali che, comportando la riclassificazione dei tracciati storici ormai urbanizzati, non incidono sull'estensione complessiva della rete primaria);
- non tiene conto degli incrementi di capacità stradale, derivanti dal raddoppio di carreggiata su strade esistenti, o dalla realizzazione di terze corsie autostradali.

Una stima dell'andamento storico dell'effettiva *capacità di deflusso* offerta dalla rete stradale richiederebbe informazioni, quali la tipologia delle singole tratte, ma anche l'attrezzatura dei singoli nodi, che sono molto lontane dall'essere disponibili nel grado di dettaglio necessario.

Facendo riferimento alla sola rete autostradale, si può osservare che il ridotto incremento registrato in termini di lunghezza totale, si è in realtà accompagnato ad un intenso programma di realizzazione di terze (e quarte) corsie. Prendendo in esame l'*estesa complessiva delle corsie*, si osserva che questa è passata da 12.100 km del 1980 ai 13.500 del 1990 (+12%), ai quasi 15.000 del 2000 (+11%), crescendo dunque del 24% in vent'anni, ad un tasso medio che si aggira intorno all'1,1% (fig.2.2.2.). Ad un tasso analogo è cresciuta la capacità totale di deflusso, che è passata dai circa 93 miliardi di veic.eq-km/anno del 1980, agli oltre 115 miliardi di veic.eq-km/anno del 2000.



Tipologia	km				
	1980	1985	1990	1995	2000
1 x 3 corsie	122	122	102	66	54
2 x 2 corsie	2.312	2.247	2.214	2.147	2.085
2 x 3 corsie	435	564	745	991	1.071
2 x 4 corsie					13
Totale rete	2.869	2.934	3.061	3.204	3.207
Tot.estesa corsie	12.102	12.619	13.530	14.663	14.976
Capacità (Mvkm/anno)	92.946	96.910	103.910	112.610	115.017

Tab.2.2.2. Estesa totale delle corsie autostradali (1980-2000)

Il grafico e la tabella riportano l'estesa della rete autostradale del Nord Italia, differenziata a seconda del numero di corsie. Come si osserva, l'aumento di lunghezza delle tratte a tre corsie per senso di marcia (+630 km in vent'anni) è stato superiore alla riduzione della lunghezza delle tratte a due corsie (-230 km nel medesimo periodo), in quanto il potenziamento delle autostrade esistenti si è sovrapposto alla realizzazione di nuove tratte. L'estesa totale delle corsie autostradali è passata dai 12.102 km del 1980 ai 14.976 km del 2000, con un incremento del 23,7% in vent'anni. La capacità di deflusso totale è stata ottenuta moltiplicando l'estesa totale delle corsie per un valore di capacità pratica pari a circa 25.000 veicoli equivalenti/corsia/giorno (corrispondenti ad un impiego della capacità pari al 100% per 4 ore, al 60% per 12 ore, ed al 30% per 8 ore nell'arco della giornata).

Elaborazione su dati AISCAT

Un'analogia e sintetica stima della capacità di deflusso stradale, riferita alla rete ordinaria, dà per risultato circa 900 miliardi di veic.eq-km nel 1980, e non meno di 1.000 nel 2000.

Tutte queste considerazioni non tolgono, comunque, che il traffico stradale sia cresciuto, in media, ad un tasso superiore a quello della capacità di deflusso offerta sulla rete. Conseguentemente, i livelli di congestione sono andati, in media, aumentando. Un confronto, effettuato al solito sulla sola rete autostradale, evidenzia che il rapporto flusso/capacità (F/C) complessivo è passato dal 31% del 1980, al 40% del 1990, al 53% del 2000. Si tratta, ovviamente, di valori *medi*, che, come osserveremo nel seguito, vengono frequentemente oltrepassati in ore e tratte specifiche⁸. Nondimeno, tali valori evidenziano l'esistenza all'interno della rete, accanto a situazioni fortemente congestionate, anche di considerevoli riserve di capacità.

A differenza della rete stradale, la rete ferroviaria ha subito, nel corso degli ultimi vent'anni, limitatissime variazioni: gli interventi di potenziamento infrastrutturale consistono infatti quasi unicamente nei quadruplicamenti in accesso ai nodi urbani (come ad esempio Milano-Melegnano o Torino-Trofarello) ed in limitati prolungamenti di linea (per esempio il raccordo ferroviario per Malpensa e la tratta occidentale del Passante ferroviario di Milano). In termini statistici, tali potenziamenti sono stati compensati dalla chiusura di diversi "rami secchi", cosicché l'estensione della rete ha complessivamente subito una leggera diminuzione (-2% tra il 1981 ed il 1997), cui è però corrisposto un aumento dell'incidenza delle linee a doppio (e quadruplo) binario (fig.2.2.4).

La potenzialità complessiva della rete, determinata sulla base dei parametri FS, è pari a circa 260 milioni di treni-km/anno, il che determina un rapporto medio fra traffico e potenzialità dell'ordine di 0,60.

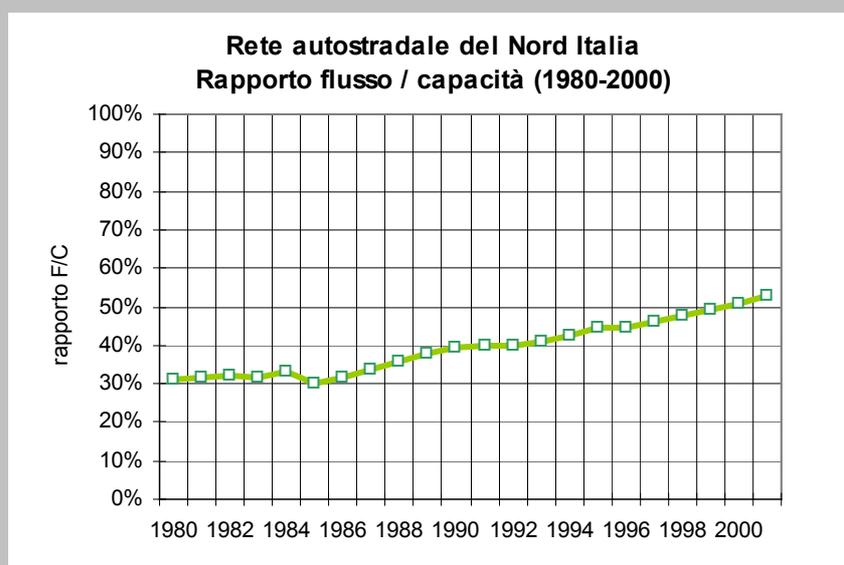
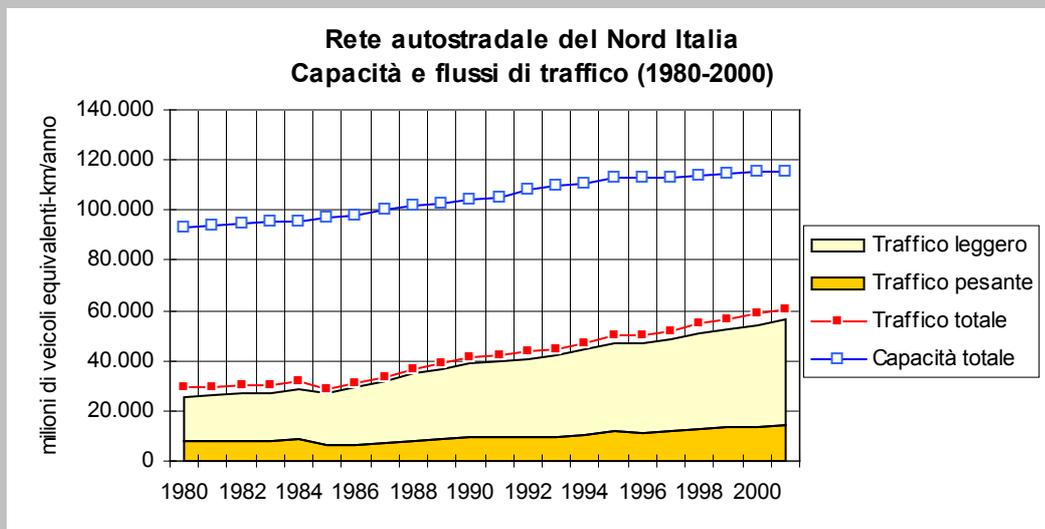
Tuttavia, va evidenziato che il valore della potenzialità, stimato dalle FS, è da ritenersi molto prudenziale, e ciò essenzialmente per due motivi:

- l'arretratezza tecnologica di molte linee, che ne determina la limitata potenzialità, a parità di parametri infrastrutturali;
- il gap di efficienza scontato dalle Ferrovie dello Stato (oggi RFI/Trenitalia) nella gestione delle linee (per una normale linea a doppio binario, FS dichiara una potenzialità di 220 treni/giorno, laddove anche soltanto le Ferrovie Nord Milano riescono a raggiungere valori quasi doppi⁹).

Applicando valori unitari più adeguati ad una gestione efficiente della rete, si ottengono valori di potenzialità dell'ordine di 400 milioni di treni-km/giorno, con riduzione del rapporto traffico/potenzialità a valori intorno a 0,40.

⁸ Anche se va osservato che i valori di capacità stimati tengono già conto della «normale» variabilità dei flussi di traffico, nel corso della giornata.

⁹ La potenzialità di una linea ferroviaria dipende anche dalla tipologia di treni che vi transitano. Se questi hanno velocità commerciali molto diverse, non è possibile mantenere distanzamenti costanti tra convogli successivi e la potenzialità della linea diminuisce. I parametri impiegati dalle FS si basano sull'ipotesi di gestione promiscua di linee, con transito di treni fortemente eterotachici: come avviene su larga parte della rete fondamentale, ed in particolare su molte tratte di adduzione ai nodi urbani, che rappresentano i punti di massima saturazione della rete. Tuttavia, le FS hanno la tendenza ad utilizzare, in modo «burocratico», gli stessi parametri anche su linee che non sono per nulla caratterizzate dal transito di treni a diversa velocità, come ad esempio alcune tratte che afferiscono a stazioni secondarie, ovvero quadruplicate in modo da consentire la separazione dei treni veloci da quelli lenti. Ad esempio, a fronte di una corretta gestione, la potenzialità della linea Milano Greco Pirelli-Milano Porta Garibaldi, dedicata al solo trasporto locale, ed essenziale per la gestione di larga parte del Servizio Ferroviario Regionale della Lombardia, non dovrebbe scendere al di sotto dei 550 treni/giorno (18 treni/ora per direzione, per 16 ore di esercizio), laddove le FS ne dichiarano, comunque, poco più di 300. Anche la potenzialità delle linee quadruplicate, opportunamente attrezzate e gestite, non dovrebbe essere mai inferiore ai 700 treni/giorno, contro i 360 dichiarati dalle FS.



Rete autostradale del Nord Italia - rapporto F/C (1980-1998)					
Tipologia	milioni di veicoli equivalenti-km/anno				
	1980	1985	1990	1995	2000
Capacità	92.946	96.910	103.910	111.617	115.017
Traffico leggero	15.082	17.908	25.050	29.977	36.304
Traffico pesante	7.003	5.504	8.043	10.010	12.240
Traffico totale	22.085	23.411	33.092	39.986	48.544
Veicoli equivalenti	29.088	28.915	41.135	49.996	60.784
Rapporto F/C	31%	30%	40%	45%	53%

Fig.2.2.3. Rete autostradale del Nord Italia: rapporto flusso/capacità

I grafici e le tabelle confrontano la capacità complessiva della rete autostradale con i flussi di traffico che la impegnano, in modo tale da determinare il rapporto tra flusso e capacità (F/C) medio sulla rete stessa. Come si osserva, tale rapporto è cresciuto dal 31% del 1980, al 40% del 1990, al 53% del 2000.

Elaborazione su dati AISCAT

Data la forte concentrazione del traffico ferroviario su una limitata parte della rete, in questo caso più che in quello del trasporto stradale il riferimento a valori medi può trarre in inganno. Le FS indicano come sature diverse tratte della rete fondamentale, come ad esempio la Milano-Bologna o la Milano-Venezia, mentre larga parte della rete complementare e locale si colloca su valori considerevolmente più bassi.

Pur osservando che tale situazione dipende spesso più dai vincoli esistenti ai nodi di estremità, che non dall'effettiva potenzialità di intere tratte, è chiaro che, in assenza di potenziamenti di carattere infrastrutturale, molte linee ferroviarie principali non sono in grado di accogliere traffici molto più consistenti degli attuali.

Estensione della rete ferroviaria del Nord Italia (1981-1997)						
Tipologia	km			variazione %		
	1981	1990	1997	1981-90	1990-97	1981-97
linee a doppio binario	2.830	2.926	3.026	+3,4%	+3,4%	+6,9%
linee a semplice binario	4.311	4.117	3.971	-4,5%	-3,5%	-7,9%
Totale rete FS	7.142	7.043	6.997	-1,4%	-0,7%	-2,0%
linee in concessione*	984	955	943	-2,9%	-1,3%	-4,2%
TOTALE	8.126	7.998	7.940	-1,6%	-0,7%	-2,3%

*Il dato 1997 è riferito in realtà al 1999.

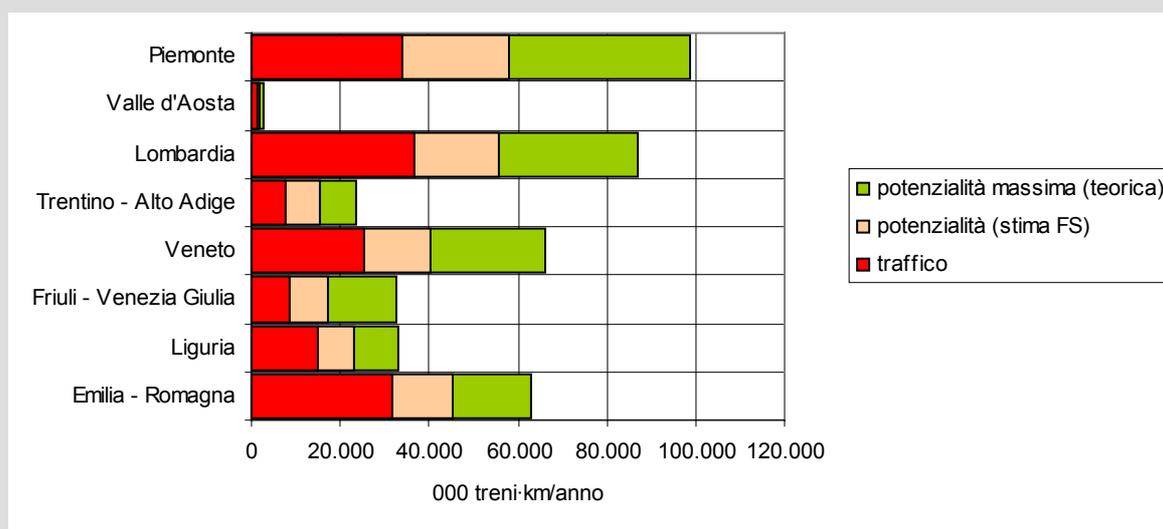


Fig.2.2.4 Estensione, potenzialità e rapporto flusso potenzialità della rete ferroviaria (1981-1997)

La tabella indica l'andamento storico dell'estensione della rete ferroviaria del Nord Italia, che è rimasta pressoché stabile, passando dagli 8.126 km del 1981, ai 7.940 del 1997. Il grafico, riferito all'anno 1997, evidenzia il rapporto fra il traffico complessivo per regione, e la potenzialità della rete, calcolata in base alle stime FS, ma anche sulla base di parametri teorici corrispondenti ad un uso efficiente dell'infrastruttura stessa.

Elaborazione su dati FS

Un'ultima osservazione concerne gli aeroporti, che rappresentano forse la componente del sistema di trasporto del Nord Italia maggiormente potenziata nel corso degli ultimi vent'anni: quasi tutti gli scali – a partire da quello della Malpensa – sono stati oggetto di interventi rilevanti, e per di più la rete aeroportuale è andata arricchendosi con nuovi nodi, come quello di Brescia-Montichiari.

Il complessivo potenziamento del sistema ha ovviamente risposto alla sensibile crescita del traffico aereo, mantenendo mediamente contenuto il rapporto fra traffico e capacità (espressa in termini sia di movimenti di aeromobili, che di flussi di passeggeri e merci). A parte il caso dell'area milanese, con l'aeroporto di Linate sottoposto ad una notevolissima pressione da parte del traffico, sino all'apertura del nuovo scalo di Malpensa 2000, i flussi sono ben lontani dal raggiungere la

capacità teorica del sistema che, limitandosi agli 11 scali principali, può essere stimata in circa 200 milioni di passeggeri/anno¹⁰.

In tutti gli aeroporti, con la sola eccezione di Malpensa e Linate, il rapporto flusso/capacità si mantiene al di sotto del 40% per quanto concerne i movimenti di aeromobili (decolli+atterraggi), e del 30% per quanto concerne le unità di traffico (passeggeri+merci); ed almeno cinque scali (Brescia, Treviso, Trieste, Genova e Rimini) presentano valori al di sotto del 10%.

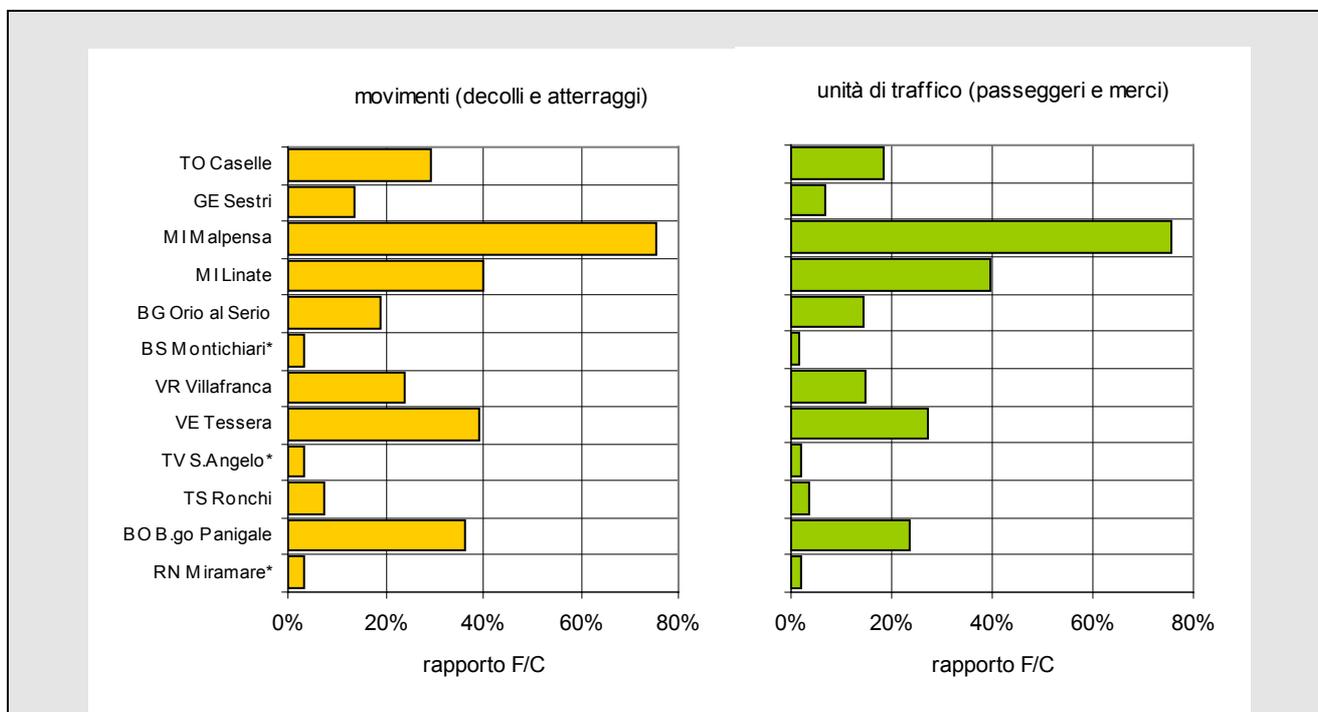


Fig.2.2.5. Traffico e capacità teorica negli aeroporti del Nord Italia (2000)

I grafici riportano il risultato di un confronto fra i flussi di traffico F dei principali aeroporti del Nord Italia, e la loro capacità teorica C (corrispondente al massimo utilizzo dell'infrastruttura esistente, opportunamente adeguata dal punto di vista tecnologico). Come si osserva, il solo scalo ad avvicinarsi ai limiti di capacità è quello della Malpensa, che raggiunge un rapporto F/C dell'ordine del 75% in termini sia di movimenti aerei che di unità di traffico, mentre tutti gli altri scali si collocano al di sotto della soglia del 40%, sino a toccare valori ridottissimi nei casi di Rimini, Treviso, Brescia, Trieste, e persino Genova. E' interessante osservare che, mano a mano che i flussi di traffico si fanno più ridotti, cresce il divario tra l'utilizzo della capacità calcolata in termini di movimenti, e quella calcolata in termini di unità di traffico. Ciò si verifica perché, quanto più ridotto è il traffico, tanto più limitato è anche il carico medio degli aeromobili: dalle quasi 100 unità di traffico per movimento, registrate a Linate ed a Malpensa, si passa infatti alle 47 unità di traffico/movimento, registrate a Genova-Sestri ed a Trieste-Ronchi dei Legionari.

Note

- Sono stati considerati tutti gli aeroporti con un traffico di almeno 200.000 passeggeri/anno.
- I dati di traffico degli scali indicati con l'asterisco sono riferiti al 1999
- La capacità teorica degli scali è stata calcolata assumendo un valore massimo di 450 movimenti/giorno per ogni pista, e di 95 unità di traffico per ogni movimento. Le unità di traffico sono state determinate sommando il numero dei passeggeri alle t di merce, moltiplicate per un fattore 10.

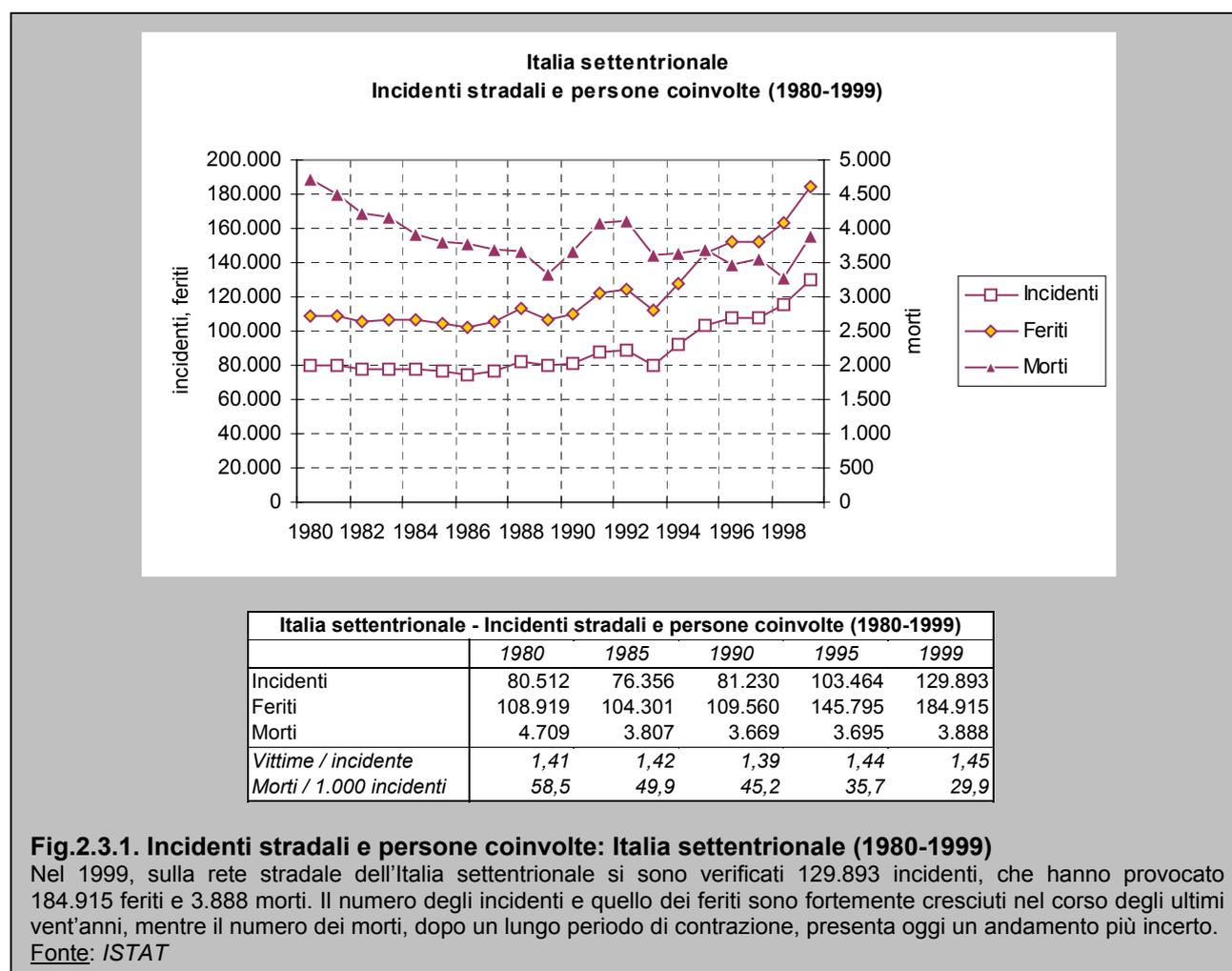
Elaborazione su dati Ministero dei trasporti

¹⁰ Si parla qui di capacità trasportistica, e non ambientale.

2.3. L'incidentalità stradale

Nel corso degli ultimi vent'anni, l'aumento del traffico ha portato con sé un grave strascico in termini di incidentalità. Per restare nel campo della sola incidentalità stradale – che rappresenta la quota assolutamente preponderante del fenomeno (nonostante alcuni gravi incidenti verificatisi nel corso degli ultimi anni nel trasporto ferroviario ed in quello aereo¹¹) – si può evidenziare che nei circa 1,8 milioni di incidenti stradali¹², verificatisi in Italia settentrionale tra il 1980 ed il 1999, sono state coinvolte 2,5 milioni di persone (cioè circa il 10% della popolazione residente), e quasi 80.000 vi hanno perso la vita (cfr.fig.2.3.1).

L'andamento dell'incidentalità risulta tanto più preoccupante, in quanto nel corso degli ultimi anni sembra caratterizzarsi per una *inversione di tendenza*, rispetto alle pur tiepide tendenze positive manifestatesi tra l'inizio degli anni Ottanta e la prima metà degli anni Novanta. Il numero degli incidenti, rimasto a lungo stabile intorno alle 80.000 unità, a partire dal 1991-92 ha cominciato a crescere, raggiungendo nel 1999 le 129.893 unità. Parallelamente, è cresciuto il numero dei feriti, che è passato dai poco più di 100.000 agli oltre 180.000 all'anno. Anche il numero dei morti, che era andato diminuendo dagli oltre 4.500 del 1980 ai meno di 3.500 del 1989 e del 1998, dà oggi qualche segno di stabilizzazione, se non di nuova tendenza alla crescita.



¹¹ In particolare l'incidente di Linate, che ha evidenziato gravi disfunzioni nel sistema di sicurezza. Secondo quanto indicato da un recente studio, tali disfunzioni includevano, oltre all'assenza del radar di terra, una segnaletica inadeguata e tale da indurre in confusione i piloti, una logistica illogica, una scarsa chiarezza dei ruoli di governo e delle regole di sicurezza, il limitato impiego di alcune «buone pratiche», la disattivazione di sistemi di allarme, la scarsa conoscenza dell'aeroporto da parte dei piloti coinvolti (cfr.M.Catino; *Da Chernobyl a Linate: incidenti tecnologici o errori organizzativi?*; Carocci, Roma, 2001).

L'andamento dell'incidentalità deriva in effetti da tendenze piuttosto contrastanti, relative all'evoluzione della *sicurezza passiva* e di quella *attiva*. La prima componente – che riguarda essenzialmente la protezione degli occupanti del veicolo in caso di incidente, è andata costantemente migliorando, come evidenziato ad esempio da un tasso di letalità dei sinistri (numero di morti per 1.000 incidenti) nettamente decrescente nel corso degli ultimi vent'anni (cfr.fig.2.3.2). La seconda – relativa invece alla probabilità di un veicolo di incorrere in un incidente con danni alle persone – ha subito nel corso degli anni Novanta un progressivo deterioramento, che ha condotto a tassi di incidentalità odierni superiori di oltre il 50% a quelli rilevati nel 1980. tale fenomeno sembra potersi ascrivere, in primo luogo, all'aumento delle percorrenze veicolari pro-capite, che si associa, ovviamente, ad un aumento dell'esposizione al rischio di incidenti stradali.

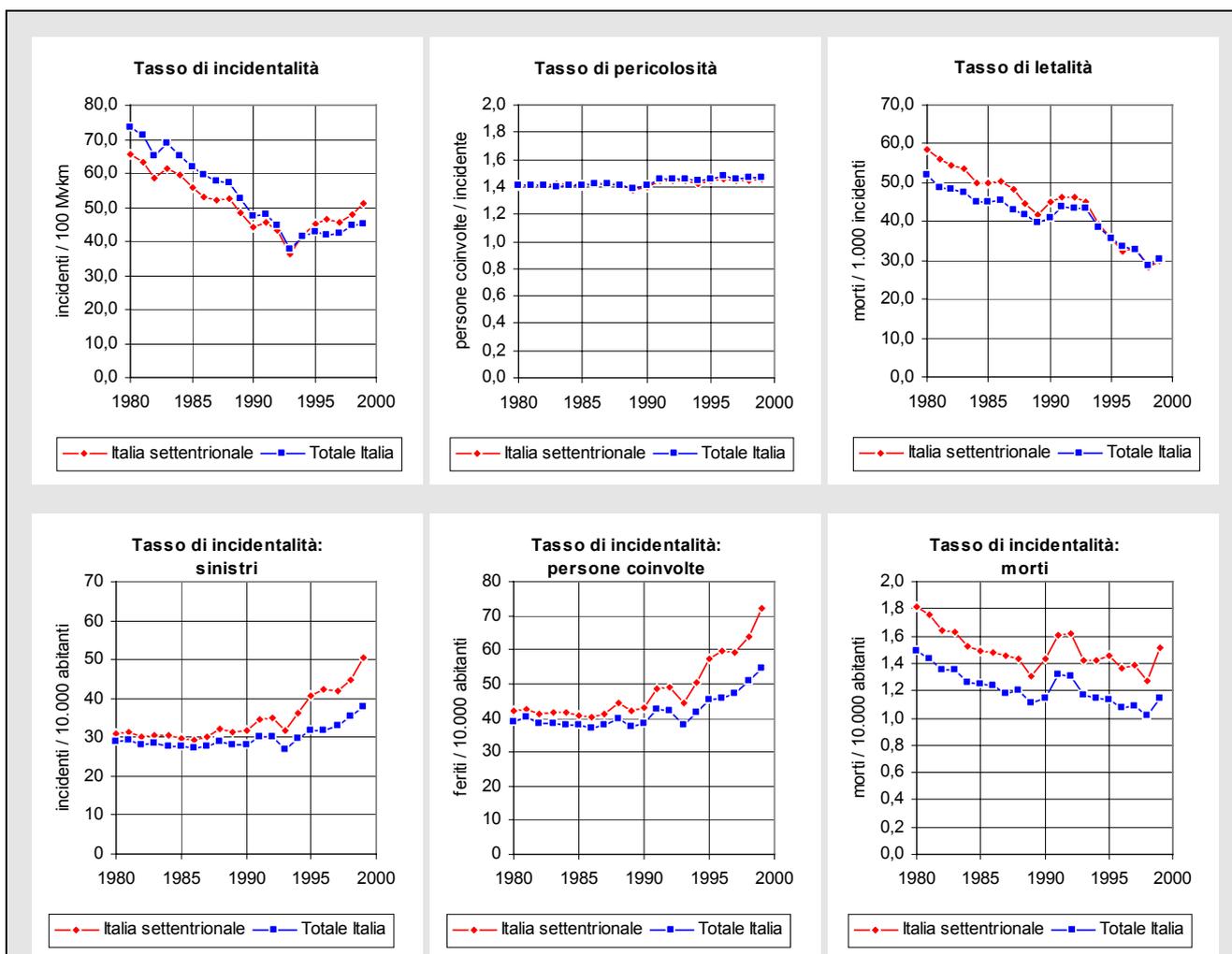


Fig.2.3.2. Tassi di incidentalità e letalità: Italia settentrionale e totale Italia (1980-1999)

Il tasso di incidentalità è calcolato come numero di incidenti (o di feriti) per 100 milioni di vkm. Come si osserva, esso è andato crescendo in tutti gli anni Novanta, con una significativa crescita del divario tra i tassi registrati nell'Italia settentrionale e la media italiana. Il tasso di letalità è invece ottenuto rapportando il numero dei morti a quello degli incidenti stessi. Al contrario del precedente, nel corso degli ultimi anni questo parametro ha subito consistenti riduzioni, con una riduzione del divario fra la media del Nord Italia e quella nazionale (da imputarsi probabilmente al più rapido ricambio del parco veicolare, e dunque alla maggiore penetrazione dei nuovi accessori per la sicurezza, nelle regioni settentrionali).

Elaborazione su dati ISTAT

¹² E' opportuno ricordare che, ai fini statistici, per incidenti stradali si intendono i soli sinistri che comportano danni alle persone.

Non molto differenti dalla media sono le tendenze riscontrate sulla rete autostradale, che, tra il 1980 ed il 2000, ha visto più che raddoppiare il numero degli incidenti e delle persone in essi coinvolte (fig.2.3.3). Il fenomeno è cresciuto ad un tasso più o meno uguale a quello che ha caratterizzato i volumi di traffico, con il risultato di un tasso di incidentalità sostanzialmente costante nel corso degli ultimi vent'anni.

Anche in questo caso, risulta invece decrescente il tasso di letalità degli incidenti: i miglioramenti della sicurezza passiva rendono sempre più improbabile la morte delle persone coinvolte negli incidenti autostradali – anche se va osservato che questa categoria di sinistri presenta tassi molto maggiori di quelli che si verificano sulla rete ordinaria.

Nonostante il miglioramento dei tassi di letalità, il contestuale aumento del traffico e la sostanziale stabilità dei livelli di incidentalità e di pericolosità, fanno sì che il numero dei morti non scenda. E' il risultato, in parte paradossale, di una tendenza al miglioramento della sicurezza relativamente ai crescenti volumi di traffico, che non si traduce però in vantaggi assoluti, sotto il versante della riduzione dei morti e dei feriti in incidenti stradali.

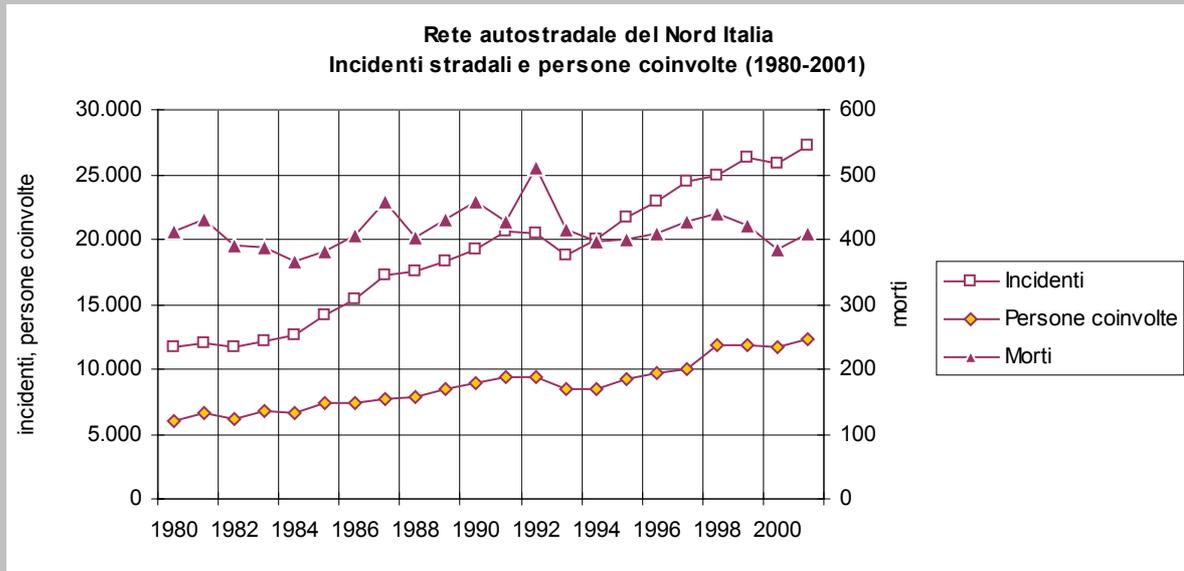
Il tema della sicurezza stradale è andato negli ultimi anni acquisendo (anche grazie alle disinvolute affermazioni di un ministro dei trasporti che non sembra aver maturato alcuna consapevolezza del problema) un profilo sempre più ambiguo, che tende a sottovalutare sistematicamente l'importanza di alcuni fondamentali parametri di tipo normativo e/o comportamentale¹³. Ne consegue, di norma, l'occultamento delle responsabilità di molti utenti, anche a fronte di comportamenti che in altri paesi sarebbero considerati «estremi».

Questo aspetto merita forse qualche approfondimento. Come noto, l'incidentalità stradale è considerata talvolta, al pari della congestione, un'esternalità «di club»: infatti, gli automobilisti che adottano stili di guida pericolosi tendono a generare rischi soprattutto per altri automobilisti. In tal senso, il fenomeno non genererebbe costi esterni al settore del trasporto stradale, e come tale non costituirebbe una vera e propria esternalità. Anche se è evidente che la definizione dei costi esterni dipende dalla definizione dei confini del sistema in essa, questo punto di vista è certamente parziale, se non altro per il fatto che molti costi generati dall'incidentalità stradale sono *effettivamente* scaricati all'esterno del settore: basti pensare ai servizi di pronto soccorso od all'incidenza economica delle invalidità permanenti. E poi ci sarebbe da discutere sulla nozione degli automobilisti come «club» compatto, autoregolato al suo interno: c'è infatti una bella differenza tra gli automobilisti «normali», che chiedono soltanto di spostarsi, e quelli «devianti», che tendono invece ad affermare la loro supremazia attraverso atti di puro e semplice teppismo. La generale (e colpevole) acquiescenza che accompagna il fenomeno rispecchia forse qualche scelta intenzionale di politica del settore?

C'è poi il tema di tutti gli utenti «deboli» della strada, ovvero di pedoni e ciclisti, ed in generale di tutti quei soggetti che non generano rischi per gli altri utenti, riportando invece i maggiori danni dell'incidentalità stradale (cfr.fig.2.3.5). In un paese normale, l'attenzione per questi utenti – e per il loro diritto a circolare in condizioni sicure – dovrebbe rappresentare un fatto acquisito. Si tratta in fondo di una questione di civiltà, troppo spesso ignorata nel nostro paese¹⁴.

¹³ Anche se va riconosciuto, a mo' di *post scriptum*, che l'introduzione della patente a punti, da lungo tempo programmata, sembra aver posto qualche freno ai comportamenti più "allegri". Il compito più difficile è ora quello di mantenere un adeguato livello di controllo (ed anche di repressione), in modo da evitare la graduale erosione dei risultati ottenuti: come ben noto, si tratta di un processo che pare essersi già avviato a poco più di un anno dal provvedimento iniziale.

¹⁴ Vale forse la pena di segnalare che il capitolo dedicato agli utenti deboli della strada (pedoni e ciclisti), contenuto nel Piano Nazionale della Sicurezza Stradale, e riportato nel sito internet del Ministero dei Lavori Pubblici, è stato stralciato in occasione dell'avvento del nuovo governo.



Rete autostradale del Nord Italia - Incidenti stradali e persone coinvolte (1980-2000)					
	1980	1985	1990	1995	2000
Incidenti	11.725	14.099	19.165	21.657	25.771
Feriti	5.525	6.979	8.454	8.830	11.258
Morti	413	383	460	399	385
<i>Vittime / incidente</i>	<i>0,51</i>	<i>0,52</i>	<i>0,47</i>	<i>0,43</i>	<i>0,45</i>
<i>Morti / 1.000 incidenti</i>	<i>35,2</i>	<i>27,2</i>	<i>24,0</i>	<i>18,4</i>	<i>14,9</i>

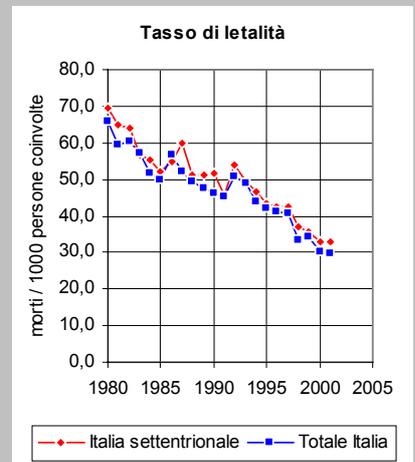
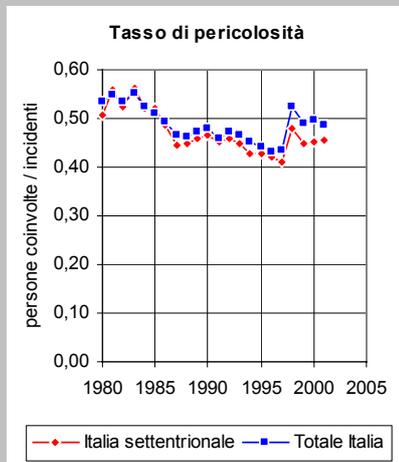
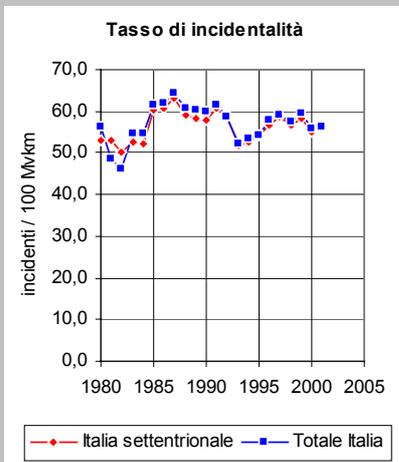


Fig.2.3.3. Incidenti e persone coinvolte sulla rete autostradale del Nord Italia (1980-2001)

Nel giro degli ultimi vent'anni, il numero di incidenti lungo la rete autostradale del Nord Italia è più che raddoppiato, passando dagli 11.700 del 1980 ai 25.800 del 2000. Il numero delle persone coinvolte è aumentato più o meno in egual misura: dalle 5.500 vittime del 1980 si è infatti passati alle 11.300 del 2000. Il numero dei morti, infine, ha continuato ad oscillare intorno alle 400 unità, manifestando una leggera tendenza alla crescita tra il 1980 ed il 1992 (anno nel quale si sono registrati 511 decessi), ed un qualche decremento negli otto anni successivi.

In conseguenza di questo andamento, il tasso di incidentalità (numero di incidenti per 100 milioni di vkm) non ha subito forti variazioni, così come il tasso di pericolosità (persone coinvolte per incidente). Si è invece sensibilmente ridotto il tasso di letalità (decessi per 1.000 persone coinvolte in incidenti stradali).

Fonte: AISCAT

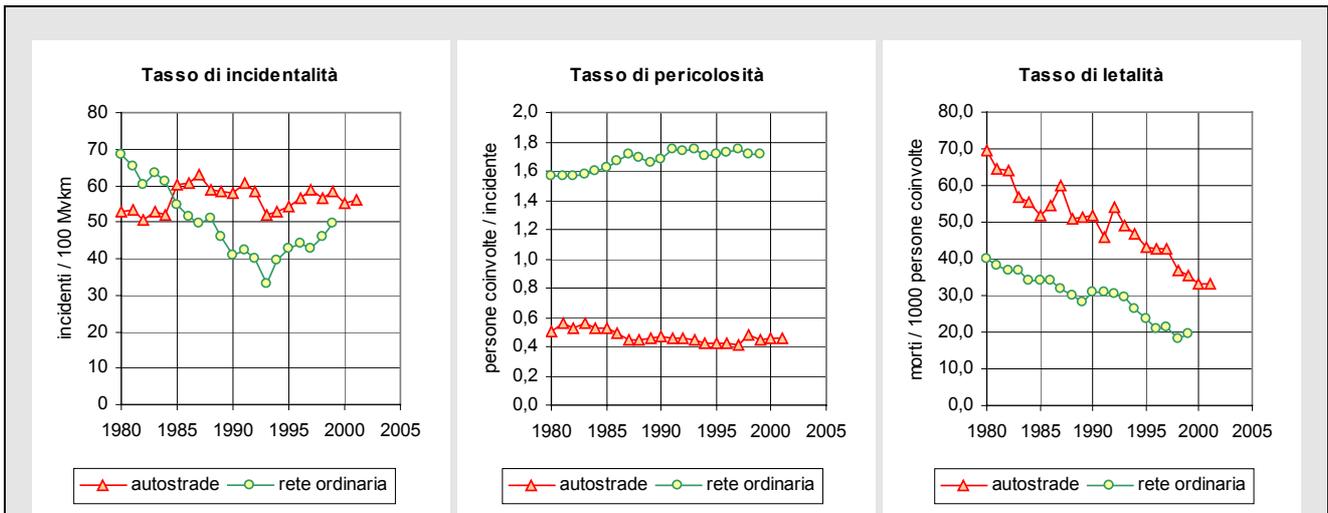


Fig.2.3.4. Tassi di incidentalità e letalità: autostrade e rete ordinaria (1980-2001)

I grafici mettono a confronto i tassi di incidentalità, pericolosità e letalità determinati con riferimento alle autostrade a pedaggio, ed alla rete stradale ordinaria.

Come si osserva, il tasso di incidentalità lungo la rete autostradale è rimasto più o meno costante, mentre quello sulla rete ordinaria, ridottosi considerevolmente tra il 1980 ed il 1993, si è successivamente riportato su livelli simili a quelli delle autostrade.

Il tasso di pericolosità assume valori poco variabili, ma nettamente differenziati nel caso della rete ordinaria (1,6÷1,8 persone coinvolte/incidente) e di quella autostradale (0,4÷0,6 persone coinvolte/incidente). Questo risultato è l'esito anche delle diverse modalità di rilevazione, seguite dall'ISTAT sulla rete ordinaria (vengono definiti incidenti i soli sinistri che recano danno a persone), e dall'AISCAT sulla rete autostradale (sono contabilizzati tutti i sinistri che richiedono l'intervento delle forze dell'ordine).

Il tasso di letalità, infine, è ovunque in calo, caratterizzandosi comunque per valori nettamente più elevati sulla rete autostradale, rispetto a quelli riscontrati sulla rete ordinaria.

Elaborazione su dati ISTAT, AISCAT

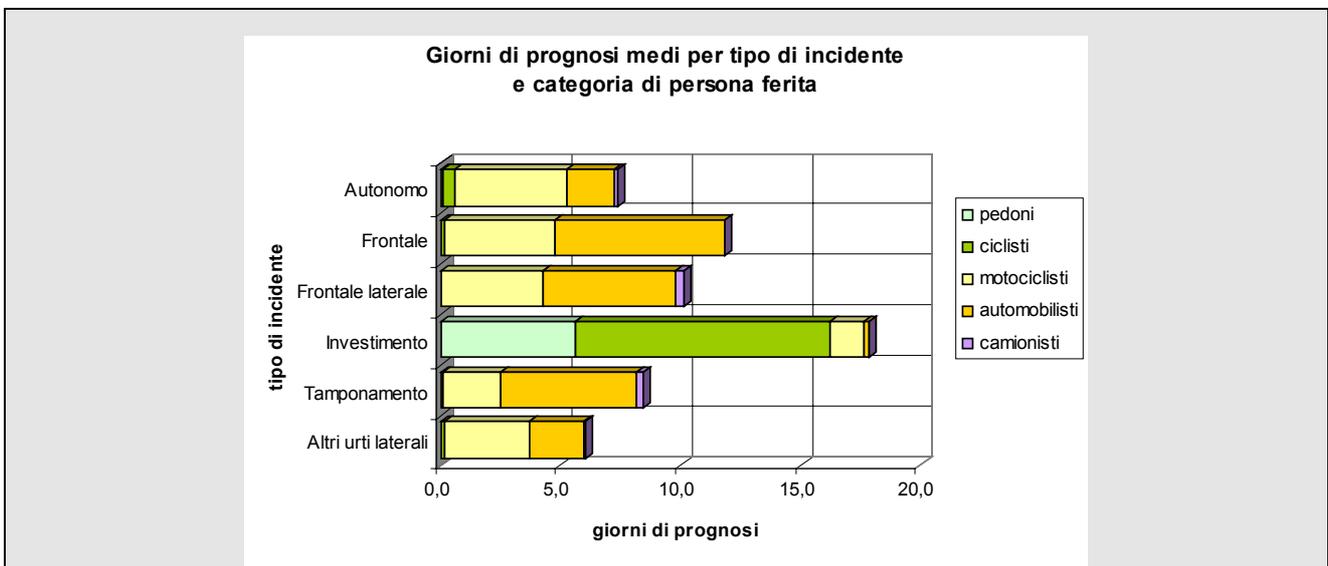


Fig.2.3.5. Paderno Dugnano (MI): Giorni di prognosi per tipo di incidente e categoria di persona ferita

Il grafico, tratto dal Piano Generale del Traffico Urbano di un comune dell' hinterland milanese, evidenzia i diversi livelli di danno riportati dalle vittime degli incidenti stradali. Come si osserva, le categorie più a rischio sono i motociclisti, e soprattutto i pedoni ed i ciclisti. Le differenze sono tali che, di fatto, gli investimenti di persone rappresentano una categoria di incidente del tutto peculiare.

Fonte: Polinomia srl

2.4. L'impatto ambientale

Oltre a generare diseconomie esterne in termini di incremento dell'incidentalità, il continuo aumento dei flussi di traffico, supportati dal sistema di trasporto del Nord Italia, comporta anche gravi conseguenze sul versante dell'impatto ambientale. Come è noto, tale impatto può essere fatto risalire sia all'estensione della rete infrastrutturale, sia all'esercizio del sistema, ed anche al ciclo di vita del parco veicolare circolante (i veicoli stradali e ferroviari, come tutti i prodotti, comportano effetti ambientali al momento della loro costruzione e della loro rottamazione). Facendo qui riferimento, per necessità di sintesi, ai soli impatti generati direttamente dai flussi di traffico (ovvero dall'esercizio del sistema), è possibile concentrare l'attenzione sui consumi energetici, sulle emissioni di inquinanti atmosferici, e sul rumore¹⁵.

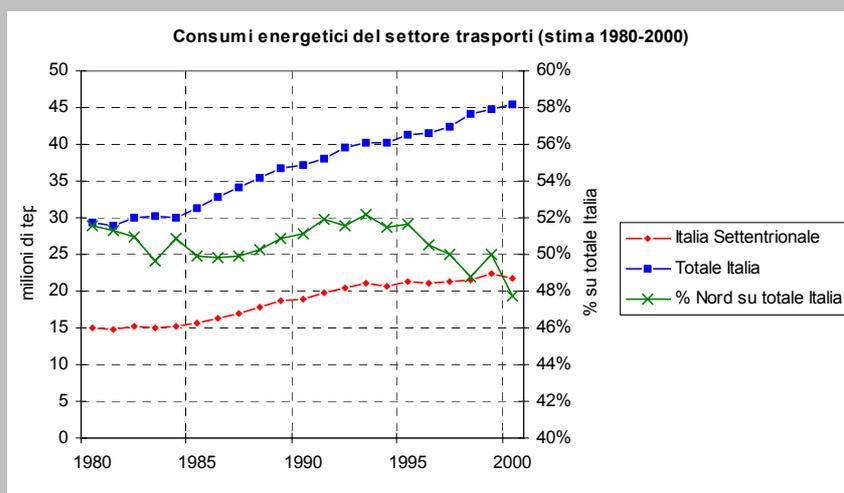
Per quanto concerne innanzi tutto i consumi energetici, nel corso degli ultimi due decenni essi hanno subito un netto incremento: infatti, l'effetto della crescita dei flussi di traffico ha nettamente prevalso su quello della riduzione dei consumi energetici unitari dei singoli veicoli.

Secondo le stime dell'ENEA, nelle otto regioni dell'Italia settentrionale il settore dei trasporti, nel 1990, assorbiva 16,4 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (Mtep), nel 1998 i suoi consumi erano saliti a 19,6 Mtep, con un incremento del 19,7% in otto anni (media annua del +2,3%). Con il 29% dei consumi finali complessivi, esso rappresenta il secondo settore per i consumi, avviandosi a superare l'industria, i cui tassi di crescita sono decisamente più ridotti (+1,2% annuo nel periodo 1990-98).

Tali valori, non includendo i bunkeraggi marittimi ed i consumi del trasporto aereo, rappresentano in realtà una sensibile sottostima del valore reale, che si può oggi ritenere nettamente superiore ai 20 Mtep.

Il settore dei trasporti resta quasi totalmente dipendente dai combustibili fossili: basti pensare che le sole vendite di benzina e gasolio per autotrazione, nel 1998, rappresentavano il 92% dei consumi totali; e che aggiungendo anche il GPL ed il metano si raggiungeva il 95% del medesimo valore (senza considerare che, in effetti, anche l'energia elettrica utilizzata per la trazione ferroviaria è a sua volta prodotta utilizzando soprattutto fonti primarie fossili). E' però interessante osservare che la serie storica delle vendite di benzina e di gasolio (fig.2.4.2) sta dando segni di stabilizzazione: se infatti l'incremento complessivo delle vendite nel decennio 1980-1990 è stato pari al 33%, nel decennio successivo esso si è attestato sul 19%, con un vistoso rallentamento (+0,6% soltanto) tra il 1995 ed il 2000. Fra l'altro, tale effetto risulta molto più accentuato nel Nord Italia di quanto non avvenga nel Centro Sud, con il risultato di una netta riduzione dell'incidenza delle Regioni settentrionali sul totale nazionale (dal 52% del 1995 al 48% del 2000).

¹⁵ I valori nazionali relativi ai consumi energetici, sono tratti dal Bilancio Energetico Nazionale, o da altre stime del Ministero dell'Industria (Bollettino Petrolifero). Per quanto concerne le emissioni atmosferiche, si fa riferimento principalmente all'inventario CORINAIR curato dall'ANPA, nonché ad alcune pubblicazioni illustrative, quali in particolare: ANPA; *Emissioni in atmosfera e qualità dell'aria in Italia*; primo rapporto sugli indicatori di pressione e di stato dell'ambiente atmosferico; Roma, 1999; European Environment Agency; *National and central estimates for air emissions from road transport*; Copenhagen, 2002.

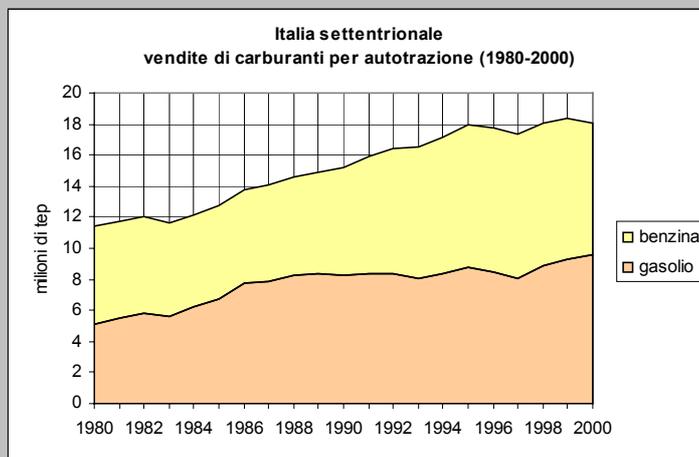


Consumi energetici totali del settore trasporti									
	ktep								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Italia settentrionale	16.361,1	16.814,3	17.492,6	18.219,2	18.393,1	18.414,4	18.676,0	19.040,8	19.583,8
Totale Italia	33.454,9	34.318,6	35.837,1	36.518,9	36.818,7	37.069,7	37.724,6	38.642,9	39.634,2
% su totale Italia	48,9%	49,0%	48,8%	49,9%	50,0%	49,7%	49,5%	49,3%	49,4%

Fig.2.4.1. Consumi energetici totali del settore trasporti: Italia settentrionale (1990-1998)

I consumi energetici complessivi del settore trasporti, stimati con riferimento alle otto regioni dell'Italia settentrionale, ammontavano a circa 16,4 Mtep nel 1990 ed a circa 19,6 Mtep nel 1998. L'incremento nel periodo 1990-98 è stato del 19,7%, con un valore medio annuo del +2,3%.

Fonte: *ENEA*



Italia settentrionale vendite di carburanti per autotrazione (1980-2000)					
Vettore energetico	milioni di tep				
	1980	1985	1990	1995	2000
Gasolio	5,09	6,72	8,30	8,80	9,55
Benzina	6,35	6,06	6,94	9,18	8,54
TOTALE	11,44	12,78	15,25	17,98	18,08

Fig.2.4.2. Vendite di benzina e gasolio: Italia settentrionale (1980-2000)

Il grafico e la tabella riportano i totali delle vendite di benzina e di gasolio nella rete distributiva delle 44 province dell'Italia settentrionale. Le vendite di gasolio per autotrazione includono le distribuzioni extra rete, che rappresentano una quota rilevante del totale (44% nel 2000), e la cui destinazione al settore dei trasporti non è sempre certa.

Fonte: *Ministero dell'Industria (Bollettino Petrolifero)*

Allo stato non risultano disponibili dati territoriali aggiornati e disaggregati, relativi alle emissioni di CO₂ e delle altre sostanze in grado di alterare il clima terrestre. Si può comunque ritenere che i *trend* complessivi non si discostino in misura rilevante da quelli che caratterizzano i consumi energetici. Una stima, da ritenersi esclusivamente indicativa, quantifica tali emissioni in oltre 66 milioni di t/anno al 2000, con un incremento del 21% rispetto al 1990, e del 71% rispetto al 1980. L'incidenza rispetto al totale nazionale, stimato dall'ENEA, appare in leggera contrazione.

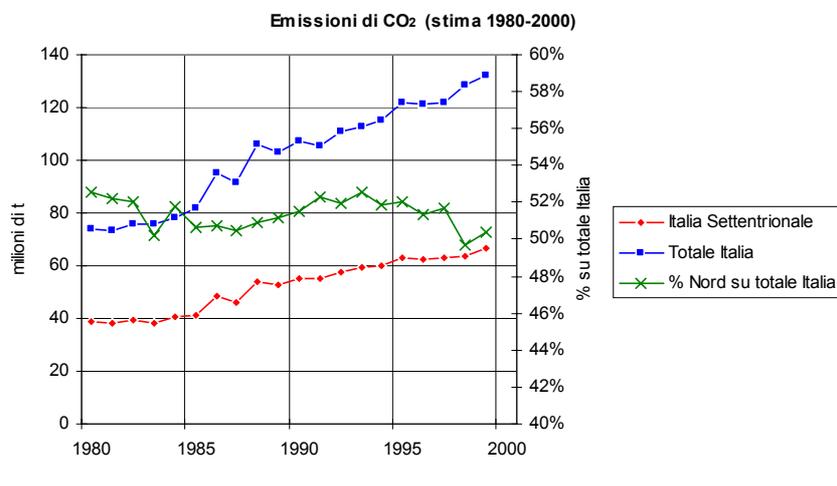


Fig.2.4.3. Emissioni di CO₂ Italia settentrionale (1980-2000)

Il grafico riporta una stima delle emissioni di anidride carbonica nelle 44 province dell'Italia settentrionale. Come si osserva, esse passano dai meno di 40 milioni di tonnellate del 1980, ai circa 55 del 1990, agli oltre 65 del 1999. Nel corso dell'ultimo decennio, i tassi di crescita sono rimasti più o meno costanti.

Elaborazione su dati ENEA, CORINAIR

Per quanto concerne le emissioni di altri inquinanti atmosferici, è possibile tracciare una distinzione abbastanza netta fra due categorie di sostanze:

- gli inquinanti «tradizionali», come ad esempio il monossido di carbonio (CO), le cui emissioni tendono negli ultimi dieci anni a diminuire, essenzialmente a seguito della progressiva introduzione di autovetture catalizzate (cfr.fig.2.4.4);
- i «nuovi» inquinanti, quali ad esempio il benzene o le polveri fini (PM₁₀), le cui emissioni, pur anch'esse in diminuzione, debbono però confrontarsi con limiti normativi diventati sempre più stringenti a seguito delle maggiori conoscenze sui danni che essi arrecano alla salute umana.

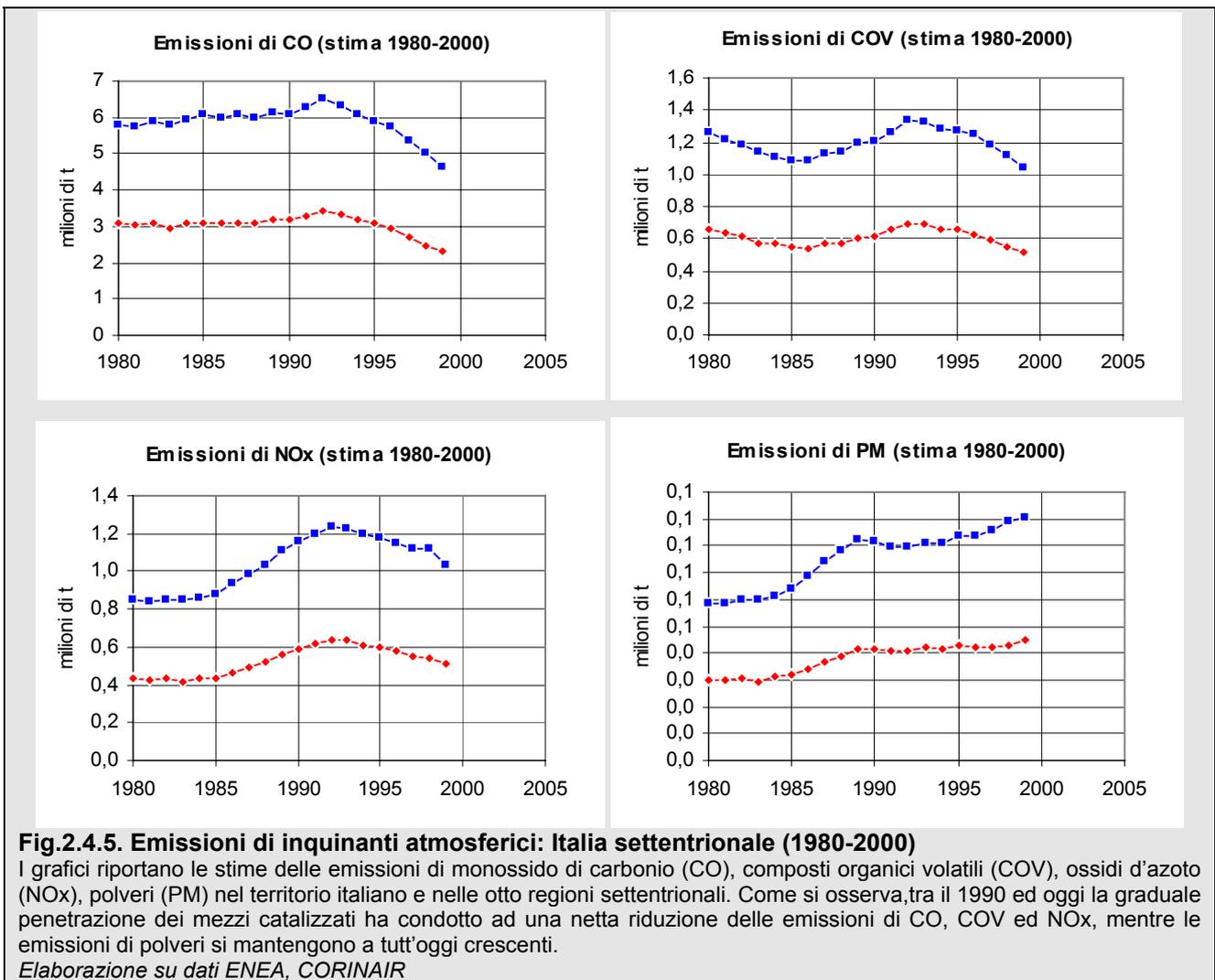
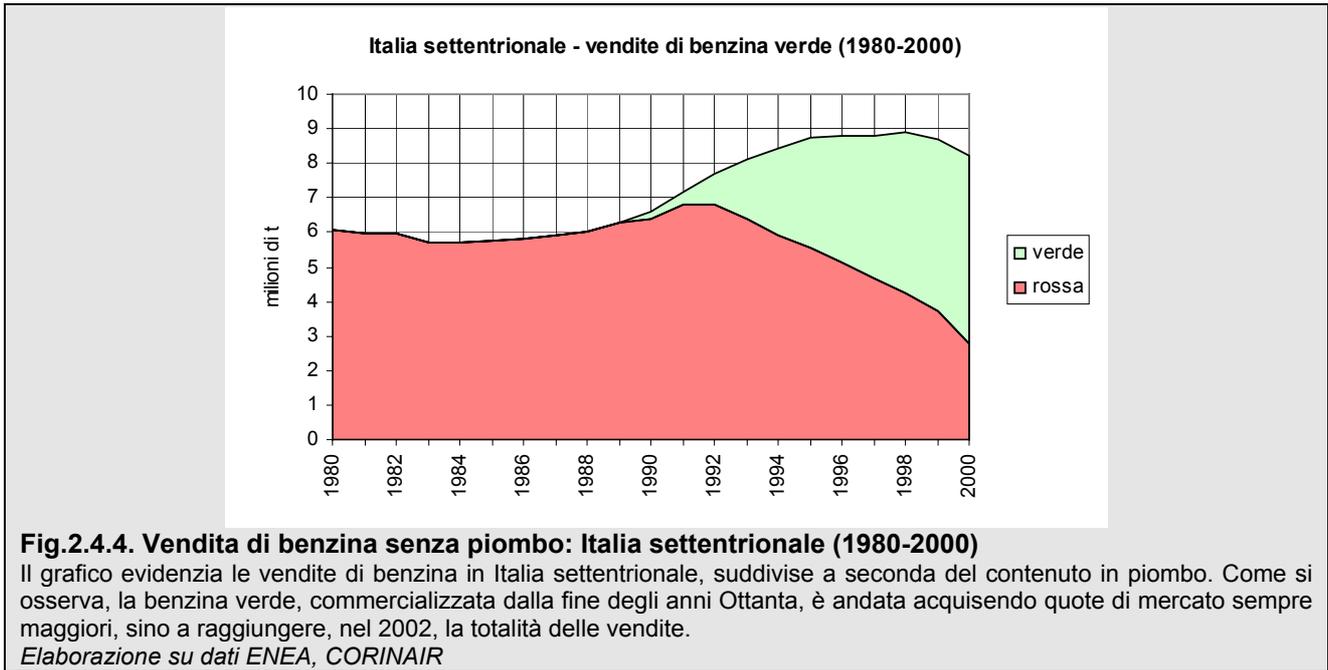
Esiste poi una sensibile differenza tra le aree urbane – nelle quali tendono a verificarsi numerosi episodi di crisi (superamento dei livelli di attenzione e di allarme) – e le aree rurali, caratterizzate da concentrazioni molto inferiori. Tuttavia, come si osserverà nel seguito, tale differenza va affievolendosi, con un ravvicinamento dei valori registrati nelle città (di norma in diminuzione) a quelli riscontrati nelle aree suburbane circostanti (stabili od anche crescenti).

Il principale beneficio della progressiva catalizzazione del parco autovetture concerne le emissioni di monossido di carbonio (CO), che, secondo stime indicative, fra il 1990 ed il 2000 si sono ridotte del 26% circa (contro un incremento del 3% circa nel decennio precedente). L'incidenza sul totale nazionale risulta in leggera diminuzione (cfr.fig.2.4.5).

Anche le emissioni di composti organici volatili (COV), dopo aver conosciuto un andamento oscillante, appaiono in graduale diminuzione dalla prima metà degli anni Novanta (-25% tra il 1993 ed il 2000), con una riduzione dell'incidenza sul totale nazionale.

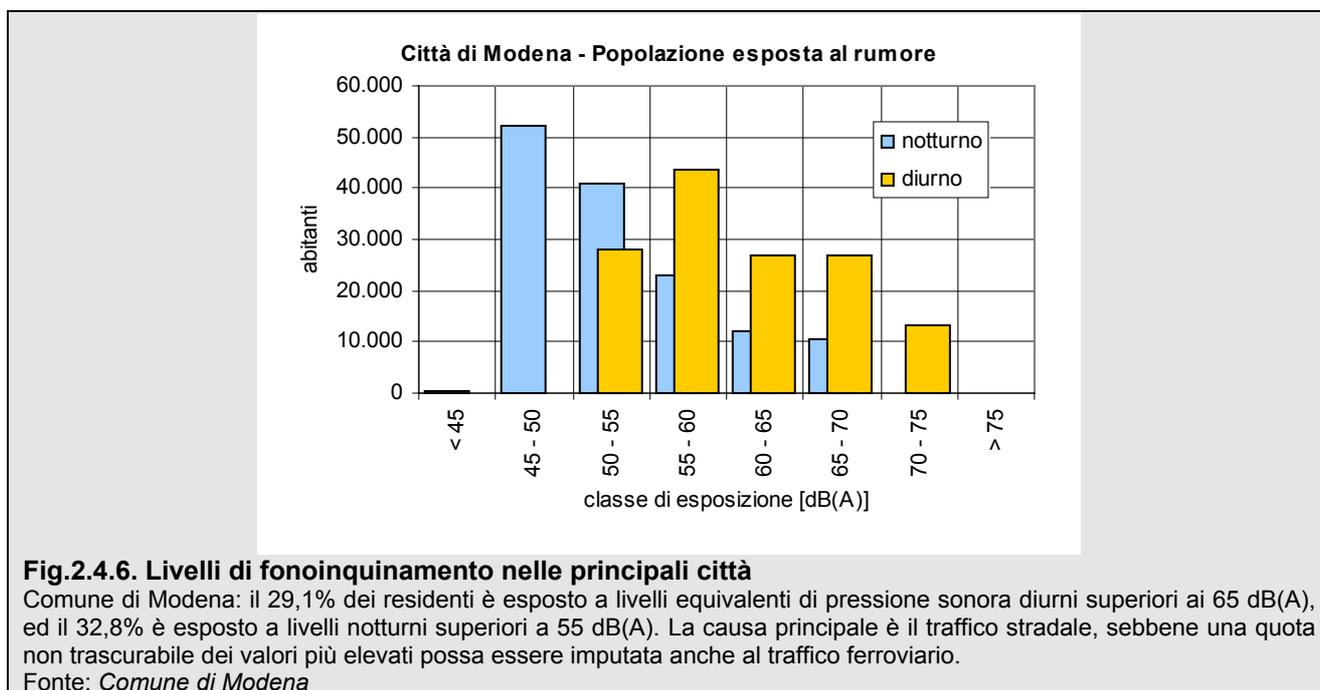
Per quanto concerne gli ossidi di azoto (NO_x), la loro riduzione data dall'inizio degli anni Novanta (-19% tra il 1992 ed il 2000); ma data la tendenza alla crescita registrata nel corso degli anni Ottanta, i valori odierni risultano superiori a quelli registrati vent'anni or sono.

Infine, le emissioni di polveri (PM) presentano una serie storica in controtendenza, con incremento del 37% tra il 1980 ed il 1990, ed ancora del 9% tra il 1990 ed il 2000.



Da ultimo, i livelli di inquinamento acustico associati all'esercizio del sistema di trasporto appaiono spesso superiori ai limiti introdotti dalla L.447/95 e relativi decreti di attuazione. Il traffico autoveicolare rappresenta la prima causa di fonoinquinamento nella maggior parte delle aree urbane, dove quote importanti della popolazione sono sottoposte a livelli di pressione sonora superiori al limite dei 65 dB(A) nelle ore diurne (6:00-22:00) o dei 55 dB(A) in quelle notturne (22:00-6:00). I pochi dati disponibili in serie storica sembrano indicare una qualche tendenza all'attenuazione dei picchi più gravi, ma anche alla progressiva diffusione territoriale di livelli medio-alti, comunque critici dal punto di vista dei danni alla salute pubblica.

A queste problematiche si devono aggiungere poi quelle associate alle grandi infrastrutture extraurbane, quali autostrade, ferrovie ed aeroporti. La popolazione esposta è in questo caso relativamente più ridotta, ma i livelli di esposizione possono risultare decisamente elevati, specie in assenza delle necessarie opere di mitigazione¹⁶.



¹⁶ D'altro canto, la soluzione adottata in sede di decreti attuativi della Legge-quadro sull'inquinamento acustico, relativi al rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto, è stata quella di elevare i valori-limite di immissione, talvolta sino a 70 dB anche in zona residenziale, su fasce di pertinenza che possono raggiungere la larghezza di 250 m ...

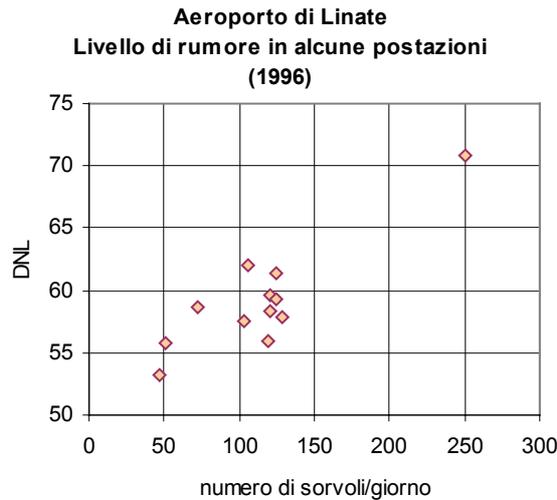


Fig.2.4.7. Livelli di fonoinquinamento nei pressi dell'aeroporto di Linate

Il grafico riporta i valori del *Day-Night Level (DNL)* riscontrati in alcune postazioni collocate sul lato della pista utilizzate per i decolli, a differenti distanze dall'aeroporto di Milano Linate. Si osserva una certa proporzionalità tra DNL e numero di sorvoli (anche se la riduzione del numero si accompagna ad un aumento della distanza dall'aeroporto, e dunque della quota del sorvolo stesso). Il valore di 70 dB(A) è superato soltanto a Redecesio (ca.2,5 km a Nord dalla pista), interessato dalla pratica totalità dei sorvoli, ad una quota di circa 800 piedi. Si può affermare che, al di sopra dei 150 sorvoli giorno a tale quota, il DNL risulta superiore a 65 dB(A).

Fonte: Provincia di Milano

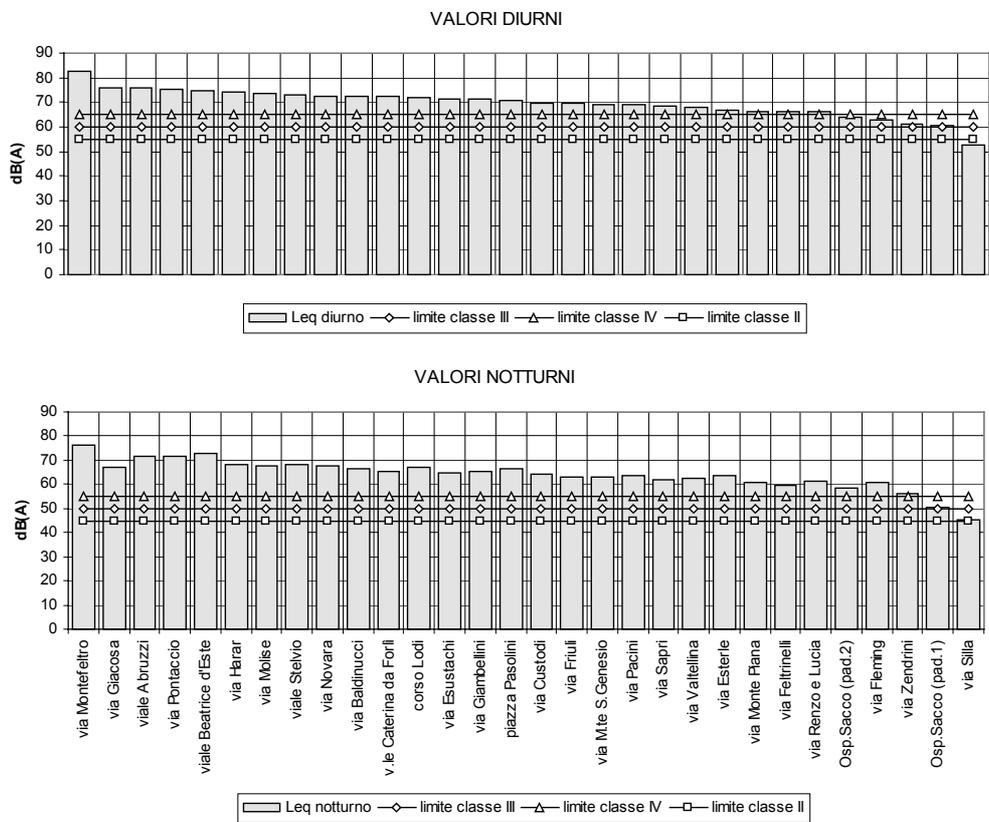


Fig.2.4.8. Livelli di rumore diurni e notturni in alcune vie di Milano (1999-2000)

I grafici riportano i risultati di una campagna di rilevazioni fonometriche condotta dall'ARPA sulla rete stradale di Milano. Come si osserva, il superamento dei valori limite di immissione rappresenta un fatto del tutto generalizzato. I superamenti raggiungono, in alcuni casi, anche i 15 dB(A), sia nelle ore diurne che in quelle notturne.

Fonte: ARPA Milano città

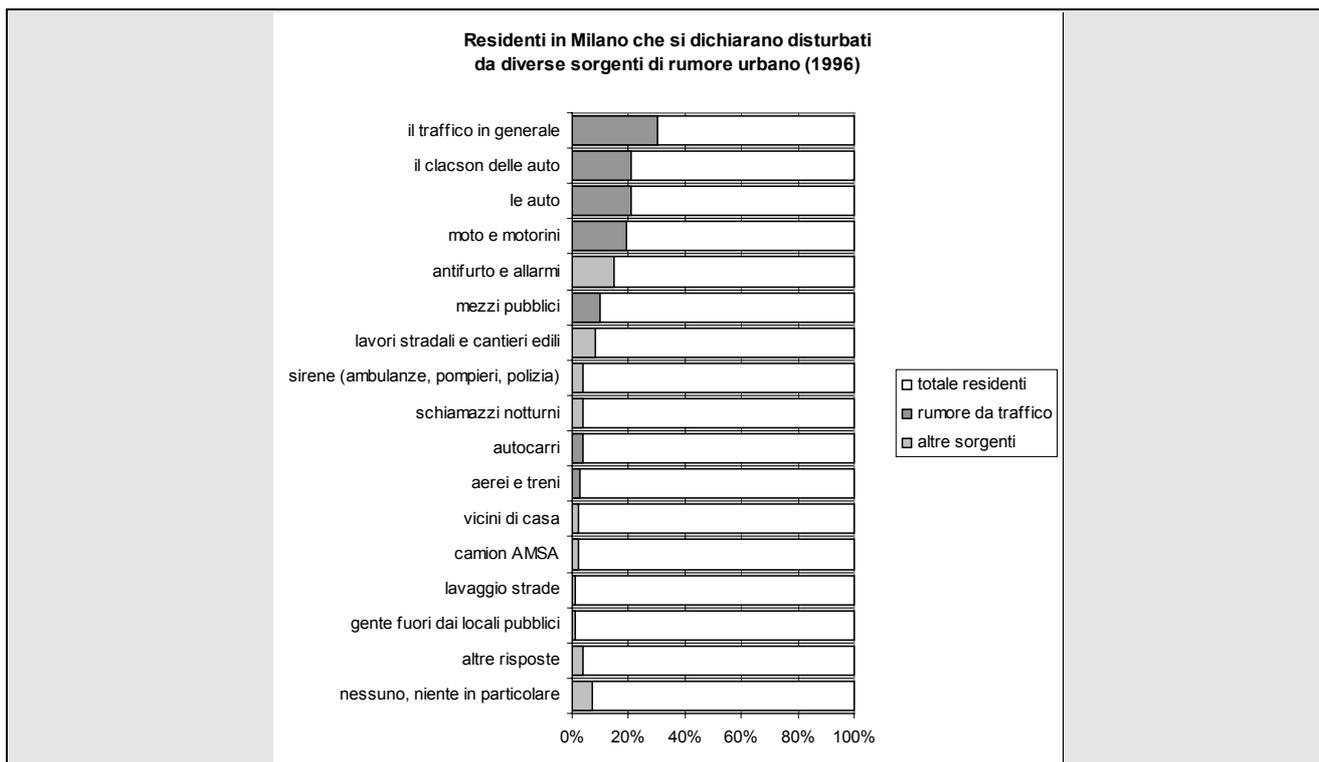


Fig.2.4.9. Cause percepite del fonoinquinamento a Milano (1996)

Il grafico riporta i risultati di un sondaggio sul livello di disturbo da rumore nella Città di Milano. Come si osserva il traffico autoveicolare rappresenta le prime quattro cause di disturbo in ordine di importanza, mentre la quinta, la sesta, la settima e l'ottava appaiono ancora riferibili al sistema dei trasporti in senso generale. Molto meno importante, sotto il profilo della popolazione che si dichiara disturbata, sono il rumore ferroviario e quello aeroportuale. Di un certo rilievo risulta invece il rumore generato dai mezzi pubblici, che affligge circa un cittadino milanese su dieci.

Fonte: *MeglioMilano*

3. Obiettivi

3.1. Tendenze in atto ed indicatori di sostenibilità

Secondo le definizioni più accreditate, un sistema di trasporto può dirsi «sostenibile» quando riesce a soddisfare i bisogni attuali senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri. Ciò comporta che siano verificate tre condizioni essenziali¹:

- l'immissione di sostanze inquinanti nell'ambiente non deve superare la capacità di carico (*carrying capacity*) dell'ambiente stesso;
- il tasso di utilizzo delle risorse rinnovabili non deve superare il loro tasso di rigenerazione;
- lo stock di risorse non rinnovabili deve restare costante nel tempo.

Applicare questa definizione teorica al sistema dei trasporti rappresenta in realtà un esercizio molto complesso, per almeno due ordini di ragioni.

In primo luogo, perché essa si basa su nozioni teoriche (quali «bisogno», «capacità di carico» o «tasso di rigenerazione»), la cui esatta trasposizione pone notevolissimi problemi di ordine pratico: per fare soltanto un esempio, sulla base dei dati oggi disponibili, è difficile specificare quale sia la *carrying capacity* dell'atmosfera sovrastante la pianura padana. Ed è dunque quasi impossibile stabilire quale sia il livello di immissioni inquinanti che, di fatto, si mantiene entro la soglia di sostenibilità ambientale.

In secondo luogo, perché il sistema dei trasporti costituisce soltanto uno dei settori responsabili dell'utilizzo delle risorse e/o dell'immissione di sostanze inquinanti nell'ecosistema, di modo che il confronto fra la pressione da esso esercitata ed i parametri di stato dell'ambiente non può normalmente avvenire in forma diretta, ma soltanto attraverso una opportuna combinazione con la pressione ambientale propria di altri settori. Ciò significa, fra l'altro, che nella composizione dei diversi fattori di pressione esistono ben precisi *trade-off*, e dunque che il cammino più efficiente per conseguire la sostenibilità ambientale non implica di necessità l'attribuzione della medesima soglia media ad ogni settore di attività. Nello stesso tempo, è ben evidente che qualunque logica di correzione del *target*, legata all'auto-determinazione degli obiettivi da parte di ciascun singolo settore, implica di per sé un rischio "programmatico" di superamento della pressione totale massima sostenibile.

Parlare in modo pienamente fondato di sostenibilità dei trasporti è dunque un fatto complicato, basato su precondizioni importanti sia sotto il profilo della conoscenza dell'ambiente, sia sotto quello della consapevolezza politica. Poiché, nel caso italiano, queste precondizioni paiono ben lungi dal verificarsi, è forse meglio ridurre il tema alla semplice verifica del conseguimento degli obiettivi di qualità ambientale, posti dalla legislazione vigente: una scelta che, pur comportando un rilassamento della tensione ideale verso un sistema di trasporti «pulito», presenta l'indubbio vantaggio di rapportarsi a soglie ben definite, e non da ultimo anche a possibili scelte politiche che, in altri contesti, hanno consentito di rispettarle.

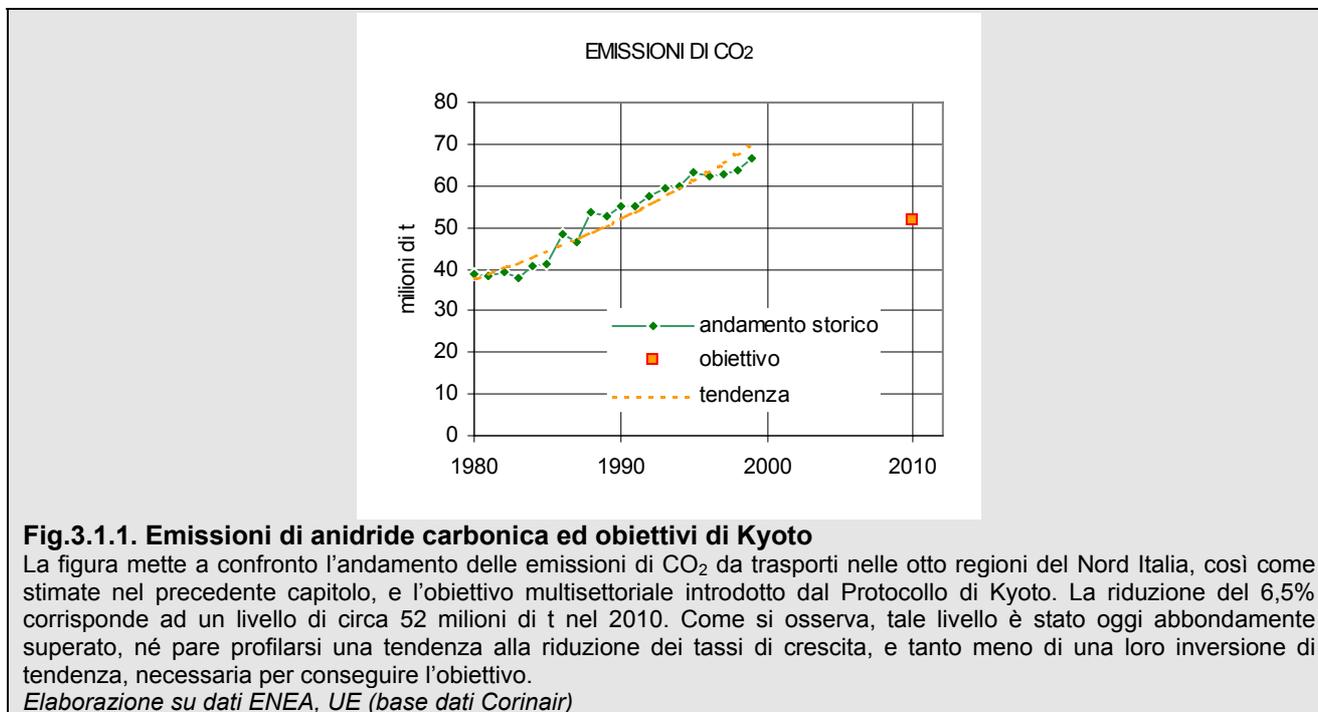
3.2. I target della legislazione ambientale

Un elenco degli obiettivi di qualità ambientale, codificati nella vigente legislazione nazionale ed internazionale, include quanto meno:

- i limiti alle emissioni di gas-serra, introdotti dal Protocollo di Kyoto;
- i valori-limite di concentrazioni di inquinanti atmosferici, contenuti nella legislazione sulla qualità dell'aria;
- i valori-limite di immissione sonora, definiti dalla legislazione sull'inquinamento acustico.

¹ Vedi: D.Pearce, R.K.Turner; *Economia delle risorse naturali e dell'ambiente*; Il Mulino, Bologna, 1991.

Per quanto concerne innanzi tutto il Protocollo di Kyoto, come ben noto esso indica per i paesi europei l'obiettivo di una riduzione delle emissioni di gas climalteranti – ed in particolare di anidride carbonica – del 6,5% rispetto ai livelli del 1990, entro il 2008÷2012². Come si osserva nella fig.3.1.1, le tendenze in corso risultano oggi nettamente divergenti dall'obiettivo, tanto da far ritenere largamente improbabile il rispetto del parametro multisettoriale di Kyoto da parte del settore dei trasporti.



Il rispetto della normativa italiana ed europea, riguardante la qualità dell'aria, pone problemi diversi a seconda delle sostanze inquinanti prese in esame. Un po' schematicamente, si può affermare che:

- le concentrazioni degli inquinanti «tradizionali», quali in particolare il monossido di carbonio, gli ossidi di zolfo e gran parte degli idrocarburi, avendo risentito positivamente della graduale introduzione dei veicoli dotati di catalizzatore, riescono oggi di norma a rientrare abbastanza agevolmente entro i limiti definiti dal DPCM 28/3/1983 e dal DPR 203/1988; in tal senso, essi non rappresentano oggi l'elemento critico primario, anche se va tenuto presente che l'esaurimento dell'effetto derivante dall'introduzione dei veicoli catalizzati, unito all'incremento del traffico, è destinato a condurre, almeno in alcuni casi, a qualche recrudescenza del problema;
- le concentrazioni dei «nuovi» inquinanti, quali in particolare il benzene, il benzopirene, le polveri fini (PM₁₀ e PM_{2,5}) e le sostanze coinvolte nelle complesse reazioni che vanno sotto la dizione di *smog* fotochimico (ossidi di azoto ed ozono), per le quali gli avanzamenti tecnologici degli ultimi anni hanno condotto a risultati comparativamente inferiori, debbono oggi confrontarsi con soglie normative in via di progressiva diminuzione, specie per quelle sostanze la cui pericolosità è stata provata solo in anni relativamente recenti; è il caso, in particolare, degli ossidi di azoto, del PM₁₀ e del benzene, oggetto della Direttiva 1999/30/UE e del DM 25/11/1994; in questi casi la situazione appare certamente più critica, specie nelle grandi aree urbane.

Per quanto attiene infine alla normativa riguardante l'inquinamento acustico, le condizioni correnti all'interno della maggior parte delle aree urbane appaiono piuttosto distanti dai valori-limite di

² L'obiettivo contenuto nel Protocollo è relativo alla somma di tutti i settori. Il fatto che il settore dei trasporti non appaia in grado di conseguire il target intersettoriale non costituisce dunque una violazione del Protocollo stesso. Esso tuttavia comporterà oneri aggiuntivi per altri settori, come quello industriale o quello residenziale.

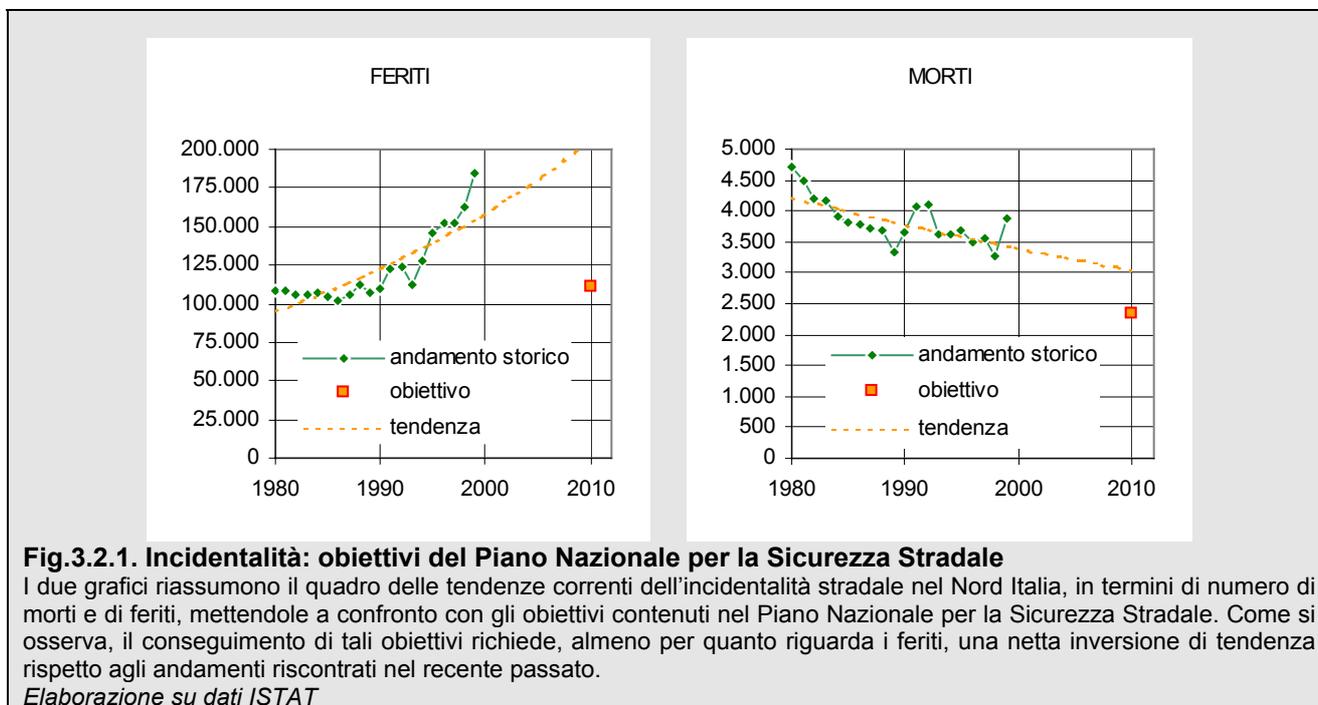
immissione e dai valori di qualità, definiti dalla L.447/1995 e dai successivi decreti d'attuazione³. Inoltre, i correnti *trend* di innovazione tecnologica non sembrano poter condurre, in tempi brevi, ad una riduzione delle emissioni di potenza acustica tali da far conseguire tali valori.

A fronte di questi elementi, pare possibile ritenere quanto meno poco sostenibili, a medio termine, le attuali tendenze del settore dei trasporti; con la conseguente necessità, nel quadro delle politiche ambientali, di compensare le cattive prestazioni di questo settore mediante migliori risultati, da conseguire in altri settori.

3.3. Gli obiettivi del Piano Nazionale per la Sicurezza Stradale

Anche l'andamento dell'*incidentalità* – che rientra quanto meno in una problematica di sostenibilità sociale – non appare coerente con le aspettative. L'obiettivo assunto dal Piano Nazionale per la Sicurezza Stradale⁴, in linea con le indicazioni europee, è infatti quello di ridurre del 40% il numero di morti e dei feriti entro il 2010. Come si osserva nella fig.3.1.2, il conseguimento di questi obiettivi richiederebbe una nettissima inversione di tendenza per quanto concerne i feriti, ed anche una qualche accelerazione delle attuali tendenze relative alla diminuzione del numero dei morti.

Una considerazione ulteriore, niente affatto secondaria, riguarda la stessa definizione dei *target* assunti dal piano, che viene ottenuta soltanto in termini relativi, ovvero come diminuzione rispetto al livello di incidentalità corrente. Infatti, ridurre il numero dei feriti del 40% significherebbe soltanto ricondurlo a livelli già registrati durante tutti gli anni Ottanta (oltre 100.000 all'anno). Anche l'obiettivo relativo ai decessi rimanda pur sempre ad un livello superiore ai 2.000 morti/anno, con un tasso di mortalità pro-capite ancora superiore a quello *attualmente* riscontrato nel Regno Unito, in Svizzera, nei Paesi Bassi e negli stati scandinavi (cfr.fig.3.1.3).



³ Alcuni di tali decreti riguardano, in particolare, il rumore ferroviario e quello aeroportuale; mentre il decreto riguardante il rumore del traffico stradale è stato emanato soltanto nel marzo 2004.

⁴ Emanato a norma della L.17 luglio 1999, n.144.

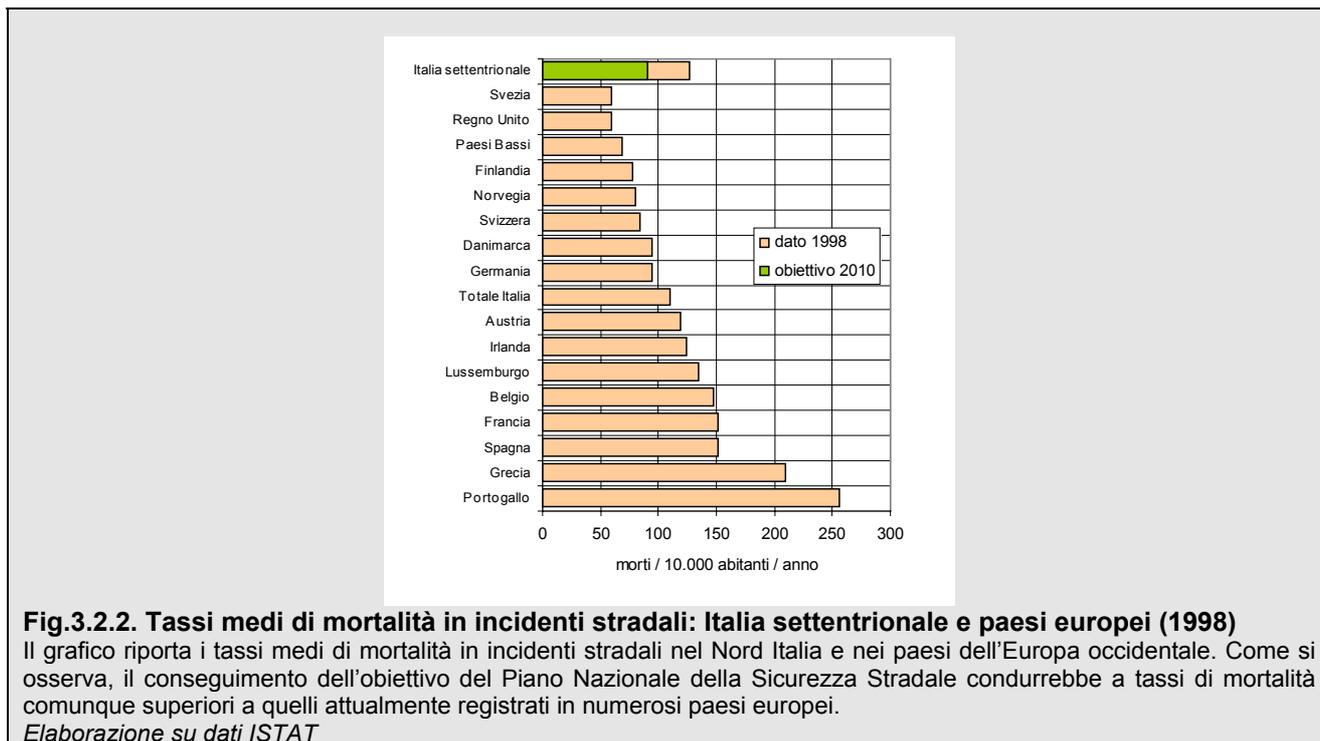


Fig.3.2.2. Tassi medi di mortalità in incidenti stradali: Italia settentrionale e paesi europei (1998)

Il grafico riporta i tassi medi di mortalità in incidenti stradali nel Nord Italia e nei paesi dell'Europa occidentale. Come si osserva, il conseguimento dell'obiettivo del Piano Nazionale della Sicurezza Stradale condurrebbe a tassi di mortalità comunque superiori a quelli attualmente registrati in numerosi paesi europei.

Elaborazione su dati ISTAT

3.4. Il difficile cammino dell'ecosostenibilità

A prima vista, gli obiettivi della sicurezza e della sostenibilità ambientale sono ormai entrati nell'agenda ufficiale delle politiche dei trasporti a scala sia nazionale che locale. Qualunque piano o politica di settore si apre ormai con una solenne assunzione dell'importanza attribuita agli obiettivi ambientali: d'altro canto, chi sarebbe disposto a dichiarare di voler vivere in un mondo *insostenibile* dal punto di vista ambientale?

Si tratta però, il più delle volte, di affermazioni frettolose o superficiali, dettate da esigenze politiche fugaci, e pertanto prive di ricadute operative rilevanti.

Al contrario, è chiaro che la pregnanza del concetto di sostenibilità è tale da renderne ben più difficile – e meno indolore dal punto di vista politico – la concreta assunzione come obiettivo per l'azione pubblica⁵. Perseguire concretamente la sostenibilità, infatti, può comportare scelte difficili ed impopolari, che possono spingersi sino alla rinuncia ad alcune comode acquisizioni dell'attuale modello di sviluppo.

Ma, al di là dei conflitti che essa tende inevitabilmente a determinare, la costruzione di un modello di sviluppo sostenibile è una azione estremamente complicata, anche perché richiede un intenso sforzo di definizione dei parametri di riferimento (qual è la «capacità di carico» dell'atmosfera sovrastante la Pianura padana?), nonché la definizione di strategie molto complesse.

⁵ "... Nessun piano dei trasporti, nessun piano del traffico, nessun programma di interventi infrastrutturali si presenta ormai al pubblico senza riportare, in premessa, un doveroso atto di fede nei confronti della sostenibilità, seguito da una solenne dichiarazione relativa alla sostenibilità stessa del piano o del progetto. D'altra parte, pur essendo quello della sostenibilità un concetto così affermato da costituire il tema principale del Quinto programma d'azione ambientale dell'Unione Europea – e dunque il concetto-guida dell'intera politica ambientale europea – esso è tuttora poco conosciuto nelle sue definizioni formalizzate; definizioni che lasciano in realtà assai poco spazio per allegre interpretazioni e indolori assunzioni dello stesso concetto ..." (A. Donati, L. Rambelli, M. Zambrini; *Ambiente e politica dei trasporti: le proposte di WWF Italia e Legambiente per la mobilità sostenibile*; Ed. Ambiente, Milano, 1998).

Una risposta «ambientalista» al problema dell'ecosostenibilità può essere, tutto sommato, piuttosto facile: quanto meno, essa tende a definire un quadro chiaro di priorità per la definizione dei conflitti sottesi dalla sua adozione come obiettivo dell'azione pubblica.

Le cose possono diventare più difficili quando si entra nel merito di altri obiettivi, magari altrettanto legittimi. Così, se si può facilmente affermare che la compatibilità ambientale deve prevalere sugli interessi dei costruttori di infrastrutture, o ci si può legittimamente spingere ad affermare che un modello di sviluppo sostenibile non debba assumere obiettivi di crescita economica illimitata, è forse più difficile pensare che tale modello possa comportare una diminuzione dei livelli di sicurezza per gli utenti del sistema, od un peggioramento delle condizioni di lavoro per gli addetti del settore.

Potrà anche apparire una provocazione, ma la pratica operativa del *problem solving* nel settore dei trasporti pone spesso questioni di questo genere; e la definizione di un quadro di obiettivi reali, concretamente perseguibili in tutte le fasi di una politica di settore, richiede una chiara attribuzione di pesi e di priorità.

Le cose diventano ancora più difficili se si ragiona sul fatto che, malgrado i loro indubbi meriti e l'esteso consenso di cui godono a livello sociale, le posizioni ambientaliste sono in realtà molto lontane dal risultare maggioritarie a livello politico. E' in fondo un problema decisamente ideologico: mentre alcuni, incluso il sottoscritto, riterrebbero ragionevole fermare la folle corsa che ci sta portando ad avere tutto, tranne il tempo per godercelo, sono ancora molti coloro che, anche su posizioni "di sinistra", ritengono che la crescita economica illimitata debba rappresentare un obiettivo fondamentale, o quanto meno un sfondo condiviso, per ogni politica pubblica.

In questa situazione, è forse opportuno fare un passo indietro, lasciando un po' da parte le aeree questioni della sostenibilità ambientale, e provando ad enucleare alcuni elementi di convergenza, per avviare una politica dei trasporti comunque meno deprimente dell'attuale. In questi termini, si tratta di puntare ad una sorta di «patto sociale» per la mobilità nelle regioni del Nord Italia, che consenta di perseguire concretamente un'inversione di tendenza, verso un sistema dei trasporti un po' meno insostenibile.

Per fare ciò, è necessario innanzi tutto compiere uno sforzo di identificazione di un quadro di obiettivi integrato, che tenga conto dell'esistenza di diritti a volte contrapposti, così come dei problemi derivanti dalla scarsità delle risorse finanziarie effettivamente disponibili⁶.

Naturalmente, non tutti gli obiettivi divergono necessariamente tra loro, ed è compito primario di una buona politica esplorarne le convergenze reciproche, in modo tale da costruire – magari per scenari alternativi – *mix* il più possibili accettabili, od almeno valutabili su un piano di trasparenza pubblica.

Ciò richiede una diagnosi delle problematiche molto più attenta ed articolata di quanto non avvenga solitamente, capace di investigare non soltanto gli effetti dell'incremento dei traffici, ma anche le cause dell'aumento della domanda di mobilità, in correlazione con il tema più generale dello sviluppo economico e del benessere sociale.

⁶ In questo senso, non basta dire che si vuole la crescita economica, ma occorre specificare a che cosa si è disposti a rinunciare per ottenerla. Lo stesso vale per la sostenibilità ambientale.

4. Cause

4.1. Sviluppo economico ed impatti ambientali da traffico (1980-2000)

Porsi il problema della *sostenibilità* dello *sviluppo* significa, in primo luogo, interrogarsi sulle relazioni che intercorrono fra i due termini.

Quali sono i parametri fondamentali atti a descrivere i due estremi del ragionamento? Per quanto concerne la sostenibilità, nei capitoli precedenti sono già stati esaminati alcuni fondamentali indicatori, quali in particolare i consumi energetici e le emissioni di inquinanti atmosferici. Questi parametri di tipo fisico si prestano bene a quantificare la pressione esercitata sull'ambiente naturale dal sistema di trasporto.

Per quanto riguarda invece i parametri relativi allo sviluppo economico e sociale, la questione è certamente più complessa: l'identificazione dei parametri di sviluppo con gli indicatori di crescita economica è da anni soggetta a critiche serrate, e numerose sono le proposte di indicatori sociali alternativi (si pensi anche soltanto all'*indice di sviluppo umano* proposto dall'ONU).

Nondimeno, si deve osservare che, a tutt'oggi, questi indicatori alternativi, pur essendo entrati nell'uso corrente a livello di confronti internazionali, mancano spesso di una articolazione spaziale sufficiente al loro utilizzo per analisi di contesti locali, o comunque sub-nazionali. Pertanto, questo genere di analisi continua ad essere affidato in larga misura all'esame dei più tradizionali parametri di crescita economica, quali il prodotto interno lordo od il valore aggiunto, che in questo senso finiscono per rappresentare un'opzione pressoché obbligata per il nostro studio. Può comunque essere confortante riconoscere che tale opzione, oltre a presentare l'indubbio vantaggio della comparabilità con altri studi analoghi, assume un valore per molti versi cautelativo: infatti, esaminando esclusivamente gli indicatori citati si corre più che altro il rischio di accentuare il ruolo della crescita quantitativa, determinando così una *sopravalutazione* dell'effettivo livello di sviluppo delle otto regioni settentrionali. Vista l'importanza della crescita economica conosciuta da queste regioni negli ultimi cinquant'anni, i ragionamenti sulla sostenibilità ambientale del loro sviluppo ne risulteranno indubbiamente rafforzati.

Quali che siano i parametri utilizzati per descriverla, è indubbio che la crescita economica conosciuta dal Nord Italia nella seconda metà del XX secolo è stata imponente: tra il 1951 ed il 1999 il valore aggiunto, espresso a prezzi costanti, è cresciuto di quasi cinque volte; e tra il 1975 ed oggi, nonostante i rallentamenti dovuti alle crisi petrolifere, è comunque raddoppiato.

Questo processo si è sovrapposto ad un andamento demografico molto più moderato. Nonostante gli ampi flussi migratori che hanno caratterizzato le grandi aree metropolitane del Nord, la popolazione odierna dell'Italia settentrionale (25,6 milioni di abitanti) è superiore soltanto di poco più del 20% di quella del 1951 (21,1 milioni di abitanti). Inoltre, la crescita si è concentrata quasi totalmente nel periodo 1951-1971, al termine del quale la popolazione aveva raggiunto i 24,9 milioni di abitanti - un livello quasi uguale a quello registrato alla fine del secolo. Dal 1981, il carico demografico totale può dirsi stabile, con qualche tendenza alla riduzione.

Questo significa che quasi tutta la crescita del valore aggiunto, espressa in valore assoluto, si è rispecchiata nell'andamento dei valori pro-capite, che sono in effetti aumentati del 302% in quarantotto anni (contro una media nazionale del 311%). Tra il 1981 ed il 1999, il valore aggiunto pro-capite è aumentato del 35%, passando da 27,4 a 37,1 milioni di lire/anno per abitante; nello stesso periodo, il valore medio nazionale è aumentato del 33%, passando da 22,2 a 29,6 milioni di lire/anno¹.

¹ I valori, espressi in lire costanti 1995, sono tratti dalle stime sviluppate annualmente dall'Istituto Tagliacarne e, negli ultimi anni, anche dall'ISTAT.

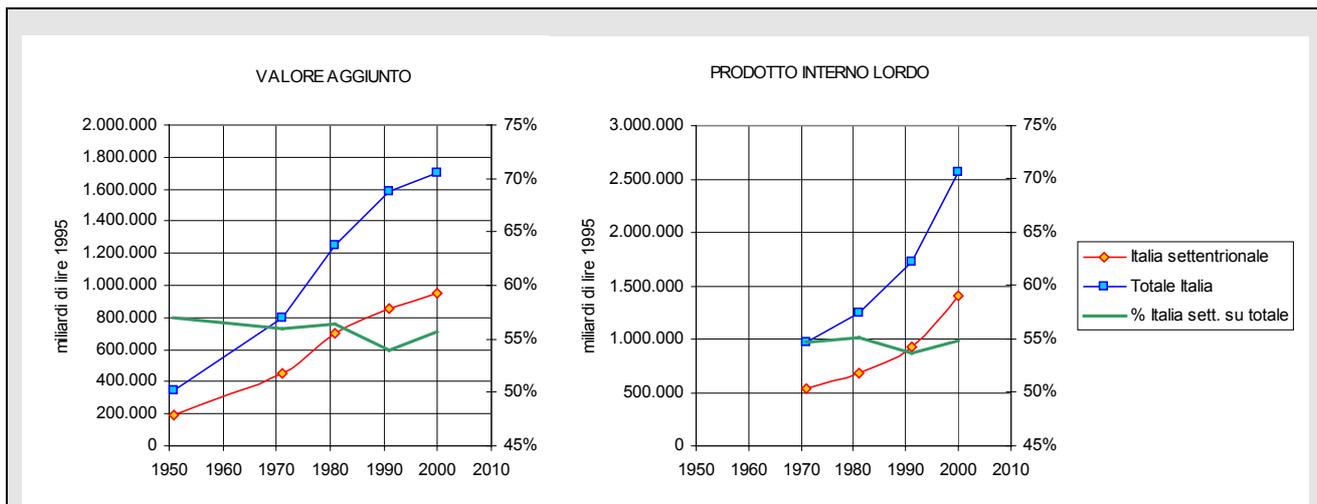


Fig.4.1.i. Valore aggiunto e prodotto interno lordo – Italia settentrionale (1951-1999)

Tra il 1951 ed il 1999, il valore aggiunto delle attività economiche presenti nelle otto regioni settentrionali, espresso a prezzi costanti 1995, è cresciuto di quasi cinque volte, passando da meno di 200.000 a circa 950.000 miliardi di lire/anno. Questo andamento è stato soltanto leggermente più moderato della media nazionale, sicché l'incidenza delle regioni settentrionali sull'economia italiana è passata dal 57% del 1951, al 55% del 2000. L'andamento del Prodotto Interno Lordo (PIL), disponibile soltanto a partire dagli anni Settanta, è stato sostanzialmente analogo

Elaborazione su dati ISTAT, Ist. Tagliacarne

Nota: fino al 1971 il dato relativo al valore aggiunto è riferito al reddito prodotto.

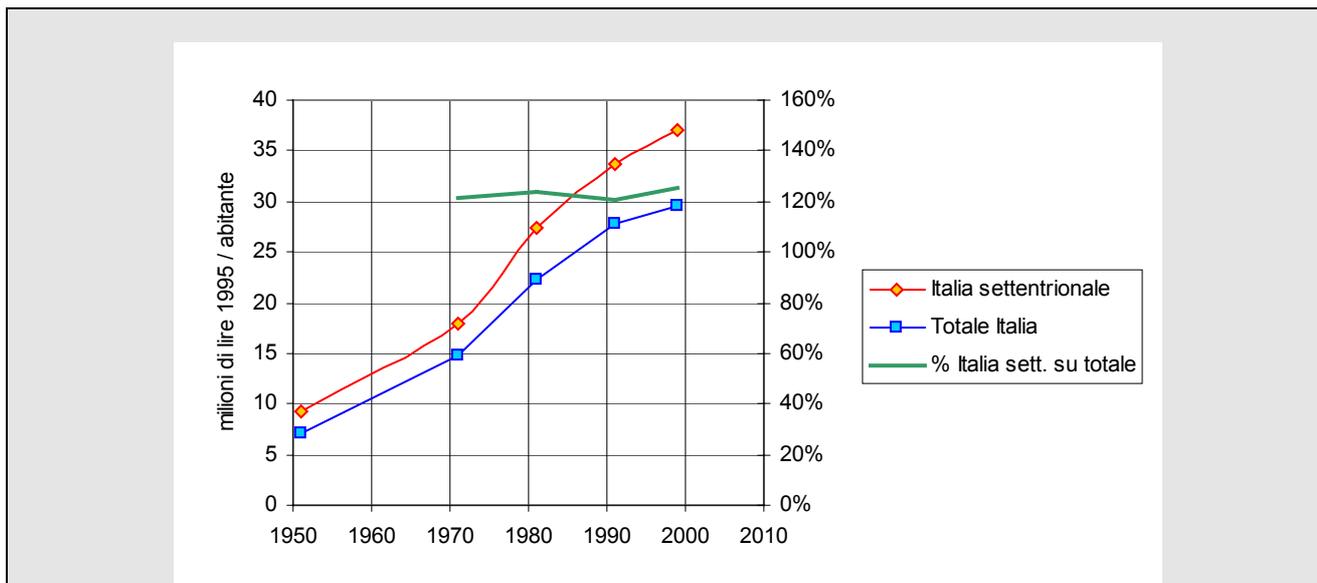


Fig.4.1.ii. Valore aggiunto pro-capite – Italia settentrionale (1951-1999)

Poiché negli ultimi decenni la popolazione residente nelle otto regioni settentrionali ha subito limitate variazioni, il valore aggiunto per abitante è cresciuto ad un ritmo pressoché identico a quello del valore aggiunto totale. Esso è passato dai 9,2 milioni di lire/abitante (a prezzi costanti) del 1951, ai 17,9 del 1971 (+95%), ai 27,4 del 1981 (+53%), ai 33,7 del 1991 (+23%), ed ai 37,1 (+10%) del 1999. Dato il differente andamento storico non soltanto dei parametri economici, ma anche di quelli demografici, il divario fra il valore aggiunto pro-capite del Nord e del Centro-sud Italia è andato gradualmente aumentando: se nel 1971 il valore relativo al Nord Italia superava del 21% la media nazionale, nel 1999 questo scarto aveva raggiunto il 25%.

Elaborazione su dati ISTAT, Ist. Tagliacarne

Se confrontiamo l'andamento del valore aggiunto con quello dei principali indicatori di incidentalità e di pressione ambientale, esaminati nei paragrafi 2.3 e 2.4, non è difficile evidenziare differenze notevoli (fig.4.1.iii). Negli ultimi vent'anni, alcuni indicatori d'impatto – quali in particolare le emissioni di monossido di carbonio (CO) e di composti organici volatili (COV) – essendosi ridotti in termini assoluti, hanno presentato una dinamica più lenta non soltanto del valore aggiunto, ma anche della stessa popolazione residente². Questa considerazione risulta fortunatamente valida anche per la mortalità in incidenti stradali.

D'altro canto, un solo indicatore (le emissioni di ossidi di azoto) presenta un tasso di crescita intermedio fra quello della popolazione e quello del valore aggiunto³, mentre tutti gli altri indicatori si caratterizzano per un andamento superiore, in alcuni casi anche nettamente, alla crescita economica. E' il caso, innanzi tutto, del numero di incidenti stradali e delle loro vittime, che con la loro dinamica molto negativa degli ultimi anni hanno finito per dissipare il "patrimonio" accumulato nel corso degli anni Ottanta. Ed è il caso dei consumi energetici e delle emissioni di anidride carbonica (CO₂), ma anche di polveri (PM), il cui incremento medio nel periodo in esame risulta di almeno quindici punti percentuali superiore a quello del valore aggiunto.

Il panorama è dunque piuttosto articolato, coesistendo in esso dinamiche uniformi ed inversioni di tendenza, *performance* positive e risultati negativi. Resta comunque possibile affermare (anche alla luce delle analisi più dettagliate, evidenziate nella fig.4.1.iv) che l'economia del Nord Italia rappresenta, almeno per quanto concerne il settore dei trasporti, un *sistema ad intensità energetica crescente*, con tutto quel che ne consegue in termini, ad esempio, di emissioni di CO₂ e di perseguimento degli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto.

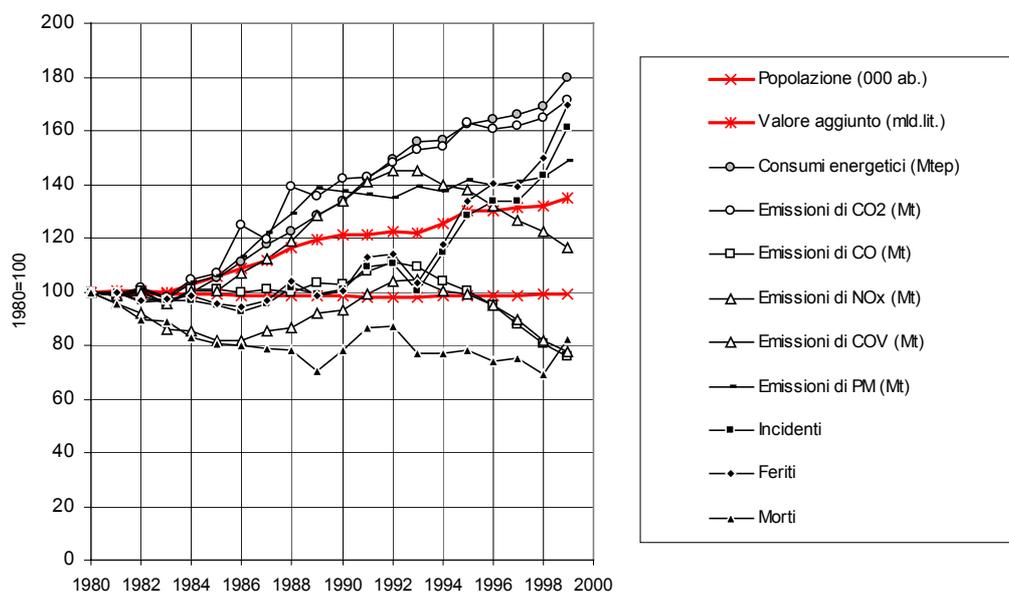


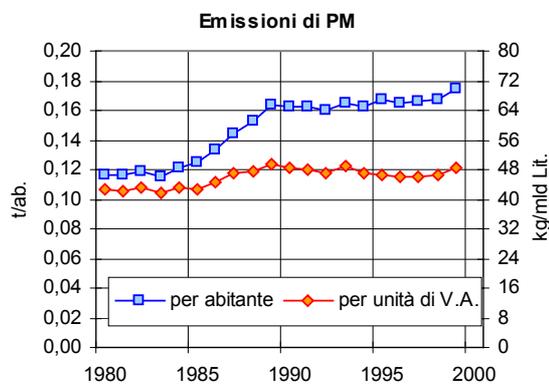
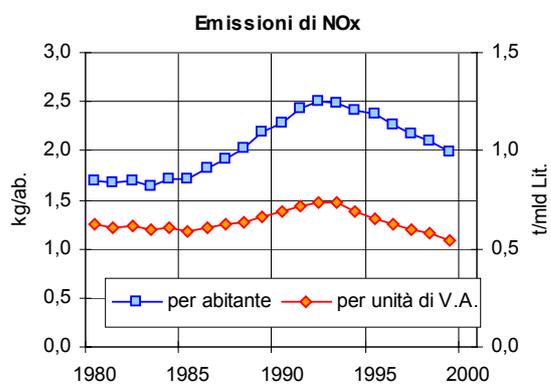
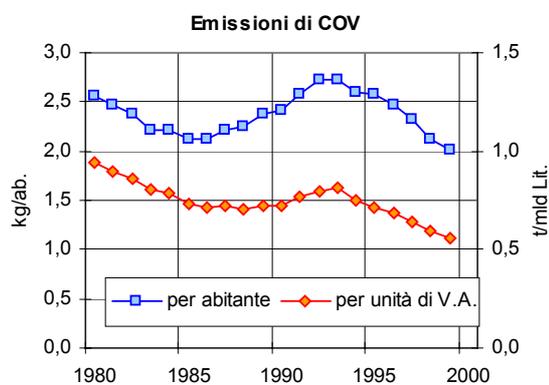
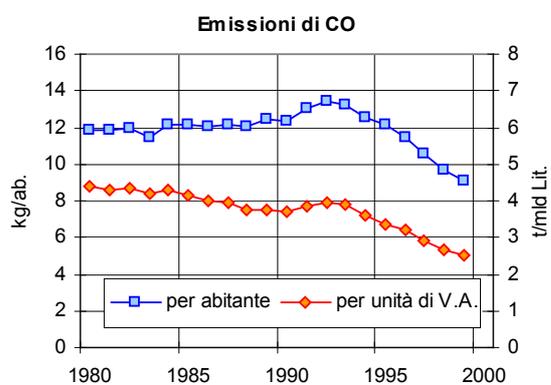
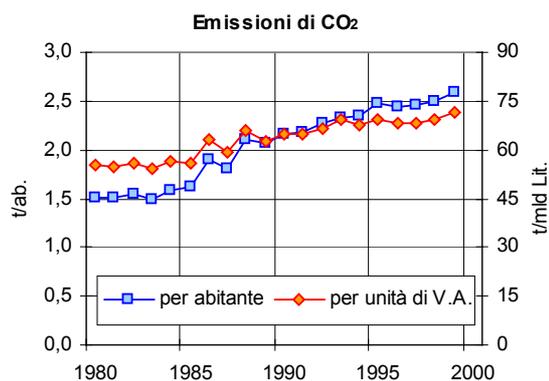
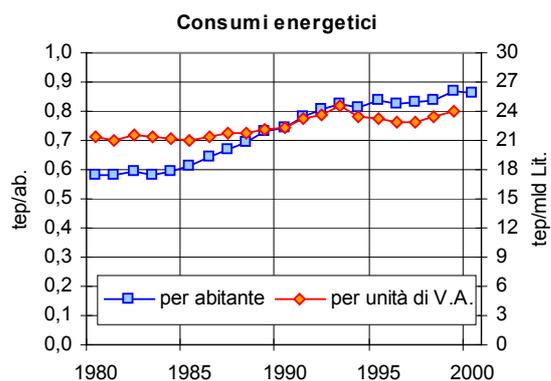
Fig.4.1.iii. Popolazione, valore aggiunto e fattori d'impatto – Italia settentrionale (1980-2000)

Il grafico mette a confronto l'andamento storico (1980-2000) della popolazione residente, del valore aggiunto, dei consumi energetici e delle emissioni atmosferiche da traffico, e dell'incidentalità stradale, nel complesso delle otto regioni settentrionali. Come si osserva, i tassi di crescita medi del valore aggiunto vengono superati da quelli relativi a numerosi altri indicatori, fra cui in particolare i consumi energetici, le emissioni di CO₂ e di polveri, il numero di incidenti e quello dei feriti. D'altro canto, l'andamento quasi stabile della popolazione residente si colloca al di sopra di un altro insieme di indicatori, che hanno conosciuto, nel periodo in esame, una diminuzione: le emissioni di CO e di COV, così come il numero dei morti in incidenti stradali. Un solo indicatore – le emissioni di ossidi di azoto – presenta un tasso di crescita intermedio fra quello della popolazione e quello del valore aggiunto.

Elaborazione su dati ISTAT, CNT, ENEA, Ist. Tagliacarne

² Va osservato che questo risultato è stato ottenuto esclusivamente nell'ultima parte del periodo, in cui risulta manifesto l'effetto benefico delle innovazioni tecnologiche (catalizzatore) del parco veicolare circolante.

³ Anche in questo caso il risultato deriva dalla forte diminuzione del periodo 1993-99.



4.1.iv. Consumi ed emissioni atmosferiche da traffico in rapporto a popolazione e valore aggiunto (1980-2000)

I grafici indicano l'andamento degli indicatori ottenuti dividendo i parametri d'impatto ambientale (consumi ed emissioni atmosferiche) per il numero di abitanti e per il valore aggiunto totale (a prezzi costanti). Come si osserva, l'andamento medio degli indicatori relativi alla popolazione è crescente in quattro casi su sei: fanno eccezione le sole emissioni di CO e COV. Per quanto concerne invece gli indicatori relativi al valore aggiunto, sono decrescenti anche le emissioni di NOx, mentre il contenuto di un miliardo di eurolire di valore aggiunto, espresso in termini di energia e di anidride carbonica e di polveri emesse, è oggi superiore a quello del 1980.

Elaborazione su dati ISTAT, CNT, ENEA, Ist. Tagliacarne

Sino a questo punto, l'esame del rapporto esistente fra crescita economica ed impatto ambientale è avvenuto in rapporto agli andamenti medi delle otto regioni comprese nell'area di studio. Ma l'analisi dell'andamento medio del valore aggiunto, espresso sia in termini assoluti che in valori pro-capite, non deve far dimenticare le notevoli differenze esistenti fra le diverse regioni che compongono l'area di studio. La crescita del reddito – ed in certa misura anche della popolazione residente – non è stata ovunque la stessa, e nel medio-lungo periodo gli andamenti medi, registrati a scala provinciale, possono presentare divergenze decisamente consistenti. Ad esempio, tra il 1951 ed il 1981 la crescita del valore aggiunto pro-capite è stata pari in media al 197%; ma ha raggiunto il 423% a Pordenone, il 374% a Modena, ed il 359% a Rovigo – valori che superano di oltre tre volte i valori registrati a Vercelli (+108%), Savona ed Imperia (+102%) e Genova (+98%).

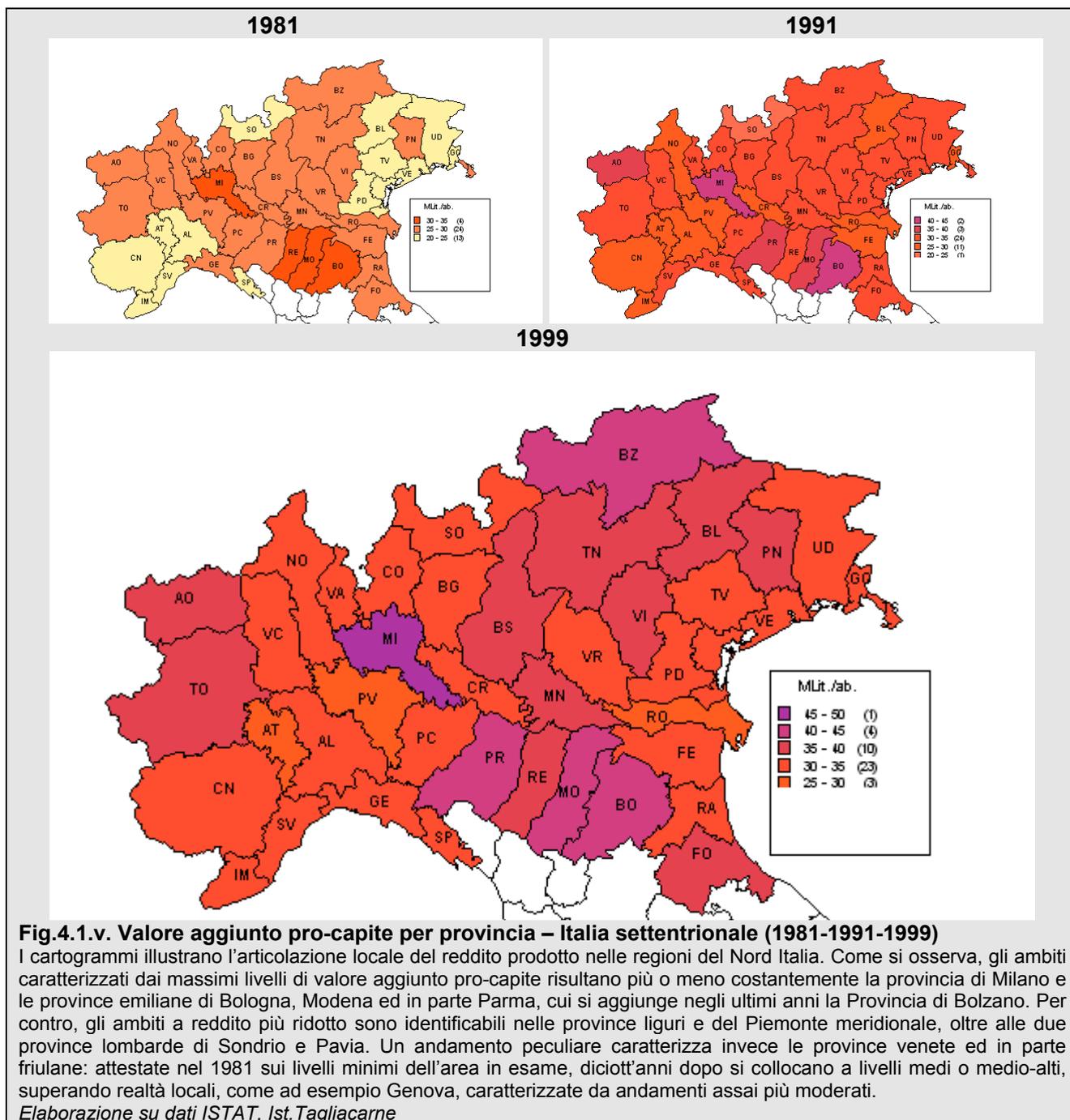
Nei diciott'anni successivi, il valore aggiunto pro-capite è aumentato in media del 35%, con valori massimi a Bolzano (+58%) e Belluno (+53%), e valori minimi a Cremona (+13%) e Pavia (+11%).

Se si osserva la figura 4.1.v, non è difficile riconoscere in queste articolazioni il forte sviluppo delle aree incluse nella "Terza Italia", ed in particolare del Veneto centrale e dell'Emilia⁴. Infatti, tra il 1981 ed il 1999, fermo restando il primato milanese, si assiste ad un relativo indebolimento delle principali realtà metropolitane del Nord-Ovest, e per converso ad un progressivo rafforzamento dei comparti più orientali. Tale rafforzamento sembra indipendente dai livelli di urbanizzazione e coinvolge anche aree piuttosto marginali: si osservi ad esempio il caso di Belluno, che ancora nel 1981 era una delle province più povere dell'Italia settentrionale, mentre soltanto diciotto anni dopo si collocava molto vicino alla media del comparto, superando aree come quelle di Novara, Como e Bergamo.

I processi di crescita economica che si sono verificati nel Nord-Est presentano molte articolazioni originali, e sono ormai ben conosciuti nella loro genesi e nelle corrispondenti differenziazioni locali. Senza volersi dilungare sul tema, è comunque interessante osservare che nel corso degli ultimi vent'anni alcuni elementi tipici di questi processi (per esempio la formazione di distretti industriali) hanno coinvolto a macchia di leopardo anche ambiti del Nord-Ovest, che hanno conosciuto fasi di intensa crescita economica, in parziale controtendenza rispetto alle zone circostanti (si osservi ad esempio il caso della provincia di Cuneo).

Anche da questi brevi cenni, risulta ben evidente quanto lo sviluppo economico dell'Italia settentrionale sia lontano dal costituire un processo indifferenziato e monolitico: al contrario, esso è il risultato di una complessa sovrapposizione fra cammini di crescita locale assai diversificati, che contrappongono regione a regione, zone rurali ed aree metropolitane, comparti agricoli e poli industriali.

⁴ Ai fini di mantenere la continuità delle corrispondenti serie storiche, nell'esame dei dati di livello provinciale la nuova provincia di Biella è stata aggregata a Vercelli, Verbania a Novara, Lecco a Como, Lodi a Milano e Rimini a Forlì.



Alla luce di queste considerazioni, viene naturale chiedersi se le articolazioni locali dei tassi di crescita economica trovino qualche riscontro nella distribuzione dei corrispondenti indicatori d'impatto: ovvero, in parole più semplici, se il rapporto fra sviluppo economico ed impatto ambientale risulti più o meno il medesimo in tutte le zone del Nord Italia, o se invece anch'esso presenti importanti differenziazioni.

Una risposta certo parziale, ma sufficientemente robusta sul piano operativo, può provenire dall'esame della distribuzione dei consumi pro-capite di benzina e gasolio per autotrazione, che rappresentano un dato disponibile a livello provinciale, corrispondente ad oltre l'80% dei consumi energetici totali del settore dei trasporti. Tale distribuzione, evidenziata nella fig.4.1.vi, presenta alcune evidenti affinità con l'andamento del valore aggiunto (ad esempio i valori sempre elevati della Valle d'Aosta, od il differenziale dei tassi di crescita del Nord-Est e del Nord-Ovest). Nel contempo, essa si caratterizza anche per alcune differenze importanti, fra le quali spicca il contrasto fra gli alti redditi pro-capite delle maggiori aree metropolitane (a partire da Milano) ed i loro relativamente bassi consumi energetici per abitante.

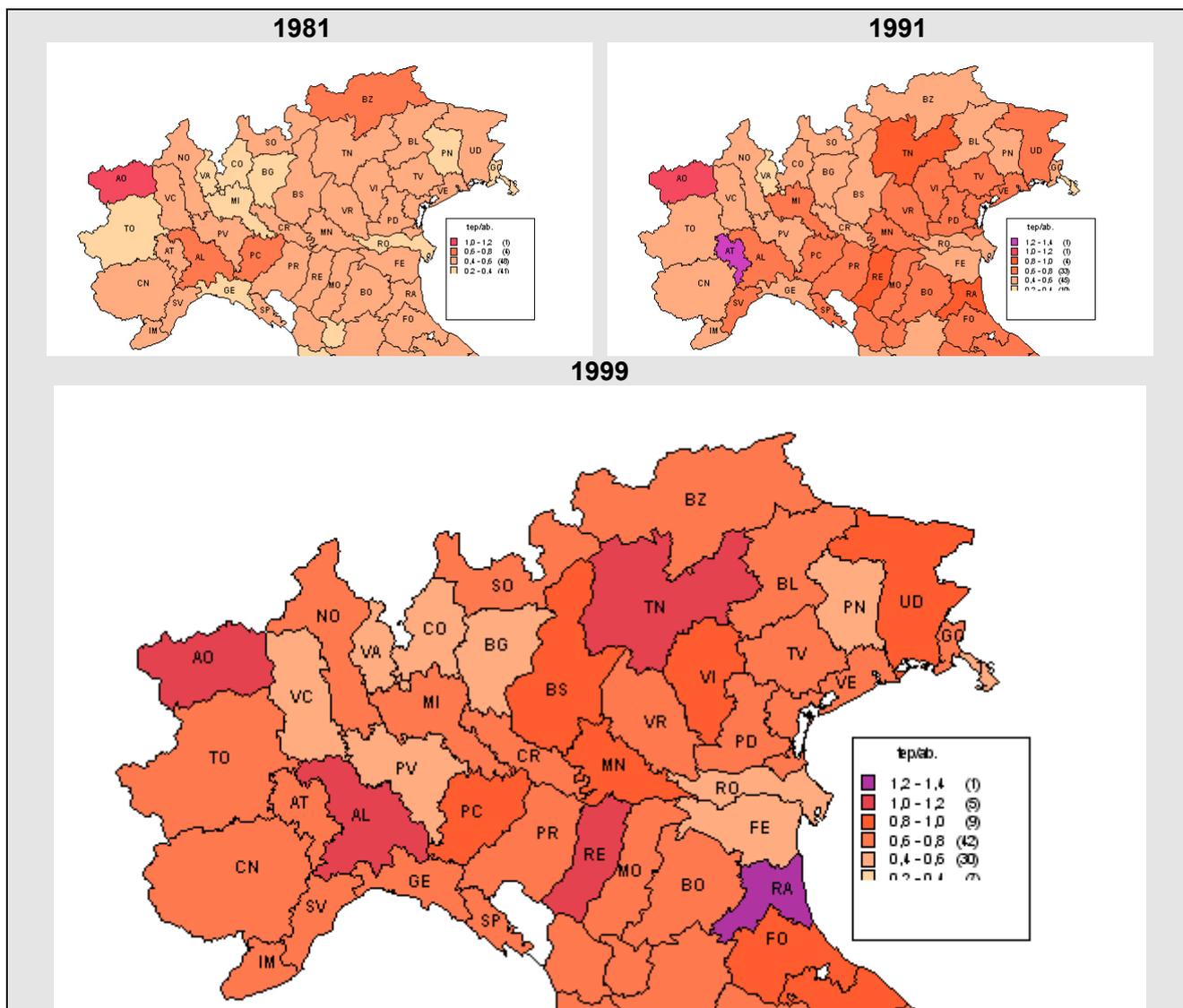
Dal confronto diretto fra consumi di benzina e gasolio da un lato, valore aggiunto dall'altro, è possibile costruire una stima attendibile dell'intensità energetica del settore dei trasporti in ciascuna delle 41 province del Nord Italia (cfr.fig.4.1.vii). Questo confronto presenta numerosi elementi d'interesse, a partire dall'ampio ventaglio di valori ottenuti, che variano dai 9 tep/miliardo di V.A. di Trieste nel 1991, agli oltre 40 di Aosta nel medesimo anno.

Un altro dato interessante riguarda la maggiore frequenza di valori medio-bassi nelle province che ospitano grandi aree urbane, quali in particolare Milano (incluse alcune province limitrofe), Torino, Genova, Bologna, Trieste. Per converso, i valori medio-alti sembrano investire soprattutto la fascia pedemontana nordorientale (da Brescia a Treviso), così come il basso Piemonte ed alcune province montane (Aosta, Trento ed in parte Bolzano). E' un quadro che può essere forse spiegato, in parte, dalla presenza di traffici di transito (che localmente consumano energia senza produrre valore aggiunto), ed in parte anche dal relativamente minore utilizzo dell'auto nelle grandi aree urbane.

La diversificazione dei valori di intensità energetica in rapporto al reddito fa sì che, fra le due serie di valori, non sia identificabile alcuna significativa correlazione (cfr.fig.4.1.viii). Può comunque essere interessante osservare che, all'orizzonte 1999, questo risultato è dovuto soprattutto alla presenza di numerose province a reddito ridotto ed elevati consumi (Cuneo, Asti, Alessandria, Piacenza, Cremona, Udine, Savona, La Spezia), mentre nessuna provincia ad alto reddito pro-capite (oltre 37 milioni di euro/lire/abitante) si caratterizza per consumi ridotti.

Un esame ancora più approfondito, effettuato sulla *variazione* nel periodo 1981-99 del valore aggiunto e dei consumi pro-capite, evidenzia una situazione ancor più differenziata, nella quale coesistono sia province a bassa crescita economica ed elevata crescita dei consumi (come Genova, Cremona, Brescia, Reggio Emilia, Ravenna), sia, viceversa, province a crescita economica elevata e crescita dei consumi contenuta (come Parma, Imperia, Bolzano).

Anche solo da queste analisi sommarie, appare con una certa evidenza il carattere per nulla lineare, bensì articolato e complesso, della relazione esistente fra indicatori d'impatto ambientale (in particolare consumi energetici), e parametri di crescita economica. Un carattere così articolato e complesso da richiedere un approfondimento specifico, mirato non soltanto ad identificare i fattori che la sottendono, ma anche a specificare i diversi livelli di sostenibilità che caratterizzano cammini di crescita economica locale, come si è visto, molto differenziati.



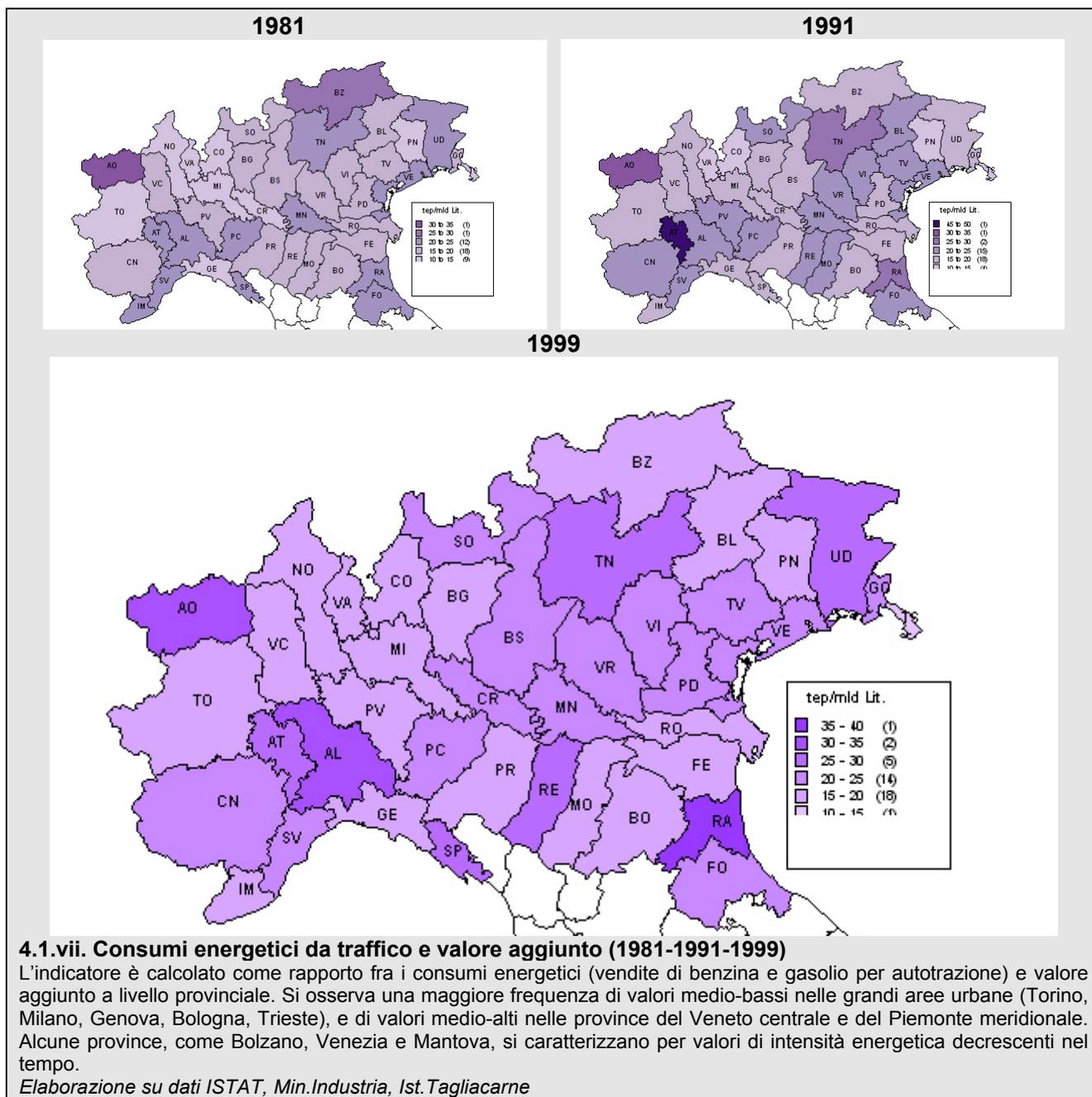
4.1.vi. Consumi energetici pro-capite da traffico per provincia (1981-1991-1999)

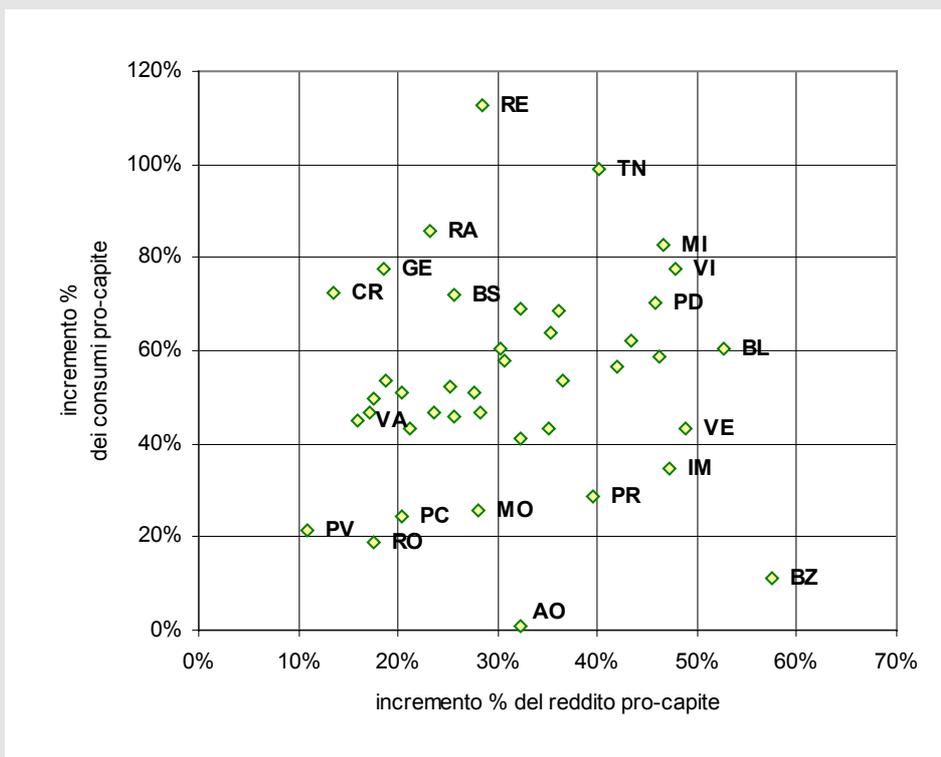
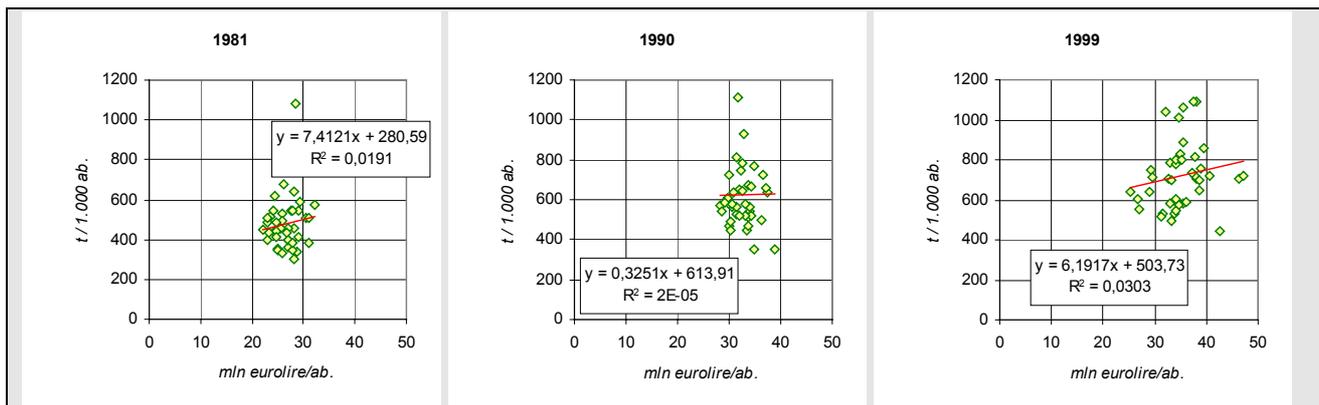
I consumi energetici pro-capite da traffico sono calcolati come rapporto fra le vendite provinciali di benzina e gasolio da autotrazione (espresse in tep) e popolazione residente. La limitazione dell'analisi ai soli carburanti stradali è dovuta alla disponibilità di dati a livello provinciale: questa scelta non comporta tuttavia distorsioni rilevanti, in quanto le componenti esaminate rappresentano oltre l'80% dei consumi energetici totali del settore trasporti.

Come si osserva, il livello dei consumi energetici pro-capite è andato crescendo in misura più intensa nel Nord-Est, rispetto al Nord-Ovest: se nel 1981 i valori massimi erano raggiunti ad Asti, Alessandria e Piacenza, nel 1999 essi includevano anche le province di Ravenna, Trento e Reggio Emilia.

E' interessante osservare che nessuna provincia metropolitana (Torino, Milano, Genova, Bologna, Venezia) raggiunge mai i primi posti della classifica, che riguardano invece il più delle volte ambiti caratterizzati dalla presenza di traffici di transito (Aosta, Trento e Bolzano, ma anche Alessandria, Piacenza e Reggio Emilia).

Elaborazione su dati ISTAT, Min.Industria





4.1.viii.Reddito e consumi energetici (1981-99)

Le province che hanno un incremento del reddito superiore al 40% ed un aumento dei consumi inferiore al 60% sono Bolzano, Verona, Venezia, Udine, Gorizia, Trieste e Bologna. Bolzano, in particolare, ha avuto in incremento del valore aggiunto del 48%, a fronte di un incremento dei consumi dell'11% (ma forse è un effetto di frontiera)

Elaborazione su dati ISTAT, Min.Industria, Ist.Tagliacarne

4.2. I parametri di base

La relazione articolata e complessa, che lega i parametri dello sviluppo e della crescita economica a quelli della sostenibilità, può essere compresa soltanto facendo ricorso a numerose variabili, di ordine economico, territoriale, trasportistico ed ambientale.

Per comprendere la natura di queste variabili, possiamo provare a procedere a ritroso, ricostruendo il «cammino d'impatto» che lega i fattori di pressione sull'ambiente ai parametri fondamentali dello sviluppo economico. In termini schematici, questo cammino può essere descritto come concatenazione di tre grandi insiemi di relazioni (cfr.fig.4.2.i):

- ⇒ in primo luogo, le relazioni che legano l'impatto ambientale del sistema (**I**) ai suoi livelli di operatività, cioè ai volumi di traffico (**T**) associati a ciascun modo di trasporto;
- ⇒ in secondo luogo, le relazioni che legano i volumi di traffico alla domanda di mobilità (**D**) soddisfatta dal sistema;
- ⇒ in terzo luogo, le relazioni che legano la domanda di mobilità ai livelli di sviluppo economico e sociale (**E**).

La natura di queste relazioni è evidentemente molto differenziata: infatti, se la trasformazione del traffico in impatto ambientale dipende essenzialmente da parametri tecnologici e gestionali del sistema, quella della domanda di mobilità in volumi di traffico ha a che fare soprattutto con le variabili economiche ed organizzative che sottendono l'interazione fra domanda ed offerta di trasporto, mentre il passaggio dallo sviluppo alla domanda di mobilità dipende da una grande quantità di parametri legati alla crescita economica, alla modifica degli stili di vita, e dunque anche alle trasformazioni territoriali che si manifestano intorno al sistema.

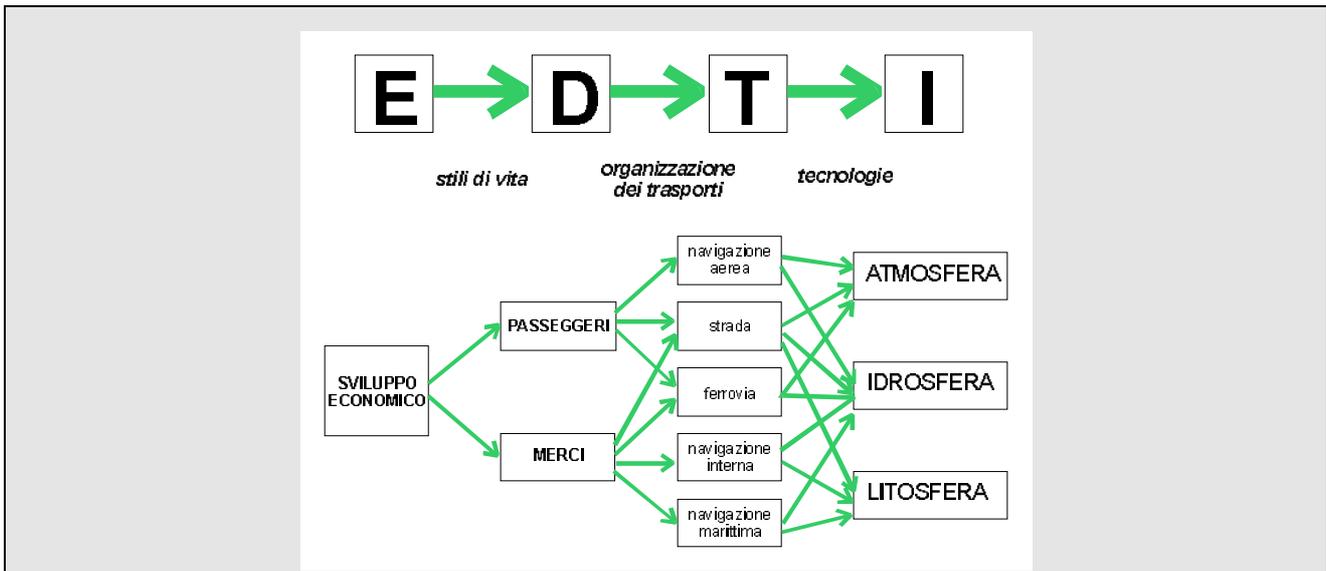


Fig.4.2.i. Relazioni tra sviluppo economico ed impatto ambientale

Il «cammino d'impatto» che lega lo sviluppo economico (E) alla domanda di mobilità (D), questa ai flussi di traffico (T), e questi ultimi ai fattori di pressione sull'ambiente (I), è complesso e coinvolge variabili di natura molto diversa fra loro. L'interfaccia E-D è dominata dagli aspetti socio-economici che influenzano il livello dei consumi e gli stili di vita; quella D-T dipende soprattutto da aspetti organizzativi e gestionali interni al sistema di trasporto; mentre quella T-I è essenzialmente funzione delle tecnologie adottate.

In termini estremamente sintetici, il rapporto fra impatto ambientale (I) e sviluppo economico (E) può essere espresso dalla relazione:

$$I = E \cdot d \cdot t \cdot i$$

dove:

- **d = D/E** rappresenta la *domanda di mobilità necessaria a sostenere un dato livello di sviluppo economico* (parametro espresso in termini di passeggeri-km o tonnellate-km per unità di valore aggiunto);
- **t = T/D** rappresenta il *volume di traffico necessario per soddisfare un dato livello di domanda di mobilità* (parametro espresso in termini di veicoli-km percorsi per modo di trasporto e per unità di domanda);
- **i = I/T** rappresenta il *livello di impatto ambientale associato ad un determinato volume di traffico* (parametro espresso in termini di consumi energetici, od emissioni atmosferiche, per unità di traffico espressa da ciascun modo).

Per quanto estremamente aggregati, questi insiemi di parametri consentono di semplificare l'analisi della relazione impatto ambientale/sviluppo economico, segmentandola in tre parti, riferite a fattori di diverso ordine e natura. Infatti, si può osservare che:

- i parametri di tipo **i** dipendono essenzialmente da fattori di tipo *tecnologico*, capaci di dar conto delle prestazioni ambientali del sistema di trasporto nelle sue differenti condizioni di esercizio (appartengono a questo insieme le caratteristiche meccaniche dei propulsori e dei veicoli in uso, così come le opere di mitigazione esistenti all'intorno delle infrastrutture di trasporto);
- i parametri di tipo **t** investono invece fattori inerenti alla *funzionalità dell'offerta di trasporto*, capaci di descrivere le condizioni di esercizio del sistema sviluppate per rispondere a differenti livelli di domanda (appartengono a questo insieme parametri quali i coefficienti di occupazione o le quote modali conseguite da ciascun modo di trasporto);
- i parametri di tipo **d**, infine, investono essenzialmente fattori relativi all'*intensità di trasporto del sistema*, capaci di seguire la formazione della domanda di mobilità in rapporto a diversi livelli di sviluppo economico, sociale e territoriale (appartengono a questo insieme parametri quali il numero di spostamenti effettuati pro-capite, o la percorrenza media delle spedizioni di merci).

Ognuno di questi parametri concorre a formare il risultato finale, giocando un ruolo di volta in volta differente. Infatti, come si osserva nella successiva fig.4.2.ii, l'andamento storico degli indicatori di sviluppo (S), mobilità (M), traffico (T) ed impatto (I) risulta alquanto differenziato, e tale da dar luogo a comportamenti assai differenti dei parametri corrispondenti alle loro reciproche relazioni.

Dall'esame dei singoli grafici, è in primo luogo immediato rilevare che la dinamica della domanda di mobilità (D, espressa in passeggeri-km o tonnellate-km/anno) risulta ampiamente superiore a quella che caratterizza il valore aggiunto (E). Ne consegue che l'intensità di trasporto del sistema (parametri di tipo $d=D/E$) è andata più o meno costantemente aumentando nell'intero periodo 1980-2000.

D'altro canto, la dinamica che contraddistingue gli indicatori di traffico stradale (T) risulta ancor più accentuata dei già rilevanti valori che contraddistinguono la domanda di mobilità D; pertanto, anche il rapporto $t=T/D$ sembra aver conosciuto, almeno per quanto concerne l'autotrasporto, un costante incremento nel corso del periodo in esame.

Da ultimo, l'andamento degli indicatori d'impatto (I), pur assai differenziato al suo interno, risulta sempre più moderato di quello associato agli indicatori di traffico (T); il che comporta che i principali parametri di tipo tecnologico ($i=I/T$) risultino generalmente decrescenti nel tempo.

Questa articolata combinazione di processi può essere esaminata, più nel dettaglio, considerando separatamente i diversi gruppi di relazioni. E' quanto avverrà nei prossimi paragrafi, dedicati rispettivamente all'andamento dei fattori tecnologici (i), a quello dei fattori dell'offerta di trasporto (t), ed a quello della domanda di mobilità (d).

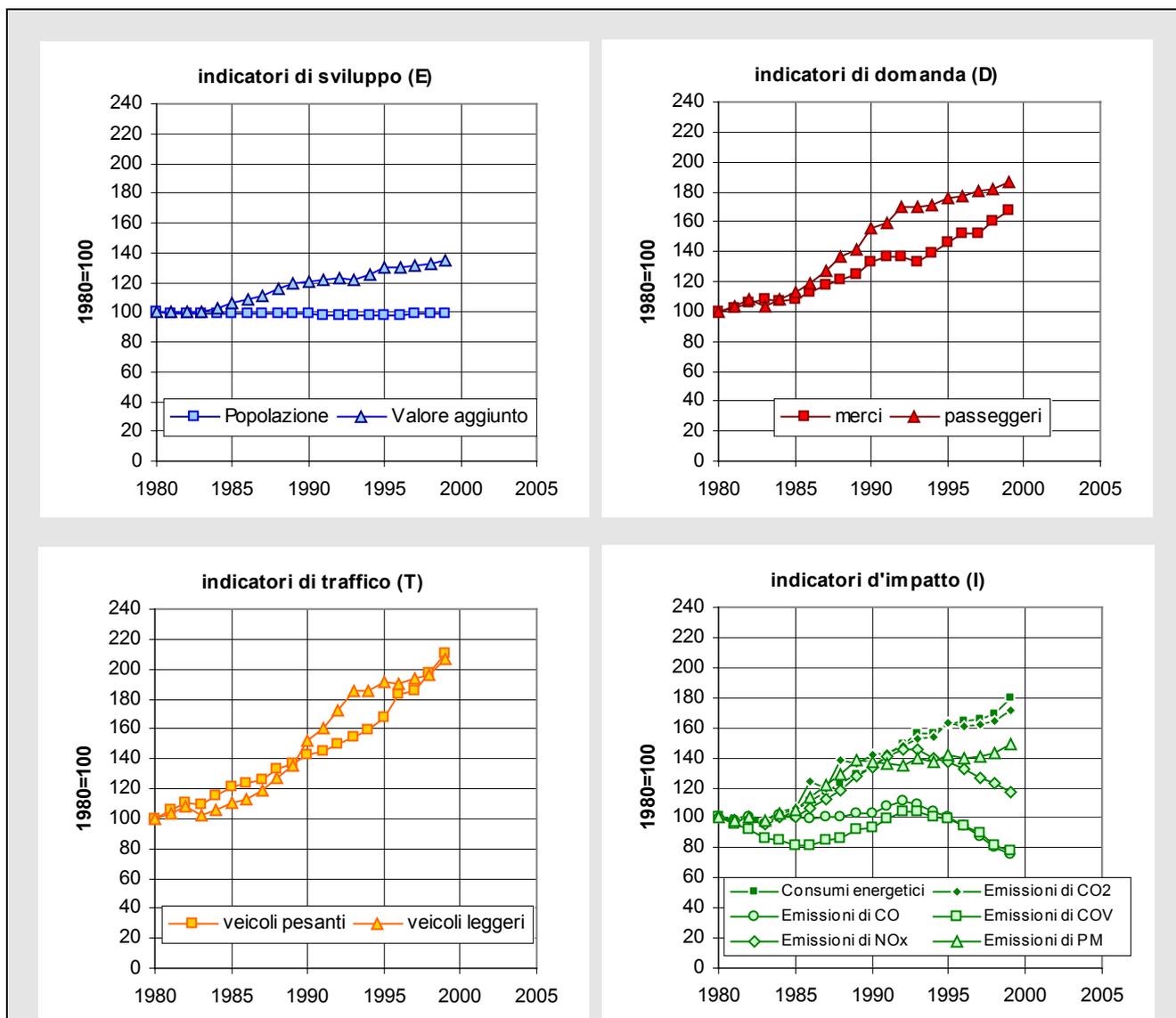


Fig.4.2.ii. Indicatori di sviluppo, domanda, traffico ed impatto – Italia settentrionale (1980-2000)

I grafici riassumono l'andamento nel periodo 1980-200 dei principali indicatori di sviluppo (E), di domanda (D), di traffico (T) e di impatto (I), riferiti all'insieme delle otto regioni dell'Italia settentrionale.

Come si osserva, gli indicatori relativi all'andamento della domanda di mobilità, espressa in termini di pkm/anno o tkm/anno, presentano dinamiche decisamente più intense di quelle che contraddistinguono il valore aggiunto: i tassi di incremento medi nel ventennio superano il 60% per le merci e l'80% per i passeggeri, contro una crescita economica che, in termini cumulati, non raggiunge il 40%.

Ancor più dinamici risultano gli indicatori di traffico stradale, sia leggero che pesante: tra il 1980 ed il 2000 essi subiscono un raddoppio.

La situazione relativa all'impatto ambientale è maggiormente articolata, con alcuni indicatori crescenti (consumi energetici, emissioni di CO₂, di PM e di NO_x) ed altri decrescenti (emissioni di CO e COV).

Elaborazione su dati ISTAT, Ist. Tagliacarne, Conto Nazionale dei Trasporti, ENEA

4.3. I fattori tecnologici: volumi di traffico ed impatto ambientale

L'analisi dei fattori di tipo tecnologico deriva dal confronto fra indicatori di traffico ed indicatori d'impatto ambientale. Dato il ruolo preponderante, giocato dalla mobilità automobilistica, questo tipo di approfondimento può limitarsi per ora al traffico stradale ed ai consumi di carburanti per autotrazione.

Il confronto fra questi due indicatori, riferito all'insieme della rete stradale del Nord Italia, evidenzia chiaramente che (fig.4.3.i):

- nell'intero periodo 1980-2000 i volumi di traffico, sia leggero che pesante, sono cresciuti ad un ritmo più intenso dei corrispondenti consumi energetici;
- mentre il traffico pesante cresce più di quello leggero, i consumi di gasolio subiscono incrementi inferiori a quelli dei consumi di benzina;
- negli ultimi quattro o cinque anni, l'andamento dei consumi si caratterizza per una marcata sostituzione di benzina con gasolio.

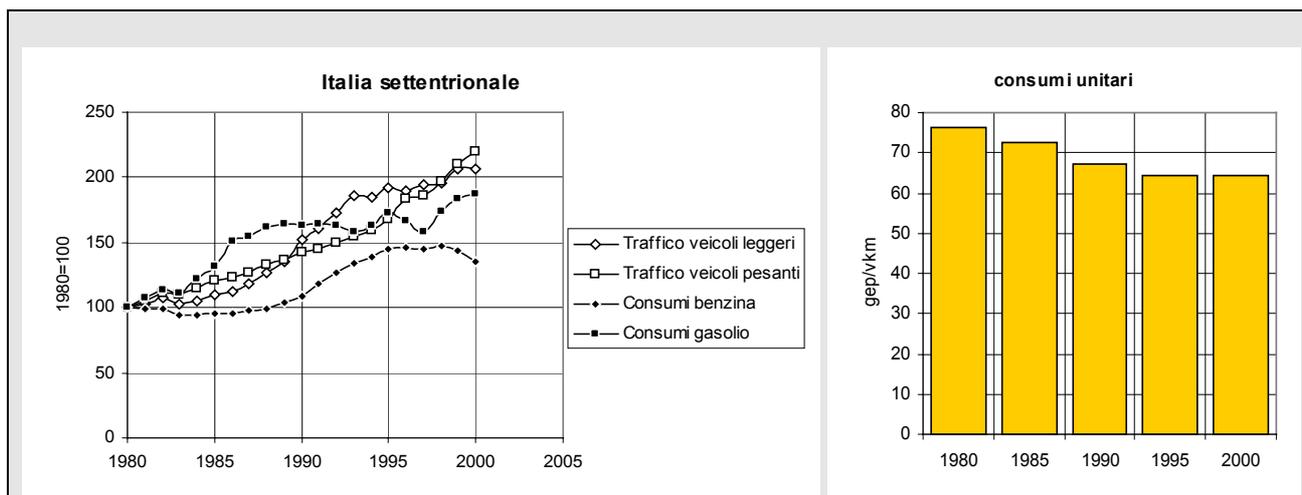
Quest'ultima circostanza rispecchia, da un lato, la maggior crescita del traffico pesante, dall'altro, la crescente diffusione di autovetture diesel: un fenomeno che, come si vedrà più avanti, sta modificando in misura non irrilevante i consumi unitari dei veicoli in circolazione.

Comunque, al di là di queste notazioni di dettaglio, il confronto fra le due serie evidenzia con chiarezza che i consumi energetici unitari medi, calcolati a posteriori come rapporto fra vendite di carburante e volumi di traffico, hanno subito per l'intero periodo in esame una lenta, ma costante diminuzione. Facendo riferimento ai veicoli leggeri (i soli per i quali questo tipo di analisi riesca a raggiungere un sufficiente grado di dettaglio), si osserva che i loro consumi unitari sono passati da circa 76 a circa 64 gep/vkm in vent'anni (-16%)⁵. Inoltre, questo decremento è stato più intenso nel corso degli anni Ottanta (-12%) di quanto non si sia verificato nel decennio successivo (-4%): un fatto che tradisce forse la maggiore attenzione per questo particolare fattore tecnologico, nel periodo immediatamente successivo alle crisi energetiche del 1974 e del 1982.

Queste osservazioni trovano alcune parziali conferme dall'esame dei volumi di traffico e delle vendite di carburanti, registrate sulla sola rete autostradale (fig.4.3.ii): infatti, anche in questo caso si osserva un consistente differenziale fra i tassi di crescita del traffico e dei consumi, cosicché la tendenza generale dei consumi unitari risulta decrescente; ed anche in questo caso è evidente, nell'ultimo lustro, la tendenza alla sostituzione della benzina con il gasolio autotrazione (che anzi risulta accentuata rispetto alla media dell'intera rete, testimoniando con ciò il maggiore impiego delle autovetture diesel sulle percorrenze medio-lunghe, che utilizzano maggiormente la rete autostradale stessa).

Ma l'analisi della rete autostradale differisce da quella media per alcuni elementi non trascurabili: in particolare, l'andamento dei consumi unitari, riferiti sempre ai soli veicoli leggeri, si caratterizza per una riduzione negli anni Ottanta, ma anche per un incremento abbastanza vistoso nella prima metà degli anni Novanta, con successiva tendenza al decremento nel corso dell'ultimo quinquennio. E' un risultato che evidenzia bene l'andamento ancora una volta non univoco dei fattori esplicativi del rapporto tra sviluppo ed impatto ambientale.

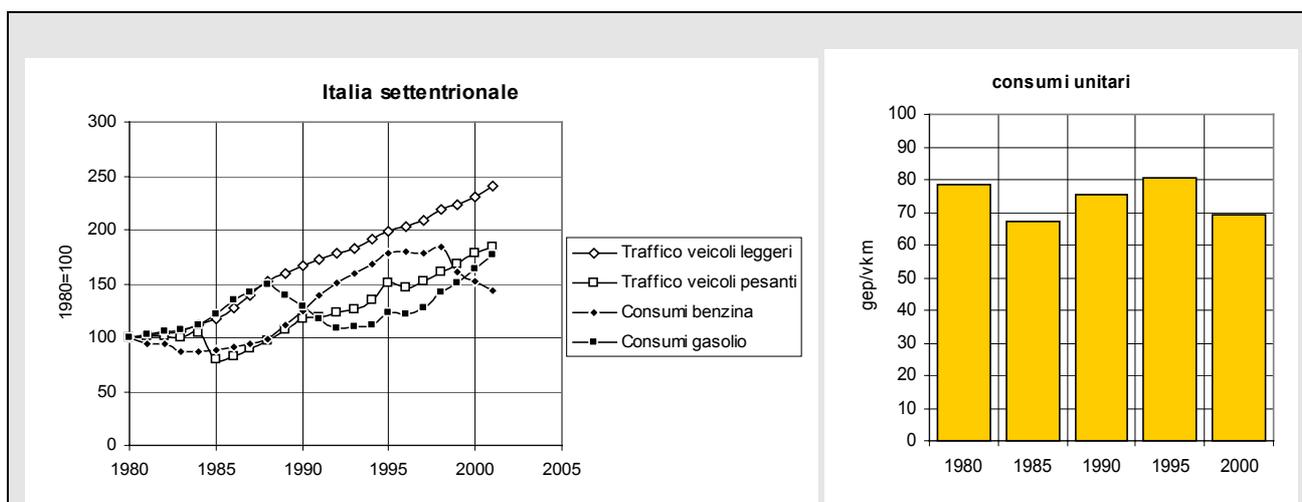
⁵ Per gep si intendono i grammi equivalenti di petrolio.



4.3.i. Consumi di carburante e traffico stradale – Italia settentrionale (1980-2000)

Il grafico a sinistra mette a confronto l'andamento 1980-2000 del volume di traffico (leggero e pesante) complessivamente registrato sulla rete stradale, e quello dei corrispondenti consumi di benzina e gasolio autotrazione. Si osserva che queste ultime serie subiscono incrementi medi largamente inferiori a quelli che contraddistinguono i flussi di traffico. In particolare, nel ventennio in esame i consumi di gasolio autotrazione sono aumentati meno del 50%, a fronte di incrementi di traffico che si collocano invariabilmente oltre il 100%. Sebbene i dati relativi alle vendite di carburanti possano essere affetti da imprecisioni, legate a trasferimenti intersettoriali, è indubbio che il rapporto fra consumi energetici e volumi di traffico, ovvero i consumi unitari, è andato diminuendo in modo più o meno costante per l'intero periodo. Il grafico a destra indica l'andamento dei consumi unitari dei veicoli leggeri, così come risulta dal calcolo a posteriori del rapporto indicato. La riduzione complessiva è superiore al 10%.

Elaborazione su dati CNT, Min.Industria



4.3.ii. Consumi di carburante e traffico autostradale – Italia settentrionale (1980-2001)

I due grafici sono del tutto analoghi a quelli riportati in fig.4.3.i., con l'unica differenza del riferimento alle sole autostrade, anziché al complesso della rete stradale (poiché le statistiche disponibili trattano l'autostrada A1 Milano-Napoli come un'unica tratta, i dati non comprendono né il traffico, né i consumi attribuibili all'itinerario Milano-Bologna-Firenze). Pur risultando generalmente simili ai precedenti, gli andamenti in esame presentano alcune interessanti variazioni, soltanto in parte riconducibili ai problemi di riclassificazione del traffico nel biennio 1984-85. Si osserva, in particolare, il lungo periodo di riduzione delle vendite di gasolio autotrazione (dato relativo ai soli impianti autostradali). L'andamento dei consumi unitari, riferito anche in questo caso ai soli veicoli leggeri, è più articolato di quello medio, riferito all'intera rete stradale; esso presenta una tendenza complessiva alla diminuzione, ma anche una vistosa fase di controtendenza, che si è protratta dalla metà degli anni Ottanta alla metà degli anni Novanta.

Elaborazione su dati AISCAT

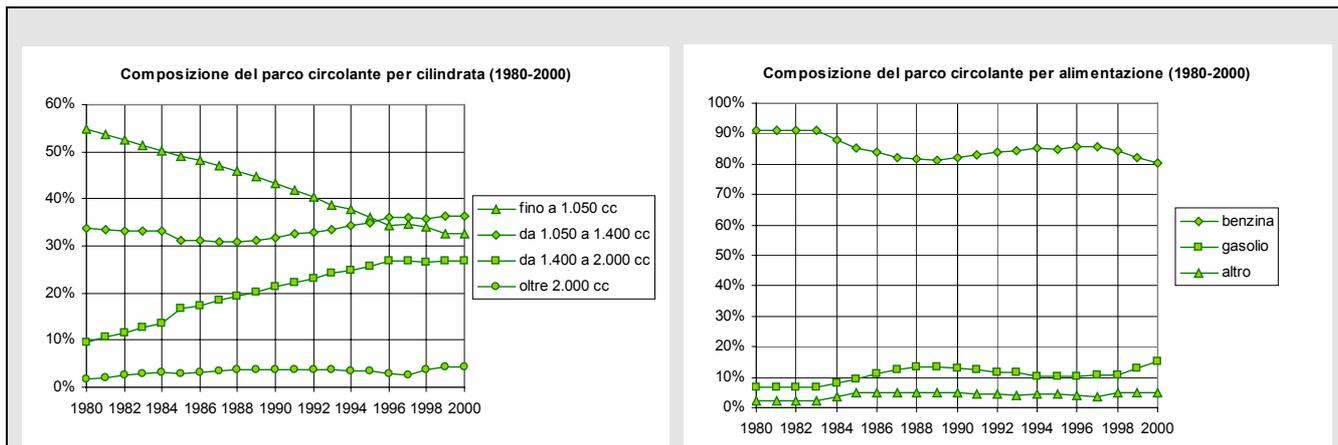
Quali possono essere le cause profonde di questo andamento?

Le variazioni dei consumi unitari sono riconducibili, in primo luogo, alla composizione del parco circolante per alimentazione, cilindrata ed età (fig.4.3.iii). Prescindendo qui dall'età – che influenza in misura considerevole le emissioni (in funzione dell'avanzamento delle norme UN-ECE e successivamente Euro), ma solo marginalmente i consumi unitari – si osserva una netta tendenza all'incremento della cilindrata media del parco circolante (i veicoli al di sotto dei 1.050 cc erano il 55% del totale nel 1980, mentre nel 2000 la loro incidenza era scesa al 33% soltanto), che si accompagna anche ad un graduale incremento dell'incidenza dei veicoli con alimentazione a gasolio (7% nel 1980, 15% nel 2000). Quest'ultima tendenza appare più veloce nella seconda metà degli anni Ottanta ed alla fine degli anni Novanta.

Sulla base di queste trasformazioni del parco è possibile ricostruire l'andamento dei suoi consumi unitari medi, calcolati in condizioni *standard* – cicli di marcia urbano, extraurbano ed autostradale – indipendentemente dalle effettive trasformazioni delle condizioni di guida sulla rete stradale in esame (ad esempio, il ciclo di marcia autostradale assume una velocità costante di 120 km/h). I risultati ottenuti (fig.4.3.iv) evidenziano che i consumi relativi al ciclo urbano ed a quello extraurbano subiscono una diminuzione graduale ma abbastanza costante nel corso del periodo: questo andamento, che rispecchia in parte l'avanzamento tecnologico (propulsori più efficienti), ed in parte la crescente incidenza dei motori *diesel*, presenta una significativa coerenza con l'andamento del medesimo parametro, calcolato però *a posteriori*, come rapporto tra vendite di carburante e volumi di traffico stimati sull'insieme della rete stradale.

D'altro canto, i consumi unitari relativi al ciclo autostradale, pur quasi sempre decrescenti, si caratterizzano nei primi anni Novanta per un sensibile incremento: questa tendenza, da mettere in relazione con il progressivo incremento delle cilindrata, è a sua volta coerente con l'andamento dei consumi unitari calcolati in base alle vendite di carburanti ed ai volumi di traffico sulla rete autostradale.

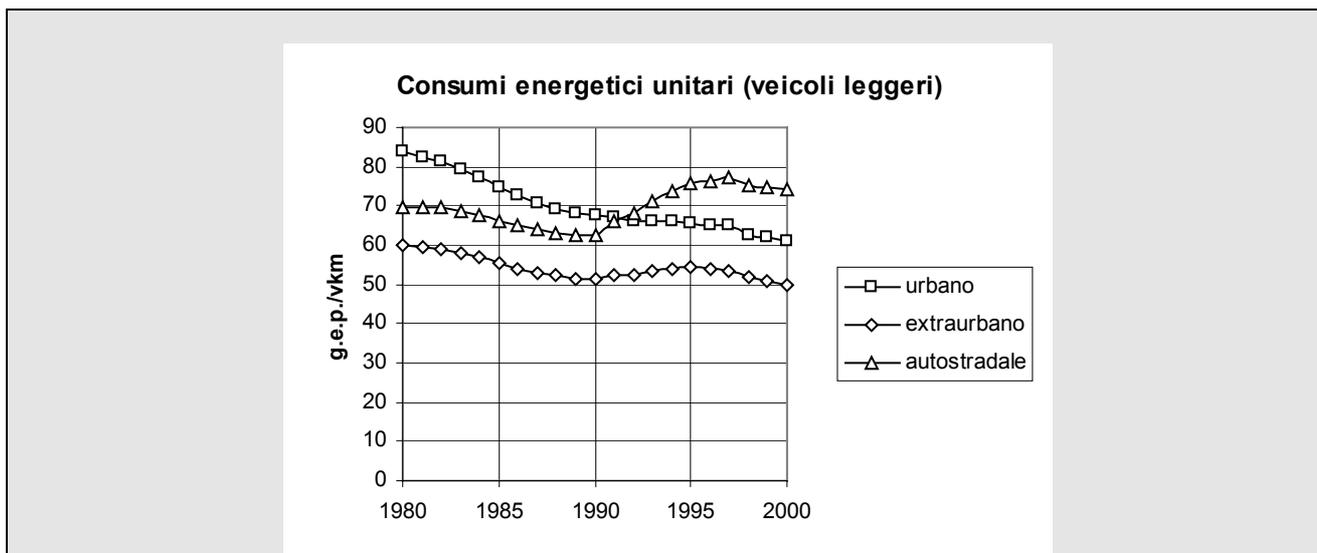
Per quanto approssimativi, e riferiti alla sola componente leggera del traffico stradale, questi risultati, ottenuti sulla base di due metodologie indipendenti, rappresentano una significativa base analitica per ricostruire le variazioni dei fattori tecnologici intercorse fra il 1980 ed il 2000. Infatti, esse consentono di spiegare sia l'andamento medio dei consumi unitari (sempre decrescente), sia le apparenti anomalie associate al traffico autostradale. In questo senso, è ben possibile affermare che la causa fondamentale delle variazioni dei fattori di tipo *i* è da ricercare nelle trasformazioni tecnologiche e prestazionali, ma anche dimensionali, del parco veicolare circolante.



4.3.iii. Composizione del parco autovetture circolante (1980-2000)

I grafici indicano le modificazioni subite tra il 1980 ed il 2000 dal parco di autovetture circolanti nel Nord Italia. Come si osserva, la trasformazione di maggior rilievo è costituita dal forte incremento della dimensione media delle autovetture: l'incidenza delle piccole cilindrata (fino a 1.050 cc) passa dal 55% del 1980 al 33% del 2000, mentre quella delle cilindrata medio-alte (da 1.400 a 2.000 cc) è cresciuta dal 10 al 27%. Più costante risulta l'incidenza delle altre componenti; mentre per quanto concerne l'alimentazione è da osservare soprattutto la crescita delle auto *diesel*, che passano dal 7 al 15% del totale.

Elaborazione su dati ACI



4.3.iv. Coefficienti unitari di consumo per il parco veicolare del Nord Italia (1980-2000)

Il grafico riporta l'andamento dei consumi unitari medi del parco autovetture circolante, calcolato sulla base dei coefficienti COPERT/CORINAIR delle singole componenti, in relazione ai cicli di marcia urbano, extraurbano ed autostradale. Questo risultato è stato ottenuto attraverso elaborazioni *a priori*, che rispecchiano parametri esclusivamente tecnologici e risultano indipendenti dalle variazioni delle effettive condizioni d'impiego su strada. E' interessante osservare che i consumi unitari in ciclo urbano subiscono un decremento continuo, mentre quelli extraurbani si caratterizzano per una lieve inversione di tendenza nel quinquennio 1990-95. Tale inversione, che va ascritta essenzialmente all'incremento della cilindrata media, si presenta in misura notevolmente accentuata nella curva dei consumi in ciclo autostradale.

Elaborazione su dati ACI, COPERT/CORINAIR

I fattori tecnologici legati alla composizione del parco non sembrano però in grado di spiegare l'intera variazione dei valori medi calcolati a posteriori. Infatti, se si prendono in esame i coefficienti medi di consumo unitario in ciclo autostradale, si osserva che nel periodo 1980-2000 essi *crescono* da 70 a 74 gep/vkm, mentre i corrispondenti valori medi, determinati per confronto tra vendite e traffico, *diminuiscono* da 79 a 69 gep/km.

In questo senso, è probabile che la variazione dei coefficienti unitari effettivi sia influenzata da ulteriori fattori, non ascrivibili alla composizione del parco veicolare. Si può ragionevolmente ipotizzare che tali fattori siano legati alla *variazione delle condizioni medie di marcia*, che comporta uno spostamento dei coefficienti di consumo unitari nell'intorno di quelli riferiti a cicli di marcia fissi e standardizzati. Come si osserva nella figura 4.3.v, la riduzione dei consumi unitari si verifica in concomitanza ad un aumento del rapporto flusso/capacità, e dunque ad un rallentamento dei flussi di traffico: rallentamento che, nell'intervallo di velocità tipico della marcia autostradale, comporta a sua volta una riduzione dei consumi energetici unitari.

Analogamente, si può osservare che la riduzione dei consumi energetici medi, calcolata a *posteriori*, attestandosi intorno al -16%, risulta inferiore a quelle calcolate con riferimento ai cicli di marcia urbano (-28%) ed extraurbano (-18%). E' probabile che in questo scarto pesi la graduale riduzione dell'incidenza delle condizioni di marcia propriamente urbane, a favore di quelle extraurbane (ed autostradali).

In questo senso, le trasformazioni dei cicli di marcia medi sembrano determinare una certa convergenza verso quelle condizioni medie (ciclo extraurbano fluido) che, da sempre, rappresentano la modalità d'uso energeticamente più efficiente della tecnologia automobilistica⁶.

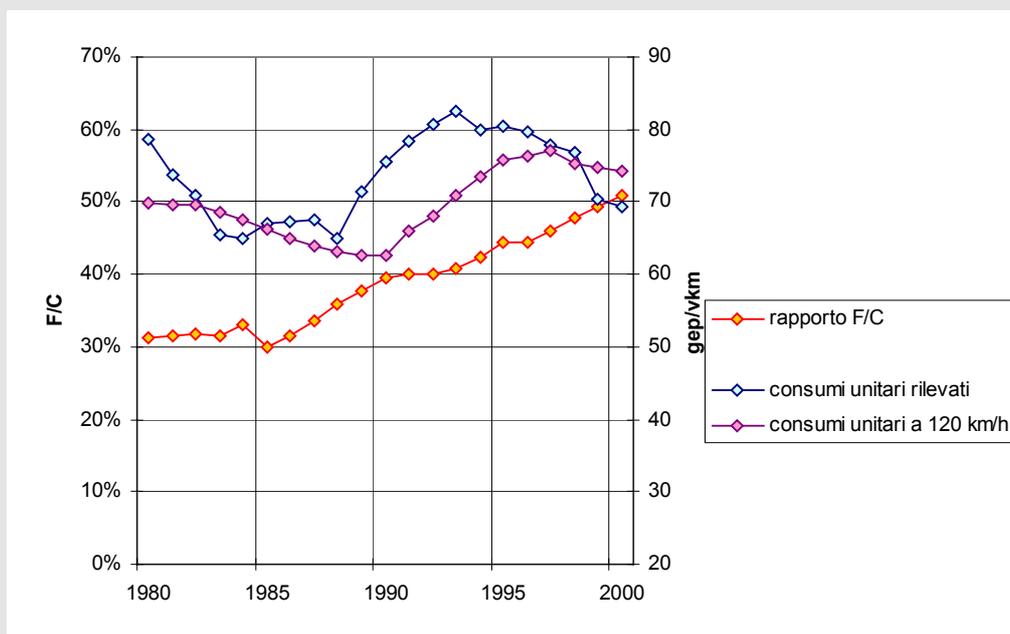


Fig.4.3.v. Consumi energetici unitari e rapporto F/C sulla rete autostradale (1980-2000)

Il grafico riporta, accanto all'andamento dei consumi energetici unitari medi (ottenuti come rapporto fra vendite di carburante e volumi di traffico) e di quelli determinati con riferimento al ciclo di marcia autostradale standard (velocità costante di 120 km/h), la variazione del rapporto F/C medio sulla rete autostradale del Nord Italia.

Inoltre, il massimo distacco positivo si manifesta in un periodo di incremento delle cilindrata e di relativamente lenta crescita del traffico; negli ultimi anni si registra invece un'inversione di tendenza che, oltre a rispecchiare fattori tecnologici (diesel) sembra derivare anche dalle ridotte prestazioni consentite da una rete sempre più congestionata...

Elaborazione su dati AISCAT, ACI, COPERT/CORINAIR

⁶ Questa maggiore efficienza non riguarda probabilmente il solo versante energetico: non è forse irrilevante considerare che la pratica totalità delle pubblicità automobilistiche, finalizzate ad esaltare il "piacere della guida", riprenda veicoli impegnati proprio in ciclo extraurbano fluido, preferibilmente su strade di notevole valore paesistico. Sono invece quasi del tutto assenti pubblicità che rappresentino la guida in ciclo autostradale e/o in condizioni di congestione urbana.

Qualche ulteriore riflessione, relativa al ruolo giocato dai fattori tecnologici, può provenire dall'esame dei consumi energetici unitari del traffico leggero, determinati come rapporto fra vendite di carburante e volumi di traffico stimati a scala provinciale (anno 1999).

Questo esercizio va assunto con qualche cautela, sia perché si basa su una stima dei volumi di traffico molto approssimata⁷, sia perché le statistiche relative al luogo di vendita dei carburanti non risultano ovunque coerenti con il territorio entro il quale tali carburanti sono consumati.

Nondimeno, i risultati ottenuti presentano differenze reciproche così ampie da rendere improbabile una loro dipendenza esclusiva da questi fattori. E' interessante osservare che i valori sopra la media tendono a concentrarsi soprattutto nelle regioni nord-orientali, con particolare riferimento alla Romagna ed al Veneto centrale; mentre i valori inferiori alla media sono più frequenti in Piemonte, Liguria ed Emilia.

Poiché i diversi comparti esaminati non si caratterizzano certamente per parchi veicolari circolanti così differenziati da giustificare divergenze così accentuate, questa articolazione rispecchia certamente (nei limiti in cui risulta rappresentativa dei consumi unitari effettivi) differenze nelle condizioni medie di utilizzo dei veicoli leggeri.

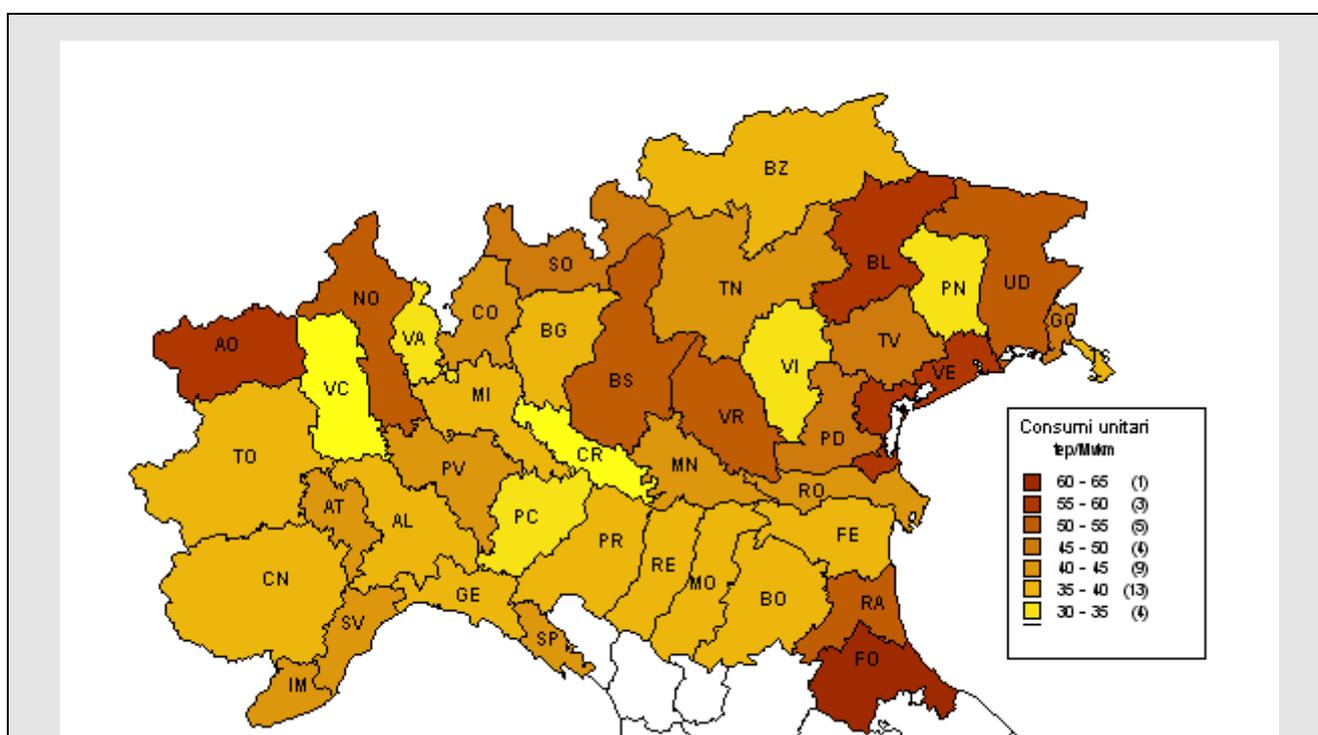


Fig.4.3.vi. Consumi energetici unitari per provincia (1991)

La figura illustra i valori determinati per i consumi medi unitari dei veicoli leggeri (ottenuti come rapporto tra vendite di carburante e volumi di traffico stimati nel 1999) per ciascuna delle 41 province comprese nell'area di studio. Come si osserva, tali valori presentano considerevoli differenze reciproche (accentuate forse da problemi di coerenza fra rete distributiva dei carburanti e confini provinciali), con un addensamento di valori superiori alla media nelle regioni nord-orientali (in particolare il Veneto centrale, tranne Vicenza, e la Romagna) nella provincia di Novara ed in Valle d'Aosta, e per converso una maggiore frequenza di valori medio bassi in Piemonte, Liguria ed Emilia.

Elaborazione su dati Min.Industria, ISTAT, Boscacci e Cogato (2001)

⁷ La stima assume come elemento di base le distanze percorse per spostamento sistematico calcolate, con riferimento alle regioni Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna da: Boscacci F., Cogato L.; "Costi collettivi e benefici economici dei sistemi della mobilità nei diversi contesti dell'area Padana"; in: Boscacci F., Camagni R., Corda G.P., Moretti A. (a cura di); *Mobilità, modelli insediativi ed efficienza territoriale*; F. Angeli, 2001; pp.43-73. Tali valori sono stati rielaborati al fine di tener conto da un lato, del contributo delle altre regioni, e dall'altro, della mobilità non sistematica. I risultati sono stati calibrati sulla base delle stime dei volumi di traffico complessivi.

4.4. I fattori gestionali: domanda di mobilità e volumi di traffico

Le analisi sinora condotte, confrontando specifici indicatori di sviluppo, di traffico e d'impatto, hanno condotto a risultati che possono sorprendere per la loro reciproca divergenza. Infatti, mentre il confronto fra indicatori d'impatto ed indici di sviluppo ha evidenziato chiaramente la tendenza all'incremento dell'intensità energetica del sistema, l'analisi del rapporto esistente fra i medesimi indicatori d'impatto ed i volumi di traffico rilevati sulla rete ha evidenziato parametri di consumo unitario decrescenti. Il contrasto esistente fra questi due risultati rispecchia il divario esistente fra gli avanzamenti sul versante tecnologico e la crescita della domanda di mobilità, associata allo sviluppo economico, sociale e territoriale. Esso evidenzia in particolare che i primi, per quanto siano risultati cospicui, non sono stati in grado di arginare la sottostante tendenza all'incremento della mobilità, con il risultato che, a *consumi unitari decrescenti*, corrispondono oggi *consumi complessivi crescenti*.

Tutto ciò rende ben evidente l'importanza della relazione fra sviluppo economico, domanda di mobilità e volumi di traffico, che costituisce a tutti gli effetti il vero nocciolo della questione. Analizzando in primo luogo il rapporto $t=T/D$, derivante dal confronto fra volumi di traffico (T) e domanda di mobilità (D), è immediato rendersi conto delle profonde differenze che separano il suo ruolo da quello dei fattori tecnologici esaminati nel paragrafo precedente.

Gli andamenti delle serie storiche relative al complesso della domanda di mobilità passeggeri, alla sua quota imputabile al modo automobilistico (privato), ed ai volumi di traffico stradale leggero (fig.4.4.i), evidenziano chiaramente che il secondo ed il terzo indicatore crescono più velocemente del primo, e che il terzo cresce più velocemente del secondo. Ciò significa che, nel corso degli ultimi vent'anni, ogni incremento della mobilità generata dai residenti nel Nord Italia si è tradotto in un aumento più che proporzionale della mobilità automobilistica, ed anche dei volumi di traffico stradale.

Queste tendenze hanno dato luogo ad interessanti variazioni di alcuni parametri-chiave:

- la quota modale del traffico su strada è andata costantemente crescendo, passando dall'80 all'86% circa (contestualmente, la quota detenuta dal trasporto pubblico è scesa dal 20 al 14%, riducendosi in valore relativo di oltre un terzo);
- nel contempo, sono andati riducendosi i coefficienti medi di occupazione delle autovetture, che dopo aver raggiunto a metà degli anni Ottanta il valore massimo di 2 pkm/vkm, si attestano oggi intorno al valore di 1,7 pkm/vkm⁸.

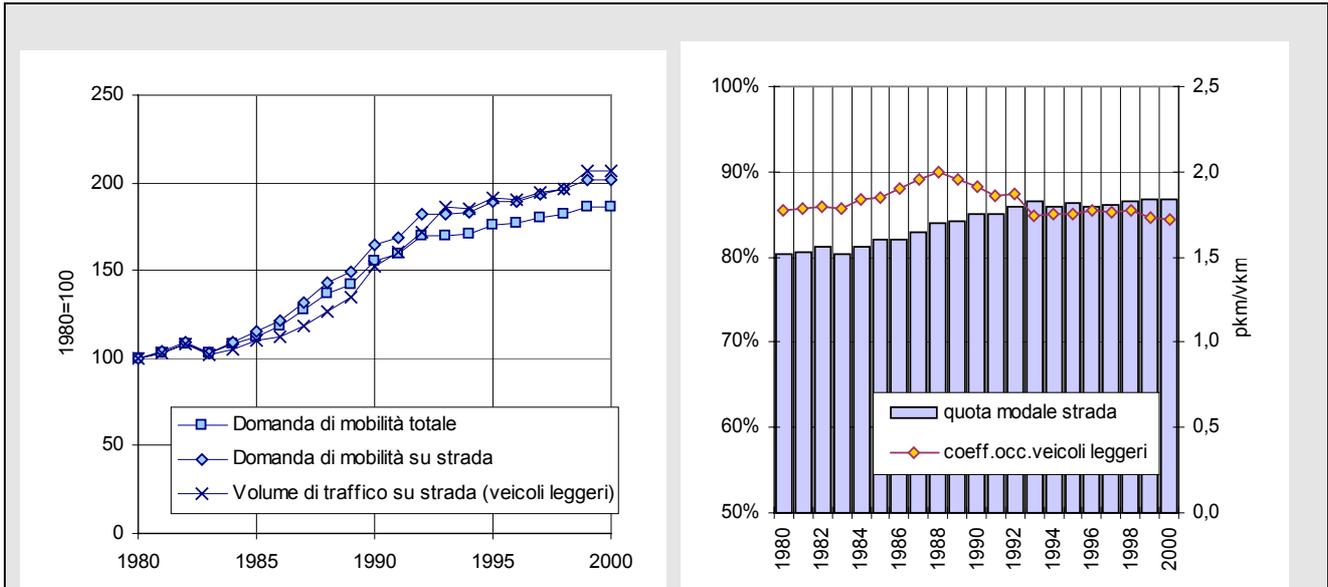
Come si può osservare in fig.4.4.ii, da queste variazioni discende una conseguenza molto importante: mentre nel corso degli anni Novanta i consumi unitari del trasporto stradale, espressi in tep/vkm, risultano decrescenti, l'intensità energetica complessiva del sistema, espressa in tep/pkm, si è sostanzialmente stabilizzata, con riferimento sia alla domanda totale che alla sola componente automobilistica.

E' un risultato ancor più rilevante, se si osserva che la stabilizzazione dell'intensità energetica media del sistema si accompagna ad un forte incremento di quella relativa ai modi non stradali, che nel giro di vent'anni sono passati dalla metà circa, a valori paragonabili a quelli del trasporto stradale. E' un effetto che si associa a due fenomeni distinti, ma convergenti, quali:

- la forte crescita della quota modale detenuta dal trasporto aereo;
- la costante riduzione dei coefficienti medi di occupazione del trasporto collettivo terrestre⁹.

⁸ Nel prendere in esame questo parametro, si deve tenere presente che esso deriva da una media fra i valori comunemente osservati nelle aree urbane (variabili fra 1,1 ed 1,4 pkm/vkm) e quelli che invece contraddistinguono la mobilità extraurbana (di norma pari a circa 2 pkm/vkm). Poiché tale media è costruita sulla base delle percorrenze chilometriche (e non del numero degli spostamenti), il valore della mobilità extraurbana tende a prevalere su quello della mobilità urbana.

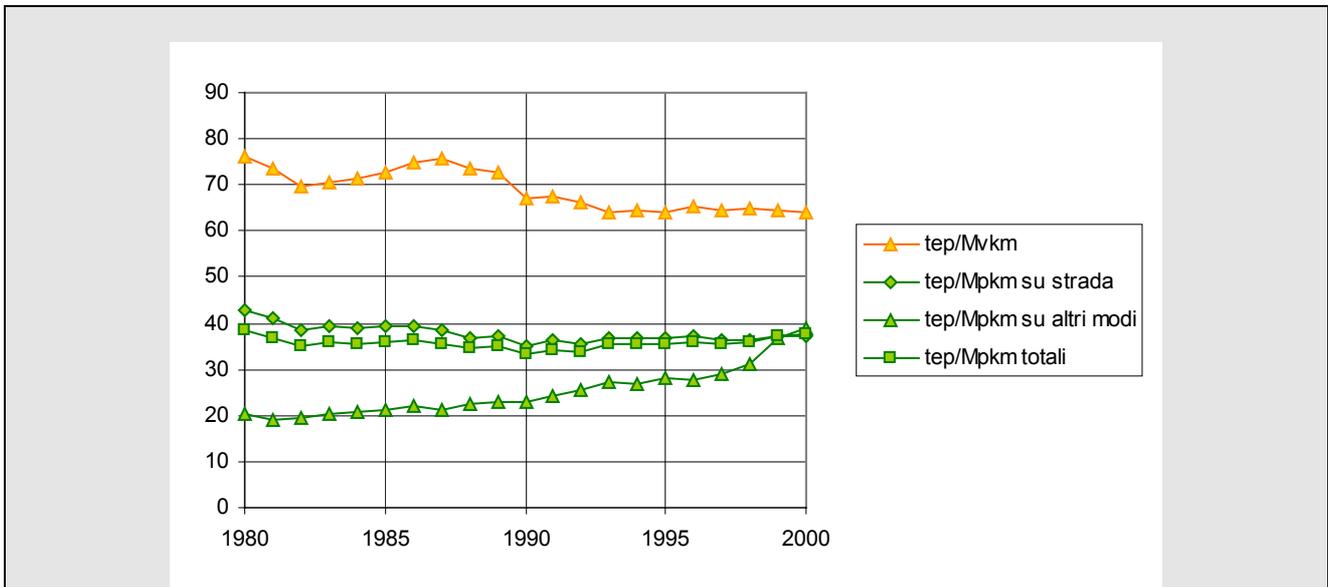
⁹ Questo effetto, non quantificabile nel dettaglio, sembra comunque essere imputabile soprattutto al TPL urbano (autolinee) e non alla ferrovia, che non ha visto calare in maniera significativa il coefficiente medio di occupazione dei posti.



4.4.i. Domanda di mobilità passeggeri e volumi di traffico leggero (1980-2000)

I grafici mettono a confronto l'andamento dei volumi di traffico stradale leggero, espresso in vkm, con quello della domanda di mobilità passeggeri totale e relativa al solo modo stradale, espressa in pkm. Come si osserva, fra il 1980 ed il 2000 la domanda di mobilità complessiva è cresciuta dell'86% circa: questo valore risulta sensibilmente inferiore all'incremento fatto registrare dalla sua componente stradale (+101%), che a sua volta è cresciuta meno dei corrispondenti flussi veicolari (+107%). Se ne può dedurre innanzi tutto che è cresciuta la quota modale della strada, e nel contempo che si è ridotto il coefficiente di occupazione medio dei veicoli.

Elaborazione su dati CNT, ISTAT



4.4.ii. Intensità energetica del trasporto passeggeri (1980-2000)

Il grafico, derivante dalla combinazione degli andamenti riportati nella fig.4.4.i con i consumi energetici imputabili al traffico stradale leggero (benzina + quota di gasolio imputabile alla circolazione di auto *diesel*), evidenzia le trasformazioni dei consumi energetici medi per veicolo-km e per passeggero-km, nel periodo 1980-2000. Come si osserva, mentre l'intensità energetica del sistema, espressa in tep/vkm, è andata costantemente riducendosi, quella espressa in tep/pkm risulta sostanzialmente stabile almeno dall'inizio degli anni Novanta: l'aumento della quota modale della strada e la contestuale riduzione dei coefficienti di occupazione medi dei veicoli ha di fatto compensato gli avanzamenti tecnologici, che hanno condotto ad una riduzione dei consumi unitari, espressi in tep/vkm. A fianco di questa tendenza prevalente, è interessante notare anche che l'intensità energetica dei modi non stradali è andata costantemente crescendo, subendo quasi un raddoppio negli ultimi vent'anni. Questo andamento riflette, da un lato, la crescente quota modale del trasporto aereo e, dall'altro, la progressiva erosione dei coefficienti di occupazione del trasporto pubblico terrestre che, dovendo servire flussi sempre più dispersi nello spazio e nel tempo, tende dal punto di vista energetico ad avvicinarsi alle condizioni di esercizio del trasporto stradale.

Elaborazione su dati CNT, ISTAT

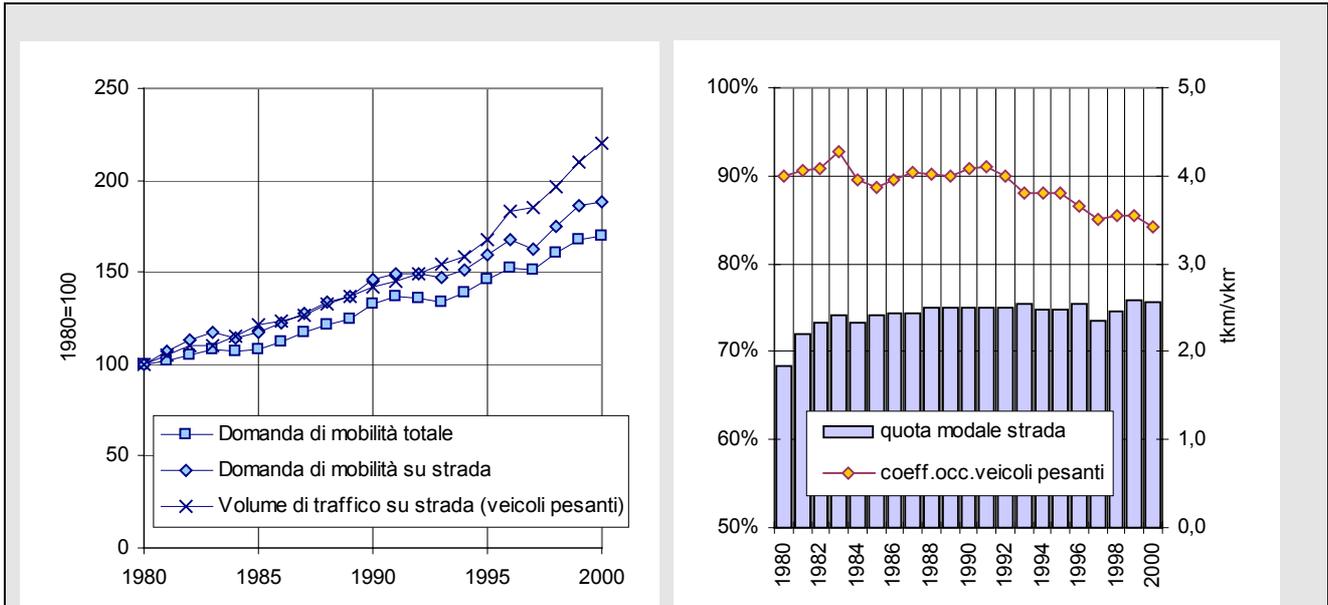
Nel corso degli ultimi vent'anni, dunque, le variazioni intercorse nei modi d'uso e d'esercizio del sistema di trasporto hanno sostanzialmente compensato gli avanzamenti ottenuti sul versante tecnologico. Per di più, la considerevole degradazione delle condizioni medie di esercizio dei servizi di trasporto pubblico ha progressivamente ridotto, sino in alcuni casi ad annullarlo, il risparmio *medio potenziale* derivante, *a parità di condizioni*, dal trasferimento di domanda dal modo stradale. La morale è, in qualche misura, lampante: almeno per quanto riguarda il trasporto passeggeri, le condizioni d'uso del sistema di trasporto sono mutate in tale misura da non ammettere più un richiamo "virtuoso" alle tradizionali politiche di trasferimento o riequilibrio modale.

Un andamento in buona parte analogo a quello riscontrato per il trasporto passeggeri può essere rilevato anche nel caso della mobilità delle merci. Anche in questo caso, la dinamica della domanda complessiva risulta sensibilmente inferiore a quella della sola componente stradale, che a sua volta si colloca ben al di sotto del corrispondente volume di traffico automobilistico (fig.4.4.iii). Il costante incremento della quota modale, e la progressiva riduzione dei coefficienti medi di carico dei veicoli commerciali, completano un panorama non dissimile da quello illustrato con riferimento alla mobilità delle persone.

In questo caso, tuttavia, il decremento subito negli ultimi dieci anni dai consumi energetici medi dei veicoli risulta tale da indurre una sia pur limitata riduzione dell'intensità energetica del sistema, espressa in tep per tkm. Inoltre, la diversa composizione del traffico tra i modi alternativi all'autotrasporto – che comporta un ruolo quantitativamente marginale del traffico aereo a fronte di un molto maggiore ricorso alla navigazione marittima – fa sì che la corrispondente intensità energetica media si collochi su livelli ancora molto inferiori a quelli fatti registrare dal modo stradale.

Sebbene vada letto con molta cautela (la navigazione marittima ed il trasporto ferroviario tendono a trasportare soprattutto prodotti a ridotto valore aggiunto per unità di peso, e vengono pertanto premiati dal riferimento ad un parametro espresso in tep per tkm), questo risultato indica la sussistenza di margini di recupero non indifferenti per politiche di riequilibrio modale del trasporto merci.

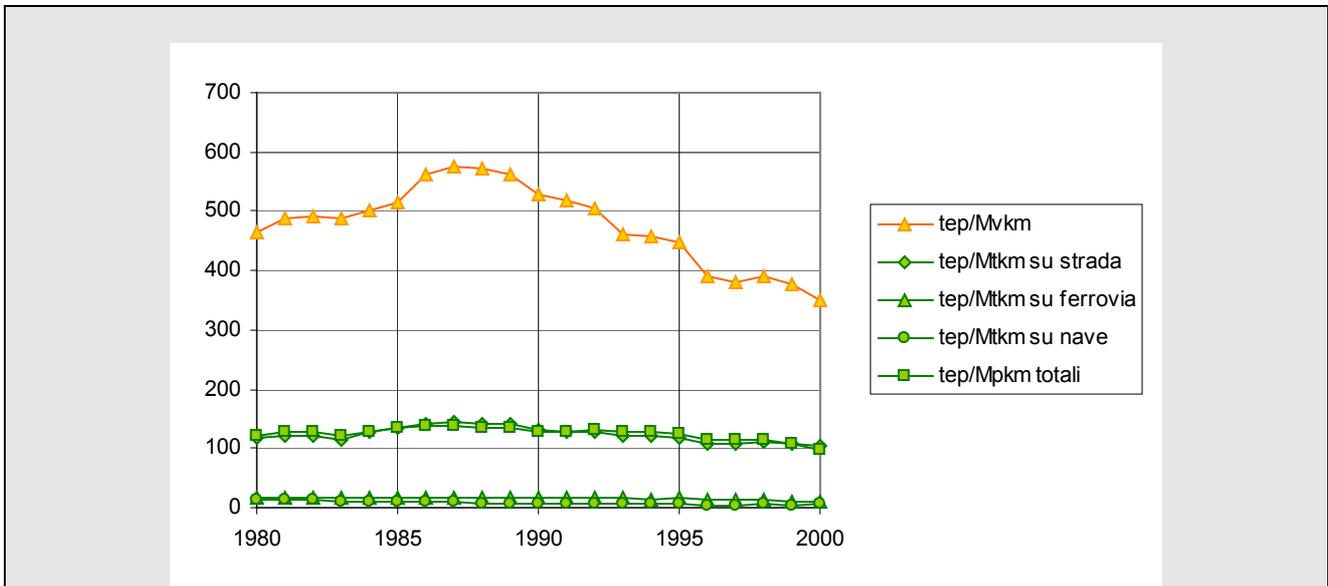
Nondimeno, l'andamento generale degli indicatori presi in esame resta rappresentativo delle trasformazioni subite, negli ultimi vent'anni, da una domanda di mobilità sempre più dispersa nel tempo e nello spazio e, dunque, sempre più difficilmente servibile da parte del trasporto pubblico, o comunque declinabile in senso "collettivo" (come ben evidenziato anche dalla graduale indebolimento della condivisione degli spostamenti in auto).



4.4.iii. Domanda di mobilità merci e volumi di traffico pesante (1980-2000)

I grafici riportati in figura, del tutto analoghi ai precedenti, illustrano l'andamento della domanda di mobilità merci (totale e su sola strada) e dei corrispondenti volumi di traffico pesante. Anche in questo caso, si osserva che la domanda di mobilità totale è cresciuta del 70%, collocandosi ben al di sotto degli incrementi fatti registrare dalla sola mobilità su strada (+88%) e soprattutto dai corrispondenti flussi veicolari (+120%). Le conseguenti deduzioni rimandano all'incremento della quota modale dell'autotrasporto (dal 68 al 76%), nonché alla progressiva riduzione dei coefficienti medi di occupazione dei veicoli: nel giro di vent'anni il carico medio degli autocarri è passato da oltre 4 a meno di 3,5 t, con una riduzione del 15% circa. Tale decremento è stato particolarmente intenso nel periodo 1993-2000.

Elaborazione su dati CNT, ISTAT



4.4.iv. Intensità energetica del trasporto merci (Mtep/tkm) (1980-2000)

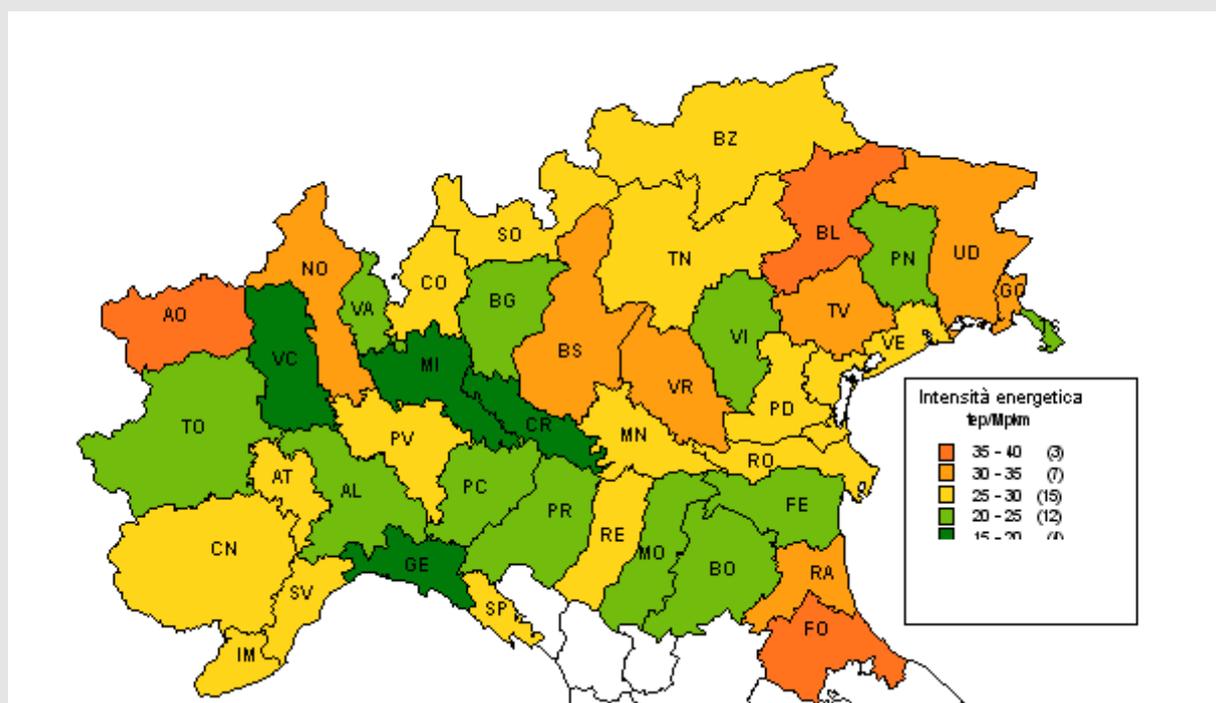
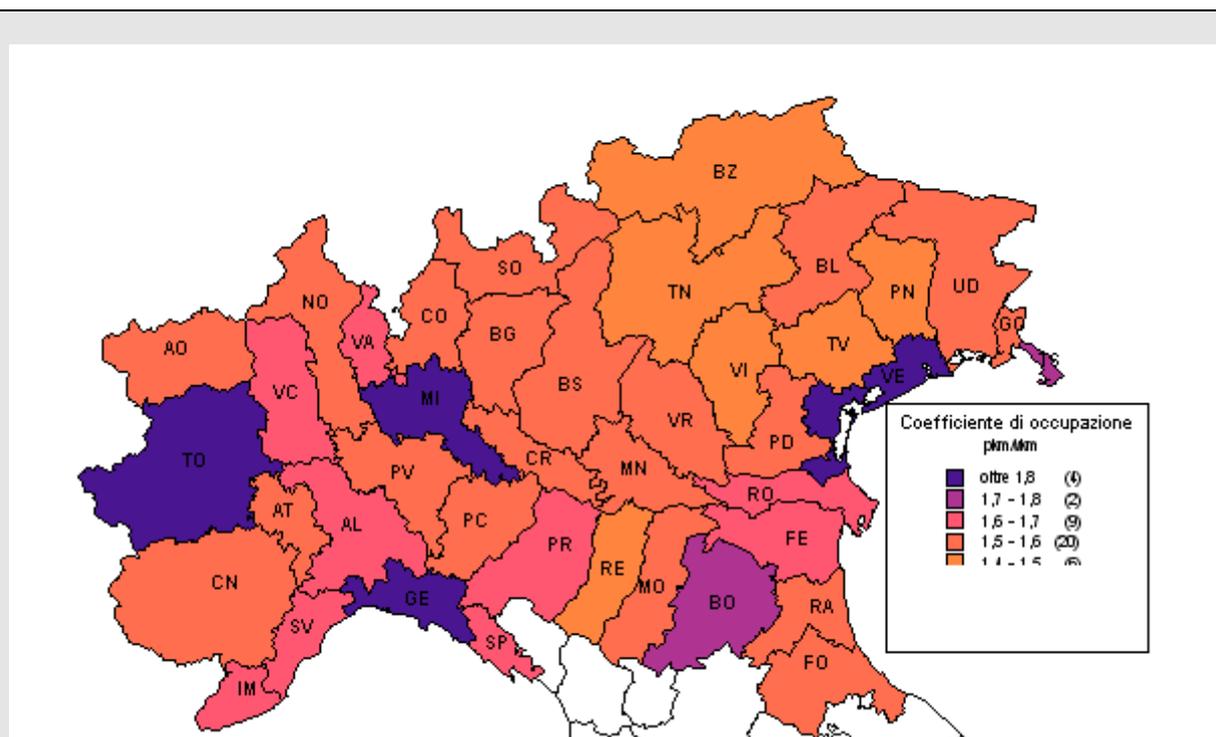
Il grafico, relativo al trasporto merci, assume significato analogo a quello della figura precedente. Anche in questo caso, si osserva che l'incremento della quota detenuta dal trasporto stradale e la diminuzione dei coefficienti di carico degli autoveicoli hanno assorbito quasi completamente l'effetto degli avanzamenti tecnologici, si da determinare un'andamento quasi piatto dell'intensità energetica, espressa in tep/tkm. A differenza che nel modo stradale, lo scarso rilievo quantitativo giocato dal trasporto aereo e le buone prestazioni ottenute da un modo di trasporto fortemente massificato, quale la navigazione marittima, hanno consentito di mantenere un ampio scarto fra l'intensità energetica media del trasporto stradale, e quello degli altri modi di trasporto.

Elaborazione su dati CNT, ISTAT

Prendendo da ultimo in esame l'articolazione dei coefficienti relativi al trasporto passeggeri (fig.4.4.v), è interessante osservare che, come già evidenziato per i consumi energetici unitari, tali coefficienti si distribuiscono su un ventaglio di valori piuttosto ampio.

I coefficienti medi di occupazione delle autovetture presentano nelle province metropolitane (Torino, Milano, Genova, Bologna, Venezia) valori di gran lunga più elevati che altrove; mentre valori particolarmente ridotti si rilevano in province caratterizzate da scarsi livelli di polarizzazione urbana, quali in particolare Vicenza, Treviso, Cuneo o Reggio Emilia.

D'altro canto, l'intensità energetica del sistema di trasporto, espressa come rapporto fra energia consumata e domanda di mobilità passeggeri servita, evidenzia valori più contenuti della media nelle province metropolitane (soprattutto Milano e Genova), ma anche in zone prevalentemente extraurbane, quali Vercelli, Cremona ed altre. I valori massimi tendono invece ad addensarsi, ancora una volta, nelle province pedemontane da Brescia a Treviso (tranne Vicenza), in Romagna e nella Valle d'Aosta.



4.4.v Coefficienti di occupazione dei veicoli leggeri ed intensità energetica della mobilità passeggeri (1999)

I due grafici evidenziano l'articolazione spaziale dei coefficienti medi di occupazione delle autovetture e dell'intensità energetica della mobilità passeggeri, espressa in tep per milione di pkm. Come si osserva, i coefficienti medi di occupazione risultano sensibilmente più elevati della media nelle principali province metropolitane (Torino, Milano, Venezia, Genova, Bologna), ed assumono di norma valori più limitati mano a mano che si procede verso Est. Per contro, l'intensità energetica della mobilità passeggeri assume i valori massimi nell'area pedemontana tra Brescia e Treviso, in Romagna ed in Valle d'Aosta. I livelli minimi sono invece toccati a Milano, Genova, Vercelli e Cremona.

Elaborazione su dati CNT, ISTAT, Boscacci e Cogato (2001)

4.5. I fattori socio-territoriali: tassi di sviluppo e domanda di mobilità

Nei due paragrafi precedenti, abbiamo evidenziato come l'andamento contrapposto dei fattori di tipo tecnologico e gestionale sia sfociato, sostanzialmente, in una reciproca neutralizzazione delle loro tendenze, con il risultato di una scarsa variabilità dei consumi energetici unitari, associati a livelli di mobilità dati.

In questa situazione, è evidente che l'andamento generale dei parametri d'impatto si lega in modo diretto all'evoluzione della domanda di mobilità, sia passeggeri che merci. Pertanto, studiando la sostenibilità dello sviluppo, acquistano importanza i parametri di tipo $d=D/E$, che indicano quali siano i livelli di domanda associati a determinati livelli di sviluppo economico e sociale.

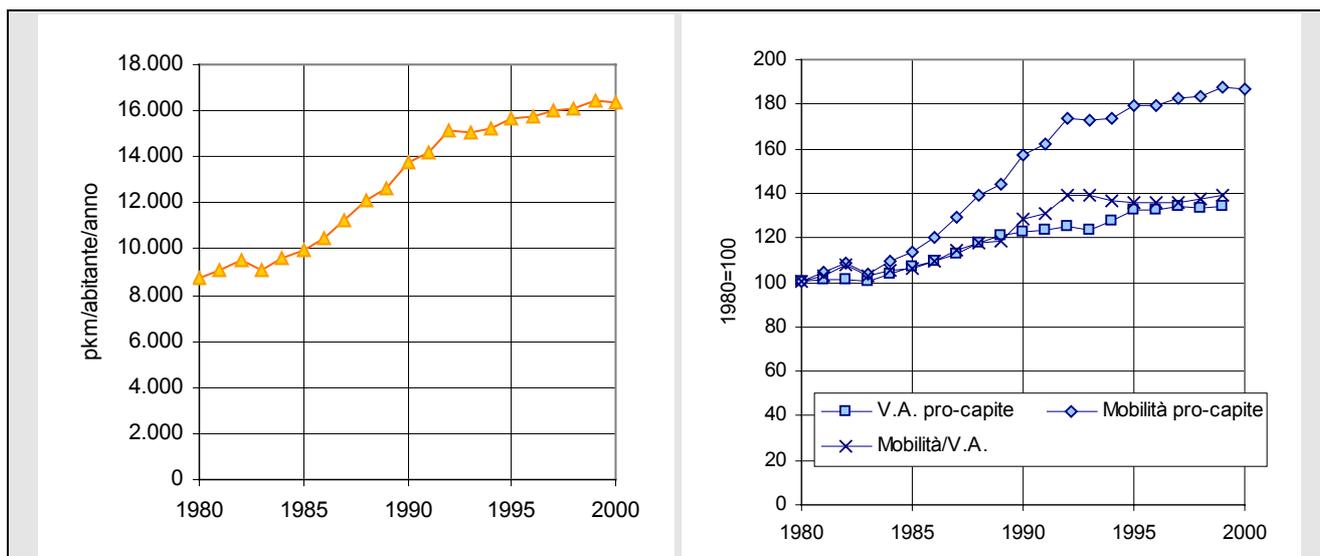
Se osserviamo la figura 4.5.i, è immediato accorgersi del grande salto operato dalla domanda di mobilità negli ultimi vent'anni: i chilometri percorsi in un anno da ogni singolo residente dell'Italia settentrionale sono passati dai circa 8.500 del 1980, agli oltre 16.000 del 2000. Questo incremento vicino al raddoppio ha superato di molte decine di punti percentuali la crescita del valore aggiunto pro-capite, attestatasi nel medesimo periodo al di sotto del 40%. Dunque, la quota di domanda associata ad ogni unità ulteriore di valore aggiunto prodotto, od in altri termini *l'intensità di trasporto del sistema*, è risultata negli ultimi due decenni fortemente crescente.

Questo risultato indica che il consumo di mobilità si comporta come il consumo di quelli che gli economisti chiamano *beni (o servizi) superiori*, la cui domanda cresce ad un ritmo superiore a quello del reddito disponibile. Questa definizione è in parte calzante, ma per essere ben compresa va articolata in modo un po' più dettagliato. La domanda di mobilità (**D**) complessivamente generata da una data popolazione può essere calcolata come prodotto di tre fattori: il numero di abitanti (**P**), il numero di spostamenti pro-capite (**s**), e la lunghezza media di questi spostamenti (**l**):

$$D = P \times s \times l$$

Ora, per quanto concerne l'Italia settentrionale, nel corso degli ultimi vent'anni la popolazione **P** è rimasta sostanzialmente costante, ed anche il numero di spostamenti pro-capite è variato in misura piuttosto ridotta, come confermato da numerose indagini effettuate su singole città o regioni (ad esempio, il numero di spostamenti meccanizzati giornalieri pro-capite dei residenti a Milano è passato da 2,18 nel 1984, a 2,44 nel 1995, con un incremento del 12% in undici anni). Ne consegue che *quasi tutto l'incremento della domanda di mobilità è da imputarsi ad un allungamento dei singoli spostamenti*, piuttosto che ad una moltiplicazione del loro numero. Il carattere "superiore" del bene mobilità è da ascrivere dunque non a *quanto spesso* si spostano i cittadini del Nord Italia, bensì alla *distanza che percorrono* ogni volta che si spostano.

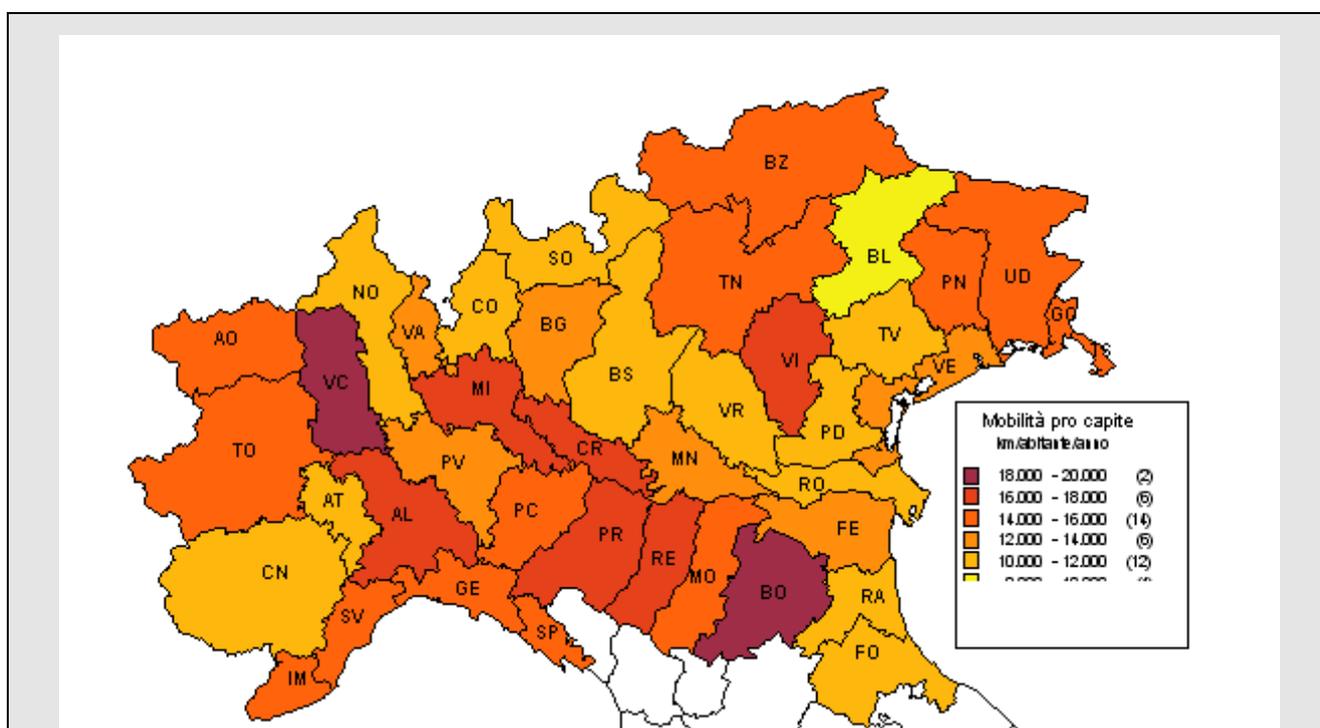
Per inciso, la forte sensibilità dei livelli di mobilità alla lunghezza media degli spostamenti effettuati trova una conferma, sia pure approssimata ed indiretta, nella forte variabilità che, secondo recenti studi, caratterizza tale lunghezza a seconda dell'ambito territoriale di riferimento (vedi fig.4.5.ii). Gli spostamenti risulterebbero più lunghi della media in molte province influenzate dal pendolarismo sui grandi poli urbani (come Vercelli, Alessandria o Cremona), così come in quelle integrate in sistemi multipolari a grande scala (le città emiliane da Piacenza a Bologna), e relativamente più brevi in province a dominanza rurale multipolare, come ad esempio Cuneo, Rovigo, Sondrio o Belluno. Questo risultato va comunque assunto con cautela, vista la presenza di alcune aree in controtendenza, quali in particolare il Veneto centrale, in cui il forte livello di integrazione multipolare, non molto dissimile da quello emiliano, si accompagna a lunghezze medie nettamente inferiori alla media del Nord Italia.



4.5.i. Intensità di trasporto e mobilità passeggeri - Italia settentrionale (1980-2000)

I grafici mettono a confronto l'andamento della domanda di mobilità passeggeri pro-capite con le corrispondenti variazioni del valore aggiunto. Come si osserva, nel corso degli ultimi vent'anni la percorrenza media annua di ciascun residente nell'Italia settentrionale (un parametro che costituisce una buona approssimazione dei livelli di domanda soddisfatta dal sistema di trasporto) è quasi raddoppiata, passando dagli oltre 8.000 km/anno del 1980 ai circa 16.000 km/anno del 2000. Questo incremento è risultato di gran lunga maggiore di quello fatto registrare dal valore aggiunto pro-capite, che si attesta nel medesimo periodo al di sotto del 40%. Conseguentemente, è cresciuta in modo considerevole l'intensità di trasporto del valore aggiunto, intesa come livello di mobilità (pkm) associato alla produzione di un determinato livello di reddito (miliardi di euro lire).

Elaborazione su dati ISTAT, Conto Naz. dei Trasporti, Ist. Tagliacarne



4.5.ii Domanda di mobilità passeggeri pro capite – Italia settentrionale (1999)

La mappa evidenzia il risultato della stima di larga massima, effettuata in relazione ai livelli di domanda di mobilità passeggeri generati da ogni provincia. I valori sono espressi come km percorsi annualmente da ogni abitante residente. Come si osserva, questo indicatore raggiunge il massimo livello a Vercelli e Bologna, e quindi ad Alessandria, Milano, Cremona, Vicenza, Parma e Reggio Emilia. I livelli minimi si manifestano invece a Belluno.

Elaborazione su dati CNT, ISTAT, Boscacci e Cogato (2001)

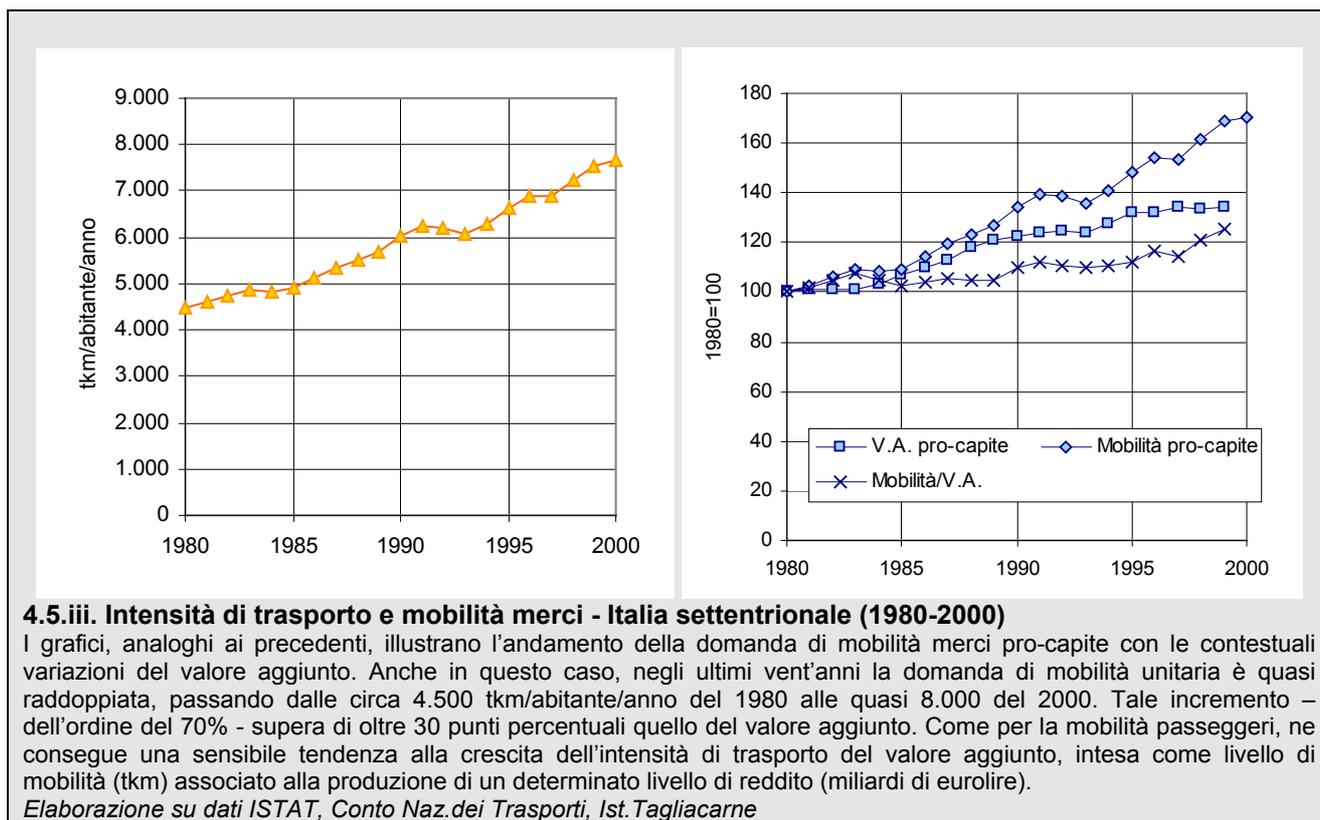
Il ruolo preponderante della variazione di lunghezza degli spostamenti sul totale della mobilità generata appare chiaro anche per il trasporto merci. In questo caso i parametri sono un po' più complicati, perché non esiste un vero e proprio equivalente del numero di abitanti, al quale associare un dato livello di spostamenti medi pro-capite. Il modo migliore di affrontare questo problema è, in teoria, quello di descrivere come unità elementare ogni singola *spedizione di merce*, qualificandola con parametri quali il peso, il volume, il valore, ecc... Sfortunatamente, una tale descrizione è quasi sempre impossibile sulla base delle fonti statistiche attuali, e bisogna accontentarsi di un più semplice riferimento al *peso* delle merci trasportate; pur sapendo bene che, diventando le merci trasportate sempre più leggere, tale parametro induce spesso a sottostimare l'effettivo incremento della domanda di mobilità e, dunque, anche l'evoluzione della corrispondente intensità di trasporto.

La figura 4.5.iii evidenzia comunque che negli ultimi vent'anni anche la domanda di mobilità merci, espressa come tkm trasportate ogni anno per ciascun residente dell'Italia settentrionale, è costantemente cresciuta, passando dalle circa 4.500 tkm/ab/anno del 1980 alle quasi 8.000 tkm/ab/anno del 2000. Questo valore significa che, ai correnti livelli di sviluppo, il sostentamento economico di un abitante del Nord Italia comporta lo spostamento giornaliero di 23 t di merce per un chilometro, o più probabilmente di una tonnellata di merce per 23 km (erano 13 nel 1980).

Anche in questo caso, l'incremento della domanda (dell'ordine del 70%) supera largamente quello del valore aggiunto, con conseguente crescita del contenuto di trasporto per unità di reddito prodotto, pari a circa 30 punti percentuali in vent'anni. E' una crescita anche in questo caso imputabile più alle percorrenze complessive che alle quantità di merce trasportate (almeno sino a quando vengano espresse in peso): tra il 1980 ed il 2000 le tonnellate trasportate su strada sono aumentate meno del 20%, mentre le corrispondenti percorrenze chilometriche sono cresciute ad un tasso più che triplo.

Si mescolano in questo caso gli effetti delle trasformazioni produttive, ma anche delle innovazioni logistiche, che hanno determinato un progressivo frazionamento delle fasi di fabbricazione dei beni di consumo, con conseguente moltiplicazione delle necessità di trasporto di cose. Ma si ritrovano anche le conseguenze della dispersione territoriale degli impianti industriali (e dei centri commerciali), che ha indotto un aumento delle distanze percorse per ogni spostamento.

Il tema della domanda, declinato in termini di distanze medie percorse, rappresenta in questo senso un indicatore molto interessante delle trasformazioni conosciute dal sistema di trasporto dell'Italia settentrionale negli ultimi vent'anni. Se si può tranquillamente accettare che l'incremento della domanda di mobilità si sia associato alla crescita economica, ed al suo portato in termini di maggiori consumi di beni e servizi, per comprendere il carattere "superiore" di questa domanda sembra necessario fare riferimento non solo ai livelli di consumo generali, ma anche alla maggiore diffusione territoriale delle attività svolte dai singoli residenti nelle diverse ore del giorno. E' un tema interessante ed essenziale, che coinvolge appieno gli stili di vita, ma anche le scelte di politica dei trasporti, e sul quale ritorneremo a breve.



4.6. Interludio: azione politica e retroazione territoriale

Le riflessioni sin qui condotte sul differente ruolo giocato dai fattori tecnologici, organizzativi e socio-economici nella relazione crescita/impatto ambientale sono sfociate nella descrizione di un *modello di sviluppo ad elevata intensità di trasporto*, nel quale le pur positive evoluzioni registrate sul versante tecnologico non riescono, almeno relativamente ad alcuni indicatori, a compensare gli effetti derivanti dalla degradazione delle condizioni di esercizio del sistema e, soprattutto, dalla crescita esponenziale della domanda di mobilità, sia passeggeri che merci.

In particolare, queste riflessioni ci consentono di affermare che:

- l'evoluzione tecnologica ha avuto un riflesso positivo sugli indicatori d'impatto, e si è associata in molti casi ad un miglioramento delle condizioni di esercizio dei veicoli stradali anche dal punto di vista ambientale;
- tale riflesso viene tuttavia quasi completamente compensato dalle variazioni intercorse sul versante della ripartizione modale (incremento della quota modale della strada) e dei coefficienti unitari di occupazione dei veicoli, ivi compresi quelli adibiti al trasporto collettivo, che vedono così sostanzialmente erosi i loro margini di riduzione d'impatto, rispetto al trasporto individuale;
- data questa compensazione, l'intensa crescita della domanda di trasporto, generata soprattutto dal forte incremento della lunghezza dei singoli spostamenti, si ribalta quasi rigidamente (se non addirittura più che proporzionalmente) sugli indicatori d'impatto ambientale.

E' una descrizione secondo la quale il **sistema di trasporto è ad elevata, e crescente, intensità energetica semplicemente perché il sistema socio-economico è ad elevata, e crescente, intensità di trasporto.**

Il fatto che il sistema socio-economico presenti un'intensità di trasporto crescente può essere interpretato in vari modi. Chi teorizza la piena *indipendenza* della domanda di mobilità (che viene intesa come parametro derivante unicamente dalle preferenze dei consumatori senza alcuna influenza di vincoli esterni) è portato ad affermare che la crescente intensità di trasporto del sistema costituisce un dato di fatto legato al concetto stesso di sviluppo, al quale attenersi senza porsi il problema di attenuarlo, od anche solo di indirizzarlo.

Questo modo di intendere il problema può generare due categorie di argomentazioni, affatto differenti tra loro.

Da un lato, si può affermare che la mancanza di una adeguata dote di strade e ferrovie rappresenta una condizione tale da frenare la crescita di un'area. E' il noto *cahier des doléances* delle aree sviluppate del paese, che risulterebbero sistematicamente "sottoinfrastrutturate" rispetto al traffico generato, e dunque fortemente svantaggiate nella grande arena della competitività internazionale.

D'altro canto, anche le aree meno sviluppate, che non esprimono una domanda di mobilità particolarmente intensa o problematica, tendono a mettere in relazione la mancata crescita con l'assenza dei necessari collegamenti. In tal caso, si assume che ad una maggiore dotazione infrastrutturale possano corrispondere maggiori investimenti e, dunque, maggiori tassi di sviluppo.

Entrambe le argomentazioni dipendono, in qualche misura, dalla classica descrizione dell'investimento in infrastrutture di trasporto come preconditione per lo sviluppo. Ed è forse questo aspetto che spiega perché, nonostante i punti di partenza diametralmente opposti, esse tendono ad attribuire un ruolo simile all'intervento pubblico, ricondotto di volta alla «risposta» ad una domanda di mobilità crescente, ovvero allo «stimolo» di una tale domanda, in funzione dello sviluppo economico. In tal modo, lo sviluppo si lega alle politiche dei trasporti, e specificamente alle politiche infrastrutturali, in un processo cumulativo «virtuoso», che in ultima analisi dipende soprattutto dal contenimento dei costi di trasporto.

Questo modo di intendere i rapporti tra sviluppo, domanda di mobilità e politiche dei trasporti è molto diffuso (specialmente fra i costruttori di grandi opere), ma tende ad eludere sistematicamente il problema del rapporto esistente fra il carattere potenzialmente illimitato della domanda così intesa, ed il livello limitato, se non addirittura scarso, delle risorse necessarie a sostenerla.

Il fatto forse più interessante è però che un punto di vista di questo genere sembra poco realistico non soltanto nel trattare i rapporti tra mobilità e sostenibilità, ma anche quelli tra sviluppo e mobilità. Si tratta, in fondo, di un problema di *asimmetria logica*, relativo alla definizione del «livello adeguato» di dotazione infrastrutturale: se nel caso della «risposta» alla domanda questo livello viene definito in base ai livelli di mobilità *effettivi*, nel caso dello «stimolo» allo sviluppo esso viene invece determinato in base ai livelli di mobilità *desiderati*. Il risultato, a ben vedere curioso, è che mentre si considera «sottoinfrastrutturata» una regione che ha tanta mobilità e poche strade piene di traffico, una regione che, viceversa, dispone di scarsa mobilità e tante strade vuote non viene considerata affatto «sovrainfrastrutturata», bensì ancora «sottoinfrastrutturata», vista la necessità di colmare il suo *gap* di sviluppo...

Gli ultimi cinquant'anni di storia italiana ci insegnano però che non sempre la relazione tra dotazione infrastrutturale e sviluppo si sviluppa in modo così rigido, e che in molti casi, incrementi dell'offerta di trasporto, pagati a caro prezzo dalla mano pubblica, finiscono per generare soltanto cattedrali nel deserto, del tutto avulse dal contesto sociale e territoriale, e dunque slegate da ogni possibile processo di sviluppo economico. In altri termini, l'evidenza empirica mostra chiaramente che una adeguata offerta di trasporto non rappresenta affatto una condizione *sufficiente* per lo sviluppo economico.

D'altro canto, l'esperienza della «Terza Italia», che nel corso degli ultimi due decenni ha continuato a manifestare segnali di vitalità economica, anche a fronte della progressiva saturazione delle reti infrastrutturali esistenti, evidenzia che, laddove i contesti locali presentano fattori favorevoli alla crescita economica, gli investimenti in infrastrutture di trasporto possono non costituire nemmeno una condizione *necessaria* allo sviluppo stesso (che infatti si manifesta anche in loro assenza).

Più in generale, le interpretazioni tradizionali del rapporto fra sviluppo, dotazioni infrastrutturali, e mobilità, non sembrano riuscire a spiegare perché alcune aree del paese si sono sviluppate di più con minor quantità di trasporto, ed a minor costo ambientale, mentre per altre è avvenuto esattamente l'opposto; ovvero perché aree che presentano i medesimi livelli di sviluppo (espressi in termini di valore aggiunto) generano livelli di domanda, volumi di traffico, consumi energetici ed emissioni di inquinanti atmosferici a volte decisamente differenti.

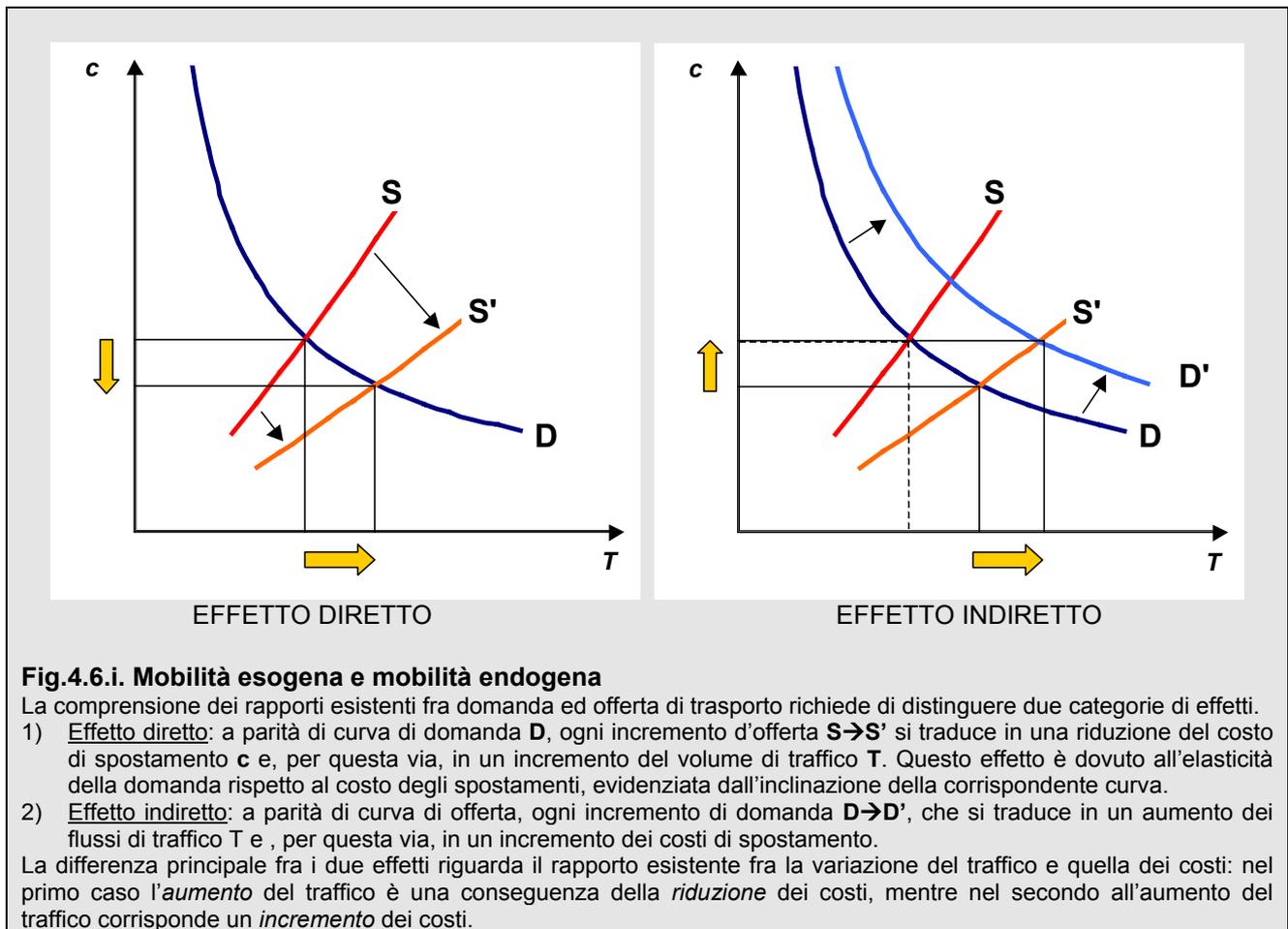
Questa difficoltà è l'esito di una visione estremamente schematica dei processi di sviluppo economico locale, basata sulla classica descrizione dell'investimento infrastrutturale come preconditione per lo sviluppo delle aree servite, secondo la quale l'influenza degli investimenti sui tassi di crescita si manifesta soprattutto attraverso l'allargamento delle aree di mercato dovuto alla riduzione dei costi di trasporto delle persone e delle cose, sia ai maggiori vantaggi localizzativi derivanti dall'incrementata accessibilità delle aree.

Ma, come ben noto, tale descrizione si affida in realtà a ben definite ipotesi, che non sempre e non ovunque risultano soddisfatte in pieno, con il risultato di introdurre spesso nel ragionamento importanti elementi di ambiguità. Così, ad esempio, l'ampliamento delle aree di mercato generato dalla riduzione dei costi di trasporto tende a premiare le aree che dispongono di sistemi produttivi più efficienti, che vengono messi in grado di competere su spazi più ampi – evidentemente a spese di sistemi locali meno efficienti (è quanto accaduto in molte zone del Mezzogiorno). In tal senso, l'incremento di accessibilità di un'area può generare un beneficio immediato per i consumatori (che possono acquistare beni migliori a prezzi più bassi), ma anche, nel medio termine, un indebolimento complessivo della struttura economica locale, maggiormente esposta alla concorrenza esterna, e dunque più sollecitata sotto il profilo di altri fattori di sviluppo (come

maestranze competenti o tessuti imprenditoriali adeguati), che non sempre risultano effettivamente presenti.

Dunque, la riduzione dei costi di trasporto ed i conseguenti incrementi di accessibilità possono generare effetti diversi, e talvolta opposti, sui livelli di produzione e di consumo, influenzando la domanda di mobilità in modo complesso.

Del resto, anche nelle descrizioni ispirate ad un concetto della domanda di mobilità come variabile indipendente del sistema, i volumi di traffico vengono esaminati come esito dell'interazione fra i livelli di domanda e le corrispondenti quote di offerta (*supply*, **S**), a loro volta assunte come precondizione per il corretto funzionamento del sistema stesso; tanto da richiederne tipicamente l'adeguamento ai livelli di domanda (**D**) raggiunti a seguito dello sviluppo economico (**E**). In questo caso, i livelli di mobilità espressi dal sistema dipendono non soltanto dal posizionamento della curva di domanda, ma anche da quello della curva di offerta (vedi fig.4.6.i): poiché la domanda risulta di norma elastica – ovvero sensibile al livello dei costi generalizzati di trasporto - ogni incremento dei livelli di offerta a parità di costo unitario genera un innalzamento dei livelli di mobilità. D'altro canto, ogni aumento dei livelli di mobilità, a parità di offerta, determina un aumento dei costi generalizzati, e dunque un rallentamento della domanda rispetto all'andamento che essa assumerebbe a parità di costi unitari.



In tal senso, l'evoluzione della mobilità merci e passeggeri, sia nel breve che nel medio-lungo periodo, può sempre essere interpretata (almeno da un punto di vista teorico) come combinazione di due componenti:

- una componente *esogena* al sistema di trasporto, derivante dall'andamento generale della domanda, così come influenzato dai parametri socio-economici di base;
- una componente *endogena* al sistema di trasporto, derivante dalle variazioni dei costi generalizzati imputabili alle trasformazioni dell'offerta di trasporto stessa.

Uno degli aspetti più interessanti del problema è costituito dal diverso orizzonte temporale dei due effetti. Mentre infatti la componente esogena può considerarsi come un effetto istantaneo dello sviluppo socio-economico, quella endogena può sviluppare i suoi effetti su intervalli temporali ben più estesi. Nel breve periodo, essa si limita a rispecchiare le variazioni di costo generalizzato, che stimolano in modo diretto, attraverso la sua elasticità, la curva di domanda. Ma nel medio-lungo periodo essa può derivare anche da complesse correlazioni fra i livelli attuali (od anche attesi), dell'offerta di trasporto, ed il posizionamento complessivo della curva di domanda stessa: è quanto si verifica, ad esempio, quando le aspettative per la realizzazione di una infrastruttura programmata influenzano anticipatamente la localizzazione spaziale delle attività (nelle zone più dinamiche dell'Italia settentrionale, non è raro che il corridoio di salvaguardia previsto per una tangenziale urbana si urbanizzi prima ancora della sua realizzazione). In tal caso, la crescita della domanda a lungo termine rappresenta in parte l'effetto dei programmi di adeguamento dell'offerta di trasporto, senza i quali essa non si sarebbe verificata nello stesso modo, o con la stessa intensità.

Questa descrizione delle interazioni fra offerta e domanda di trasporto, mescolando elementi fattuali con opinioni ed aspettative personali, introduce in effetti elementi di enorme complessità teorica: non si tratta tuttavia di elementi nuovi per le discipline territoriali, che ormai da una decina d'anni esplorano il ruolo di "profezie autorealizzatrici" dei piani regolatori e di altri strumenti di programmazione pubblica.

Ai fini del nostro ragionamento, è importante evidenziare che, secondo questo punto di vista, *i livelli di mobilità non sono più* (o meglio, non sono più del tutto) *una variabile indipendente del sistema*, ma che, al contrario, essi sono il frutto di una complessa interazione fra le preferenze dei cittadini e le strutture sociali, economiche e territoriali entro le quali esse si esprimono.

Se questa spiegazione è fondata, le relazioni fra livello di sviluppo economico e domanda di mobilità risultano più complesse di quanto il semplice modello lineare **E-D-T-I**, discusso nei paragrafi precedenti, lasci intendere. In effetti, questo modello tratta la formazione della domanda di mobilità e la crescita dei volumi di traffico senza tener conto di uno dei più importanti insiemi di parametri descrittivi dei sistemi di trasporto: i parametri di offerta (**S**), dalla dotazione infrastrutturale ai livelli di servizio offerti dal trasporto pubblico, dai tassi di motorizzazione alle tariffe praticate, ed i corrispondenti livelli di accessibilità territoriale (**A**).

In ogni caso, questo modo di vedere le cose conduce in prima istanza ad una descrizione del rapporto fra sviluppo ed impatto ambientale leggermente più sofisticato di quello preso in esame nei paragrafi precedenti (cfr.fig.4.6.ii). In questo nuovo modello, i rapporti fra le variabili **E**, **D**, **S**, **T**, **A** ed **I** non sono più lineari, ma possono intrecciarsi fra loro, dando luogo ad una serie di interdipendenze e retroazioni.

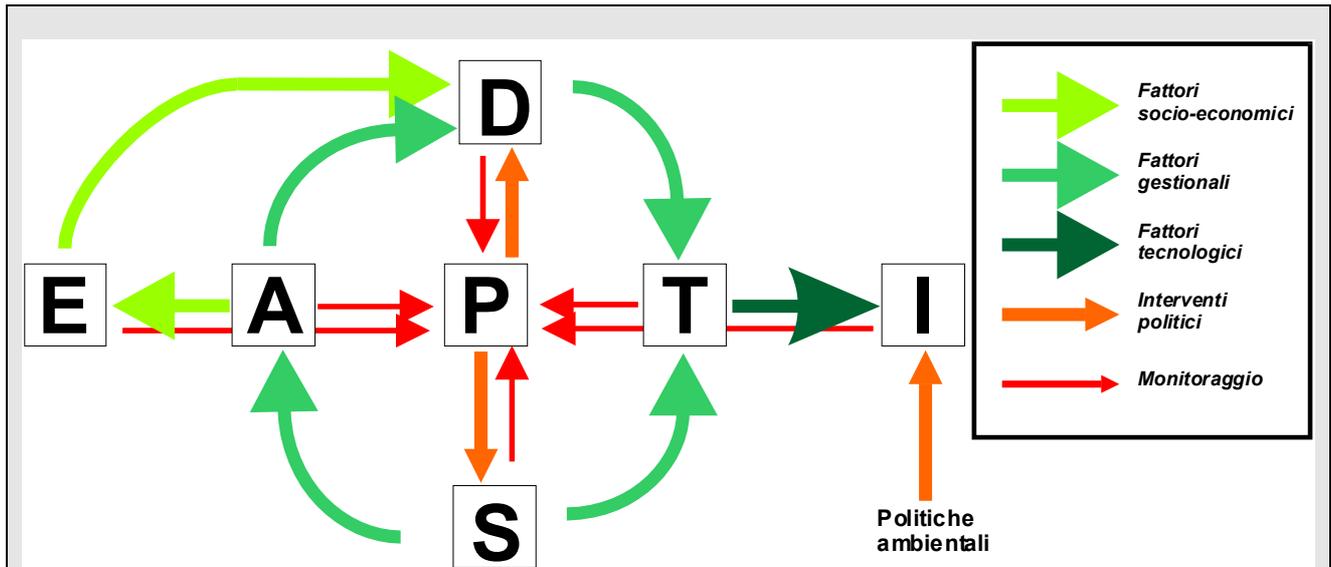


Fig.4.6.ii. Il sistema di trasporto: una descrizione non lineare

Rispetto al modello presentato nel par.4.1., basato su una concatenazione lineare fra lo sviluppo economico E, la domanda di mobilità D, i volumi di traffico T e l'impatto ambientale I, questo modello introduce due ulteriori insiemi di parametri descrittivi relativi all'offerta di trasporto S. L'introduzione di questi parametri è in grado di determinare alcune significative variazioni nell'insieme dei rapporti tra gli altri indicatori. I volumi di traffico sono in questo caso descritti come il risultato dell'equilibrio fra domanda ed offerta, mentre si assume che tra offerta e sviluppo economico esista una relazione, la cui natura verrà approfondita nei prossimi paragrafi. In questa descrizione, le politiche dei trasporti si collocano al crocevia fra i parametri E, D, T ed S, che rappresentano altrettanti elementi da monitorare, al fine di determinare gli interventi da attuarsi non soltanto sul versante dell'offerta S, ma anche su quello della domanda, D. Le politiche ambientali sono qui intese nel senso restrittivo dell'intervento tecnologico, di carattere end-of-pipe; ciò non nega ovviamente che obiettivi di carattere ambientale debbano essere presenti anche nelle politiche dei trasporti.

Questo modello più sofisticato consente di sviluppare alcune riflessioni sul ruolo giocato dalla politica dei trasporti (P) in diverse condizioni al contorno o, se si vuole, all'interno di diversi modelli di sviluppo.

Il primo modello è quello dell'intervento pubblico "guidato dalla domanda": la politica dei trasporti si basa, essenzialmente, sul monitoraggio dei flussi di traffico, e sul sistematico adeguamento dell'offerta ai livelli della domanda, considerata come totalmente esogena (dipendente cioè dai soli fattori di sviluppo economico). Il punto di partenza è in questo caso il livello di sviluppo economico E, che influenza a cascata i livelli di domanda D, i flussi di traffico T, ed anche l'entità degli impatti ambientali I, mentre le politiche P sono relegate al ruolo di semplice adeguamento dell'offerta S, al fine di non frenare lo sviluppo economico stesso (vedi fig.4.6.iii).

Come ben noto, questo modello è soltanto apparentemente neutro: infatti, gli incrementi di offerta S determinano variazioni di accessibilità A, che a sua volta possono influenzare la domanda D sia direttamente (per semplice rilassamento dei vincoli territoriali), sia indirettamente (incentivando ulteriore crescita economica). Poiché gli incrementi di accessibilità così ottenuti tendono a concentrarsi nelle aree "forti", le politiche dei trasporti basate sull'adeguamento di una domanda considerata totalmente esogena al sistema tendono in realtà a premiare le aree sviluppate, che generano elevati livelli di mobilità, a scapito di quelle in ritardo di sviluppo, che generano invece una domanda complessivamente più modesta. E' un risultato che, come evidenziato da una letteratura sterminata – tende ad accentuare gli squilibri sociali, economici e territoriali esistenti.

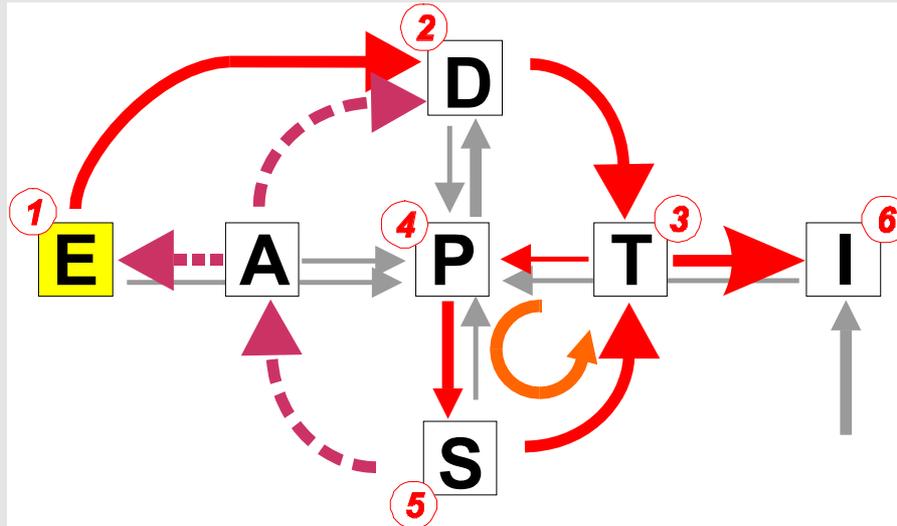


Fig.4.6.iii. Politiche dei trasporti guidate dalla domanda

In questo modello dell'intervento pubblico nel settore dei trasporti, si assume che il "motore" dell'intero processo sia lo sviluppo economico (E), considerato a prescindere dai suoi legami con i parametri di accessibilità. La crescita della domanda (D) determina un aumento dei flussi di traffico (T), a cui la politica dei trasporti (P) risponde adeguando l'offerta (S). Il modello non considera, peraltro, che le variazioni dell'offerta (S) possono determinare un mutamento delle condizioni di accessibilità, a sua volta correlato sia con lo sviluppo socio-economico (E), che anche direttamente con la domanda (D). Per quanto concerne invece le politiche di contenimento dell'impatto ambientale (I), esse sono sostanzialmente ricondotte ad una logica *end-of-pipe*.

Un modello alternativo – che potremmo indicare come "guidato dall'offerta" – persegue obiettivi affatto diversi: in questo caso non si tratta tanto di rispondere alla domanda generata dallo sviluppo, quanto di incentivare lo sviluppo stesso. Il punto di partenza è dato dalla politica dei trasporti (P), che deve adeguare l'offerta (S), in modo da anticipare i tassi di crescita della mobilità generati dallo sviluppo economico ottenuto agendo (anche) sui livelli di accessibilità (A).

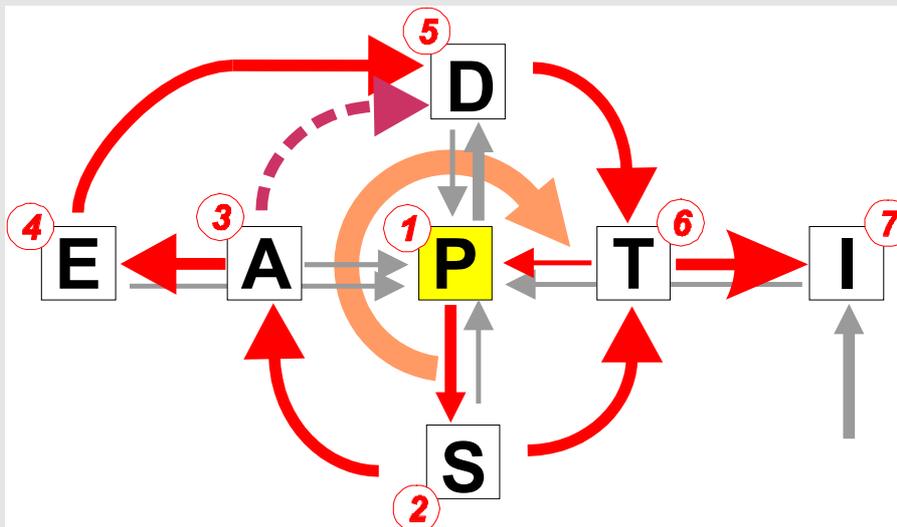


Fig.4.6.iv. Politiche dei trasporti guidate dall'offerta

Secondo questo modello, il motore del processo di governo è la politica dei trasporti stessa (P), che incrementando l'offerta (S) modifica le condizioni di accessibilità (A), ponendo le premesse per un cammino di sviluppo socio-economico (E), che a sua volta genera la domanda (D) ed i flussi di traffico (T) che giustificano – a posteriori – i potenziamenti dell'offerta. La relazione tra accessibilità e sviluppo è considerata certa e lineare, mentre si sottovaluta la portata dell'influenza endogena sui livelli di domanda. Come nel caso precedente, gli interventi di contenimento dell'impatto ambientale si affidano esclusivamente ad azioni di carattere tecnologico.

E' un approccio molto praticato nel nostro paese: l'idea di base è che alla crescita di **A** debba seguire necessariamente quella di **E**, cui succederà quell'incremento della domanda **D** e del traffico **T**, che fornirà una vera e propria *giustificazione a posteriori* all'innalzamento dell'offerta. Ma è anche un approccio che tende ad sottovalutare in modo sistematico il carattere complesso ed eventuale delle relazioni **A** → **E** ed anche **E** → **D**: con l'esito frequente di non generare alcuno sviluppo, e conseguentemente nessuna domanda e nessun flusso di traffico, od anche di incentivare esclusivamente il consumo di mobilità (attraverso la relazione endogena **A** → **D**) senza alcun effetto in termini di crescita economica **E**.

In entrambi i casi, siamo in presenza di modelli che tendono ad *incrementare per via endogena l'intensità di trasporto del sistema*, senza offrire garanzie piene né sul versante dello sviluppo economico, né su quello dell'adeguamento dell'offerta alla domanda. Questo processo cumulativo tende evidentemente a generare una crescente pressione ambientale. Nondimeno, il tentativo di impedire che la crescita del «consumo di trasporto» si traduca in un cammino di sviluppo insostenibile si basa soltanto su interventi *end-of-pipe*, di carattere essenzialmente tecnologico e sostanzialmente svincolati dalla politica dei trasporti in quanto tale.

E' una descrizione, nel cammino di sviluppo sociale, economico e territoriale tenuto dall'Italia negli ultimi decenni, che non manca di significative esemplificazioni.

Mentre buona parte della politica dei trasporti nazionale era tesa a recuperare il divario fra il Nord ed il Sud del paese, anche attraverso massicci investimenti infrastrutturali, tutta una parte dimenticata del paese conosceva tassi di sviluppo economico ben superiori a quelli delle regioni circostanti. La crescita economica della "terza Italia" è certamente associata alla disponibilità di infrastrutture di trasporto realizzate con tutt'altre finalità (si pensi soltanto ai benefici arrecati Toscana dall'autostrada del Sole, costruita per collegare Milano a Napoli, alle aree urbane dell'Emilia e della); ma tutti gli studi sviluppati sull'argomento sono concordi nell'evidenziare che i cammini di sviluppo seguiti da queste aree non sono assimilabili a processi generati dalla diffusione di attività dalle vicine regioni del Nord-Ovest. Al contrario, è oggi ben noto quanto tali cammini si siano avviati in larga parte su fattori locali che hanno saputo cogliere nelle nuove reti di trasporto importanti occasioni da cogliere per l'allargamento dei mercati di sbocco. In questo senso, si può ben affermare che ogni incremento di **S** può costituire un'importante *occasione* di sviluppo, che per essere raccolta richiede però la contestuale presenza di numerosi altri fattori.

E' una riflessione che deve interessare anche quella parte della cultura ambientalista che, muovendo dalla (corretta) assunzione che *le strade generano traffico*, ha ipotizzato a volte di perseguire la riduzione dei volumi di traffico attraverso il contenimento della capacità di trasporto complessiva del sistema.

Le cose sono in realtà più complicate. Sebbene il rallentamento delle realizzazioni di infrastrutture di trasporto (ed in particolare delle autostrade), intercorso negli ultimi vent'anni, non sia affatto da mettere in relazione con presunte spinte del movimento ecologista, ma piuttosto alla crisi interna del sistema amministrativo sviluppatosi a partire dagli anni Cinquanta¹⁰, è comunque evidente che tale rallentamento non ha comportato un proporzionale contenimento dei tassi di crescita della domanda, con la conseguenza di un graduale innalzamento dei tassi medi di utilizzo delle reti esistenti (vedi fig.4.6.v).

¹⁰ E' appena il caso di ricordare che il blocco delle costruzioni autostradali, definito nel 1975, è stato generato non dalle spinte di un movimento ecologista allora privo di qualunque rappresentanza politica, bensì dalle indagini della Commissione Adorisio, che misero in evidenza gravi irregolarità amministrative e contabili nella gestione delle rispettive società concessionarie.

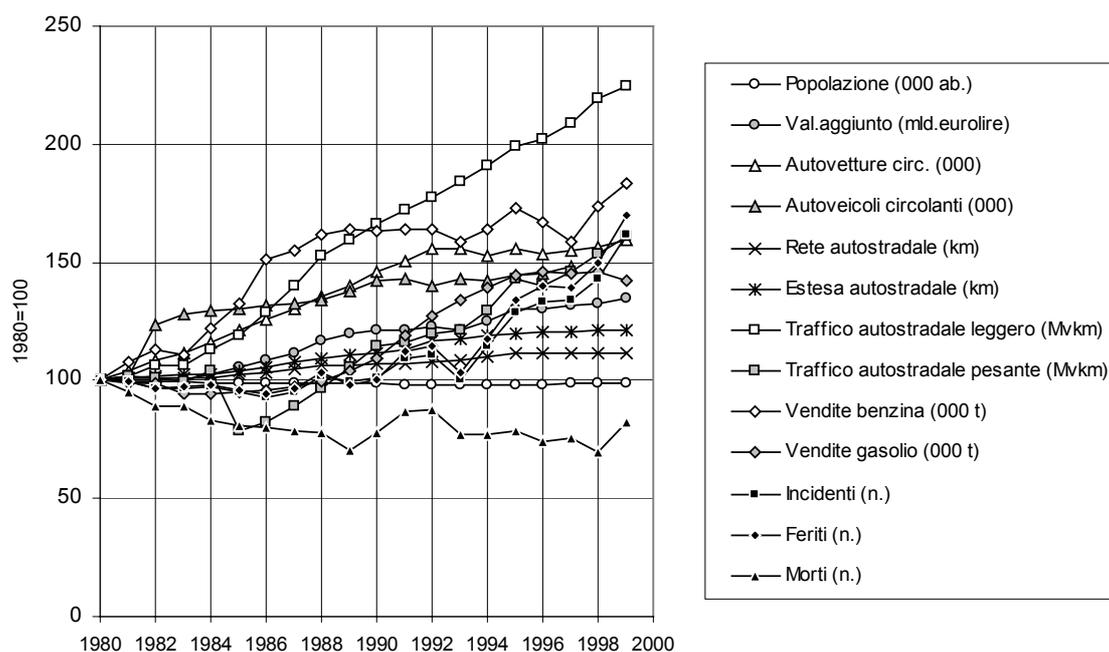


Fig.4.6.v. Tassi di sviluppo, reti infrastrutturali ed andamento del traffico

Nel corso degli ultimi vent'anni, i tassi di incremento del traffico motorizzato si sono sistematicamente mantenuti al di sopra di quelli riguardanti lo sviluppo economico, ed anche l'offerta di trasporto (estensione della rete stradale, livelli di motorizzazione). Le possibili spiegazioni di questo fenomeno possono essere essenzialmente due: da un lato, l'esistenza di importanti moltiplicatori interni al processo di sviluppo, che sembra richiedere una intensità di trasporto crescente; dall'altro, la presenza di effetti di lungo termine delle variazioni di accessibilità determinate dai grandi programmi infrastrutturali degli anni '60 e '70. In ogni caso, il cammino di sviluppo degli ultimi vent'anni si caratterizza per un contenuto di trasporto per unità di prodotto nettamente crescente.

Sulla base del modello evidenziato nelle figg.4.6.ii e 4.6.iii, non è difficile capire perché ciò accada: la relazione esistente fra volumi di traffico ed offerta complessiva di trasporto è certo in grado di influenzare la domanda di mobilità, ma soltanto nella sua componente *endogena*, mentre lascia per definizione impregiudicati i tassi di crescita di matrice esogena. In tal senso, la domanda di mobilità espressa da una regione a forte crescita economica potrà essere rallentata, ma non bloccata, dal contenimento dell'offerta.

Nel contempo, è perfettamente possibile che una politica dei trasporti costruita esclusivamente sul lato dell'offerta generi traffico *senza* incentivare alcuna forma di sviluppo.

Questo tipo di riflessioni pone, evidentemente, difficili problemi all'obiettivo della sostenibilità ambientale: infatti, se la variazione dei fattori d'impatto è in ultima analisi da mettere in relazione con l'andamento della domanda di mobilità, è necessario interrogarsi in modo serio sui rapporti che intercorrono non soltanto fra offerta di trasporto e tassi di crescita economica, ma anche tra livelli di sviluppo e domanda di mobilità, passeggeri e merci. Anche in questo caso, si tratta di rapporti tutt'altro che lineari, che verranno esplorati nei prossimi paragrafi.

4.7. Sviluppo economico, motorizzazione di massa e consumi energetici da traffico (1980-2000)

Fra i principali parametri d'offerta **S**, che devono essere presi in considerazione per comprendere le grandi trasformazioni subite negli ultimi decenni dal sistema di trasporto dell'Italia settentrionale, vi sono non soltanto l'estensione delle reti infrastrutturali, ma anche la disponibilità dei mezzi per utilizzarle. Anzi, la forte variazione subita dal tasso di motorizzazione negli ultimi vent'anni rende questo parametro particolarmente significativo per l'esame di quelle trasformazioni.

Fra il 1980 ed il 2000, il tasso medio di motorizzazione dell'Italia settentrionale è cresciuto di oltre il 50%, passando da 380 a 585 autovetture/1.000 abitanti. Il suo incremento è stato consistente più o meno in tutte le province, anche se è risultato generalmente maggiore nel comparto nord-orientale, che durante questo periodo ha sostanzialmente colmato il divario che lo separava dalle regioni nord-occidentali (cfr.fig.4.7.i). Ciò nonostante, i valori massimi continuano a manifestarsi in province quali Aosta, Torino, Milano, Modena e Bologna.

A prima vista, l'andamento generale del tasso di motorizzazione presenta notevoli analogie con l'evoluzione del valore aggiunto pro-capite. Anche quest'ultima, infatti, si è caratterizzata per un netto divario fra Nord-Ovest e Nord-Est, con raggiungimento dei valori massimi a Milano e nelle province emiliane.

L'analogia appare così forte da rendere interessante l'esame del rapporto esistente fra reddito e motorizzazione pro-capite. Come osserva nella fig.4.7.ii, questo rapporto tende ad allinearsi con buona approssimazione ($R^2=0,769$) ad una curva logistica, ovvero alla funzione generalmente impiegata per descrivere la progressiva penetrazione di un bene o di un servizio su un dato mercato.

In tal senso, emerge chiaramente il carattere di consumo del bene "autovettura privata", che non si discosta dal normale carattere di molti altri beni di questo tipo: il possesso dell'autovettura privata, che risulta molto basso per redditi pro-capite inferiori ai 15 milioni di lire/anno, cresce rapidamente sino ad un reddito dell'ordine dei 35 milioni di lire/anno, soglia al di sopra della quale l'incremento del tasso di motorizzazione inizia a rallentare.

E' bene evidenziare che questo andamento difficilmente può essere letto scambiando i due fattori tra loro: in questo senso, riconoscere un andamento allineato alla curva logistica costituisce un elemento di grande importanza per identificare la causa e l'effetto di un dato processo. Pertanto, l'andamento rappresentato nella fig.4.7.ii consente di affermare chiaramente che **è la crescita del reddito a spiegare la motorizzazione, e non viceversa.**

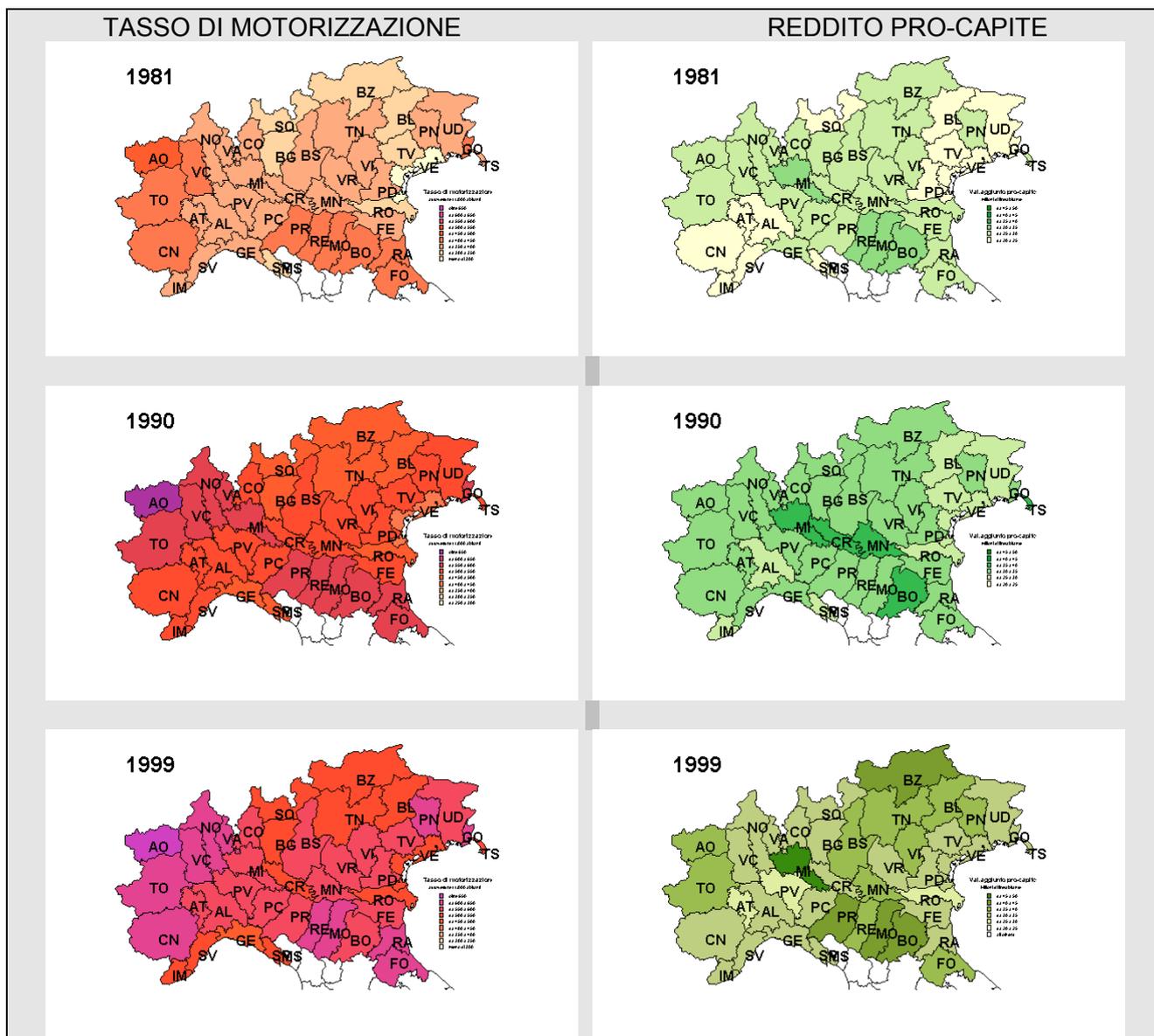


Fig.4.7.i. Tassi di motorizzazione e reddito pro-capite – Italia settentrionale (1981-1999)

Le due serie di immagini evidenziano l'articolazione spaziale dei tassi di motorizzazione (auto /1.000 abitanti) e del valore aggiunto pro-capite (milioni di euro/abitante) nell'insieme delle regioni settentrionali.

L'andamento del tasso di motorizzazione, generalmente crescente, presenta una significativa disparità fra le province padane nord-occidentali (Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia) e l'Emilia da un lato, ed il Triveneto dall'altro. Le prime partono da valori più elevati, ma subiscono incrementi più lenti, tanto da venire quasi raggiunte dalle seconde, che hanno conosciuto (specie nel Veneto centrale) tassi di crescita sensibilmente più elevati. Un caso a parte è rappresentato dalle province liguri, sempre allineate ai valori minimi riscontrati nell'area di studio.

Non molto diverso appare l'andamento del valore aggiunto pro-capite, che si caratterizza per la costante prevalenza dell'area milanese e delle province emiliane, ma anche per il consistente recupero dell'intero comparto nord-orientale, da Brescia sino al Friuli. Restano invece su valori vicini alla media il Piemonte e la Liguria.

Per quanto possa apparire banale, questa conclusione è molto importante, perché evidenzia una relazione diretta fra i livelli di crescita economica **E**, e l'offerta complessiva di trasporto **S**: nel corso degli ultimi vent'anni, quanto più il reddito disponibile è risultato elevato, tanto più i cittadini hanno avuto accesso all'autovettura individuale. Si tratta di un fatto certamente cruciale per comprendere l'evoluzione non soltanto dell'offerta di trasporto per i singoli cittadini, ma anche della corrispondente domanda di mobilità.

D'altro canto, è bene anche osservare che la correlazione reddito-motorizzazione non si basa su un rapporto fisso fra i due fattori, ma, al contrario, presenta un rapporto variabile fra il livello minimo iniziale, quello massimo della fase intermedia, ed il rallentamento finale. Nel caso specifico, il tasso di crescita della motorizzazione è risultato massimo per un reddito pro-capite di circa 23,1 milioni di lire – un valore raggiunto in quasi tutte le provincie già nel 1981. Il progressivo rallentamento dei tassi di motorizzazione, più evidente a partire da un reddito dell'ordine dei 35 milioni di lire, conduce infine ad una completa saturazione del mercato, attorno a valori stimabili intorno alle 650 autovetture/1.000 abitanti. Per quanto elevato, questo valore è importante, perché segnala una soglia oltre la quale i valori non salgono: al di sopra dei 50 milioni di lire/anno, ogni aumento del reddito pro-capite non determina un innalzamento del tasso di motorizzazione. In termini tecnici, al di sopra di questa soglia, l'autovettura non rappresenta più un bene superiore, bensì un bene banale, di diffuso possesso e di mercato sostanzialmente stazionario.

In una situazione di questo genere, può essere interessante provare a ricostruire il rapporto fra i tassi di motorizzazione e l'altro parametro da noi scelto per riflettere sui rapporti tra sviluppo economico ed impatto ambientale: i consumi energetici. Se infatti il progressivo rallentamento del rapporto sviluppo/motorizzazione si accompagnasse a qualche proporzionalità fra motorizzazione e consumi, saremmo in presenza di un risultato ben rilevante, che andrebbe nel segno di un certo affievolimento dell'intensità energetica del sistema di trasporto.

In realtà, si verifica qualcosa di diverso. Se osserviamo la figura 4.7.iii, è chiaro che la correlazione fra motorizzazione e consumi, rilevata sovrapponendo gli anni 1981, 1990 e 1999 non risulta affatto lineare: al contrario, al di sopra della soglia già elevata delle 500 autovetture / 1.000 abitanti, i consumi pro-capite crescono ben più intensamente della motorizzazione stessa¹¹. Anche in questo caso, comunque, è evidentemente il tasso di motorizzazione che influenza i consumi energetici, e non viceversa. Ne consegue chiaramente che **la crescita del reddito influenza i consumi energetici non soltanto attraverso la crescita della domanda, ma anche in funzione degli incrementi di offerta associati ai maggiori tassi di motorizzazione da essa indotti.**

Resta da spiegare perché l'accesso alla mobilità individuale, consentito dal possesso dell'auto, si traduce in consumi medi per autovettura crescenti.

Poiché, come si è visto nel paragrafo 4.2, i parametri di consumo medio unitario dei veicoli nel corso degli ultimi vent'anni sono risultati generalmente decrescenti, questo ribaltamento sembra ammettere soltanto una spiegazione: ogni singola autovettura circolante viene usata in modo sempre più intensivo – percorre cioè un chilometraggio crescente mano a mano che l'indice di motorizzazione cresce.

E' un risultato per molti versi paradossale, perché è ben noto che la crescita del tasso di motorizzazione è legata all'acquisizione di seconde, terze ed anche quarte auto, il cui tasso medio di utilizzo è sempre stato ritenuto inferiore a quello dei mezzi principali. Questo avrebbe dovuto indurre una *riduzione* tendenziale dei chilometraggi (e dunque dei consumi energetici) medi del parco veicolare. Poiché l'evidenza statistica smentisce che ciò avvenga, occorre in qualche misura ammettere che, accanto a questo fenomeno tipico dell'aumento della motorizzazione privata, esista anche una tendenza generale all'aumento delle percorrenze veicolari così forte da compensarne l'effetto.

¹¹ Questo risultato appare tanto più rilevante, se si considera che non tiene conto della progressiva sostituzione di benzina con gasolio, legata alla crescita della quota di autovetture dotate di motore *diesel*.

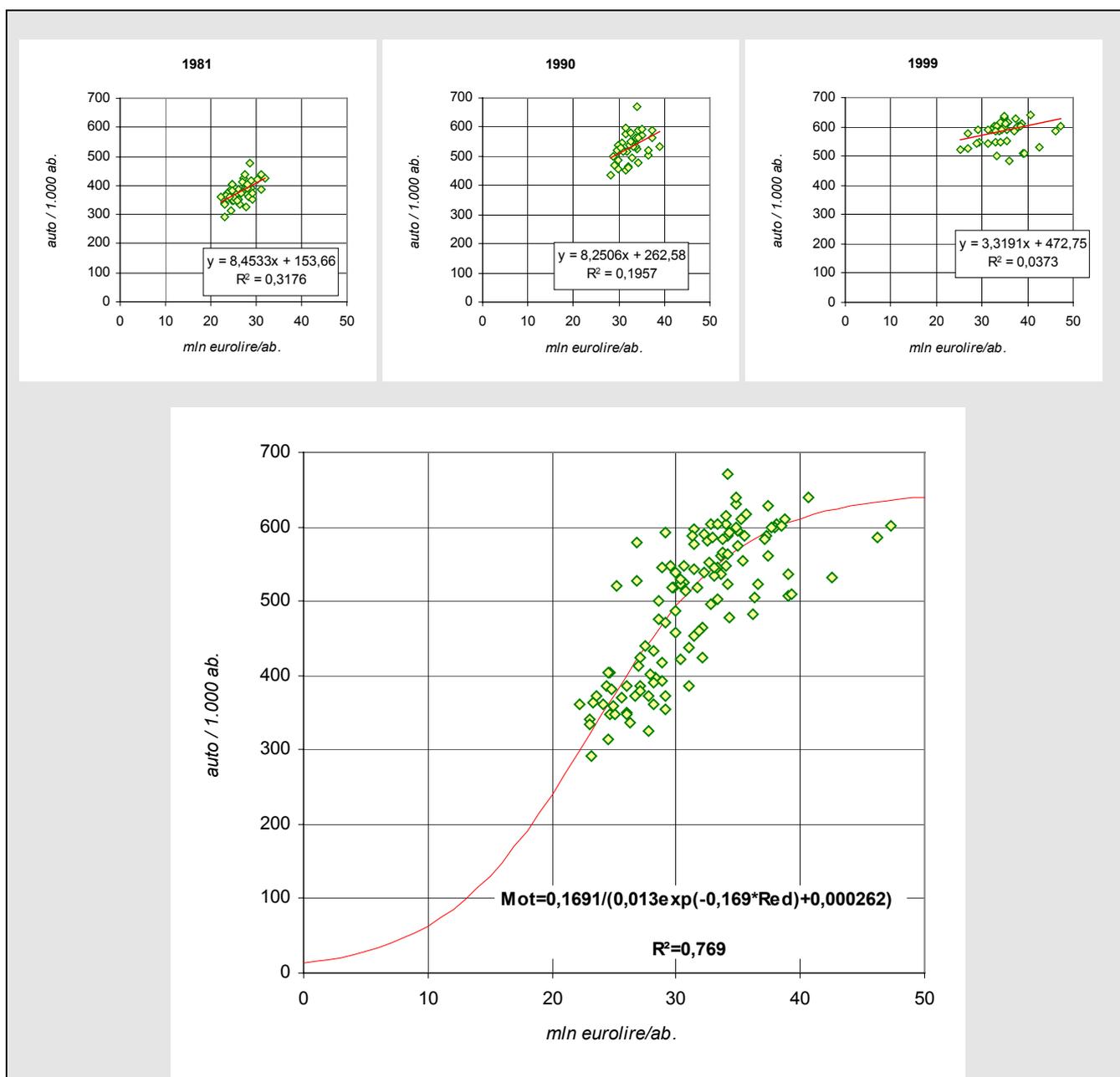
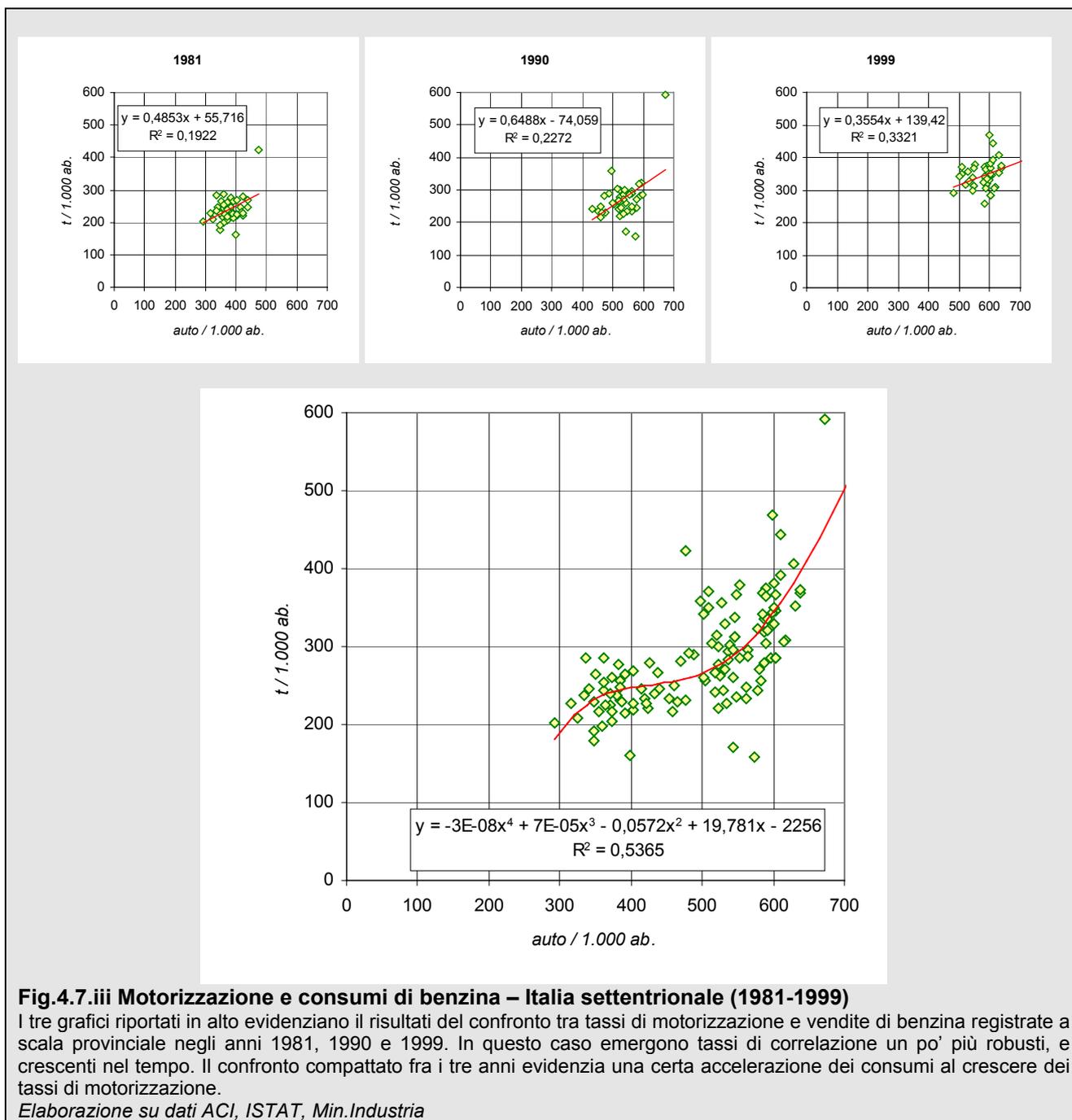


Fig.4.7.ii. Reddito pro-capite e tassi di motorizzazione – Italia settentrionale (1981-1999)

I tre grafici riportati in alto mettono a confronto il valore aggiunto pro-capite ed il tasso di motorizzazione, registrato nelle 41 province dell'area di studio negli anni 1981, 1990 e 1999. Come si osserva, il tasso di correlazione fra le due serie appare piuttosto limitato, e per di più decrescente nel tempo: nell'ultimo anno considerato il livello di motorizzazione non dipende più in modo significativo dai livelli di reddito. La quarta figura ripete il confronto per tutti gli anni insieme (il che è possibile in quanto il reddito è espresso sempre in valori attualizzati), evidenziando un buon livello di correlazione lungo una curva logistica: si spiega così il progressivo affievolimento della correlazione diretta fra reddito e motorizzazione.

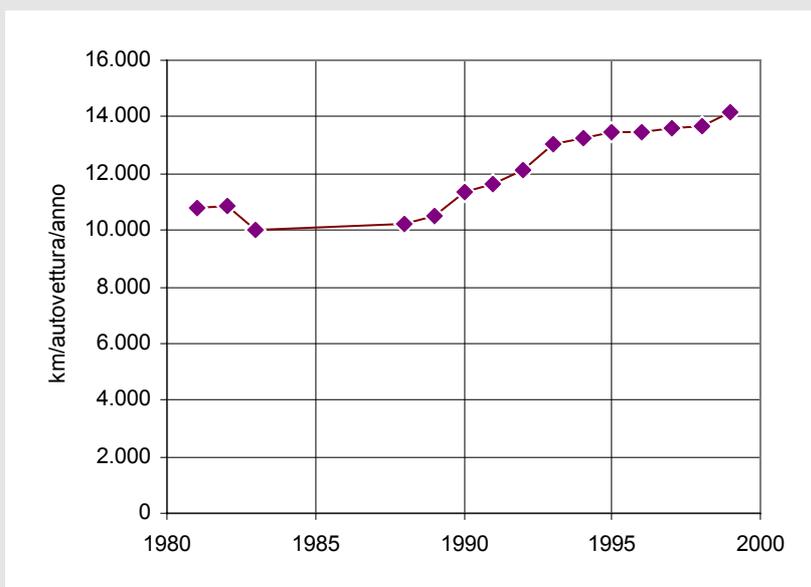
Elaborazione su dati ACI, ISTAT, Ist. Tagliacarne



In questo senso, il tema fondamentale torna ad essere quello – già evidenziato nel paragrafo 4.4 – delle *distanze medie percorse* in ciascuno spostamento. Se prendiamo in considerazione l'andamento storico dei chilometraggi annuali delle autovetture (fig.4.7.iv), non è difficile osservare che questi hanno subito, specie nella prima parte degli anni Novanta, un innalzamento considerevole.

Nel complesso, è dunque possibile affermare che, da un lato, il tasso di motorizzazione si correla al valore aggiunto secondo modalità tipiche della progressiva penetrazione di mercato di un bene, mentre, dall'altro, l'utilizzo di questo bene sembra dipendere non soltanto dalla sua disponibilità, ma anche da variabili di altra natura, che ne influenzano l'intensità d'uso in senso crescente. La conclusione è che i consumi energetici da traffico dipendono quanto meno da due fattori: in primo luogo il tasso di sviluppo, che influenza la disponibilità dei veicoli privati e, dunque, la possibilità di sviluppare schemi di mobilità individuale a medio e lungo raggio, ed in secondo luogo, il quadro dei vincoli e delle opportunità territoriali che, a loro volta, influenzano il ricorso a questa possibilità.

Ciò che è forse più interessante da osservare è che, in realtà, anche il quadro dei vincoli e delle opportunità territoriali si caratterizza per alcune importanti correlazioni con i livelli di possesso delle autovetture private. In tal senso, l'aumento del tasso di motorizzazione si pone chiaramente al crocevia delle trasformazioni degli *stili di vita*, e dei conseguenti modi d'uso del territorio, che sottendono l'incremento della domanda di mobilità. E' il tema fondamentale del prossimo paragrafo.



4.7.iv. Percorrenze medie annuali delle autovetture – Italia settentrionale (1981-1999)

Il grafico riporta una stima dell'andamento storico delle percorrenze veicolari annue delle autovetture circolanti nel Nord Italia, ottenuto come rapporto tra volume di traffico leggero, complessivamente stimato sulla rete stradale, e dimensioni del parco veicolare. Come si osserva, dopo essere rimaste più o meno costanti per tutti gli anni Ottanta, le percorrenze hanno subito un forte incremento (circa il 30%) all'inizio degli anni Novanta, per poi continuare a crescere a tassi relativamente più contenuti.

Elaborazione su dati ACI, Conto naz.trasporti

4.8. Motorizzazione di massa, trasformazioni territoriali e domanda di mobilità (1950-2000)

Dalle analisi condotte sinora, emerge che i parametri di sviluppo economico influenzano i flussi di traffico, e dunque l'impatto ambientale del sistema, attraverso due processi differenti, e complementari:

- da un lato, la crescita della domanda di mobilità, conseguente ai più elevati livelli di reddito pro-capite (effetto diretto);
- dall'altro, l'incremento dell'offerta di trasporto, conseguente all'innalzamento del tasso di motorizzazione, che determina a sua volta una riduzione dei costi unitari e, dunque, un aumento dei volumi di traffico a parità di domanda potenziale (effetto indiretto).

Una conseguenza interessante della sovrapposizione fra i due effetti è costituita dall'aumento dell'intensità d'uso dei singoli veicoli privati, misurata come percorrenze annue per autovettura circolante.

Questo effetto, in parte controintuitivo, si associa certamente a trasformazioni dei vincoli territoriali che sottendono al rapporto fra sviluppo e domanda di mobilità. Al termine del paragrafo precedente, si è avanzata la congettura che tali trasformazioni dipendano, a loro volta, dalle modificazioni intervenute sul versante dell'offerta.

In termini più semplici: è possibile ipotizzare che l'aumento della domanda di mobilità rispecchi solo in parte le preferenze dirette dei cittadini, essendo influenzata *anche* dai vincoli associati alla crescente dispersione territoriale delle attività, che rappresenta a sua volta un esito dell'aumentato tasso di motorizzazione.

E' forse interessante provare ad analizzare un po' più dettagliatamente l'evoluzione di questi vincoli.

Se prendiamo in esame l'andamento demografico delle singole ripartizioni comunali nel periodo 1951-2001 (cfr.fig.4.8.i), è facile osservare i forti mutamenti che, pur in una condizione quasi stazionaria a livello complessivo, hanno caratterizzato la *distribuzione* della popolazione:

- tra il 1951 ed il 1971, la popolazione è andata fortemente concentrandosi nelle principali aree metropolitane (Torino, Genova, Milano, Bologna, Verona, Padova-Venezia) mentre la quasi totalità del territorio rurale, ed in particolare montano, ha subito decrementi demografici molto consistenti (fra le poche eccezioni, si segnalano alcune aree turistiche della Val d'Aosta, della Lombardia e del Trentino, oltre all'intera provincia di Bolzano);
- tra il 1971 ed oggi, si osserva una parziale inversione di tendenza, con calo demografico delle grandi aree urbane e diffusione dell'area di crescita della popolazione all'intera fascia pedemontana lombardo-veneta, oltre che ad ampie aree del Piemonte occidentale e dell'Emilia.

Considerando i due periodi in modo congiunto (fig.4.8.ii), è possibile evidenziare una distinzione piuttosto netta fra le aree di declino demografico (identificabili nella gran parte dei territori alpini ed appenninici e nelle zone di pianura del Piemonte occidentale e della Bassa lombarda, veneta ed emiliana) e quelle che presentano un saldo complessivamente positivo (le aree di pianura del Piemonte occidentale, la fascia pedemontana da Milano ad Udine, e quella pedeappenninica da Piacenza a Rimini). Nella fascia di transizione, si trovano le grandi città, che presentano saldi netti soltanto moderatamente positivi (Torino, Milano, Bologna) od anche leggermente negativi (Genova, Venezia).



Il processo di redistribuzione demografica, nelle sue linee essenziali, è abbastanza semplice. Per descriverlo in maniera sintetica, è possibile osservare il comportamento di quattro aggregati, definiti sulla base della densità di popolazione:

- aree rurali a bassa densità (da 0 a 50 ab./kmq)
- altre aree extraurbane a medio-alta densità (da 50 a 200 ab./kmq)
- aree suburbane (da 200 a 1.000 ab./kmq)
- aree urbane in senso stretto (oltre i 1.000 ab./kmq)

Come evidenziato dalla figura 4.8.iii, tra il 1951 ed oggi, la superficie territoriale occupata dalle aree rurali è considerevolmente aumentata, mentre è diminuita quelle delle altre aree extraurbane. Per converso, le aree suburbane ed urbane hanno subito una progressiva estensione. In termini di popolazione residente, si osserva che le aree rurali a bassa densità, nonostante l'incremento della loro estensione, presentano un andamento stazionario (con conseguente diminuzione della densità insediativa media). Per contro, le aree extraurbane a medio-alta densità, e quelle suburbane, si caratterizzano per andamenti analoghi a quelli della rispettiva estensione. Da ultimo, la popolazione delle aree urbane in senso stretto, fortemente cresciuta tra il 1951 ed il 1981, ha subito nel corso degli ultimi vent'anni una significativa inversione di tendenza.

Se nel 1951 i 21 milioni di abitanti del Nord Italia vivevano ancora in prevalenza all'esterno delle aree urbane, gli attuali 25,3 milioni di abitanti si distribuiscono a scala territoriale in modo profondamente mutato; tanto che oggi è possibile distinguere:

- un insieme di ambiti *urbani in senso stretto*, estesi su meno di 4.000 kmq (3% della superficie totale), con 8,8 milioni di abitanti (contro i 6,2 del 1951);
- un esteso ambito *suburbano*, che occupa circa 26.000 kmq (22% della superficie totale) contando 10,9 milioni di abitanti (contro i 7,8 del 1951),
- un ambito più propriamente *extraurbano*, che occupa il restante 75% della superficie territoriale (86.000 kmq) contando 5,6 milioni di abitanti (contro i 6,9 del 1951).

E' dunque evidente che l'incremento demografico netto si è orientato soprattutto verso la formazione di sistemi urbani regionali, vere e proprie «città diffuse» che includono il Piemonte centrale intorno a Torino, l'area metropolitana milanese ed il Pedemonte lombardo, l'area veronese ed il fondovalle dell'Adige fra Trento e Bolzano, l'area centrale veneta (intorno a Vicenza, Padova, Venezia-Mestre, Treviso), l'area triestina ed udinese, l'intero asse della via Emilia da Piacenza a Rimini, il litorale ligure. Questa grande «città diffusa» che va progressivamente estendendosi, tendendo a dar luogo ad una vera e propria *megalopoli padana*, concentra il 78% della popolazione (quasi 20 milioni di abitanti) su circa $\frac{1}{4}$ della superficie territoriale (circa 30.000 kmq), con una densità media di circa 650 ab./kmq. Per contro, l'insieme delle aree marginali, o comunque caratterizzate da un profilo chiaramente extraurbano, ospita il 22% della popolazione sul 75% della superficie, con una densità media dieci volte inferiore.

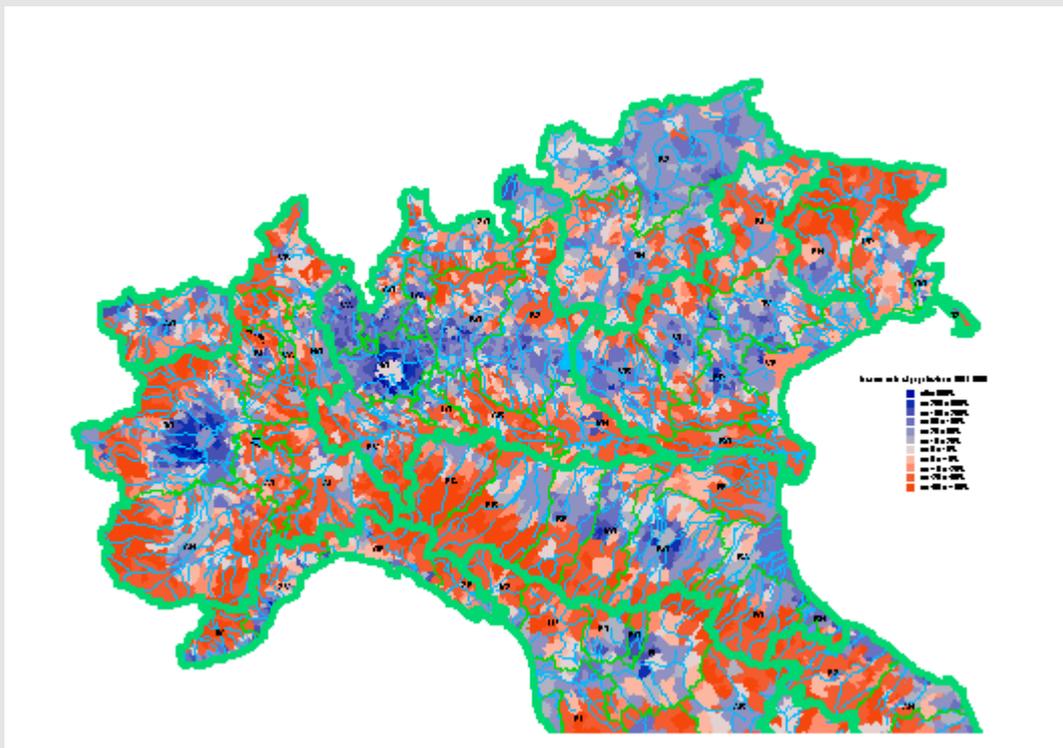


Fig.4.8.ii. Variazione demografica per Comune (1951-1999)

La variazione demografica complessiva per Comune, relativa al periodo 1951-99, evidenzia con grande chiarezza l'emergere di alcune regioni urbane intermedie fra gli ambiti rurali e le grandi città. Tali zone hanno tratto vantaggio sia dalla prima fase di accentramento (1951-71), sia dalla successiva fase di dispersione (1971-99).

Elaborazione su dati ISTAT

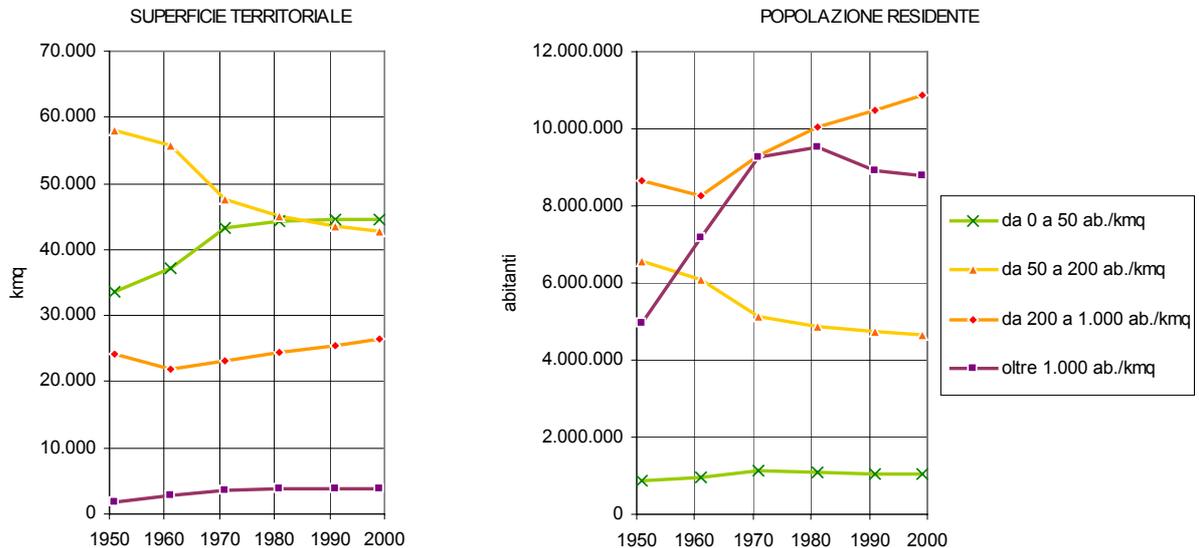


Fig.4.8.iii. Superficie e popolazione per classi di densità (1951-1999)

Tra il 1951 ed il 2000, la superficie territoriale interessata da densità insediative medio basse (50-200 kmq) è andata riducendosi costantemente, avvantaggiando le aree marginali (0-50 kmq) ed anche quelle a densità medio alta (200-1.000 kmq). Quest'ultimo comparto rappresenta oggi il luogo di residenza di quasi la metà della popolazione del Nord Italia, con un crescente distacco dai comparti metropolitani in senso proprio.

Elaborazione su dati ISTAT

Le immagini riportate in fig.4.8.iv evidenziano la distribuzione territoriale dei differenti aggregati nelle successive soglie temporali intercorse tra il 1951 ed oggi. E' agevole osservare la progressiva estensione delle zone rurali a bassa densità (verde) e delle zone suburbane (arancione), con conseguente frammentazione delle zone extraurbane a medio-alta densità (giallo).

Questo enorme processo di concentrazione e successiva dispersione insediativa non sarebbe stato possibile senza l'avvento della motorizzazione di massa. La diffusione delle funzioni urbane ad estesi ambiti regionali richiede infatti la disponibilità di mezzi di trasporto capaci di assicurare la mobilità su relazioni così disperse da non poter essere economicamente servite dai tradizionali sistemi di trasporto collettivo. In tal senso, la progressiva trasformazione dell'auto da bene di lusso riservato a ristrette *élites*, ad insostituibile bene familiare, e quindi a vero e proprio bene *personale*, rappresenta una sostanziale preconditione delle trasformazioni territoriali intercorse negli ultimi decenni.

Può essere interessante osservare che la stessa inversione di tendenza nell'andamento demografico dei grandi centri urbani, significativamente coincidente con la grande crisi energetica della metà degli anni Settanta, può essere interpretata anche come una risposta del sistema, basata sui livelli di motorizzazione già non indifferenti, conseguiti all'inizio di quel decennio. Il successivo processo di decentramento è stato, a sua volta, un incentivo all'incremento del tasso di motorizzazione.

D'altro canto, si può osservare anche che la diffusione insediativa, comportando un incremento della domanda di mobilità e dei consumi di traffico, determina anche un aggravio dell'impatto ambientale dei trasporti. Se analizziamo ad esempio il quadro dei consumi di benzina e gasolio a livello provinciale (cfr.fig.4.4.i, 4.4.ii), osserviamo infatti che ai grandi ambiti di diffusione insediativa corrispondono sia i massimi livelli pro-capite di consumo, sia i tassi di incremento più elevati fra quelli registrati nel periodo 1980-1999¹² (cfr.fig.4.4.1, 4.4.2).

¹² A tali ambiti si aggiungono anche alcune province caratterizzate dalla presenza di un intenso traffico di attraversamento, quali ad esempio Aosta od Udine.

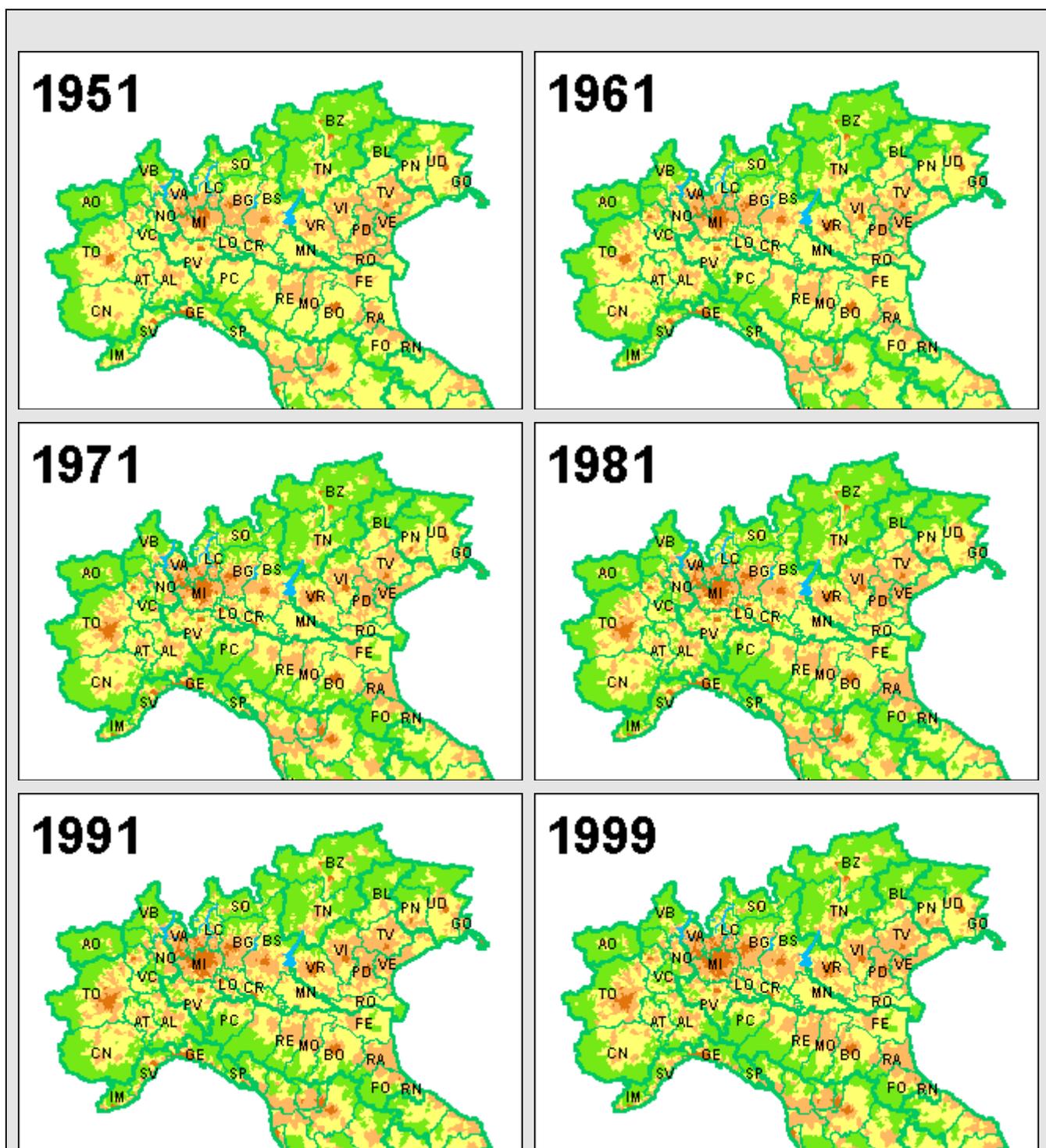


Fig.4.8.iv. Comuni urbani, suburbani, extraurbani e rurali – Italia settentrionale (1951-1999)

Le tavole evidenziano l'andamento storico dei quattro comparti già presi in esame nella fig.4.8.iii. E' evidente il progressivo avanzamento delle aree marginali (in verde) e di quelle a densità medio-alta (in arancione), a fronte della riduzione assoluta, e della parcellizzazione di quelle a densità medio-bassa (in giallo).

Elaborazione su dati ISTAT

La correlazione fra queste trasformazioni territoriali e l'andamento della domanda di mobilità può essere chiarita prendendo in esame i volumi di traffico registrati sulla rete autostradale del Nord Italia (cfr.fig.4.8.v). Questi volumi non sono ovunque identici, ma al contrario presentano notevolissime differenziazioni. Per esempio, i valori massimi vengono raggiunti sulla A4 Milano-Brescia (quasi 90.000 veicoli equivalenti/giorno), sulla sua prosecuzione per Verona, Padova e Venezia e sulla A1 Milano-Bologna (circa 70.000 veic.eq./giorno)¹³. Valori sensibilmente inferiori (dell'ordine dei 40÷50.000 veic.eq./giorno) si manifestano tra Bologna ed Ancona (A14), tra Torino e Milano (A4), tra Milano e Genova (A7), nel nodo Genovese (A10 ed A12), nonché tra Bologna e Firenze (A1). Agli estremi inferiori si collocano autostrade come la A32 Torino-Bardonecchia (17.200 veic.eq./giorno), la A27 Venezia-Belluno (16.500), la A30 Vicenza-Piovene Rocchette (16.300), la A5 Torino-Aosta (15.500), la A23 Udine-Tarvisio (14.300), la A6 Torino-Savona (14.100) e la A26 Alessandria-Gravellona Toce (13.600); per non parlare dei trafori autostradali, che in nessun caso oltrepassano la soglia dei 6.000 veic.eq./giorno.

Dunque, il traffico autostradale si concentra proprio su quella parte di rete che forma il supporto della città diffusa (cfr.fig.4.8.vi). Ciò rispecchia un fenomeno di grande rilievo: con il procedere della diffusione insediativa in parte generata dalla loro stessa presenza, le grandi direttrici autostradali, realizzate per collegare polarità urbane sulle medio-lunghe distanze, hanno finito per rispondere anche, se non soprattutto, ad una domanda di tipo urbano e metropolitano, che risulta sistematicamente più intensa di quella relativa agli scambi con le regioni circostanti (per rendersene conto, è sufficiente esaminare i volumi di traffico delle autostrade che conducono ai valichi alpini ed appenninici).

La morale di queste trasformazioni d'uso della rete non è banale: nate come "strade per andare lontano", che avrebbero dovuto rispondere all'obiettivo fondamentale della diminuzione dei costi di trasporto sulle lunghe distanze, le autostrade del Nord Italia hanno contribuito a generare mutamenti territoriali che, incrementando sensibilmente la domanda sul medio e breve raggio, hanno finito per trasformarle in un fondamentale supporto per la mobilità delle regioni attraversate.

Questo stato di cose è testimoniato dall'esame delle percorrenze veicolari medie sulla rete (fig.4.8.vii), che non superano i 70 km (sia per i veicoli leggeri che per quelli pesanti) sulla Milano-Bologna, ed i 40 km sulla Milano-Brescia: d'altronde, sugli oltre 300.000 veicoli/giorno che entrano nella A4 tra Milano e Venezia, meno di 10.000 la percorrono per intero.

¹³ Si fa qui riferimento al traffico medio su ciascuna tratta affidata in concessione; prendendo invece in esame i volumi di traffico sulle singole tratte elementari (casello-casello), si ottengono valori massimi che oltrepassano i 150.000 veicoli/giorno.

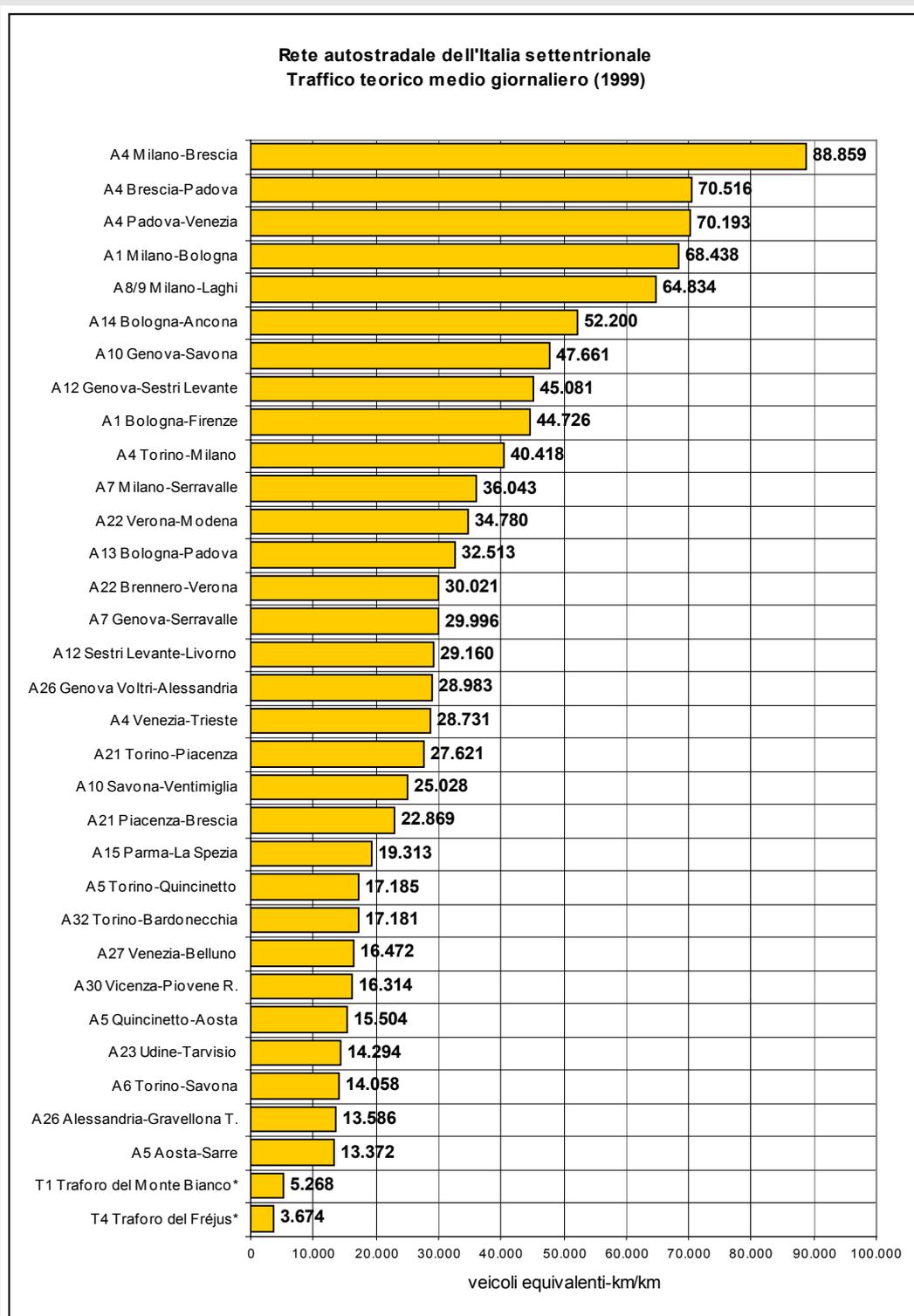


Fig.4.8.v. Intensità di traffico sulla rete autostradale del Nord Italia (1999)

- Il veicolo equivalente-km/km (valore ottenuto dividendo i km percorsi da tutti i veicoli per la lunghezza della strada) è l'unità di misura per rappresentare l'intensità di traffico *media* su una tratta autostradale. I valori massimi, riferiti a singoli tronchi, sono molto più elevati: sulla autostrada dei Laghi e sulla Bergamo-Brescia in accesso al nodo milanese si registrano, rispettivamente, oltre 170.000 ed oltre 150.000 veicoli equivalenti/giorno. Valori analoghi vengono raggiunti anche sull'anello delle tangenziali (escluso dal campo di rilevazione del traffico in quanto privo di barriere).

Nota

Per evitare di prendere in esame valori affetti da variazioni congiunturali, i volumi di traffico relativi ai trafori autostradali si riferiscono al 1998.

Fonte: AISCAT

Un risultato paradossale, ma del tutto realistico, di questa situazione, ben evidenziato dalla fig.4.8.vi, è che i più elevati flussi autostradali si manifestano non tanto lungo le principali relazioni interurbane (come ad esempio Milano-Torino), quanto in corrispondenza degli ambiti di maggiore diffusione insediativa (come la fascia pedemontana lombardo-veneta, o la direttrice della via Emilia). Gli stessi corridoi alpini di collegamento transeuropeo sembrano risentire notevolmente della presenza di centri urbani di medie od anche piccole dimensioni, spesso collocati entro “filamenti” urbanizzati, che tendono a dilagare entro le valli principali.

In altri termini, sulle arterie più trafficate del Nord Italia i volumi di traffico sembrano ormai essere funzione più della densità insediativa dei territori attraversati, che del peso demografico ed economico delle polarità urbane che ne rappresentano i capisaldi estremi. E' una situazione che, in un certo senso, ribalta la stessa concezione della strada come bene pubblico al servizio del collegamento fra città poste ad una certa distanza reciproca, per configurarla come una vera e propria *politica territoriale* capace di influenzare in modo dirompente le trasformazioni urbane del corridoio circostante.

Date queste premesse, si può ben comprendere per quale motivo politiche finalizzate al contenimento dei costi di trasporto hanno finito per tradursi, soprattutto, in meccanismi di attivazione della domanda di mobilità, spesso – anche se non sempre – scollegate da processi di reale sviluppo.

In questo senso, è storicamente vero che, avendo seminato strade, si è finito per raccogliere traffico, determinando la formazione di un sistema ad intensità di trasporto non soltanto elevata, ma anche marginalmente decrescente (occorrono maggiori quantità di traffico per soddisfare uguali incrementi di reddito).

Nel contempo, i costi di trasporto complessivamente sostenuti dalle imprese e dalle famiglie non sembrano essere affatto diminuiti; ed il sistema produttivo parrebbe aver compensato i benefici derivanti dall'incremento generalizzato dell'accessibilità con un altrettanto diffuso peggioramento degli standard *organizzativi* del territorio, che rappresentano un altro importante fattore di competitività a livello internazionale¹⁴.

E' difficile dire chi siano stati i reali beneficiari di un processo così confuso e disorganico. Ma è difficile non riconoscere che, sul suo sfondo, si staglia ben chiaro il tema irrisolto della rendita fondiaria, che rappresenta, certo, una questione di retroguardia per un'economia industriale che ama dirsi evoluta.

¹⁴ Non è forse fuori luogo evidenziare che i sistemi logistici *just-in-time* si sono inizialmente sviluppati in una realtà, come quella giapponese, caratterizzata da forti aggregazioni produttive dotate di un elevato livello di integrazione verticale al loro interno. In tal modo, l'innovazione introdotta nella gestione delle scorte ha finito per determinare effetti sui flussi di traffico ben più modesti e localizzati di quelli verificatisi nelle disperse e sfrangiate realtà di “fabbrica diffusa” del Nord-Est italiano.

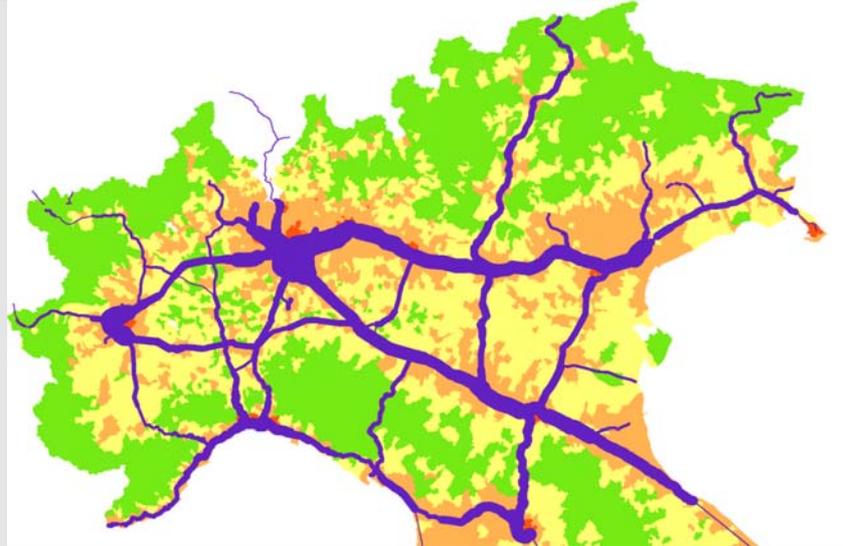


Fig.4.8.vi. Diffusione insediativa e traffico autostradale

La mappa evidenzia la relazione esistente fra gli ambiti della diffusione insediativa e lo sviluppo del traffico autostradale. Come si osserva, i massimi volumi di traffico si manifestano, oltre che sui sistemi tangenziali dei principali poli metropolitani, a Nord di Milano (A8/A9), lungo la direttrice pedemontana lombardo-veneta (A4) e lungo l'asse storico della via Emilia (A1/A14). Questa distribuzione corrisponde con precisione quasi sorprendente a quella degli ambiti della città diffusa, che si è andata formando negli ultimi decenni in Lombardia tra Varese e Brescia, nell'area centrale veneta ed in Emilia tra Parma e Rimini (aree arancioni). Per contro, tutte le autostrade che attraversano ambiti compiutamente extraurbani (aree gialle e verdi) presentano volumi di traffico sensibilmente inferiori ai precedenti. Il traffico sulle direttrici esterne (valichi alpini ed appenninici) risulta di norma molto ridotto. L'evidenza del rapporto fra traffico autostradale e diffusione insediativa è così forte, che si potrebbe quasi affermare che i flussi di traffico sono funzione della densità dei territori attraversati, prima ancora che dell'importanza dei poli collegati alle loro estremità.

Elaborazione su dati ISTAT, AISCAT e soc.concessionarie

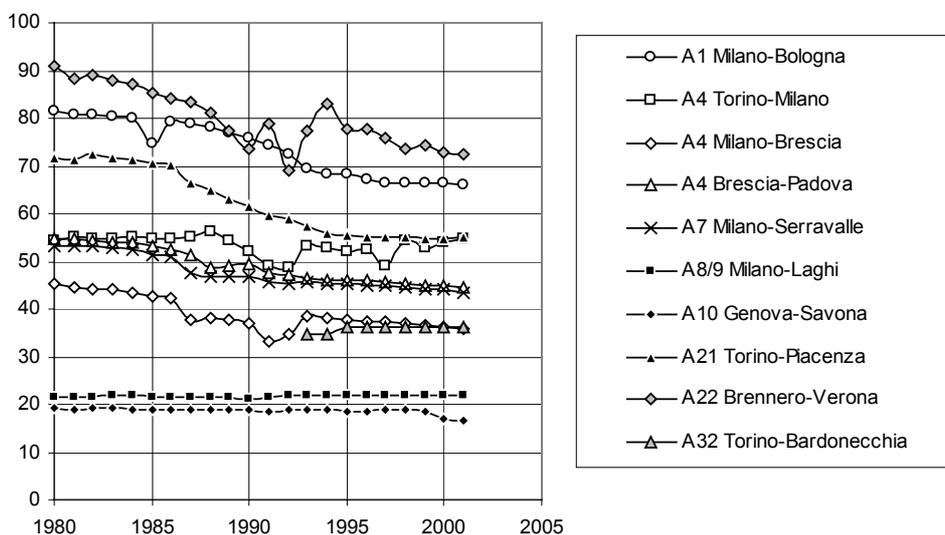


Fig.4.8.vii. Percorrenze medie sulla rete autostradale – Italia settentrionale (1980-2001)

Il grafico illustra l'andamento storico delle percorrenze medie dei veicoli leggeri su alcune tratte della rete autostradale del Nord Italia. Come si osserva, nel corso degli ultimi vent'anni su nessuna tratta si è superata la soglia dei 100 km, e per di più i valori risultano ovunque decrescenti od al massimo stabili. La tratta caratterizzata dalle percorrenze più lunghe, cioè la Verona-Brennero, che presentava valori dell'ordine dei 90 km, si è attestata nel 2001 al di sotto dei 75 km. Nel medesimo periodo, la A4 Brescia-Padova è passata da 54 a 44 km, con un riduzione di quasi il 20%. Le tratte autostradali che svolgono funzioni più chiaramente metropolitane, come la Milano-Laghi o la Genova-Savona, presentano percorrenze medie dell'ordine dei 20 km.

Elaborazione su dati AISCAT

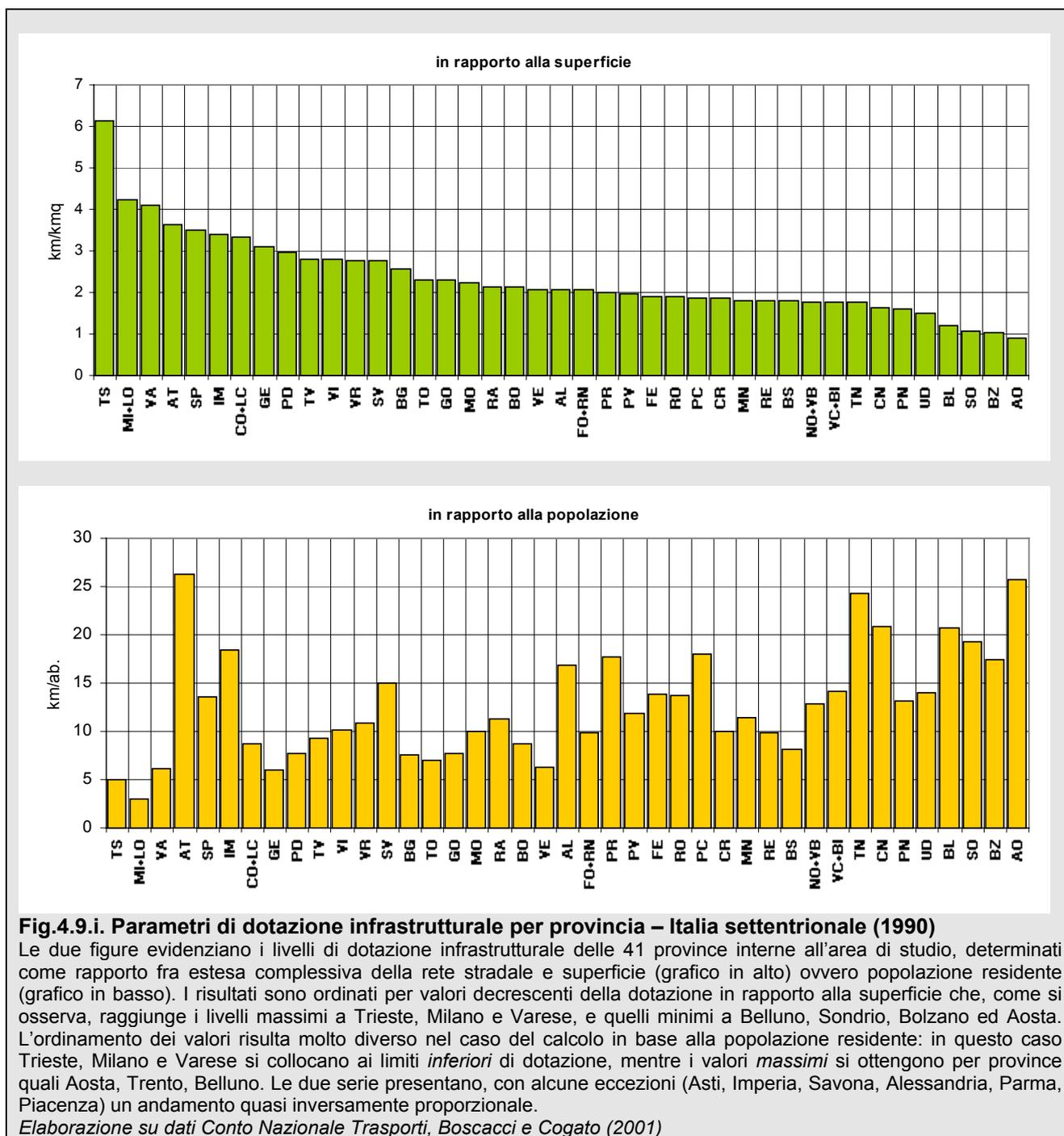
4.9. Sviluppo economico e dotazioni infrastrutturali (1950-2000)

Le considerazioni sviluppate nel paragrafo precedente hanno evidenziato che la crescita dei consumi energetici da traffico, direttamente collegata all'incremento della domanda di mobilità, trova una delle sue cause fondamentali nell'allentamento dei vincoli localizzativi, reso possibile dalla progressiva estensione delle reti di trasporto e dal passaggio alla motorizzazione di massa. Questo processo è l'esito di un grande sforzo, teso a conseguire la piena libertà di movimento (od anche la riduzione dei costi generalizzati di viaggio per ogni categoria di spostamento), nella convinzione che proprio tale libertà costituisce una precondizione essenziale per l'evoluzione degli scambi commerciali e, dunque, dello sviluppo economico. Esso tuttavia ha determinato, quanto meno come importante effetto collaterale, la formazione di un modello territoriale basato su un'intensità di trasporto non soltanto elevata, ma anche crescente a ritmo accelerato rispetto ai principali parametri di sviluppo.

Si può forse assumere che un tale modello territoriale rappresenti l'esito necessario, e forse anche desiderabile, della crescita economica, intesa come obiettivo sociale di fondo. In questo senso, la crescita dell'intensità di trasporto del sistema si configura come vero e proprio indicatore di sviluppo, che non può essere in alcun modo messo a rischio dalle politiche finalizzate alla sostenibilità dello sviluppo stesso. Questo punto di vista, oggi molto diffuso, dovrebbe però assumersi l'onere di evidenziare in modo chiaro ed empiricamente fondato la relazione esistente fra crescita economica, intensità di trasporto e dotazioni infrastrutturali. Infatti, soltanto assumendo che il rapporto fra questi indicatori risulti rigido è possibile assumere la crescita del traffico come obiettivo contestuale alla crescita del reddito. Mentre in caso contrario, emergerebbe la possibilità di ottenere i medesimi livelli di crescita economica in base ad intensità di trasporto e/o dotazioni infrastrutturali diverse, con evidenti ricadute sul versante della sostenibilità ambientale.

Prima di procedere agli approfondimenti relativi a questi aspetti, vale la pena di richiamare l'attenzione su un aspetto metodologico particolare, ma non per questo meno rilevante. La maggior parte degli studi relativi al rapporto fra crescita economica ed offerta di trasporto fa riferimento a parametri di dotazione infrastrutturale assai elementari – di norma ottenuti rapportando la semplice estensione delle reti di trasporto esistenti con la superficie o con la popolazione di un certo ambito territoriale. Questo modo di procedere è criticabile per almeno tre motivi:

1. di norma, confondendo in un unico indicatore geometrico strade o ferrovie di diverso genere, non tiene conto della forte variabilità di prestazioni che caratterizza le singole infrastrutture; laddove sarebbe opportuno quantificare i livelli di offerta infrastrutturale quanto meno attraverso una stima della *potenzialità* totale delle reti (espressa ad esempio, in veicoli-km/giorno servibili dalla rete stessa);
2. la costruzione degli indicatori unitari, espressi in funzione della superficie o della popolazione residente, si presta a molti fraintendimenti e ad facili deviazioni propagandistiche, essendo facilmente verificabile l'esistenza di una proporzionalità quasi inversa fra le due serie corrispondenti (cfr.fig.4.9.i); cosicché si verifica frequentemente che per dimostrare l'insufficiente dotazione di un'area metropolitana si utilizzino i km di rete per abitante, mentre per evidenziare la "sotto-infrastrutturazione" di una zona marginale si utilizzino i km di rete per kmq di superficie...;
3. il semplice riferimento alla dotazione fisica di infrastrutture è un parametro decisamente poco adatto a rappresentare la capacità dell'offerta di trasporto a sostenere un elevato volume di scambi commerciali all'interno dell'area in esame, e soprattutto fra questa e l'esterno; paradossalmente, secondo tali indicatori, un'isola collocata in mezzo all'Oceano ed isolata dal resto del mondo, ma coperta di strade, presenterebbe una dotazione elevata, e dovrebbe quindi caratterizzarsi per livelli di sviluppo elevati; mentre una valle alpina direttamente connessa ad una grande area metropolitana, mediante pochi km di autostrada circondata da boschi e praterie, risulterebbe fortemente sottodotata, e dovrebbe pertanto andare incontro ad un rilevante ritardo di sviluppo...



Da un punto di vista trasportistico, questo genere di problematiche andrebbe affrontato attraverso la costruzione di ben più adeguati indicatori di *accessibilità*, ovvero di indicatori capaci di dar conto della maggiore o minore facilità di accesso ad una determinata area da parte di tutte le altre aree.

Non essendo tuttavia possibile predisporre indicatori di questo genere nel ristretto orizzonte del nostro studio, dovremmo adattarci a basare l'analisi sui parametri di dotazione infrastrutturale già disponibili. Può darsi che non sia del tutto un male: considerata l'importanza generalmente loro attribuita in sede di programmazione degli investimenti, questi parametri meritano effettivamente di essere sottoposti a qualche verifica di tipo empirico. Non è superfluo sottolineare che, nonostante il tambureggiante richiamo alle condizioni di sottoinfrastrutturazione di quasi tutte le aree del paese, verifiche di questo genere sono decisamente rare...

Proviamo innanzi tutto a confrontare il parametro di dotazione, espresso in termini di km di strade per kmq di superficie a scala provinciale ed all'orizzonte 1990¹⁵, con gli incrementi del valore aggiunto registrati nelle diverse province durante il decennio successivo (fig.4.9.ii). Come si osserva, i massimi livelli di dotazione si registrano essenzialmente in province che ospitano un grande centro urbano, quali in particolare Milano, Genova, Torino, Trieste, ovvero in aree comunque interessate da livelli di urbanizzazione elevati (Varese, Como, Veneto centrale, riviera ligure)¹⁶. Per converso, i maggiori tassi di crescita del valore aggiunto si manifestano soprattutto in province periferiche e scarsamente urbanizzate, quali Sondrio, Bolzano, Belluno, Cuneo. Tra i due parametri non emerge alcuna significativa correlazione, risultando anzi che a *maggiori* livelli di dotazione corrispondono mediamente *minori* livelli di crescita.

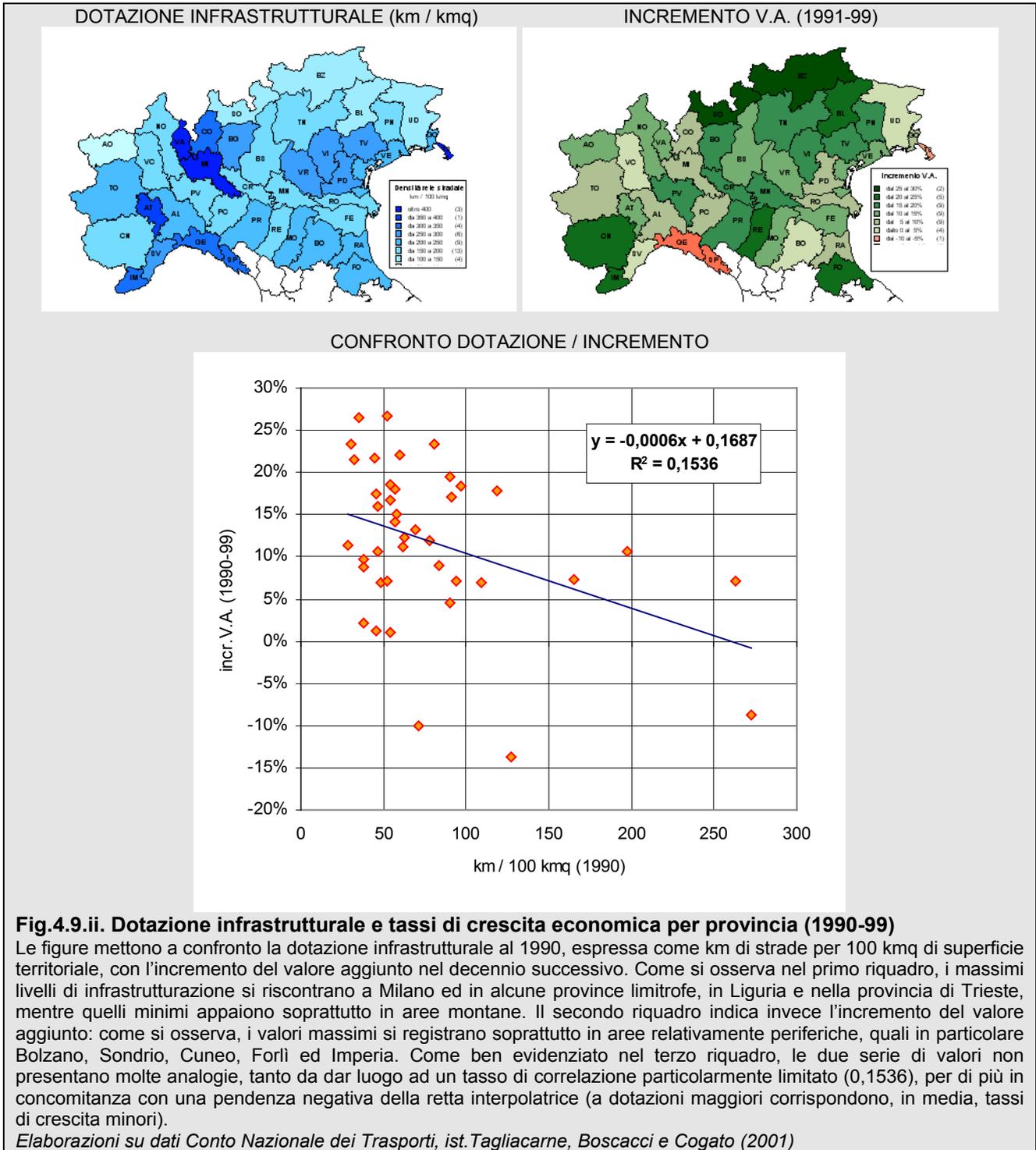
Questo risultato è importante, perché evidenzia quanto sia difficile assumere seriamente la facile equazione *più strade = più sviluppo*. Date tutte le avvertenze poc'anzi ricordate, essa deve comunque essere considerata con cautela, riconducendo il suo valore specifico alla sottolineatura della complessità e della *multifattorialità* del rapporto infrastrutture/crescita economica. In tal senso, va sottolineato che sarebbe del tutto illegittimo trarre da questo risultato l'eguaglianza opposta (*più strade = meno sviluppo*), mentre è invece largamente opportuno provare a confrontare serie di parametri alternative.

Se sostituiamo il parametro di dotazione adottato con quello, quasi complementare, costruito in rapporto alla popolazione residente, otteniamo una distribuzione molto diversa (fig.4.9.iii): i valori massimi vengono infatti raggiunti in aree non metropolitane, quali Aosta, Trento, Belluno, Cuneo, Asti, Piacenza, Parma, ecc..., mentre i livelli minimi si manifestano a Milano innanzi tutto, e poi a Torino, Genova, Bologna, Venezia, Trieste.

La similitudine con i tassi di incremento del valore aggiunto risulta qui piuttosto evidente; ma il confronto analitico fra le due serie risulta ancora molto debole, con un tasso di correlazione molto ridotto ($R^2=0,12$) e numerosi casi in controtendenza: da un lato si ritrovano province come Alessandria, che pur presentando un elevato livello di dotazione infrastrutturale (ed anche di accessibilità) hanno conosciuto incrementi di valore aggiunto allineati ai minimi dell'area, mentre dall'altro si hanno province come Reggio Emilia, che pur presentando livelli di dotazione ridotti hanno conosciuto una crescita economica sensibilmente superiore alla media.

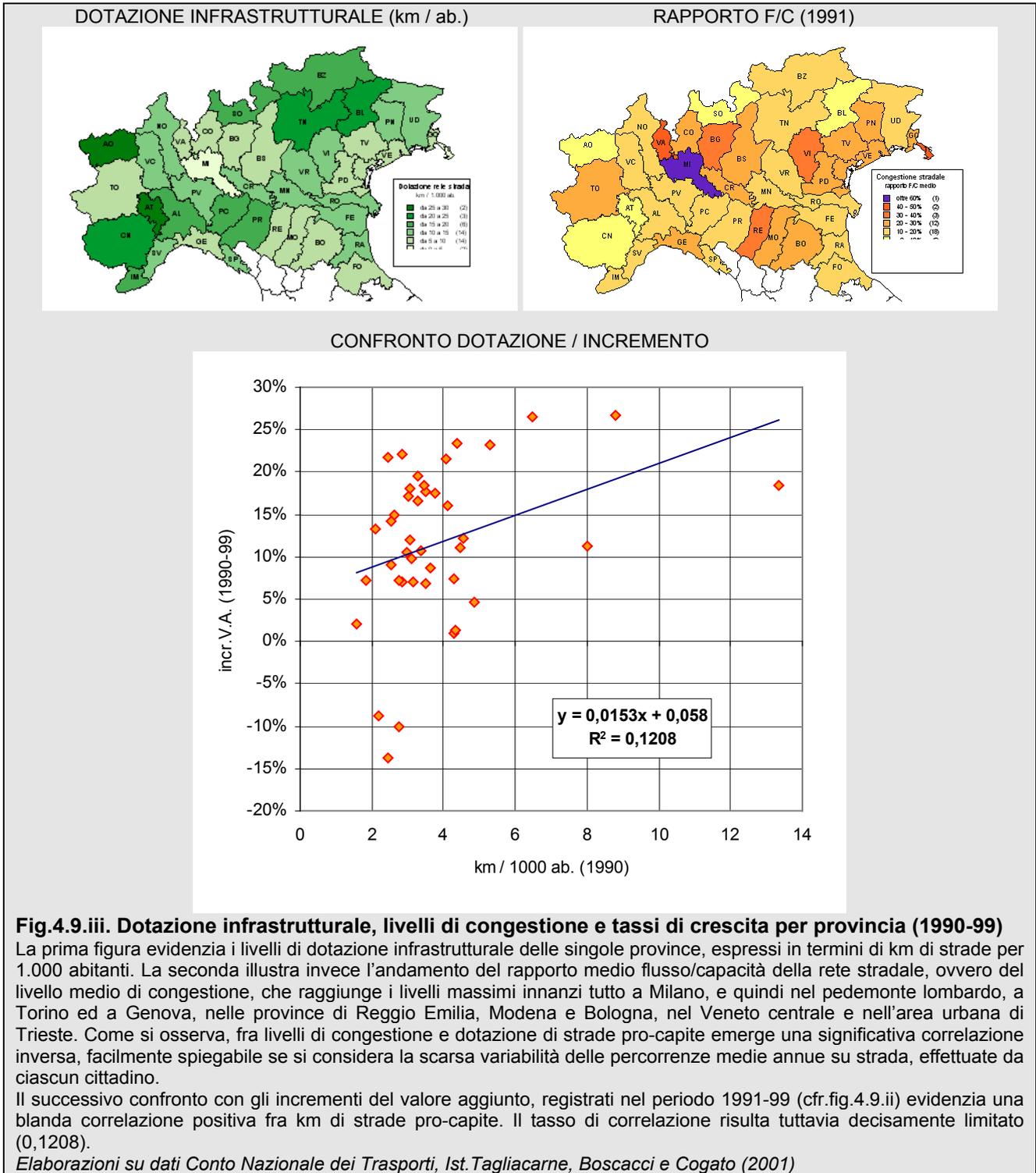
¹⁵ Il riferimento esclusivo alla dotazione di sole strade pone certamente qualche limite all'analisi. Non è comunque difficile dimostrare che l'articolazione territoriale di questo parametro si discosta poco da quella di altri più completi, costruiti tenendo conto anche delle infrastrutture ferroviarie, portuali ed aeroportuali.

¹⁶ L'eccezione di Asti, per molti versi interessante, è riconducibile soprattutto all'articolazione molto minuta degli insediamenti collinari, che ha determinato storicamente una forte capillarità della rete stradale.



Il parametro che, semmai, sembra assumere qualche maggiore rappresentatività è dato dal livello di congestione medio, derivante dal confronto tra volumi di traffico pro-capite e dotazione stradale per abitante. Questo parametro tende evidentemente a penalizzare soprattutto le aree metropolitane collocate in posizione nodale: in primo luogo Milano, ma anche l'area torinese, il Pedemonte lombardo ed alcune province venete ed emiliane. Da questo punto di vista, si può forse affermare che l'unico fattore limitante dello sviluppo, emergente da (deboli) evidenze empiriche, è dato dalla congestione stradale, che tende ad associarsi, nelle principali aree metropolitane, ad una minore crescita del reddito. Anche se c'è sempre da osservare che l'analisi della crescita economica, condotta nei termini *relativi* dell'incremento del valore aggiunto rispetto ad un anno base, tende comunque a premiare le aree relativamente più povere ed in via di decollo su quelle caratterizzate da livelli di reddito consolidati.

In generale, comunque, si osserva soprattutto un certo contrasto fra le regioni del Nord-Ovest, maggiormente dotate di infrastrutture stradali, ma caratterizzate da minori tassi di crescita, e le regioni del Nord-Est, assai più vitali sotto il profilo dello sviluppo economico, ma in media relativamente meno infrastrutturate. E' un contrasto che dà da pensare, e lascia insoluti molti quesiti relativi agli effettivi rapporti che intercorrono, attualmente, fra offerta di trasporto e rafforzamento dei sistemi economici locali.



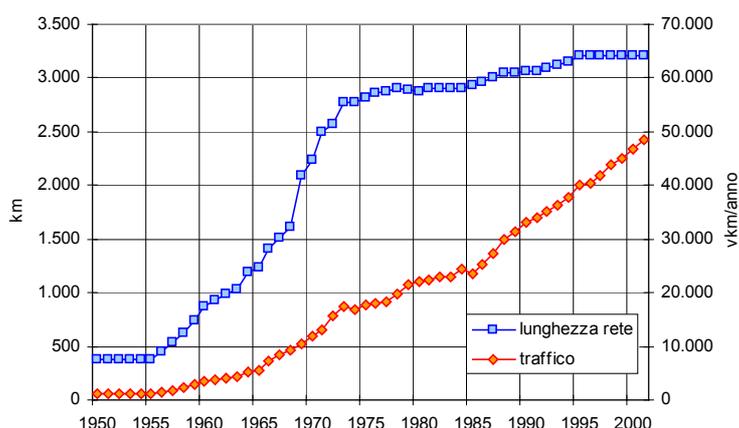
4.10. Mobilità versus accessibilità?

Le analisi sviluppate nei paragrafi 4.7, 4.8 e 4.9 hanno evidenziato che le politiche dei trasporti condotte negli ultimi decenni, essendosi collocate in un contesto sistemico caratterizzato da numerose possibili retroazioni, hanno determinato effetti soltanto in parte coerenti con le previsioni iniziali.

Un obiettivo fondamentale e costante di tali politiche è stato certamente quello della riduzione dei costi di trasporto, il cui livello era, ed è tuttora, ritenuto un ostacolo allo sviluppo delle aree marginali, così come un vincolo all'ulteriore crescita delle aree sviluppate, e proprio per questo motivo congestionate. Nel corso degli anni Cinquanta e Sessanta questo obiettivo ha condotto alla costruzione di una rete autostradale largamente eccedente le effettive esigenze di mobilità dell'epoca, con il risultato di un vero e proprio abbattimento dei costi di trasporto interregionali, percepiti dalla componente motorizzata della domanda di mobilità. Ma nel medio periodo, questo risultato diretto si è accompagnato almeno con altri due fondamentali effetti:

- il forte incremento del tasso di motorizzazione, incentivato anche dal forte differenziale nei costi di trasporto derivante dalle scelte infrastrutturali di quegli anni;
- la successiva diffusione delle attività urbane a scala regionale, che ha rappresentato la risposta «spontanea» del sistema alla crisi urbana degli anni Settanta.

In questo senso, la riduzione dei costi *unitari* di trasporto non si è tradotta tanto in un contenimento dei corrispondenti costi *totali* (e tantomeno della loro incidenza sul prodotto interno lordo), quanto piuttosto in un forte incremento del *consumo di mobilità*.



Tab.4.10.i. Offerta di trasporto e volumi di traffico sulla rete autostradale del Nord Italia (1950-2001)

Lo sviluppo della rete autostradale è stato rapidissimo nel periodo 1955-70, per poi subire un netto rallentamento. La crescita del traffico è stata più regolare, con tassi più o meno costanti per tutto il periodo

Elaborazione su dati AISCAT

Osservando il processo sotto un altro punto di vista, si può affermare che il forte incremento della velocità degli spostamenti, consentito dallo sviluppo della motorizzazione di massa, non ha determinato una riduzione del tempo dedicato agli spostamenti (che è rimasto più o meno costante¹⁷), ma invece un aumento delle distanze percorse.

¹⁷ Vi sono elementi per sostenere che la soglia temporale di un'ora rappresenti quasi una costante storica, capace di spiegare la stessa scala dimensionale delle aggregazioni urbane delle diverse epoche. Le grandi città premoderne (come Venezia) potevano essere attraversate da parte a parte in un'ora di cammino; mentre le conurbazioni del primo novecento avevano dimensioni commisurate al medesimo tempo di percorrenza con l'*omnibus* e le attuali aree metropolitane si rapportavano più o meno allo stesso modo rispetto all'autovettura privata. Nei paesi che hanno già sperimentato l'introduzione dei servizi ferroviari ad alta velocità – come il Giappone, la Francia e la Germania – uno degli effetti ricorrenti è dato dal forte incremento della mobilità tra i poli vicini (sino a 150 km), fra i quali si generano flussi pendolari simili a quelli esistenti a scala metropolitana.

Questo risultato mette in evidenza la forte elasticità che sembra aver caratterizzato, nel medio-lungo periodo, la domanda di trasporto. Con il tempo, il sistema territoriale pare aver reagito alla maggiore o minore offerta di trasporto esistente, riorganizzandosi in modo tale da influenzare, a sua volta, la domanda di mobilità. Gli ambiti più accessibili si sono prestati alla rilocalizzazione delle attività urbane, e ciò ha favorito la formazione di aggregati metropolitani a bassa densità. La conseguente crescita della domanda è avvenuta a tassi così elevati da non poter essere compensati da alcuna politica di incremento dell'offerta. I livelli medi di utilizzo della rete sono cresciuti, tendendo a livelli di equilibrio caratterizzati da costi totali di trasporto non dissimili da quelli originari. In questo modo, politiche sviluppate per *ridurre i tempi* si sono gradualmente trasformate in azioni sistematicamente orientate ad *aumentare le distanze percorse*.

E' ben possibile che questa evoluzione rispecchi le preferenze dei cittadini/consumatori: in fin dei conti, il desiderio di fuga dalle città è legato anche alla ricerca di livelli di qualità residenziale, urbana ed ambientale che debbono essere riconosciuti nel loro valore intrinseco. In questo senso, l'aumento delle distanze percorse rispecchia la reazione dei consumatori all'incremento delle possibilità di scelta, derivante dalla riduzione dei costi di trasporto. E' un effetto coerente con le più classiche descrizioni dei processi di sviluppo conseguenti all'«apertura» di un territorio.

Tuttavia, alcuni elementi evidenziati dalle analisi condotte indicano che c'è dell'altro. Gli effetti diretti delle politiche dell'offerta (la riduzione dei costi di trasporto) si manifestano in tempi assai più rapidi di quelli indiretti (le trasformazioni territoriali), ed esiste chiaramente la possibilità che le modifiche di comportamento, definite nel breve periodo, non tengano conto degli effetti di medio termine. Tipicamente, la costruzione di una nuova penetrazione autostradale metropolitana può indurre i singoli cittadini a cercare una nuova casa fuori città, fidando sui ridotti tempi di percorrenza per giungere al luogo di lavoro; ma se questo ragionamento è fatto proprio contemporaneamente da un gran numero di cittadini, i tempi di percorrenza tornano ad aumentare indebolendo le basi stesse del processo, e mettendo potenzialmente a rischio le motivazioni originarie di coloro che si sono trasferiti.

Se poi le medesime attese sono fatte proprie anche dai grandi attori territoriali (che possono ad esempio decidere la chiusura dell'ospedale periferico a favore di quello centrale, reso ormai più accessibile dalla presenza della nuova autostrada), è agevole evidenziare che non sempre l'incremento della *mobilità* si traduce in un corrispondente aumento dell'*accessibilità*.

In questo senso, la forte inerzia dei sistemi territoriali rappresenta un elemento di equilibrio, rispetto al trionfo della motorizzazione individuale: le iniziali promesse di libertà di movimento sono rispettate soltanto in parte, e la mobilità quotidiana si trasforma anche in un pesante *obbligo* per gli attuali stili di vita metropolitani.

La costruzione di un sistema territoriale *transport intensive* rappresenta un problema tipico delle società industriali avanzate, che conoscono tutte, seppur in misura differenziata, problemi di congestione a scala urbana e metropolitana. Essa assume però in Italia un profilo particolarmente deformato, a causa della *miopia* di molte politiche infrastrutturali (e territoriali), che hanno finito per contrapporre la mobilità sulle lunghe distanze a quella di breve e medio raggio.

Come si è evidenziato nei paragrafi precedenti, l'evoluzione della domanda di mobilità, conosciuta negli ultimi decenni nel Nord Italia, ha riguardato soprattutto i sistemi metropolitani di scala regionale; gli scambi di lungo raggio con le aree macroregionali contermini (traffico transalpino e transappenninico), pur essendosi caratterizzati anch'essi per tassi di crescita sostenuti, sono stati sistematicamente dominati dall'evoluzione degli spostamenti interni.

Per contro, gran parte della politica dei trasporti, condotta nel medesimo periodo, ha teso a rispondere in via del tutto prioritaria alle esigenze della mobilità di medio-lungo raggio: si pensi all'Autostrada del sole, che doveva collegare Milano a Roma e Napoli, od anche soltanto al risalto del tutto sproporzionato attribuito, in area milanese, al ruolo del nuovo aeroporto di Malpensa (dove ogni giorno transita un numero di passeggeri inferiore a quello della stazione ferroviaria di

Milano Lambrate). Ancor oggi, dopo aver costruito strade di grande comunicazione ed autostrade di collegamento fra i grandi poli metropolitani, trafori stradali e corrispondenti raccordi con la grande rete nazionale, si favoleggia di corridoi multimodali a scala continentale (da Lisbona a Kijev), destinati a servire una quota decisamente ridotta, e non problematica, della domanda di trasporto attuale.

Per converso, si sono trascurati i necessari interventi di adeguamento delle reti locali, né si è intervenuto per rispondere ai problemi dell'accesso ai poli urbani. Non si sono affrontate le complesse problematiche della mobilità metropolitana e regionale, né si è risposto in maniera organica alle tematiche dell'accessibilità ai servizi di uso quotidiano.

Questo strabismo rispecchia probabilmente alcune tipiche distorsioni del nostro sistema politico. In un contesto fortemente corrotto, caratterizzato da poche verifiche di merito e dal continuo ricorso a forme opache di discrezionalità, i decisori manifestano una scarsa propensione a valutare le azioni programmate, ed una tendenza ad aggregarle in pochi grandi interventi, facilmente negoziabili in ambienti riservati. Le «grandi opere» sono spesso apprezzate, oltre che per il loro carattere *simbolico*, anche per il loro maggiore *rendimento politico* a fronte dell'impiego di risorse di attenzione scarse.

Questo modo di operare, però, tende a premiare sistematicamente le sole componenti di lungo raggio della domanda di mobilità, trasformandosi, di fatto, in un ulteriore incentivo alla diffusione urbana e metropolitana, al di fuori di qualunque coerente politica territoriale, finalizzata a governare la domanda di mobilità che ne deriva. I risultati sono sotto gli occhi di tutti: le autostrade che conducono ai grandi poli metropolitani traboccano di traffico di breve percorrenza, mentre quelle che avrebbero dovuto servire inesistenti flussi di scambio a scala continentale restano malinconicamente vuote; i treni di serie A, dedicati ai collegamenti interpolo di lunga distanza, sono destinati a viaggiare su linee dedicate, e pertanto sottoutilizzate, mentre merci, pendolari e passeggeri di medio raggio, che rappresentano la maggior parte della domanda, dovranno continuare a spartirsi una rete storica spesso inadeguata alle esigenze della mobilità metropolitana.

E' molto dubbio che questo modo di operare costituisca un modo efficace di sostenere lo sviluppo economico attraverso la politica dei trasporti: se è forse possibile sostenere che le politiche degli anni Cinquanta e Sessanta hanno contribuito – sebbene in forma largamente non intesa - allo sviluppo economico della «terza Italia», è ben più difficile immaginare che i meccanismi messi in atto allora possano svolgere un ruolo ancora positivo in un contesto profondamente mutato. Nel Nord Italia i problemi prioritari sono quelli del riordino e della razionalizzazione degli schemi di mobilità formati negli ambiti di diffusione insediativa, cioè in quel 25% del territorio, dove si concentra il 75% della popolazione (circa 20 milioni di abitanti).

L'esperienza degli scorsi decenni insegna che le scelte operative interne alla politica dell'offerta non risultano affatto neutre, ma anzi rivestono un ruolo cruciale nell'indirizzare la domanda. L'evidenza empirica delle diverse relazioni esistenti, a scala locale, tra dotazione infrastrutturale, livelli di mobilità e di traffico, sviluppo economico ed impatto ambientale, suggeriscono che il modello sopra delineato non è stato monolitico, ma ha presentato sfaccettature locali anche nettamente differenziate negli esiti di sostenibilità. L'esistenza di ambiti locali che hanno conosciuto *maggiori* livelli di sviluppo con *minori* impatti ambientali da traffico è un indizio dell'esistenza, su questo versante, di numerose e differenziate opzioni di politica dei trasporti. Nell'ottica della sostenibilità, è importante verificare quali di queste opzioni risultino più efficienti nel garantire uno sviluppo ragionevole del sistema dei trasporti del Nord Italia.

5. Strategie

5.1. Un nuovo quadro di riferimento

Alla luce delle considerazioni sviluppate nel capitolo precedente, durante i prossimi dieci o vent'anni lo sviluppo tendenziale dei trasporti nelle otto regioni dell'Italia settentrionale dovrebbe caratterizzarsi per una intensa crescita della domanda di mobilità (associata soprattutto all'incremento delle distanze medie percorse), a sua volta destinata a tradursi in un forte incremento del traffico stradale ed aereo. A fronte di una tale tendenza, l'andamento del trasporto collettivo (ferroviario e stradale) risulterà insufficiente a mantenere le quote modali odierne. D'altro canto, come si osserva nella fig.5.1.i. (che illustra uno scenario indicativo delle tendenze del sistema a vent'anni), i tassi di crescita del trasporto su gomma sembrerebbero destinati a risultare così elevati da compensare i pur rilevanti avanzamenti previsti sul versante tecnologico; con il risultato di una considerevole crescita dei livelli di congestione, ed anche dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ (+75% rispetto ai valori 1990), tale da far considerare chiaramente irraggiungibile il *target* contenuto nel protocollo di Kyoto (-6% rispetto ai quegli stessi valori).

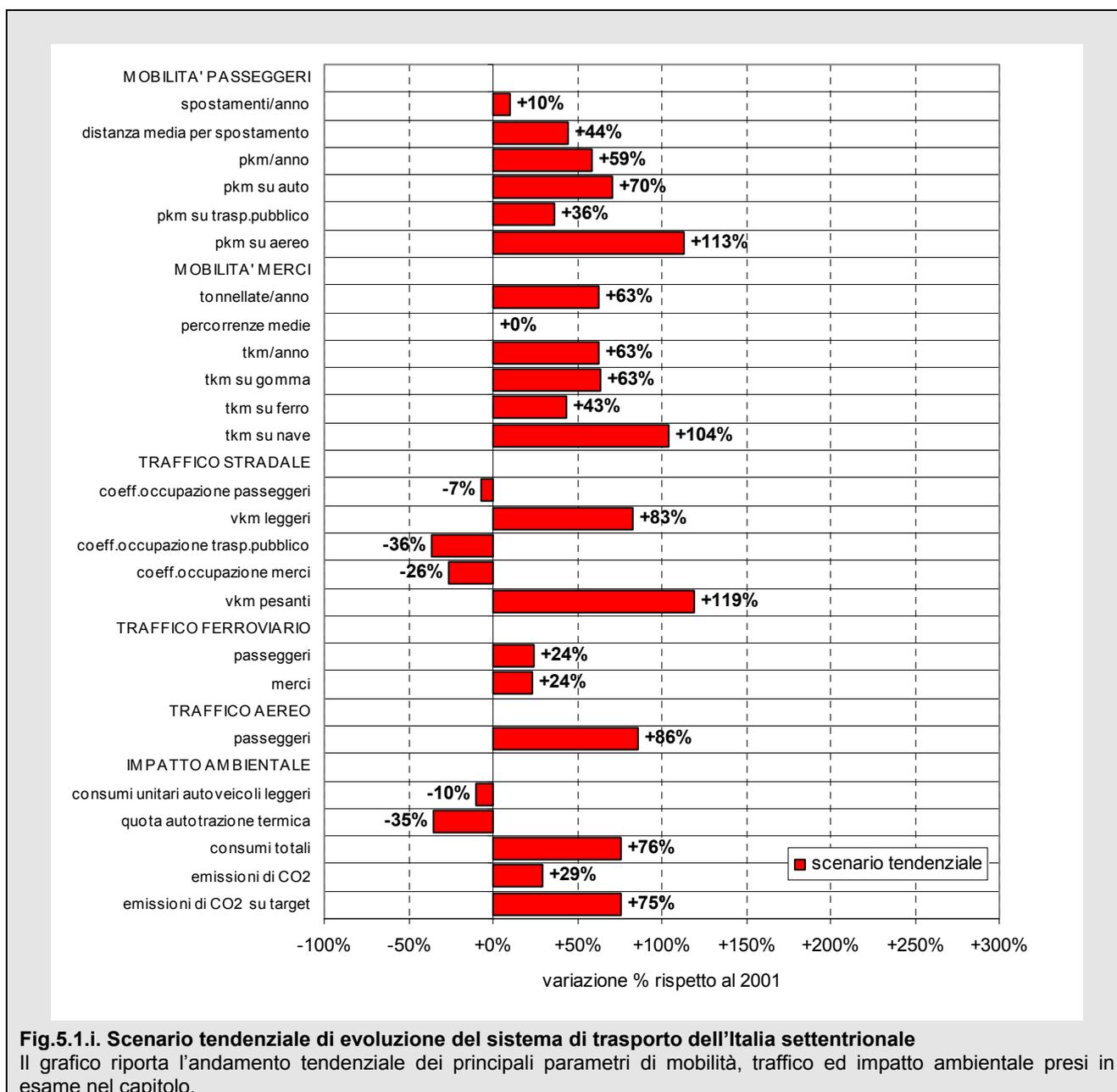


Fig.5.1.i. Scenario tendenziale di evoluzione del sistema di trasporto dell'Italia settentrionale

Il grafico riporta l'andamento tendenziale dei principali parametri di mobilità, traffico ed impatto ambientale presi in esame nel capitolo.

Quali possono essere le linee strategiche per guidare il sistema verso una condizione di maggiore sostenibilità, riducendo l'impatto **I** (qui esemplificato dalle emissioni di CO₂) senza mettere a rischio lo sviluppo economico **E**? Mantenendosi sulla falsariga delle analisi sin qui sviluppate, è evidente che, una volta definita una qualunque soglia massima per l'impatto ambientale **I**, la misura della crescita economica sostenibile è data dal ritmo di variazione dei parametri tecnologici $i=I/T$, di offerta $t=T/D$ e di domanda $d=D/E$.

In questi termini, se si assume che nel corso del prossimo decennio, grazie alla graduale introduzione nel parco veicolare di mezzi ibridi od alimentati a *fuel cell*, i coefficienti medi unitari di emissione di CO₂ degli autoveicoli possano ridursi del 20-25%, a parità di altre condizioni la stabilizzazione dei livelli di emissione *attuali* sarebbe conseguibile soltanto in presenza di tassi di incremento del traffico dell'ordine del 2% annuo, ovvero di una tendenza alla crescita circa dimezzata rispetto a quella rilevata dal 1980 ad oggi¹. Se poi si volessero effettivamente conseguire gli obiettivi del Protocollo di Kyoto (emissioni ridotte del 26% rispetto ai valori odierni), sarebbe necessario ricorrere a questo potenziale tecnologico per intero, *congelando i volumi di traffico ai livelli attuali*.

Provando a sviluppare il ragionamento in termini opposti, il decremento delle emissioni medie unitarie di anidride carbonica, capace di garantire il conseguimento degli obiettivi di Kyoto pure in presenza di tassi di crescita del traffico dell'ordine del 4% annuo, è pari al 50% circa in dieci anni: un valore che non può essere conseguito facendo ricorso alla sola trazione ibrida, e che richiederebbe una composizione del parco veicolare già dominata dalle celle a combustibile all'orizzonte 2010 (il che appare largamente improbabile, e non scevro da ulteriori problemi).

Alla luce di queste evidenze di ordine puramente algebrico, è difficile assumere che il perseguimento degli obiettivi ufficiali di sostenibilità ambientale possa essere affidato unicamente alle politiche di tipo tecnologico, che pure sono destinate a svolgere un ruolo essenziale per la riduzione dell'impatto ambientale del sistema. Conseguentemente, la definizione di una ragionevole ed efficace politica per la sostenibilità nel campo dei trasporti richiede di modificare l'andamento tendenziale anche di altri gruppi di parametri, a cominciare da quelli di tipo $t=T/D$, capaci di limitare il traffico **T** (o di orientarlo sui modi meno impattanti) senza mettere in discussione i tassi di crescita della domanda **D**. Questo gruppo di fattori è tradizionalmente associato alle politiche di riequilibrio modale, il cui ruolo per la riduzione dell'impatto risulta tuttavia limitato proprio dalle condizioni di forte squilibrio in cui versa il funzionamento del sistema. Anche in questo caso, il problema è prima di tutto algebrico: se consideriamo l'esempio del trasporto ferroviario di passeggeri (che serve attualmente il 9% della domanda, con fattori di emissione di CO₂ per pkm trasportato non inferiori ad un terzo del trasporto stradale), non è difficile dimostrare che, mantenendo fermi i tassi di crescita della domanda, un suo eventuale *raddoppio* si tradurrebbe, sul fronte delle emissioni totali di CO₂, in un incremento del 45% contro un dato tendenziale del 50%. Un poco più promettenti sembrano essere gli interventi che, modificando i modi d'impiego degli autoveicoli privati, godono del vantaggio di agire sulla parte più cospicua della mobilità complessiva (lo stesso risultato, ottenibile raddoppiando il traffico passeggeri ferroviario, può essere ottenuto facendo crescere del 3,6% il tasso medio di occupazione delle autovetture...).

Dunque, il contributo ottenibile attraverso le politiche dell'offerta appare oggi limitato. Vista l'insufficienza degli interventi di carattere tecnologico, questo genere di politiche mantiene un suo significato (tanto maggiore quanto più si proietta in un futuro caratterizzato da maggiore equilibrio modale), ma non esaurisce il problema. Conseguentemente, una efficace politica della sostenibilità nel campo dei trasporti non può fare a meno di influenzare i parametri $d=D/E$, *disaccoppiando* lo sviluppo economico dalla crescita della domanda di mobilità, passeggeri e merci.

¹ E' significativo ricordare che la valutazione ambientale del Piano Generale dei Trasporti e della Logistica (strumento che, pur apparendo oggigià desueto, è entrato in vigore soltanto da due anni) affidava il conseguimento degli obiettivi ambientali ad un'ipotesi decisamente contenuta delle tendenze di crescita del traffico.

Il tema del graduale disaccoppiamento fra parametri **E** e parametri **D** rappresenta indubbiamente una novità per l'Italia, ma non può certo essere ritenuto "rivoluzionario", se si considera che esso è parte integrante del dibattito settoriale da almeno vent'anni, tanto da far parte anche del recente libro bianco UE (secondo il quale risolvere le problematiche ambientali senza rimettere in causa la competitività e lo sviluppo richiede "... il progressivo sganciamento fra crescita dei trasporti e crescita dell'economia ...")².

D'altro canto, il quadro analitico sviluppato nel capitolo 4 ha evidenziato che, al di là della correlazione generale esistente fra i due termini, il rapporto fra andamento dell'economia ed evoluzione della domanda di mobilità, esaminato da un punto di vista empirico, appare tanto articolato da far risultare quasi insussistente ogni ipotesi di una loro mutua necessità (tanto più in un contesto economico dominato dalla deindustrializzazione e dalle nuove tecnologie). Pertanto, non è assolutamente detto che, anche a parità di condizioni, una riduzione dei tassi di crescita della domanda debba necessariamente tradursi in un rallentamento della crescita economica.

Alla luce di tutte queste considerazioni, appare evidente che una politica di sostenibilità per il sistema di trasporto del Nord Italia dovrebbe mirare al triplice obiettivo di:

- incentivare ed orientare l'innovazione tecnologica;
- riorganizzare l'offerta di trasporto rendendo più efficienti i singoli modi ed incrementandone l'integrazione reciproca;
- controllare la crescita della domanda di mobilità.

Lo sviluppo di una politica di questo genere richiede un profondo rinnovamento delle attitudini maturate nel corso degli scorsi decenni. Un modello alternativo, capace di fornire risposte più efficaci al problema, non dissimile dalle esperienze europee più avanzate (cfr.fig.5.1.ii), dovrebbe coniugare gli interventi sulle prestazioni ambientali delle tecnologie in uso (oggetto del paragrafo 5.2) con un attento monitoraggio di tutti i parametri tipici del funzionamento del sistema (ivi compresi quelli relativi allo sviluppo economico e territoriale, che determina la domanda di mobilità), che consenta di affiancare ai tradizionali interventi sui parametri di offerta (paragrafo 5.3), anche azioni mirate al governo della domanda di mobilità (paragrafo 5.4).

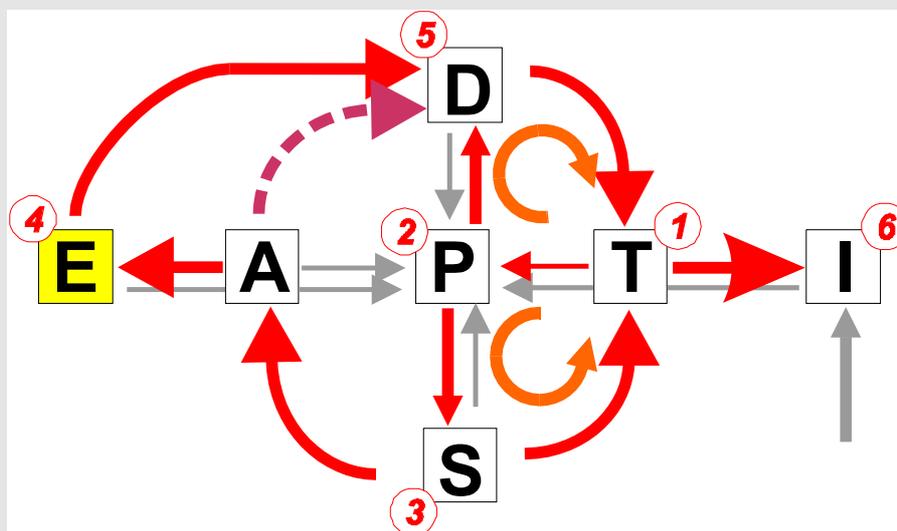


Fig.5.1.ii. Un modello alternativo per le politiche dei trasporti

In questo modello integrato, uno degli obiettivi fondamentali della politica dei trasporti è quello di assicurare tassi di crescita del traffico **T** sostenibili, cioè commisurati al tasso di innovazione tecnologica che presiede alla relazione **T** → **I**. Per fare ciò, ai tradizionali interventi sull'offerta **S** si affiancano azioni di governo della domanda **D**, finalizzate ad assorbire e/o compensare gli stimoli endogeni generati dalle variazioni di accessibilità **A**, in modo tale da legare in modo diretto gli incrementi di traffico alla crescita economica **E**.

² Vedi: Commissione Europea; *La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte*; libro bianco, Bruxelles, 2001; p.15.

5.2. Orientare l'innovazione tecnologica

L'innovazione tecnologica, finalizzata a ridurre il livelli d'impatto **I** per unità di traffico **T**, ha fino ad oggi rappresentato l'elemento principale delle politiche ambientali applicate ai trasporti. Essa è destinata, peraltro, a svolgere un ruolo fondamentale anche negli anni a venire.

In particolare, nessuna politica volta alla sostenibilità dello sviluppo può ragionevolmente rinunciare al contributo potenzialmente derivante dall'evoluzione dei sistemi di propulsione, che lascia intravedere (non più necessariamente a lungo termine), un salto tecnologico di grande rilievo soprattutto sul versante delle prestazioni ambientali del sistema. E' un'evoluzione che va incentivata, ed anzi accelerata, non soltanto attraverso la graduale introduzione di *standard* tecnologici più restrittivi, ma anche attraverso interventi specifici di sostegno, volti a facilitare la rapida adozione delle nuove tecnologie mano a mano che esse si rendono disponibili.

Questo genere di sostegno è importante perché, oltre ad accelerare il ritmo dell'innovazione, introduce anche elementi capaci di orientarla verso obiettivi di significato pienamente pubblico. Infatti, lungi dal rappresentare un'evoluzione "naturale" della scienza e della tecnologia, l'innovazione è sempre frutto di una complessa interazione fra lo sviluppo delle conoscenze scientifiche relative ai processi produttivi e le dinamiche di mercato capaci di influenzare la produzione stessa. In un contesto orientato alla sostenibilità, è importante che tale interazione non si sviluppi in modo tale da ridurre, od addirittura annullare, i vantaggi teoricamente conseguibili attraverso l'adozione di nuove tecnologie od il miglioramento di quelle esistenti³. Per evitare rischi di questo genere, gli interventi di sostegno all'innovazione tecnologica dovrebbero sempre incentivarne l'orientamento ai modi d'uso reali ed alle relative problematiche di efficienza.

PUNTO 1: FAVORIRE L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA

Se consideriamo i successivi *step* della normativa europea riguardante le emissioni di inquinanti atmosferici delle autovetture (euro III, euro IV ed euro V), osserviamo che, nel corso dei prossimi dieci anni, i corrispondenti limiti sono destinati a ridursi a circa 1/5 dei valori attuali. Un obiettivo così ambizioso è probabilmente incompatibile con le tecnologie tradizionali di propulsione termica, e costituisce pertanto un notevole incentivo per il graduale passaggio a tecnologie di diverso tipo. L'evoluzione oggi ritenuta più probabile prevede, nel medio-breve periodo, la graduale introduzione di autovetture ibride (trazione termica+elettrica), seguita a più lungo termine dalla loro sostituzione con autovetture azionate da celle a combustibile.

E' importante osservare che l'evoluzione delle normative antinquinamento, pur rappresentando una politica squisitamente *command and control*, determina a parità di altre condizioni un incremento del costo di acquisto degli autoveicoli, e comporta dunque in ogni caso un certo livello di internalizzazione dei costi esterni generati dal sistema.

Questo genere di considerazioni, da un lato, giustifica l'introduzione di incentivi pubblici al ricambio del parco, ma, dall'altro, introduce alcuni elementi di cautela: ogni riduzione del costo di acquisto sopportato dagli utenti tende infatti a tradursi in una ridotta percezione dei costi reali di utilizzo dell'autoveicolo. La questione dei costi percepiti riguarda non soltanto il loro livello assoluto, ma anche la loro struttura, in quanto le politiche di internalizzazione che gravano sui costi fissi (acquisto del veicolo), e non su quelli variabili (esercizio), tendono a tradursi in un incentivo implicito all'uso del veicolo stesso.

D'altro canto, non è vero che il massimo beneficio ambientale è ottenuto in presenza della massima velocità di ricambio del parco: esiste in realtà una velocità ottima, dipendente dal tasso di innovazione tecnologica e dai livelli di impatto ambientale associati alla produzione ed allo

³ Il caso forse più eclatante è quello degli incrementi di efficienza dei veicoli stradali, compensati dall'aumento delle loro dimensioni e dei loro pesi.

smaltimento dei veicoli (che rappresentano altrettanti “costi fissi” ambientali, da ammortizzare nel corso della vita utile del veicolo stesso).

Per questo motivo, una corretta ed efficace politica di incentivi all’innovazione tecnologica dovrebbe mirare non tanto alla completa sostituzione dei veicoli, quanto piuttosto all’accentuazione della loro modularità, in modo tale da consentire, per esempio, il cambiamento del motore a metà della vita utile (come già avviene per alcuni veicoli commerciali) al fine di ridurre l’obsolescenza dei veicoli sotto il profilo delle prestazioni ambientali.

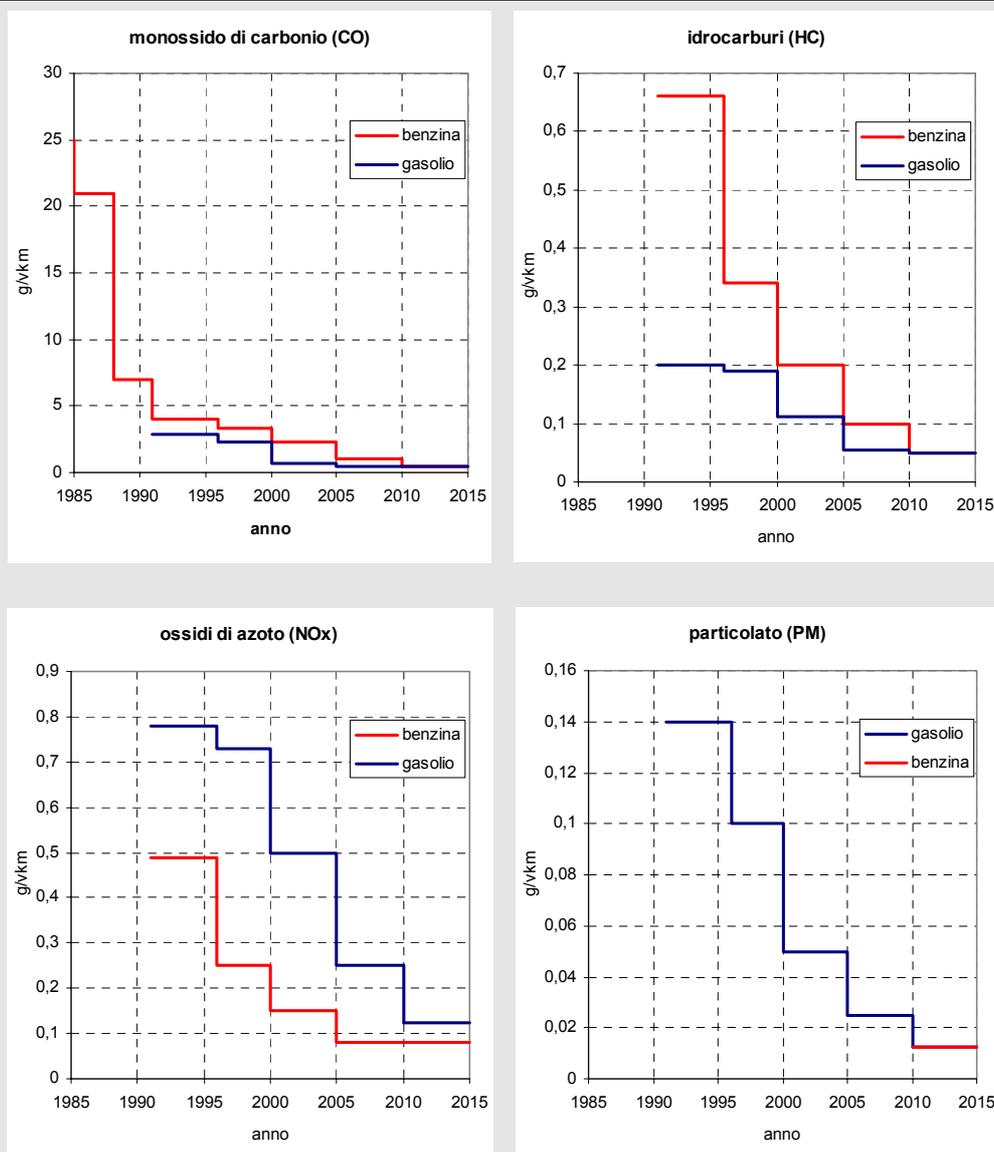


Fig.5.2.i. Evoluzione dei limiti di emissione unitari per veicoli leggeri (1985-2015)

I grafici evidenziano l’evoluzione dei limiti di emissione unitari per autoveicoli leggeri a benzina ed a gasolio, sulla base delle normative UN-ECE, Euro e del loro previsto sviluppo. Come si osserva, nel passaggio dalle normative attualmente in vigore (euro III) a quelle previste fra una decina d’anni (euro V), questi limiti subiscono una riduzione dell’ordine dell’80% più o meno in tutti i casi.

E’ un valore decisamente elevato, il cui conseguimento richiederà probabilmente la transizione a motori di tecnologia differente dall’attuale (*fuel cell* od ibridi).

Assumendo cautelativamente che, dati i tempi per il ricambio del parco veicolare circolante, tale riduzione si espliciti in realtà nel giro di 15 anni, un obiettivo di riduzione del 50% delle emissioni totali è conseguibile anche in presenza di tassi di crescita del traffico dell’ordine del 5-6% annuo. Tale considerazione, tuttavia, non riguarda i consumi energetici e le emissioni di CO₂.

PUNTO 2: ORIENTARE L'INNOVAZIONE SUI MODI D'USO REALI

Un aspetto non secondario dell'innovazione tecnologica riguarda il suo rapporto con le altre prestazioni fornite dal sistema di trasporto. Infatti, non sempre gli *standard* ambientali risultano neutri rispetto ai modi d'uso reali delle tecnologie, e questo può comportare importanti distorsioni sul versante dell'impatto finale, determinato dalle prestazioni *effettive* in condizioni di normale esercizio.

Consideriamo per esempio il caso dei limiti alle emissioni atmosferiche dei veicoli industriali. Per tenere conto dell'ampio ventaglio dimensionale che caratterizza questo genere di autoveicoli (dal furgone all'autotreno), questi limiti non sono definiti in termini assoluti come per le auto, bensì in termini relativi alla potenza erogata dal motore (vedi fig.5.2.ii).

E' probabile che questo fatto non sia risultato estraneo all'attuale corsa all'incremento delle potenze installate: se solo 15 anni fa difficilmente un autoarticolato disponeva di potenze superiori ai 350/380 CV, oggi sono in commercio veicoli che dispongono di oltre 600 CV, mentre sono normali potenze dell'ordine dei 450-500 CV. Ne è ovviamente conseguita una parziale erosione dei coefficienti medi di emissione del parco effettivamente circolante (cfr.fig.5.2.ii).

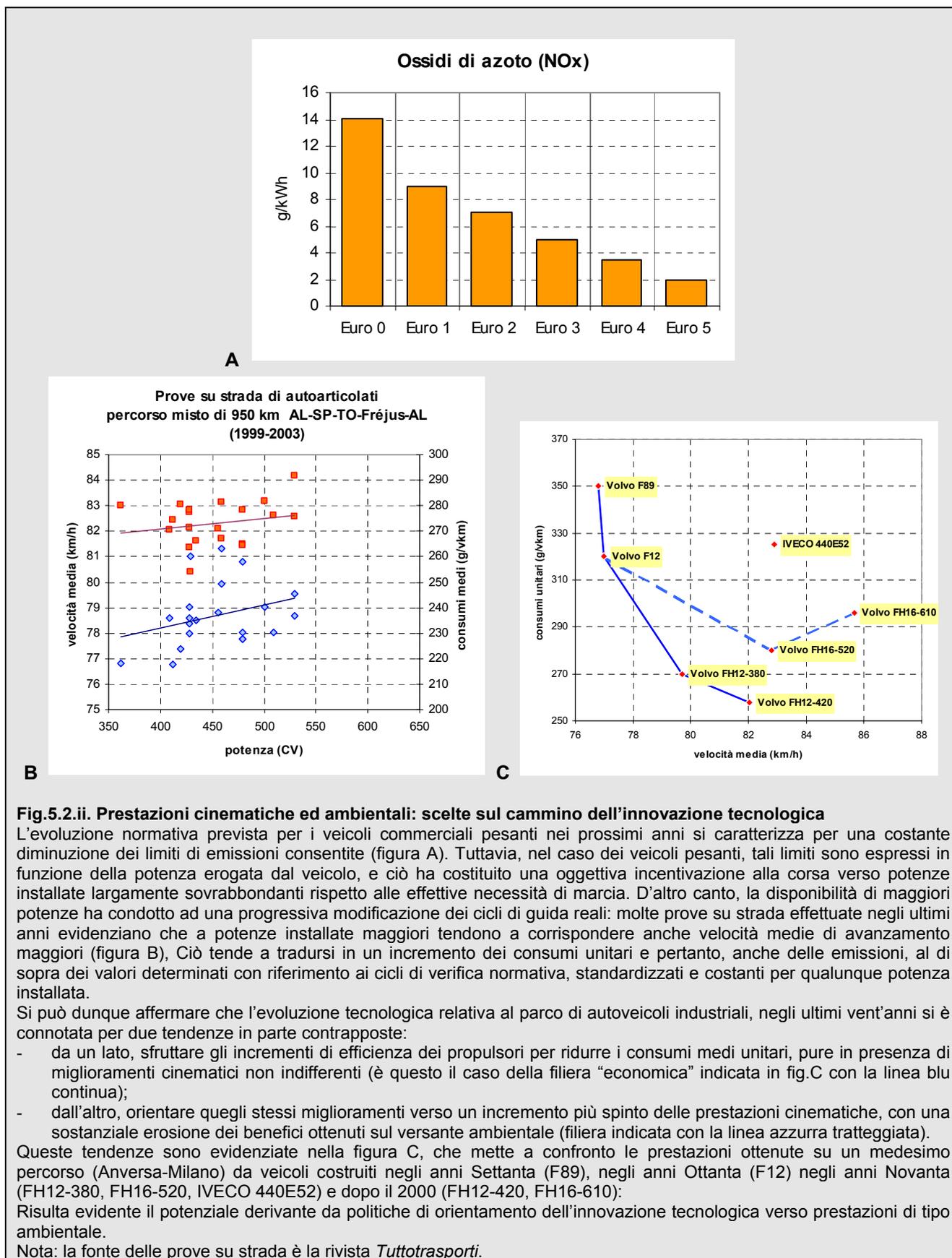
L'incremento delle potenze installate ha avuto poi un secondo effetto di rilievo: la modifica dei cicli di marcia reali. Disponendo di maggiore potenza, i conducenti dei veicoli industriali tendono a conseguire prestazioni cinematiche più spinte (ad esempio mantenendo velocità elevate anche in tratte stradali ondulate, fino a pochi anni fa in grado di determinare sensibili decrementi delle medie orarie). Ovviamente, tutto questo, in termini ambientali, ha un costo: a parità di ogni altra condizione, affrontare un tratto autostradale anche soltanto a 90 anziché 80 km/h comporta un incremento dei consumi energetici dell'ordine dell'8%. Questo effetto può essere tale da compensare la maggiore efficienza e le migliori prestazioni ambientali talvolta offerte, *a parità di ciclo di marcia*, dal motore più potente rispetto a quello meno potente.

Un esempio per molti versi analogo è quello dei cosiddetti *Sport Utility Vehicles* (SUV), oggi molto di moda. Per il loro ufficiale orientamento ad utilizzi "speciali", questi veicoli sono in genere sottratti alle normative antinquinamento; ma anche laddove fossero soggetti a norme del tipo sopra esposto, essi finirebbero per presentare prestazioni energetiche decisamente peggiori di quelle delle normali autovetture. La ragione è semplice: l'energia cinetica di un veicolo di 3 tonnellate è sempre pari al triplo di quella di una normale autovettura (influenzando anche l'inerzia del veicolo, la differenza di peso gioca un ruolo ancor più rilevante nelle situazioni caratterizzate da frequenti frenate ed accelerazioni, quali tipicamente la guida urbana).

D'altro canto, è l'intero parco veicolare circolante a caratterizzarsi oggi per un sensibile sovradiimensionamento delle potenze installate, atte forse a garantire prestazioni di punta tanto elevate quanto rare da raggiungersi nelle normali condizioni di traffico, ma anche ad incentivare in tali condizioni una condotta di guida meno favorevole dal punto di vista del contenimento dei consumi energetici e delle emissioni atmosferiche ed acustiche.

Una compiuta politica tecnologica, orientata alla sostenibilità del sistema di trasporto, deve dunque perseguire il miglioramento delle prestazioni ambientali innanzi tutto nelle condizioni d'uso *effettive*, avendo cura che il graduale inserimento di tecnologie più avanzate non incentivi, collateralmente, modifiche di tali condizioni in senso sfavorevole all'obiettivo finale. Occorrerebbe in tal senso garantire una migliore aderenza delle tecnologie alle condizioni d'esercizio più frequenti, ad esempio incentivando la costruzione di veicoli più leggeri e meno potenti, adatti all'uso urbano e suburbano.

Il *downsizing* delle potenze installate, fra l'altro, rappresenterebbe una misura efficace anche sul versante della sicurezza stradale: come peraltro evidenziato dallo stesso Piano Generale dei Trasporti e della Logistica, che trattava questo tema in pagine di grande interesse, ma evidentemente di molto minor richiamo per i decisori politici rispetto a quelle sulla rottamazione.



5.3. Sviluppare un sistema di trasporto integrato

Nel quadro di una politica dei trasporti orientata alla sostenibilità ambientale, gli interventi sull'offerta dovrebbero essere indirizzati a due obiettivi fondamentali:

- rendere più efficienti i singoli modi di trasporto (per esempio incrementando i coefficienti di occupazione dei veicoli, sì da ridurre il traffico **T** a parità di domanda servita **D**);
- orientare la ripartizione modale dei flussi sulle modalità di trasporto più efficienti dal punto di vista ambientale (per esempio incentivando l'uso del trasporto pubblico in contesto urbano).

Questo doppio ordine di obiettivi può essere perseguito attraverso interventi di molti generi differenti, basati sul potenziamento delle reti infrastrutturali, sulla riorganizzazione dei servizi, sulla modulazione delle tariffe, ecc... L'approccio tradizionalmente adottato in Italia, si è fondato tipicamente sulla definizione di ambiziosi programmi di sviluppo infrastrutturale, che, pur fondandosi su un generico richiamo all'obiettivo del riequilibrio modale, finivano per premiare indifferenziatamente un po' tutti i vettori (secondo la logica dei "corridoi plurimodali"): con il triste risultato di massimizzare le previsioni di spesa pubblica, minimizzando nel contempo gli effetti sulla ripartizione della domanda. Per di più, questa politica ha avuto come effetto generale un contenimento dei costi unitari di trasporto, con conseguente stimolo alla crescita della domanda di mobilità, e del conseguente impatto ambientale.

Quale che sia il giudizio su questo approccio, è evidente che la costruzione di una politica orientata alla sostenibilità ne richiede il superamento in senso più mirato e selettivo. La teoria economica indica che, per riuscire efficiente, tale superamento non può prescindere dall'internalizzazione dei costi esterni, in particolare ambientali, generati da ciascun modo di trasporto.

Vista la complessità dei flussi finanziari e fiscali che caratterizzano il settore, internalizzare i costi esterni *non* significa semplicemente aumentare i costi d'uso dell'auto (già gravata da pesanti oneri fiscali) e diminuire quelli del trasporto pubblico (che genera invece pesanti *deficit* alle casse dello Stato). Ciò che occorre è invece un riallineamento della struttura dei costi fissi e variabili, in termini tali da affinare e chiarificare i segnali trasmessi agli utenti del sistema, ottenendo così una modifica dei loro comportamenti di viaggio. In particolare, l'esperienza di altri paesi europei evidenzia l'opportunità di *fidelizzare* l'utenza del trasporto pubblico attraverso una politica di incremento delle tariffe, accompagnata a forti sconti per i possessori di abbonamenti (titoli di viaggio che rispecchiano meglio la struttura dei costi, prevalentemente fissi, dei corrispondenti servizi), e nel contempo di disincentivare l'utilizzo "automatico" del trasporto privato, aumentandone il costo variabile a fronte di un contenimento degli oneri di possesso dei veicoli. Non secondariamente, il riallineamento dei costi dovrebbe associarsi anche ad una più definita allocazione dei corrispondenti flussi fiscali, da utilizzarsi *anche* per mitigare, o quanto meno indennizzare, i danni prodotti dal traffico.

Ma se non si vuole che l'internalizzazione delle esternalità ambientali si trasformi soltanto in una politica "di cassa", è necessario anche che gli utenti del sistema *siano effettivamente in grado* di modificare i loro comportamenti. Ciò significa che nessuna politica di internalizzazione può fare a meno di misure di accompagnamento, volte a riorganizzare l'offerta di trasporto in maniera tale da consentirle di servire efficacemente la domanda di mobilità rimodulata, od anche deviata da un vettore all'altro.

In termini generali, questo significa quanto meno:

- orientare l'offerta di trasporto sui segmenti di domanda prevalenti;
- garantire l'integrazione modale, così da favorire l'uso del modo più adatto per ogni spostamento (o frazione di spostamento).

Poiché nel caso dell'Italia settentrionale i segmenti di domanda assolutamente prevalenti investono il medio e breve raggio, a poco servono i ragionamenti riguardanti la competizione modale sulle lunghe distanze (autostrada/alta velocità ferroviaria/aereo); al contrario, l'organizzazione di ciascun vettore – in particolar modo di quelli terrestri - dovrà essere ricentrata sul tema della massima efficienza, anche ambientale, per la mobilità urbana, metropolitana e regionale.

La domanda di mobilità metropolitana esprime oggi esigenze non soltanto di velocità (commerciali) più elevate, ma anche (e forse soprattutto) di *flessibilità* degli spostamenti. Proprio queste ultime hanno decretato il successo dell'autovettura privata, e nel contempo la crisi del trasporto pubblico, contraddistinto da rigidità derivanti sia da caratteristiche proprie ed essenziali (la *massificazione* dei flussi), sia da elementi ormai obsoleti della loro organizzazione contingente (l'orientamento alla mobilità sistematica di lavoratori e studenti). D'altro canto, sono proprio le caratteristiche di massificazione del trasporto collettivo a decretarne la maggiore efficienza trasportistica, ed anche ambientale – almeno nei contesti in cui risulta possibile aggregare la domanda ad un livello sufficientemente elevato. La costruzione di un sistema di trasporto più integrato dell'attuale passa dunque dalla ricerca di un diverso equilibrio fra concentrazione della domanda sulle direttrici “di massa”, e garanzia a ciascun utente di una organizzazione sufficientemente flessibile dei suoi spostamenti nell'arco della giornata.

Si badi bene che questo diverso equilibrio non risulta necessariamente sfavorevole all'uso del mezzo di trasporto individuale, specialmente laddove esso sia oggetto di una trasformazione tecnologica orientata alla sostenibilità ambientale. E' del tutto ragionevole che l'autovettura possa risultare, di fatto, il modo di trasporto *più efficiente anche sotto il profilo ambientale* per una quota importante della domanda di mobilità. Occorre tuttavia a) comprendere quali siano queste quote, b) aumentare l'efficienza dell'auto a loro servizio e c) garantire modalità d'accesso e d'uso tali da incentivare schemi di mobilità più sostenibili di quelli odierni.

PUNTO 3: POTENZIARE I SERVIZI MERCI MARITTIMI E FERROVIARI

Le analisi condotte sull'evoluzione del sistema di trasporto negli ultimi vent'anni hanno evidenziato che, fra tutti i segmenti di domanda, la mobilità delle merci è quella caratterizzata nel contempo dai maggiori tassi di crescita e dai più consistenti margini di miglioramento delle prestazioni ambientali, conseguibili mediante politiche di trasferimento modale. Questo fatto è molto interessante, perché il trasporto merci su modi alternativi alla strada – essenzialmente ferrovia e navigazione marittima – è stato penalizzato a lungo da un assetto amministrativo obsoleto ed inefficiente, oggi in via di superamento. Nella prospettiva della liberalizzazione, le possibilità di un recupero modale (già in atto per la navigazione marittima, solo prevedibile per il trasporto ferroviario) sono consistenti, anche perché favorite da ulteriori trasformazioni strutturali di rilievo, quali:

- la costituzione del mercato unico europeo, che, comportando la ristrutturazione del sistema produttivo a scala continentale, sta determinando un sensibile allungamento delle distanze medie percorse dai carichi;
- l'ingresso nell'Unione Europea dei paesi dell'Est, che si assocerà certamente ad un effetto simile;
- la selettività delle scelte infrastrutturali condotte dai paesi alpini confinanti con l'Italia (che non prevedono alcun rilevante potenziamento del sistema dei valichi stradali);
- lo sviluppo di operatori logistici multimodali in grado di coordinare catene di trasporto complesse a scala mondiale.

D'altro canto, il potenziamento del trasporto merci marittimo e ferroviario rappresenta un vero e proprio caposaldo della politica europea dei trasporti, che recentemente ha incrementato gli sforzi sul versante della liberalizzazione di questi modi⁴, ed anche su quello del sostegno alla reciproca integrazione (programma Marco Polo).

Questo ragionamento si ricollega in parte alle problematiche del trasporto ferroviario, e più in generale dell'intermodalità terrestre. Se paragonata alla navigazione marittima, la ferrovia soffre certamente di molti ritardi, ben rispecchiati da un andamento assai più deludente delle

⁴ “... senza una concorrenza meglio regolata tra i modi, è utopistico pensare che si possa evitare un nuovo aumento degli squilibri, con il rischio di un quasi monopolio del trasporto merci su strada in un'Unione Europea allargata. occorre dunque controllare la crescita del traffico stradale e aereo e battersi per la ferrovia e gli altri modi rispettosi dell'ambiente, in modo che divengano alternative competitive ...” (libro bianco UE, p.24).

corrispondenti quote modali. Ma le sue potenzialità sono notevoli: valga per tutti l'esempio degli USA, dove essa riesce a coprire il 40% della domanda di trasporto merci.

Il risultato ottenuto oltreoceano non è il frutto di politiche restrittive sul trasporto stradale, bensì di una maggiore efficienza degli operatori ferroviari. Negli USA ed in altri paesi extraeuropei, la ferrovia ha saputo superare molti dei vincoli tecnologici e gestionali tuttora operanti in Italia. Questa evoluzione verso un assetto più efficiente ha dato un esito molto interessante, e tale da sollevare notevoli dubbi sulla reale efficacia della strategia nazionale di "rilancio" del trasporto ferroviario, tutta basata sulla realizzazione delle nuove linee ad alta capacità (nei fatti, un semplice *escamotage* nominalistico per mascherare le suggestioni dell'alta velocità): nel caso statunitense, infatti, i recuperi di produttività e di efficienza sono stati ottenuti producendo treni molto più lunghi e pesanti di quelli europei, ancorché non necessariamente più veloci. In questo caso, l'indirizzo vincente sembra essere stato quello di avvicinare la ferrovia al trasporto marittimo (grandi carichi relativamente lenti) piuttosto che a quello stradale (piccoli carichi relativamente veloci).

Il tema della velocità d'impostazione dei servizi ferroviari merita qualche approfondimento, in quanto influenza molte variabili di tipo ambientale. In particolare, come si osserva nella fig.5.3.i, vi sono molti elementi per ritenere che, a parità di volume di traffico, un minor numero di treni merci relativamente pesanti e lenti risulti non soltanto più efficiente, ma anche meno impattante rispetto ad un maggior numero di treni relativamente leggeri e veloci. Questo accade anche perché, nelle condizioni attuali, la velocità *commerciale* – il parametro che più interessa per determinare qualità e costi del servizio – dipende relativamente poco dall'effettiva velocità d'impostazione dei convogli, e molto più dall'entità delle interruzioni alle frontiere od in altri punti della rete, per mancanza di tracce od altri problemi di esercizio (mancanza di locomotori o di macchinisti...).

Il modo più efficiente per incrementare la produttività dei servizi merci ferroviari pare dunque essere quello di aumentare le dimensioni dei treni, agendo nel contempo sulla riduzione delle pause che determinano un abbattimento della velocità commerciale (nel caso italiano, si può pensare a treni di 1.600 tonnellate, impostati a 70-80 km/h, od anche a treni di 2.000 tonnellate, impostati a 40-50 km/h).

Ovviamente, per conseguire soluzioni di questo genere occorre superare molti vincoli amministrativi e gestionali che, nella situazione dominata dalle compagnie ferroviarie nazionali, diventano anche problemi tecnologici, spesso poco fondati o comunque dotati di soluzioni ampiamente sperimentate in altri paesi⁵. La vischiosità della situazione pregressa è tale da far presumere che essa possa essere superata soltanto con l'ingresso nel settore di operatori più efficienti e/o differentemente motivati rispetto a quelli storici. Nel contempo, occorre anche riconoscere che un forte recupero modale del trasporto ferroviario non tarderà a porre problemi importanti sul versante infrastrutturale. Il problema non è rappresentato tanto dalla *potenzialità* della rete (che, una volta scontato un ragionevole ammodernamento delle linee, tenderà a diventare un vincolo quasi soltanto nelle linee di accesso ai grandi nodi metropolitani), quanto piuttosto dalle sue caratteristiche tecnologiche, certo inadatte a sopportare il transito di convogli molto lunghi e pesanti. Si tratta, dunque di avviare un programma di potenziamento della rete stessa, volto ad adeguare i moduli di stazione, il peso assiale, la potenza immessa in linea, la sagoma limite ed altri parametri fondamentali per garantire la circolabilità di treni così configurati⁶.

⁵ Ad esempio, uno dei parametri critici per la produzione di treni merci molto pesanti è costituito dalla resistenza dei sistemi di agganciamento. I valori massimi ammessi dagli obsoleti regolamenti FS sono in questo caso di quasi dieci volte inferiori a quelli normalmente conseguiti negli USA.

⁶ Si pensi anche soltanto al problema della soppressione dei passaggi a livello, con le sue ovvie implicazioni in uno scenario di esercizio caratterizzato da treni molto lunghi e lenti.

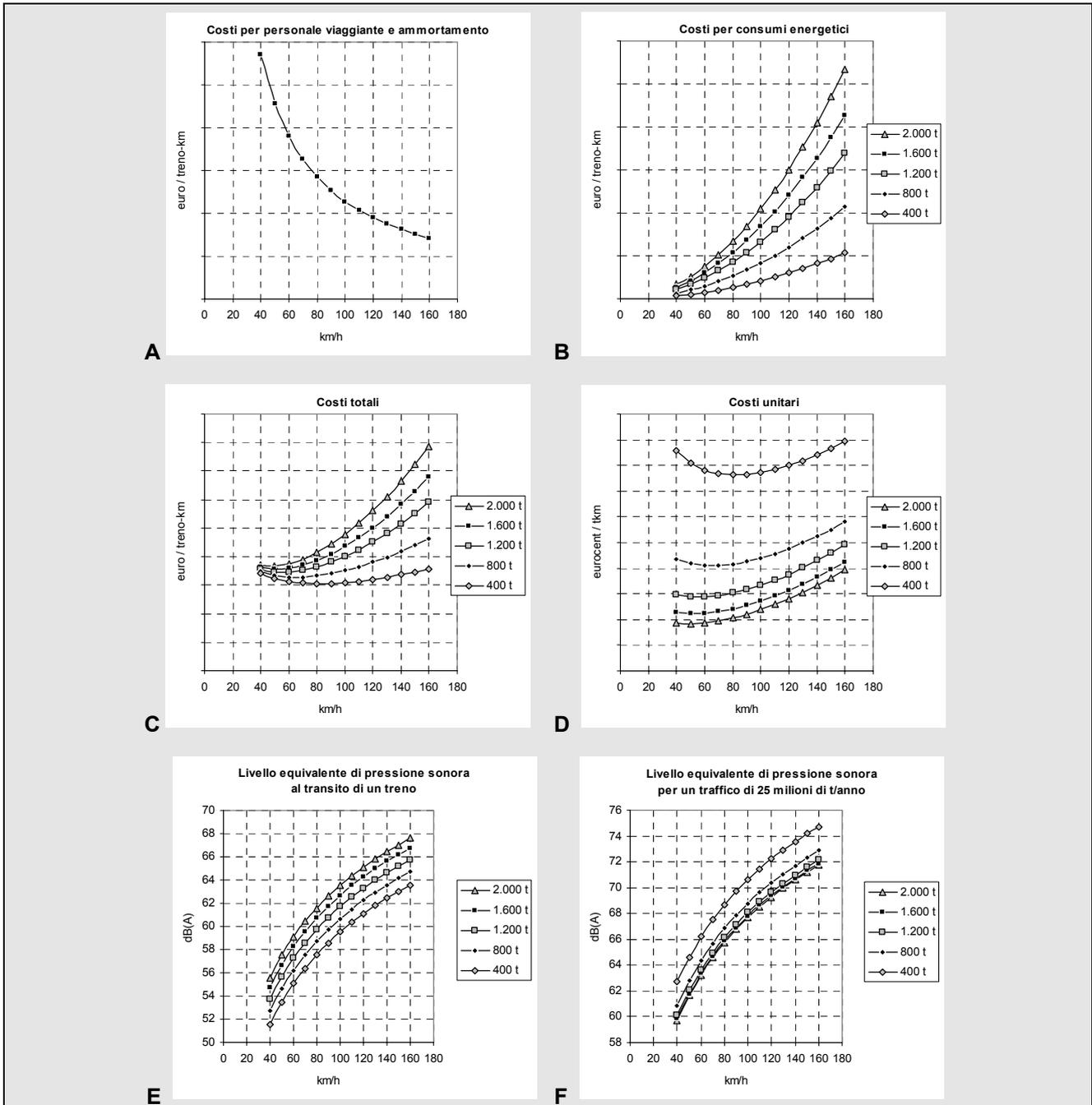


Fig.5.3.i. Riflessioni sull'alta capacità ferroviaria

Il costo di produzione di un servizio di trasporto ferroviario dipende dalla velocità d'impostazione del servizio stesso, il cui incremento determina, da un lato, una riduzione dei costi del personale di guida e dell'ammortamento dei mezzi (fig.A), dall'altro, un incremento dei consumi energetici dovuti per la trazione (fig.B). Nel caso del trasporto merci, che implica treni pesanti con poco personale, l'equilibrio tra queste due tendenze è incerto, tanto che, di norma, è possibile identificare una velocità in corrispondenza della quale i costi assumono un valore minimo – generalmente variabile fra i 50 ed i 100 km/h (fig.C). A parità di altre condizioni, quanto maggiore è il peso del treno, tanto minori sono i costi unitari e tanto più ridotta risulta la velocità alla quale si minimizzano (fig.D).

Da questo punto di vista, il recupero di una buona produttività del servizio merci ferroviario richiede un incremento non tanto delle velocità di impostazione, quanto piuttosto dei pesi trainati. Una strategia ragionevole per il miglioramento di tali servizi, ampiamente sperimentata negli Stati Uniti d'America, prevede di produrre treni molto più lunghi e pesanti degli attuali, ancorché non necessariamente più veloci; e di affidare l'incremento delle velocità commerciali alla riduzione dei tempi di fermata, largamente imputabili a problemi di interoperabilità delle reti e/o di gestione delle tracce orarie.

Un elemento non secondario, ai fini dell'implementazione di una efficiente e sostenibile strategia di alta capacità ferroviaria, riguarda l'inquinamento acustico: infatti, il livello equivalente di pressione sonora emesso da un treno in transito cresce sensibilmente con la sua velocità (fig.E). A parità di volume di merci trasportato, la produzione di pochi treni molto lenti e pesanti comporta livelli di fonoinquinamento decisamente inferiori di quella di molti treni veloci e leggeri (fig.F).

PUNTO 4: RIORGANIZZARE RADICALMENTE IL SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO

Per i passeggeri, le condizioni per un recupero modale del trasporto pubblico sono più critiche che per le merci. Mancano infatti, in questo caso, gli operatori capaci di aggregare intorno a schemi intermodali una domanda di mobilità molto parcellizzata e dispersa, la cui rincorsa attraverso semplici incrementi di offerta è destinata a provocare un decadimento delle prestazioni ambientali del trasporto pubblico sino ai livelli di quello privato. Oltre che onerosa sul versante finanziario, una strategia di questo genere risulterebbe evidentemente poco produttiva anche dal punto di vista della sostenibilità ambientale.

Dunque, la via maestra per un rilancio del trasporto pubblico, finalizzato a ridurre l'impatto ambientale del sistema di trasporto, va ricercata non tanto in un aumento *quantitativo* dei servizi attualmente offerti, ma piuttosto in una loro profonda trasformazione *qualitativa*. Del resto, non v'è oggi chi non veda quanto l'attuale assetto del trasporto pubblico locale e sovralocale soffra di notevolissimi problemi di efficacia, che ne hanno determinato, almeno nei territori della città diffusa una irreversibile obsolescenza rispetto alle mutate esigenze della domanda di mobilità. Reti parcellizzate in una miriade di linee incomprensibili, orari frammentati e non mnemonici, quasi totale assenza di tariffe integrate, rappresentano altrettante caratteristiche atte a rendere i servizi del tutto indigesti per una popolazione che effettua viaggi in modo sempre meno sistematico e con orari sempre più flessibili.

Stando all'esperienza dei paesi europei più avanzanti, l'unico modo ragionevolmente efficace per rispondere ad una domanda di questo genere, senza determinare disastri finanziari, è quello di integrare tutti i servizi di trasporto pubblico in un unico sistema cadenzato e sincronizzato, che garantisca la copertura di numerose direttrici attraverso la sistematica coincidenza tra poche linee, combinate in una rete chiara e leggibile (vedi fig.5.3.ii).

A questo proposito, non è difficile ipotizzare la costituzione di una rete di trasporto pubblico fondata sulla complementarietà fra autolinee e servizi ferroviari opportunamente gerarchizzati. Questi ultimi dovrebbero strutturarsi, innanzi tutto, su una forte armatura di servizi diretti ed interregionali (i più adatti ad attrarre quella domanda di breve e media percorrenza che rappresenta la componente più cospicua della mobilità su gomma), affiancata da servizi regionali potenziati, specie in senso metropolitano intorno alle grandi polarità urbane, e da servizi interpolo opportunamente velocizzati. Per quanto concerne invece le autolinee, fatti salvi i casi di servizi espressi indirizzati sulle direttrici non ferroviarie, nei contesti di diffusione insediativa esse dovrebbero essere organizzate superando l'attuale distinzione tra servizi urbani (confinati in territori troppo ristretti) ed extraurbani (incapaci di servire i principali poli di attrazione della domanda).

Vista la struttura generale della domanda di mobilità, il tema della velocizzazione dei servizi ferroviari passeggeri di medio-lunga percorrenza, collocato al centro delle strategie di investimento nazionali – ed anche delle mire politiche di molte amministrazioni locali – non riveste un significato primario. O meglio, il suo corretto significato non può che risultare correlato alla funzionalità dei servizi locali che, in un contesto di diffusione insediativa, devono rappresentare i fondamentali dispositivi di alimentazione del sistema primario. In tal senso, il modello italiano dell'alta velocità, mutuato da quello francese, sembra poter risultare efficace forse soltanto sulla direttrice Milano-Roma, mentre su tutto il resto della rete la velocizzazione dei servizi ferroviari non può prescindere dalla struttura urbana multipolare che caratterizza, da secoli, il Nord Italia. La corrispondente domanda sembra trovare risposte migliori nel modello tedesco degli *Inter-City Express* (ICE), piuttosto che in quello francese dei *Train Grand Vitesse* (TGV).

Considerazioni non dissimili valgono anche per il trasporto aereo, che rappresenta pur sempre una componente importante del sistema di trasporto collettivo, e che dunque dev'essere meglio integrata alle relative reti terrestri: a partire, evidentemente, dalle connessioni ferroviarie agli aeroporti, da commisurarsi all'effettiva estensione dei bacini di captazione del traffico.

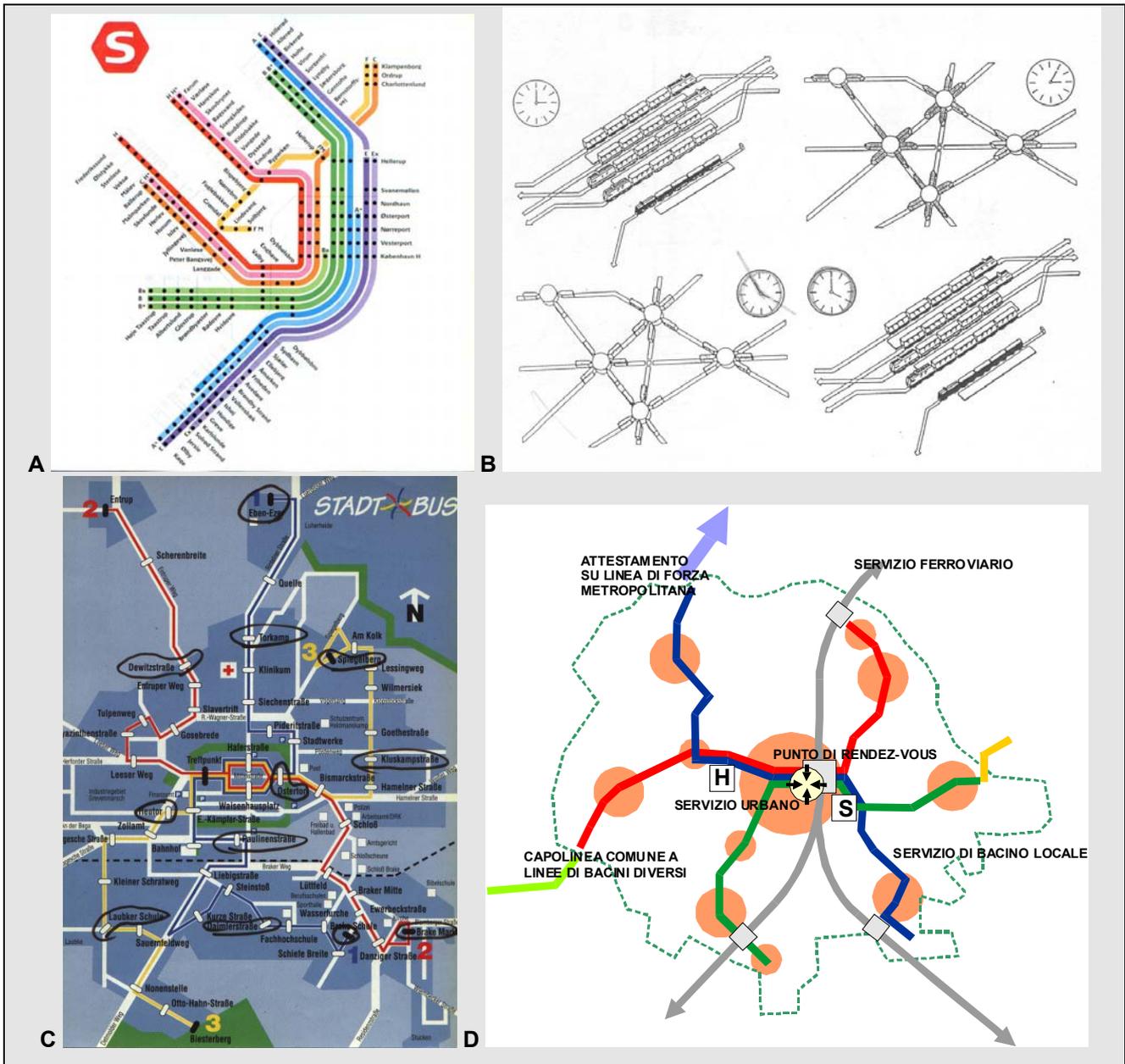


Fig.5.3.ii. Integrazione dei servizi di trasporto pubblico a scala urbana ed extraurbana

Un aumento dell'attrattività del sistema di trasporto pubblico, che non pregiudichi il differenziale esistente fra le sue prestazioni ambientali e quelle del trasporto privato, richiede un miglioramento della *qualità* dei servizi, prima ancora che un incremento della loro *quantità*. La prima e più importante misura finalizzata al miglioramento della qualità risiede nell'integrazione fra i diversi servizi. Nel modello adottato da molti paesi europei, l'integrazione del sistema di trasporto pubblico è ottenuta producendo servizi di trasporto frequenti e cadenzati, composti in una rete leggibile e soggetta ad un unico regime tariffario (fig.A), e sincronizzati fra loro (fig.B). In tal modo le linee di desiderio disperse, tipiche della "città diffusa", vengono servite, nei limiti del ragionevole, attraverso combinazioni frequenti di servizi orientati sulle direttrici di domanda più forti. Questo schema può essere ripetuto anche in sede locale, riconducendo i servizi di trasporto urbano dei poli urbani minori a schemi a *rendez-vous*, sincronizzati con il trasporto ferroviario, o comunque con la rete di forza del trasporto extraurbano (fig.C). A parte le linee principali, da velocizzare, nei territori della città diffusa la distinzione tra servizi urbani ed extraurbani andrebbe superata, per giungere alla strutturazione di sotto-reti di bacino che effettuano contemporaneamente il servizio urbano del comune polo e quello suburbano di raccordo con i centri minori (fig.D). Nelle aree metropolitane, queste sotto-reti possono integrarsi non soltanto con il trasporto ferroviario di livello regionale ed interregionale, ma anche con i servizi ferroviari metropolitani e con la rete di forza del trasporto pubblico urbano dei poli urbani maggiori.

PUNTO 5: FAVORIRE LA MOBILITA' GENTILE

Il tema del sostegno al trasporto pubblico è certamente incompleto senza un accenno alla mobilità pedonale, e ciclistica. Infatti, quasi nessun servizio di trasporto collettivo ha la capacità di servire la domanda di mobilità "da porta a porta"; e l'esperienza dei paesi europei che perseguono da anni politiche di integrazione modale efficaci evidenzia che, per quanto i singoli servizi possano risultare capillari, l'incentivo al loro utilizzo richiede una cura estrema, quasi maniacale, nei confronti dell'accessibilità non motorizzata alle stazioni ed alle fermate.

E' il caso, in primo luogo, della protezione dei percorsi pedonali di accesso, che (anche nell'ottica strategica dei grandi corridoi multimodali), non rappresenta affatto una questione secondaria od irrilevante: tanto da trasformare il grado di copertura territoriale (o demografica) nel raggio pedonale dalle fermate in un parametro essenziale per ogni sistema di trasporto pubblico urbano e metropolitano.

In molti paesi il tema dell'accessibilità pedonale si accompagna sistematicamente a quello della mobilità ciclistica. Il fatto non è senza significato: come si può osservare nella figura 5.3.iii, l'impiego della bicicletta è in grado di amplificare di oltre dieci volte la superficie territoriale servita da singole stazioni o fermate: una qualità che può rivelarsi estremamente interessante negli ambiti relativamente meno densi degli *hinterland* metropolitani e della città diffusa.

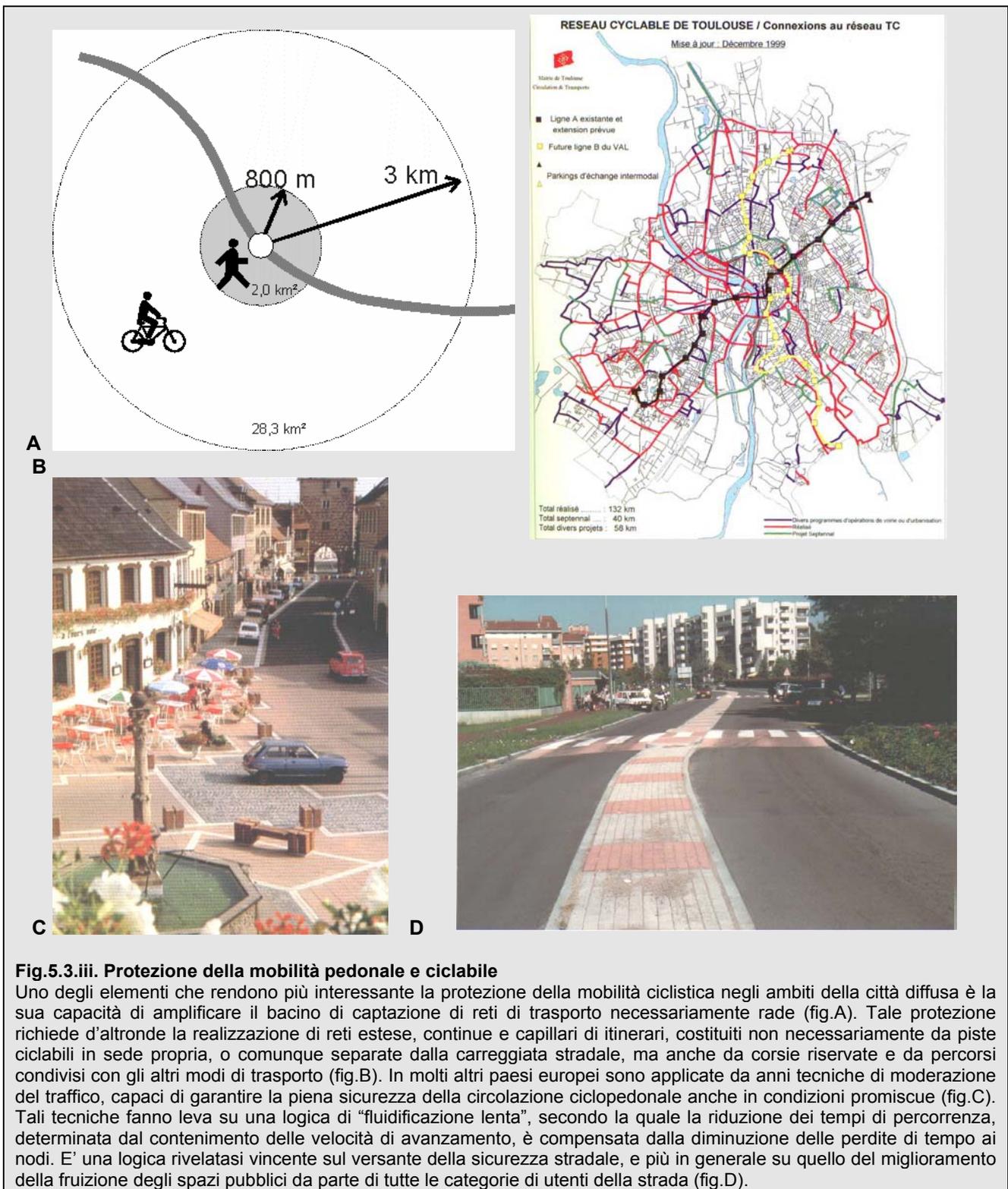
D'altro canto, la mobilità ciclopedonale può rappresentare anche di per se stessa un'efficace alternativa alla mobilità motorizzata. Infatti, una grande quantità di spostamenti motorizzati in campo urbano, ed anche suburbano, si sviluppa su distanze molto ridotte (non oltre i 3-4 km), sulle quali l'uso della bicicletta è certamente competitivo rispetto all'automobile⁷.

Ovviamente, il trasferimento modale dall'auto ai mezzi non motorizzati, che si caratterizzano per un impatto ambientale virtualmente nullo, è un'operazione ad elevata efficacia unitaria che, fra l'altro, tende a determinare benefici anche per gli automobilisti residui (è abbastanza facile dimostrare che, in una condizione mediamente congestionata, chi passa dall'auto alla bicicletta può generare per gli altri automobilisti benefici maggiori che per se stesso).

Ma ancor più in generale, l'incentivazione della mobilità ciclopedonale è di grande significato per il conseguimento dei fondamentali obiettivi di sicurezza stradale e, più in generale, di costruzione di un ambiente "amichevole" per tutti gli utenti della strada (e della città). In questo senso, sono certamente da contrastare le logiche amministrative e progettuali che, al fine di proteggere pedoni e ciclisti, tendono a limitarne le possibilità di circolazione (risale a non molti anni fa una bozza di decreto che vietava la circolazione ciclistica al di fuori dei centri abitati). E' invece necessario perseguire un giusto equilibrio fra le esigenze di tutti i soggetti, garantendo un'opportuna graduazione fra separazione e promiscuità dei flussi motorizzati e non motorizzati.

A tal fine, non vi è molto altro da fare che trasferire le decennali esperienze condotte in quasi tutti i paesi europei sul versante della *moderazione del traffico* e dell'incentivazione della *mobilità gentile*, superando resistenze culturali generalmente basate su puri e semplici pregiudizi, ovvero su una difesa tanto ideologica quanto sterile della prevalenza della circolazione autoveicolare su tutte le altre esigenze d'uso dei limitati spazi urbani e suburbani.

⁷ La competitività della bicicletta su distanze sino a 3 km è frutto, essenzialmente, del suo limitato tempo di accesso ed uscita dal sistema. Assumendo che tale tempo sia di due minuti, il tempo necessario a percorrere 3 km ad una velocità media di 15 km/h è pari a $2 + 3/15 \cdot 60 = 14$ minuti. Assumendo invece per l'auto un tempo di accesso/uscita di 10 minuti (inclusa la ricerca del parcheggio nel luogo di destinazione) ed una velocità media di 35 km/h (in campo urbano), il tempo di percorrenza è pari a $10 + 3/35 \cdot 60 = 15$ minuti.



PUNTO 6: INCENTIVARE UN USO PIU' RAGIONEVOLE DEI MEZZI A MOTORE INDIVIDUALI

Per quanto possano risultare efficaci le politiche volte a sostenere gli altri modi di trasporto, è evidente che la mobilità motorizzata individuale continuerà a svolgere negli anni a venire un ruolo fondamentale, se non ancora dominante.

E' uno scenario che, viste anche le prospettive di innovazione tecnologica riassunte nel par.5.2., non deve scandalizzare. D'altronde, è chiaro che un sistema integrato realmente efficiente non potrà mai fare del tutto a meno del trasporto su gomma, caratterizzato da prestazioni interessanti e probabilmente ineguagliabili in termini di velocità commerciale e flessibilità d'uso. Ma la piena valorizzazione di tutti i modi di trasporto (auto compresa) richiede che la mobilità motorizzata individuale venga ricondotta ai segmenti di domanda che le sono più congeniali, quali in primo luogo gli spostamenti dispersi sulle medie distanze, e che, viceversa, essa venga disincentivata nei casi in cui esistono alternative tecnologiche più efficienti (ad esempio flussi di penetrazione urbana molto massificati, o spostamenti di lunga percorrenza).

Questo richiede in realtà una profonda trasformazione dei modi d'uso, e di possesso, dei mezzi privati.

Nel caso del trasporto passeggeri, il riorientamento della mobilità individuale può fare riferimento a numerose importanti esperienze, volte a promuovere una forte innovazione nell'uso o nel possesso dell'autovettura (*car pooling, car sharing*). Un aspetto interessante di queste esperienze consiste nella loro capacità di riallocare i costi dell'auto, incrementandone la componente variabile e riducendone quella fissa – il che permette di fornire agli utenti segnali di prezzo più aderenti ai costi interni ed esterni effettivamente generati⁸.

Un secondo elemento di interesse consiste nel graduale spostamento dell'autovettura da mezzo in proprietà a *servizio offerto* all'interno di un sistema di trasporto integrato, e selezionabile di volta in volta fra molte possibili alternative. Fra l'altro, uno scenario innovativo di questo genere dovrebbe influenzare anche l'evoluzione tecnologica, adattando l'oggetto-auto modalità d'uso nuove e più avanzate.

A tali tendenze non resterebbe estranea nemmeno una reale politica di liberalizzazione dei servizi taxi, che presenterebbe certamente ampi margini di recupero di efficienza rispetto alla situazione attuale, ormai irrigidita nella difesa di un sistema delle licenze che in molte aree urbane ha determinato una forte carenza di capacità offerta.

La trasformazione degli usi del mezzo motorizzato individuale può anche avvenire a seguito dell'introduzione di pedaggi di efficienza (*road pricing*), secondo l'esempio di diverse città europee. La stessa rete autostradale a pedaggio potrebbe essere oggetto, specie nelle zone più dense (tangenziali urbane), di alcune sperimentazioni volte a modulare l'entità del pedaggio con fini di efficienza, invece che di autofinanziamento.

Il tema della tariffazione e del controllo sui comportamenti dei conducenti è essenziale anche con riferimento all'autotrasporto merci, che ha potuto svilupparsi negli ultimi decenni soltanto grazie ad una considerevole compressione delle normative sulla sicurezza e sui tempi di guida. Una migliore regolamentazione del settore, controlli più severi (resi possibili anche dall'introduzione del tachigrafo elettronico, definita dall'UE), e pedaggi rimodulati rappresentano altrettanti elementi-base per incentivare un uso più ragionevole del trasporto stradale, sia di passeggeri che di merci.

⁸ Un esempio interessante, in corso di introduzione anche in Italia, concerne l'assicurazione RC auto che, anziché essere corrisposta in termini forfettari annui, viene commisurata ai km effettivamente percorsi nel periodo.

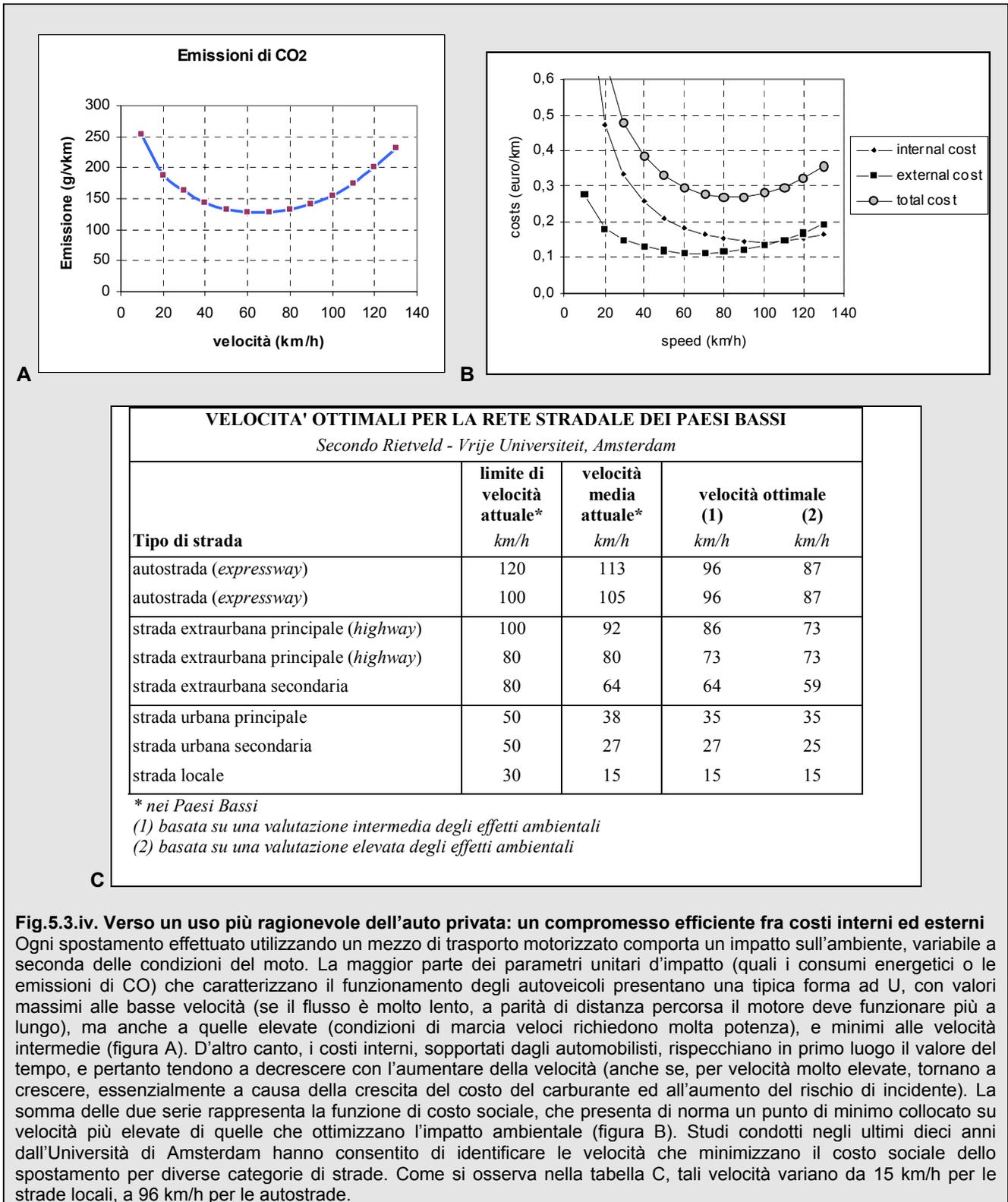


Fig.5.3.iv. Verso un uso più ragionevole dell'auto privata: un compromesso efficiente fra costi interni ed esterni
 Ogni spostamento effettuato utilizzando un mezzo di trasporto motorizzato comporta un impatto sull'ambiente, variabile a seconda delle condizioni del moto. La maggior parte dei parametri unitari d'impatto (quali i consumi energetici o le emissioni di CO) che caratterizzano il funzionamento degli autoveicoli presentano una tipica forma ad U, con valori massimi alle basse velocità (se il flusso è molto lento, a parità di distanza percorsa il motore deve funzionare più a lungo), ma anche a quelle elevate (condizioni di marcia veloci richiedono molta potenza), e minimi alle velocità intermedie (figura A). D'altro canto, i costi interni, sopportati dagli automobilisti, rispecchiano in primo luogo il valore del tempo, e pertanto tendono a decrescere con l'aumentare della velocità (anche se, per velocità molto elevate, tornano a crescere, essenzialmente a causa della crescita del costo del carburante ed all'aumento del rischio di incidente). La somma delle due serie rappresenta la funzione di costo sociale, che presenta di norma un punto di minimo collocato su velocità più elevate di quelle che ottimizzano l'impatto ambientale (figura B). Studi condotti negli ultimi dieci anni dall'Università di Amsterdam hanno consentito di identificare le velocità che minimizzano il costo sociale dello spostamento per diverse categorie di strade. Come si osserva nella tabella C, tali velocità variano da 15 km/h per le strade locali, a 96 km/h per le autostrade.

PUNTO 7: COSTRUIRE LE STRADE CHE SERVONO

Il ruolo fondamentale attribuibile, anche in uno scenario di sostenibilità ambientale, al trasporto su gomma rende chiaramente ineludibile la questione della funzionalità e della capacità della rete stradale. Gli elevati livelli di congestione, raggiunti su alcune parti della rete del Nord Italia, oltre a determinare un impiego largamente subottimale del capitale fisso sociale esistente, comportano anche danni ambientali non indifferenti. Nondimeno, i necessari adeguamenti debbono inserirsi in un contesto integrato sotto il profilo modale, e controllato sul versante della domanda di mobilità: ne consegue che le strade che servono sono strade molto diverse da quelle realizzate negli ultimi trenta o quarant'anni.

Una considerazione da non trascurare riguarda il concetto di "adeguamento" della rete, con il suo portato in termini di realizzazione di nuove strade e, dunque, di possibile alimentazione di nuova domanda di trasporto su gomma. A tale proposito va osservato che costruire nuove strade non significa necessariamente incrementare la capacità della rete viaria (alla realizzazione di nuovi assi può accompagnarsi la dismissione o la rifunzionalizzazione di assi esistenti, ormai inadeguati alla loro funzione), né, conseguentemente, incentivare sempre e comunque la mobilità su gomma. Ciò che occorre è in primo luogo una oculata *politica della capacità* offerta dalla rete, che non dev'essere troppo poca (per evitare i picchi di congestione), ma nemmeno troppa (per non sottrarre domanda agli altri modi di trasporto e/o incentivare i processi di diffusione insediativa).

Una oculata gestione della capacità stradale richiede certamente una più attenta modulazione dei pedaggi sia autostradali che, eventualmente, stradali (*road pricing* sulla rete ordinaria), così come una efficace gestione dei flussi di traffico, resa possibile dagli attuali sistemi telematici (cfr.fig.5.3.v). Inoltre essa non può prescindere da un'attenta graduazione degli interventi, capace di assicurare opportuni equilibri di rete a livello multimodale. In particolare, la rete stradale non dovrebbe essere configurata tanto in base alle direttrici di lunga percorrenza, quanto alle esigenze della mobilità dispersa di medio e breve raggio, che rappresenta d'altronde la maggior parte del traffico (merci e passeggeri) generato dai territori della città diffusa.

Il tema degli equilibri di rete è complesso, ma contiene in sé grandi risorse per incrementare la sostenibilità del sistema. Non è difficile dimostrare che proprio gli attuali squilibri, associati alla coesistenza fra una rete autostradale dotata di prestazioni cinematiche accentuate, ed una rete ordinaria di caratteristiche molto più modeste, sono all'origine di modi d'uso molto inefficienti sotto il profilo energetico-ambientale, specie laddove la domanda di mobilità risulta maggiormente dispersa. Per alcuni versi, è necessario colmare il divario funzionale esistente fra rete autostradale ed ordinaria, ponendo le premesse per una rettificazione e regolarizzazione degli itinerari, che può generare benefici ambientali consistenti (questo tema verrà ulteriormente ripreso nel paragrafo 5.4). Nel contempo, il principio fondamentale della *moderazione* del traffico, secondo il quale le condizioni d'uso della strada debbono adattarsi al contesto attraversato, dovrebbe venire esteso anche alla rete extraurbana, seppur evidentemente facendo ricorso a strumenti tecnici differenti da quelli consolidatisi in contesto urbano.

Da ultimo, vale la pena sottolineare quanto la realizzazione delle nuove strade debba accompagnarsi ad opportuni interventi di *ambientazione* dei tracciati e di *mitigazione* degli impatti. Le nuove strade debbono essere fatte bene: si tratta infatti non solo di aggiungere capacità infrastrutturale ad una rete di per se stessa poco funzionale, ma di adeguare l'assetto complessivo di tale rete attraverso interventi circoscritti e mirati, definiti anche alla luce di obiettivi di inserimento urbanistico ed ambientale. In tal senso, l'accuratezza dei modi di inserimento delle nuove tratte nella rete esistente diviene un fattore fondamentale per il successo della politica stradale.

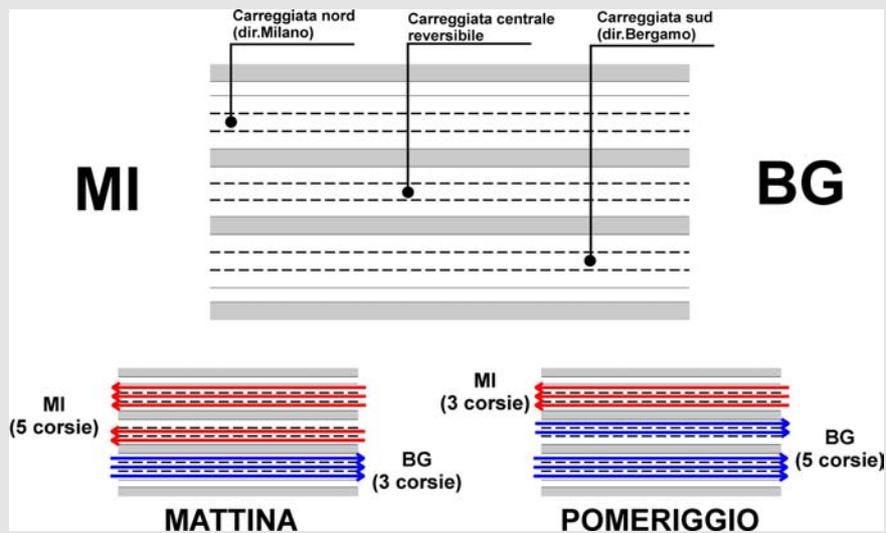


Fig.5.3.v. Un diverso approccio alle infrastrutture stradali: piccola proposta per l'autostrada A4 Bergamo-Milano (e per le altre direttrici di penetrazione metropolitana)

L'autostrada A4 serve un flusso di traffico decisamente intenso (oltre 150.000 veicoli equivalenti/giorno ad Agrate Brianza), in buona misura formato da movimenti pendolari tra Bergamo e Milano. Per far fronte agli elevati livelli di congestione, registrati nelle ore di punta, è prevista la realizzazione della quarta corsia, secondo modalità analoghe a quelle già adottate per l'autostrada Milano-Laghi.

Proprio l'esperienza dell'autostrada dei laghi evidenzia però che la realizzazione di quarte corsie rappresenta una risposta piuttosto parziale al problema del traffico metropolitano, di tipo pendolare. Essa infatti:

- non riesce comunque ad evitare la congestione nelle ore di punta;
- tende a sprecare capacità stradale, nella direzione opposta a quella del flusso prevalente.

A conti fatti, le quarte corsie, realizzate a caro prezzo, vengono utilizzate in modo efficiente soltanto per poche ore al giorno, trasformandosi negli altri periodi semplicemente in una corsia di sorpasso per i veicoli che non rispettano il limite di velocità (anche quello di 150 km/h); è noto d'altra parte che un'autostrada a quattro corsie, per risultare realmente sicura, dovrebbe presentare due corsie di emergenza per ciascuna carreggiata, in modo tale da consentire ai veicoli di accostare, in caso di necessità, anche a sinistra.

Una soluzione alternativa, da tempo sperimentata in diversi paesi, consiste nel realizzare non due quarte corsie, ma una terza carreggiata, centrale, da utilizzare in modo reversibile, ovvero a senso unico verso Milano nelle ore di punta del mattino, ed a senso unico verso Bergamo nelle ore di punta del pomeriggio.

Una soluzione di questo genere potrebbe presentare diversi vantaggi. In particolare:

- offrirebbe maggiore capacità (cinque corsie anziché quattro) nella direzione prevalente, senza penalizzare oltre modo i flussi in direzione opposta;
- garantirebbe una maggiore intensità d'uso dell'infrastruttura (dunque in pratica una maggiore capacità) a parità di numero di corsie;
- sarebbe più sicura, in quanto la carreggiata centrale potrebbe essere dotata di corsia di emergenza propria;
- risulterebbe più flessibile, potendo la carreggiata centrale essere impiegata anche in occasione di interventi di manutenzione od incidenti (ovviamente l'inversione del senso di marcia avverrebbe interponendo un periodo di tempo adeguato, durante il quale la carreggiata resterebbe chiusa al traffico);
- risulterebbe anche di più facile realizzazione, in quanto, laddove esistono ostacoli all'allargamento della sede stradale, la carreggiata centrale potrebbe anche seguire un percorso leggermente differenziato da quello dell'attuale autostrada (essa potrebbe anche non raccordarsi a tutti gli svincoli intermedi, presentando un carattere di corsia diretta, ad esempio fra Trezzo e l'interconnessione con la Tangenziale Est).

Un ulteriore elemento di interesse per una soluzione di questo tipo, è che essa consentirebbe politiche tariffarie più mirate. Ad esempio, gli accessi alla carreggiata centrale potrebbero essere contingentati, attraverso una opportuna modulazione del pedaggio, in modo tale da garantire agli utenti un dato tempo di percorrenza. La marcia nella carreggiata centrale dovrebbe essere rigidamente controllata, ad esempio attraverso un uso massiccio di telecamere. I maggiori introiti ottenuti potrebbero essere utilizzati per la realizzazione di interventi di mitigazione, o comunque per compensazioni a favore dei Comuni circostanti. La garanzia relativa ai tempi di percorrenza risulterebbe molto utile, fra l'altro, per le autolinee che percorrono l'autostrada, che potrebbero in questo modo assicurare ai propri utenti una maggiore regolarità

5.4. Raffreddare la domanda

Il tema del disaccoppiamento fra crescita della domanda di mobilità **D**, e sviluppo economico **E**, coinvolgendo numerosissime variabili di tipo sociale e territoriale, è enormemente complesso; ma ciò non toglie nulla alla significatività di alcune semplici considerazioni teoriche di base.

Secondo le teorie comportamentali della domanda di mobilità, ogni spostamento effettuato da una persona o da una cosa comporta un beneficio **B**, e contemporaneamente un costo "generalizzato" **G**, a sua volta ottenuto sommando i suoi costi (monetari e non monetari⁹) al *valore del tempo* richiesto per effettuarlo. La differenza fra il beneficio ed il costo generalizzato è l'utilità **U** dello spostamento, che ovviamente viene effettuato soltanto se:

$$U = B - G > 0$$

Queste semplicissime considerazioni rappresentano la base usuale del calcolo dei benefici derivanti dal funzionamento di un certo sistema di trasporto; ed occorre avere ben presente che in tale schema i costi generalizzati di trasporto sono *costi*, mentre i benefici sono definiti dai vantaggi ottenuti da chi si sposta. Questi benefici in genere non dipendono dallo spostamento in sé, ma dalla disponibilità, nel luogo di destinazione, di un bene o di un servizio altrimenti non accessibile. Pertanto, fatta salva una esigua quota di mobilità generata per puro diporto (ad esempio gli spostamenti lungo una strada panoramica), *i benefici della mobilità non dipendono dalla struttura del sistema di trasporto*, bensì dalle caratteristiche delle attività e dalla loro dislocazione territoriale.

D'altro canto, la configurazione del sistema di trasporto influenza in maniera assolutamente tipica i costi generalizzati **G** che, nel caso individuale, rispecchiano parametri quali la distanza percorsa, la densità di traffico intercettata, l'eventuale tariffa pagata, eccetera. In un contesto che pone al centro dell'attenzione l'*utilità pubblica* dello spostamento (il solo in cui sia lecito ragionare dell'intervento pubblico sul sistema di trasporto), il costo **G** diventa un costo sociale, e deve rispecchiare anche tutte le esternalità generate dalla corrispondente mobilità (congestione, incidenti, inquinamento).

Se assumiamo, un po' schematicamente, che i parametri di sviluppo economico dipendano in primo luogo dall'utilità sociale degli spostamenti effettuati, a parità di beneficio ottenuto essi sono tanto maggiori quanto risulta minore il costo sociale degli stessi. Questo costo, tuttavia, non può essere ridotto né facendo leva su sussidi al settore dei trasporti, né misconoscendo i danni generati su altri settori: infatti in entrambi i casi, a parità di ogni altra condizione, il bilancio *sociale* del trasferimento è nullo.

Una soluzione alternativa può essere semplicemente quella di *consumare meno trasporto* - beninteso a parità di beneficio ottenuto: in questo caso, infatti, il costo del *trasporto risparmiato* si traduce direttamente in una utilità sociale, determinando un effettivo disaccoppiamento fra l'andamento della domanda di mobilità (che diminuisce) e quello dell'utilità sociale e dunque del livello di sviluppo economico (che aumenta).

Tutto questo può apparire per molti versi banale: quale industria privata non tenta di ridurre i costi di produzione, a parità di valore del prodotto? Il punto cruciale è però che il risparmio di trasporto deve avvenire a parità di benefici ottenuti, il che pone evidentemente il problema dell'assetto territoriale e logistico, e dei costi diretti ed indiretti connessi ad una sua modificazione. Nondimeno, la riduzione dell'intensità di trasporto del sistema, a pari accessibilità totale, rappresenta una operazione che può far leva su diversi parametri, quali in particolare le distanze percorse ed il livello di concentrazione spaziale o temporale della domanda. Focalizzare l'attenzione su questi aspetti relativamente misconosciuti del funzionamento del sistema può far scoprire notevoli sacche di inefficienza, il cui superamento può determinare sensibili vantaggi ambientali, senza determinare particolari svantaggi sotto il profilo dello sviluppo economico.

⁹ Ad esempio gli oneri per l'ammortamento del veicolo.

PUNTO 8: FAVORIRE L'INNOVAZIONE LOGISTICA

In un contesto di internalizzazione dei costi ambientali (capace di trasmettere corretti segnali di prezzo alle imprese che generano la domanda di mobilità merci) e di integrazione modale (capace di offrire alternative ragionevoli alle scelte di trasporto individuali), le tecniche della logistica industriale possono presentare interessanti margini per la riduzione dell'intensità di trasporto del sistema.

Uno degli elementi base di questa prospettiva riguarda la modificazione strutturale dei soggetti operanti sul lato dell'offerta. Infatti, la costruzione di un sistema di trasporto (più) integrato tende ad accompagnarsi allo sviluppo di nuovi soggetti, che offrono servizi logistici complessi, non più focalizzati sul semplice trasferimento porta a porta delle merci loro affidate. Il valore di questi servizi consiste nel rendere disponibile una data quantità di merce in un certo luogo (ed anche in un ben preciso momento). Sebbene tale trasformazione si stia accompagnando attualmente ad un incremento, e non ad una diminuzione, dei livelli di mobilità delle merci, essa sta anche ponendo le premesse per una profonda e forse proficua modificazione della logica stessa che orienta l'offerta di trasporto: il servizio, infatti, ha per oggetto l'*accesso ai luoghi*, e non più la movimentazione delle merci di per se stessa.

Una trasformazione di questo genere, fra l'altro, costituisce un compendio molto importante per le politiche di internalizzazione dei costi esterni: a parità di livello di servizio offerto, l'obiettivo diventa quello di *trasportare meno* (e meglio), in modo tale da compensare l'incremento dei costi unitari derivanti dall'internalizzazione stessa.

Vengono alla mente, in questo caso, le politiche di *Demand Side Management* (DSM) sviluppate da alcune compagnie elettriche americane: a fronte di una domanda di energia crescente, che comporterebbe ingenti investimenti in nuove centrali, queste compagnie trovano conveniente fornire ai propri utenti dispositivi di uso finale più efficienti (ad esempio lampadine a basso consumo), in modo tale da ridurre il tasso di crescita della domanda, a parità di servizio offerto. Questa operazione viene normalmente finanziata con un aumento delle tariffe, concepito in modo tale da ripagare l'investimento della compagnia, ma anche da ridurre l'importo totale della bolletta pagata dall'utente. In tal modo il recupero di efficienza consente una diminuzione dei costi unitari di produzione (misurati in rapporto al servizio finale offerto), ma anche una riduzione dei consumi, con vantaggio per entrambi i soggetti coinvolti nel contratto di fornitura.

La trasposizione delle tecniche DSM ai servizi logistici può contare su alcune condizioni favorevoli, quali in particolare:

- la rilevante entità degli investimenti necessari ad adeguare la capacità di trasporto del sistema;
- l'esistenza di importanti sacche di inefficienza nell'utilizzo del sistema stesso (si pensi soltanto alla questione dei coefficienti medi di occupazione medi dei veicoli nella distribuzione merci urbana).

A fronte di tali elementi, è ben possibile immaginare che gli operatori logistici possano generare meno traffico a parità di domanda, incrementando i coefficienti di carico unitari, od anche che le imprese industriali possa esprimere una minore domanda di mobilità, a parità di prodotto finale, semplicemente rivedendo l'articolazione spaziale delle proprie attività e/o riducendo il numero di spostamenti inutili.

L'ostacolo di maggior rilievo è in questo caso rappresentato dalla struttura amministrativa del sistema: gli operatori logistici, di norma, non sono titolari degli investimenti in infrastrutture di trasporto, e dunque non sono nella condizione di operare un confronto operativo fra tali investimenti e quelli richiesti per rendere la domanda più efficiente. In tal senso, la logica DSM dovrebbe essere fatta propria, in qualche misura, innanzi tutto dagli enti pubblici competenti sulle reti stradali, che dovrebbero avviare politiche finalizzate alla riduzione dell'intensità di trasporto del sistema, accompagnate ad incrementi delle tariffe unitarie d'uso delle infrastrutture (almeno per determinate categorie di veicoli).

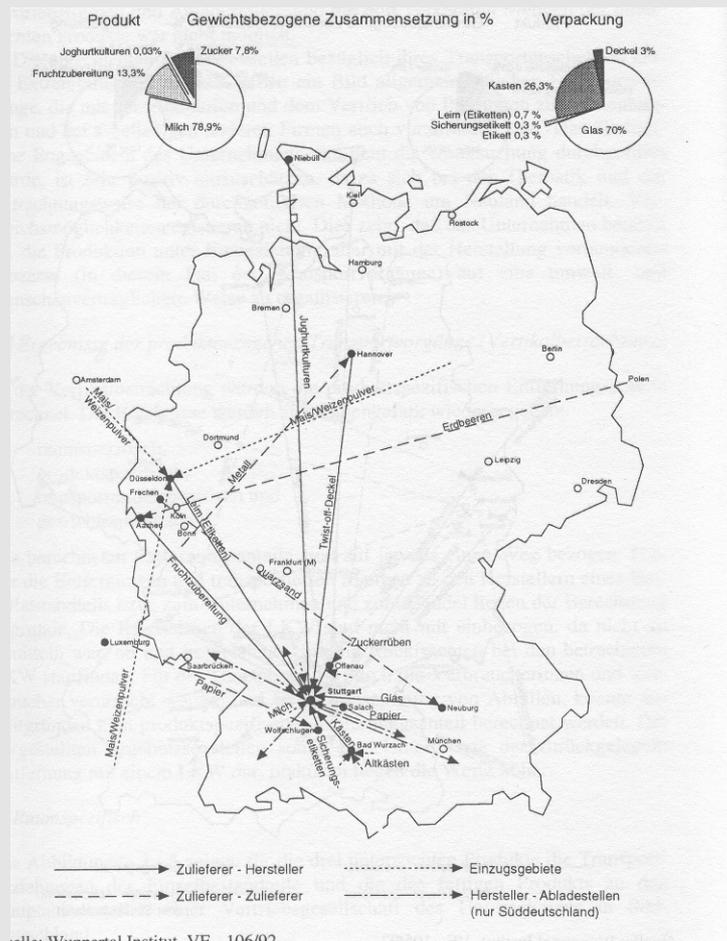


Fig.5.4.i. Prospettive di Demand Side Management nel trasporto merci

Il Demand Side Management (DSM) è una forma di governo della domanda sviluppata presso alcune compagnie elettriche statunitensi. In estrema sintesi, essa può essere descritta come la sostituzione di investimenti sul versante dell'offerta (nuova capacità produttiva, ripagata attraverso l'aumento dei consumi) con il miglioramento dell'efficienza al consumo finale, ottenuta distribuendo agli utenti dispositivi finali a più elevato rendimento. Il corrispondente investimento viene ripagato attraverso un aumento delle tariffe unitarie percentualmente superiore al risparmio dei costi sul lato dell'offerta, ma inferiore al decremento delle vendite ottenuto sul lato della domanda. In tal modo, a parità di servizio finale offerto, la bolletta elettrica degli utilizzatori finali si riduce, mentre gli utili della compagnia aumentano.

Un parallelismo fra il DSM in campo elettrico e le politiche di governo della domanda di trasporto merci può basarsi su due fattori principali:

- l'entità elevata degli investimenti richiesti per adeguare l'offerta infrastrutturale a flussi di traffico crescenti;
- l'esistenza di importanti sacche di inefficienza nelle modalità d'impiego di tale offerta.

La principale distinzione riguarda invece la struttura istituzionale del settore, che nel caso dei trasporti vede separati i fornitori del servizio (imprese di trasporto e prestatori logistici) dall'investitore infrastrutturale (lo Stato). Tuttavia, è possibile immaginare un modello di governo della domanda che preveda:

- un incremento dell'efficienza nell'uso delle infrastrutture, ottenuto per esempio attraverso l'adozione di servizi di trasporto in c/terzi, in luogo di quelli in c/proprio (a questa transizione si accompagna generalmente un forte incremento dei coefficienti di occupazione dei veicoli), od anche attraverso una riorganizzazione delle catene distributive relative ad un dato prodotto;
- un aumento delle tariffe unitarie d'uso dell'infrastruttura stessa.

Va osservato che tale aumento risulta coerente con la prospettiva dell'internalizzazione dei costi esterni. In tal senso l'applicazione del DSM al trasporto merci può rappresentare una interessante politica di accompagnamento, volta a mitigare gli effetti dell'internalizzazione sul sistema produttivo.

PUNTO 9: INTEGRARE PROGRAMMI INFRASTRUTTURALI E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Il tema del governo della domanda di mobilità non può prescindere da qualche ragionamento sul rapporto fra trasporti ed usi del suolo. E' una questione antica, e tradizionalmente ostica, a causa della grande complessità che caratterizza il quadro delle competenze e dei poteri pubblici e privati che orientano le scelte nei due settori. Né vanno dimenticate le controindicazioni tipiche di schemi di pianificazione rigidi, tali da generare, tipicamente, effetti non intesi che possono trasformarsi talvolta in veri e propri disastri di tipo urbanistico od ambientale. Nondimeno, l'assoluta assenza di orientamenti pubblici nella localizzazione delle attività "strategiche" non rappresenta certo una garanzia di efficienza del sistema di trasporto, ed è difficile sostenere che una politica di internalizzazione dei costi efficace e nel contempo sostenibile sotto il profilo economico e sociale possa fare totalmente a meno di qualche intervento di riordino territoriale.

D'altro canto, pensare ad un tale genere di riordino non significa affatto mirare alla distruzione e/o alla ricostruzione di intere aree edificate: gli studi condotti da Wegener su numerose città tedesche hanno evidenziato che la distribuzione delle attività all'interno di un'area urbana risulta normalmente molto più flessibile di quella dei corrispondenti contenitori edilizi. Dunque, è probabile che politiche volte a modificare la struttura dei costi unitari operante nel sistema di trasporto (come ad esempio l'introduzione di schemi di *road pricing*) siano in grado di determinare effetti rilocalizzativi anche di breve e medio periodo.

Un modo semplice di sfruttare questa elasticità è rappresentato dalla politica ABC olandese, focalizzata sulla ricerca di una maggiore coerenza fra *tipi di attività* insediate nelle diverse parti del territorio urbano, e relativi *profili di accessibilità* (vedi fig.5.4.ii). Poiché la localizzazione di molti importanti attrattori di traffico, quali scuole ed università, ospedali od uffici amministrativi, dipende ancora largamente da scelte di carattere pubblico, l'ipotesi di far rientrare il governo della mobilità fra i parametri di base per la programmazione territoriale appare praticabilissima. E' una considerazione banale, ma contraddetta da numerosi casi, anche recenti, di collocazione di importanti servizi pubblici in siti non serviti, né servibili, dal trasporto pubblico.

Fra l'altro, molte fra le grandi città del Nord Italia (in primo luogo Milano, ma anche Torino, Genova, Bologna e Venezia) stanno in questi anni definendo schemi di sviluppo urbano largamente basati sul recupero delle aree industriali dismesse, che il più delle volte sono situate nelle immediate vicinanze della rete ferroviaria (profili di accessibilità B o C). Questa circostanza rappresenta un'occasione fondamentale, e forse irripetibile, per orientare la domanda di mobilità verso il sistema di trasporto pubblico, adeguatamente potenziato mediante l'istituzione di servizi ferroviari di tipo metropolitano.

Un ovvio complemento di queste scelte dovrebbe essere l'introduzione di criteri selettivi e/o di incentivi volti a concentrare le espansioni residenziali intorno alle fermate della rete del trasporto pubblico (rete ferroviaria, metropolitana o tramviaria). Questa opzione richiede, peraltro:

- da un lato, la capacità di salvaguardare gli spazi aperti dall'edificazione "a macchia d'olio" (alcuni parchi di cintura metropolitana rappresentano delle vere e proprie politiche per la mobilità, più efficienti di tante promesse relative a nuove infrastrutture di trasporto);
- dall'altro, la definizione di strumenti amministrativi capaci di introdurre ragionevoli (e trasparenti) compensazioni fra gli enti locali inclusi e quelli esclusi dagli ambiti di concentrazione degli sviluppi residenziali (tali strumenti potrebbero basarsi sull'identificazione dei bacini di trasporto suburbani, illustrata nel paragrafo precedente)¹⁰.

¹⁰ Ovviamente, questo modo di operare costituisce un chiaro superamento della logica di equipotenzialità/equi-accessibilità territoriale che ha guidato larga parte della programmazione urbanistica degli ultimi decenni. Tale logica si basava sull'ambiguo presupposto, secondo il quale l'appiattimento dell'accessibilità sarebbe dovuto corrispondere anche ad una maggior uguaglianza di opportunità fra i cittadini residenti nei diversi luoghi. In effetti, questo appiattimento si è tradotto in un incentivo all'espansione a macchia d'olio, che ha teso ad inglobare le differenze fra luoghi in un unico contesto suburbano, consentendo forse di elevare il livello medio delle dotazioni private dei cittadini, ma conducendo anche ad un complessivo svilimento del carattere "raro" e rappresentativo dei principali luoghi pubblici, il che costituisce indubbiamente un danno per le possibilità di fruizione di ciascun singolo cittadino.

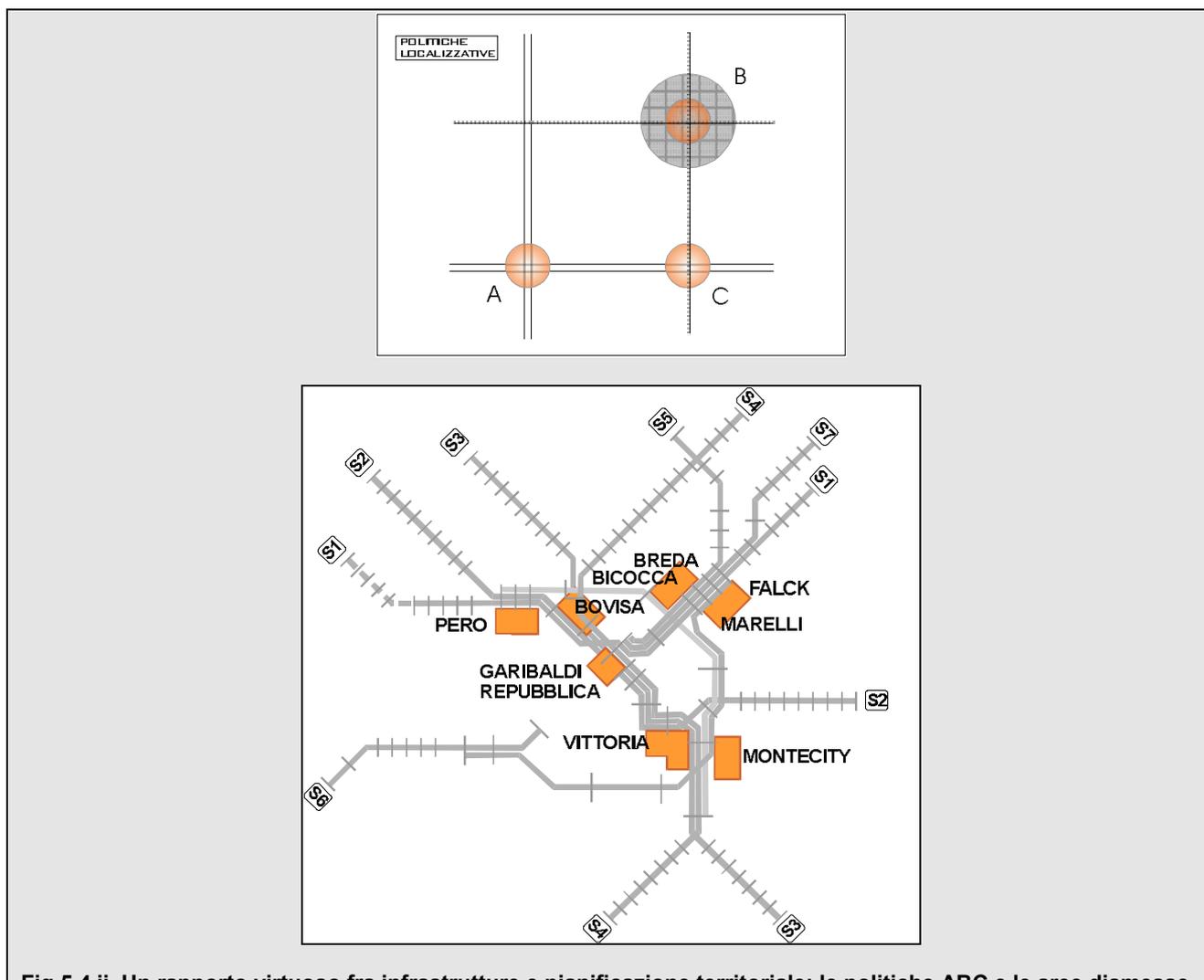


Fig.5.4.ii. Un rapporto virtuoso fra infrastrutture e pianificazione territoriale: le politiche ABC e le aree dismesse

Un semplice approccio al tema del coordinamento fra politiche di trasporto e piani urbanistici è stato proposto nei Paesi Bassi, dove è noto attraverso l'acronimo "ABC". Secondo tale approccio, la configurazione della rete di trasporto stradale e di quella ferroviaria determina specifici "profili di accessibilità", che in prima approssimazione possono essere identificati come segue:

- A) nodi della rete stradale primaria
- B) nodi della rete ferroviaria
- C) intersezioni tra rete stradale primaria e rete ferroviaria

A tali profili si associano altrettanti "profili di attività", che rappresentano le vocazioni urbanistiche per gli ambiti immediatamente circostanti tali nodi, che risultano generalmente adatti ad ospitare i grandi "poli di traffico":

- A) centri commerciali, industria leggera (non vocata al trasporto ferroviario)
- B) uffici pubblici, grandi concentrazioni terziarie, commercio diffuso di qualità
- C) centri di interscambio, zone logistiche, industria pesante (vocata al trasporto ferroviario)

In una versione più sofisticata, questo approccio può essere riferito non tanto alla configurazione fisica della rete multimodale di trasporto, quanto alla sua capacità residua. In tal modo, è possibile costruire "profili di accessibilità" che tengano conto anche delle eventuali condizioni di sovraccarico di porzioni della rete stessa.

L'adozione di questi profili non è certo impossibile nelle principali aree urbane del Nord Italia, il cui sviluppo negli anni a venire è spesso strettamente legato al recupero di aree industriali dismesse, a loro volta quasi sempre collocate nei pressi della rete ferroviaria (siti di tipo B e C). A titolo di esempio, si può considerare il caso di Milano, in cui le sette grandi aree oggetto di interventi di sviluppo in atto o previsti sono invariabilmente situate non soltanto in corrispondenza della rete ferroviaria, ma anche su tratte "strategiche", caratterizzate dalla convergenza di numerose linee provenienti da singoli settori dell'*hinterland*. L'apertura del passante ferroviario è destinata a garantire per tali aree un notevolissimo incremento di accessibilità, trasformandole in altrettante polarità metropolitane di tipo B (Garibaldi, Bovisa, Bicocca, P.ta Vittoria) o C (Pero, Marelli-Falck, Montecity).

PUNTO 10: USARE I PROGRAMMI INFRASTRUTTURALI PER GOVERNARE LA DOMANDA

Lo ricerca di una maggiore coerenza fra la configurazione della rete di trasporto e quella degli usi del suolo è un tema tradizionale, anche se certamente difficile (con la parziale eccezione per i grandi interventi strategici nelle aree dismesse).

Il nocciolo del problema sta evidentemente nell'imposizione di *vincoli*, finalizzati a limitare le potenzialità edificatorie negli ambiti meno accessibili. Tali vincoli sono di difficile gestione, sia nei rapporti con i proprietari, che nell'interazione fra enti locali.

Ma se si affronta il problema non tanto dal punto di vista dell'imposizione di vincoli all'attività edificatoria (pianificazione "negativa"), quanto invece da quello del sostegno allo sviluppo, garantito dagli investimenti pubblici in infrastrutture di trasporto (pianificazione "positiva"), le cose cambiano notevolmente¹¹. Ci si può chiedere se questo grande potenziale *abilitante* non possa essere sfruttato *anche* per orientare la domanda di mobilità, in modo più efficiente di quanto non si riesca a fare attraverso l'imposizione di vincoli.

Il tema non è nuovo, almeno per alcuni versi, e rimanda ad alcune interessanti questioni di comunicazione pubblica. Vi sono molti elementi per ritenere che la semplice definizione di programmi infrastrutturali credibili ed attuabili costituisca già una forma di orientamento della domanda. E' per molti versi stupefacente che lo storico "Piano delle Cinque Dita", su cui si è basato per oltre cinquant'anni lo sviluppo di Copenhagen, non contenesse vincoli particolarmente stringenti all'edificazione, ma semplicemente un'immagine molto chiara, periodicamente confermata, e sistematicamente attuata, della rete di trasporto pubblico e privato dell'area metropolitana. In questo caso da manuale, il piano era prima di tutto *una promessa* chiara, credibile e gradualmente mantenuta; tutti coloro che avevano interesse ad essere ben serviti dalla rete di trasporto primaria ne hanno tenuto conto, contribuendo ad avverarla, e renderla pienamente operante. Al contrario, promesse vaghe, dispersive, inaffidabili o chiaramente insostenibili sono destinate ad ottenere l'effetto esattamente opposto, ovvero la completa indifferenza dei comportamenti individuali rispetto allo sviluppo concretamente praticabile della rete infrastrutturale. E' proprio quanto accaduto nel Nord Italia, dove qualunque comparto industriale si trova vicino al tracciato di una grande opera, promessa in anni più o meno recenti, ma tuttora non attuata e di difficile realizzazione entro un ragionevole orizzonte temporale.

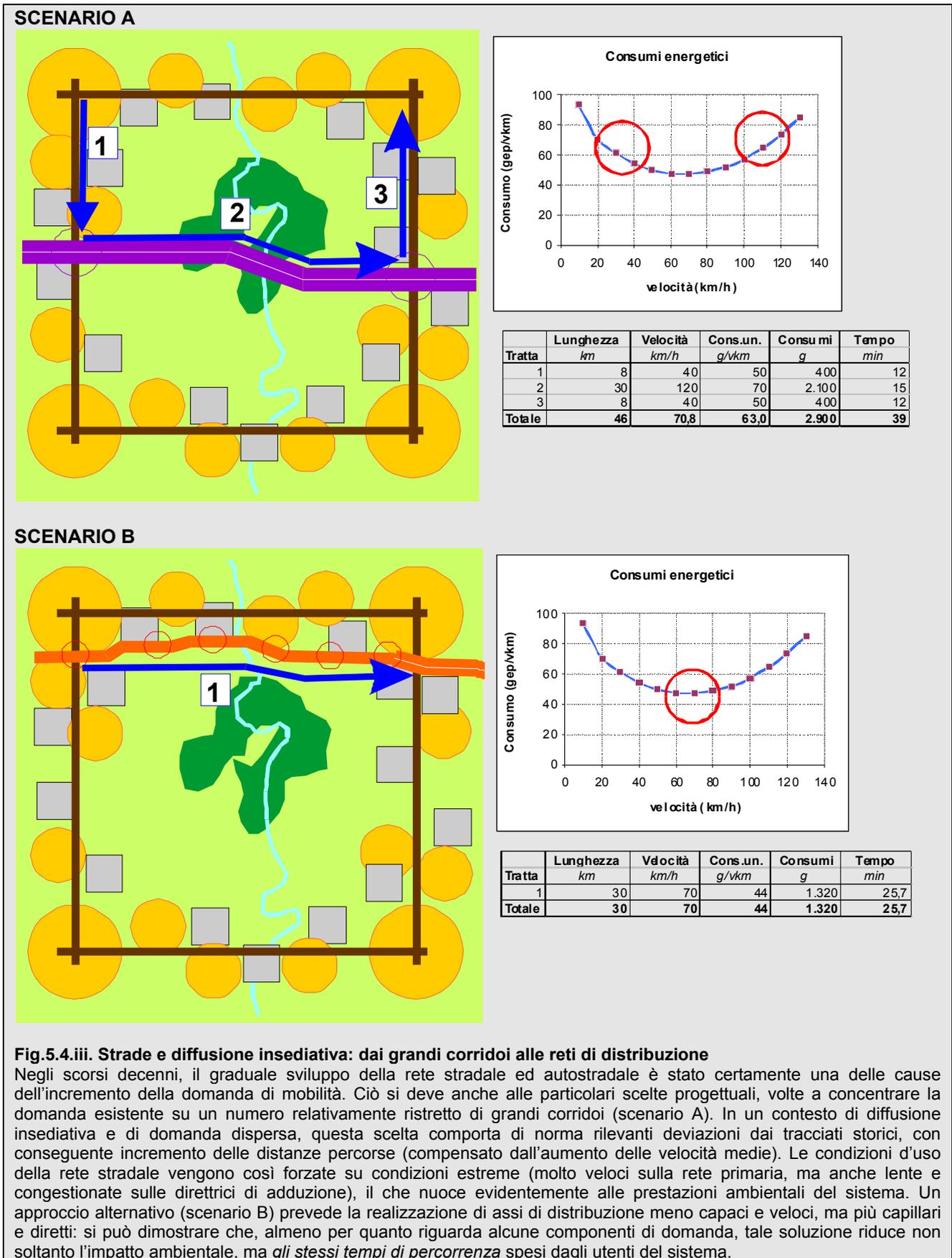
D'altronde, una promessa credibile dell'operatore pubblico è qualcosa di molto simile ad un vero e proprio modello di sviluppo, che può trovare attuazione locale, ad esempio, attraverso "patti di corridoio", capaci di aggregare, intorno alla realizzazione di una nuova infrastruttura, numerosi soggetti pubblici e privati, chiamati a collaborare all'attuazione di quel modello anche attraverso modifiche nell'espressione della loro domanda di mobilità.

Non è impossibile pensare, ad esempio, che la costruzione di una nuova linea ferroviaria, o di una nuova autostrada, si accompagni ad una ristrutturazione delle previsioni insediative locali, capace di aggregare le principali polarità di traffico in modo coerente con la funzionalità tecnica dell'infrastruttura. Questo processo potrebbe accompagnarsi ad una struttura di vincoli e/o incentivi (relativi ad esempio alle tariffe per l'uso dell'infrastruttura stessa), capaci di orientare o catalizzare la domanda di mobilità.

Tra l'altro, si può dimostrare che, nei territori della città diffusa, caratterizzati da domanda di mobilità dispersa, la progettazione integrata dei corridoi può contribuire ad abbattere sensibilmente le percorrenze veicolari, ottenendo in tal modo non soltanto importanti benefici ambientali, ma anche consistenti risparmi di tempo per gli utenti del sistema (cfr.fig.5.4.iii). In questo senso, ogni grande infrastruttura dovrebbe inserirsi in un "progetto di corridoio", capace di migliorare la

¹¹ E' interessante osservare come, spesso, quegli stessi soggetti sociali abituati a lamentare il peso dei "lacci e laccioli" derivanti dalle politiche urbanistiche locali, nel prendere posizione a favore dei grandi programmi di infrastrutturazione, assumano attitudini spiccatamente dirigiste, basate su un elevato livello di concentrazione delle decisioni, e su un limitato potere d'azione da parte dei singoli cittadini coinvolti.

funzionalità della rete multimodale, aggregando ed eventualmente anche riducendo l'intensità di trasporto complessiva del sistema.



5.5. Il senso della misura

La strategia delineata nei paragrafi precedenti, formata da un mix di interventi volti a migliorare le prestazioni ambientali del sistema di trasporto, e nel contempo a diminuire l'intensità di trasporto del sistema economico, presenta un gran numero di sfaccettature che si presterebbero a verifiche di vario genere. Al di là di questi necessari approfondimenti, va comunque osservato che molte fra le misure preconizzate possono caratterizzarsi come azioni *no regret*, destinate a migliorare la funzionalità del sistema anche indipendentemente dalla loro reale efficacia ambientale. Inoltre, proprio il carattere articolato della strategia rappresenta un elemento di minimizzazione del rischio, che ben si presta fra l'altro ad una continua verifica dei risultati ottenuti, con eventuale aggiustamento delle misure adottate.

Una possibile traduzione della strategia in uno scenario sia pure indicativamente quantificato, capace di assicurare il rispetto degli obiettivi di Kyoto all'orizzonte 2020 (con un risparmio di circa 40 milioni di t di CO₂ emesse rispetto ai livelli tendenziali), è illustrata nella fig.5.5.i.

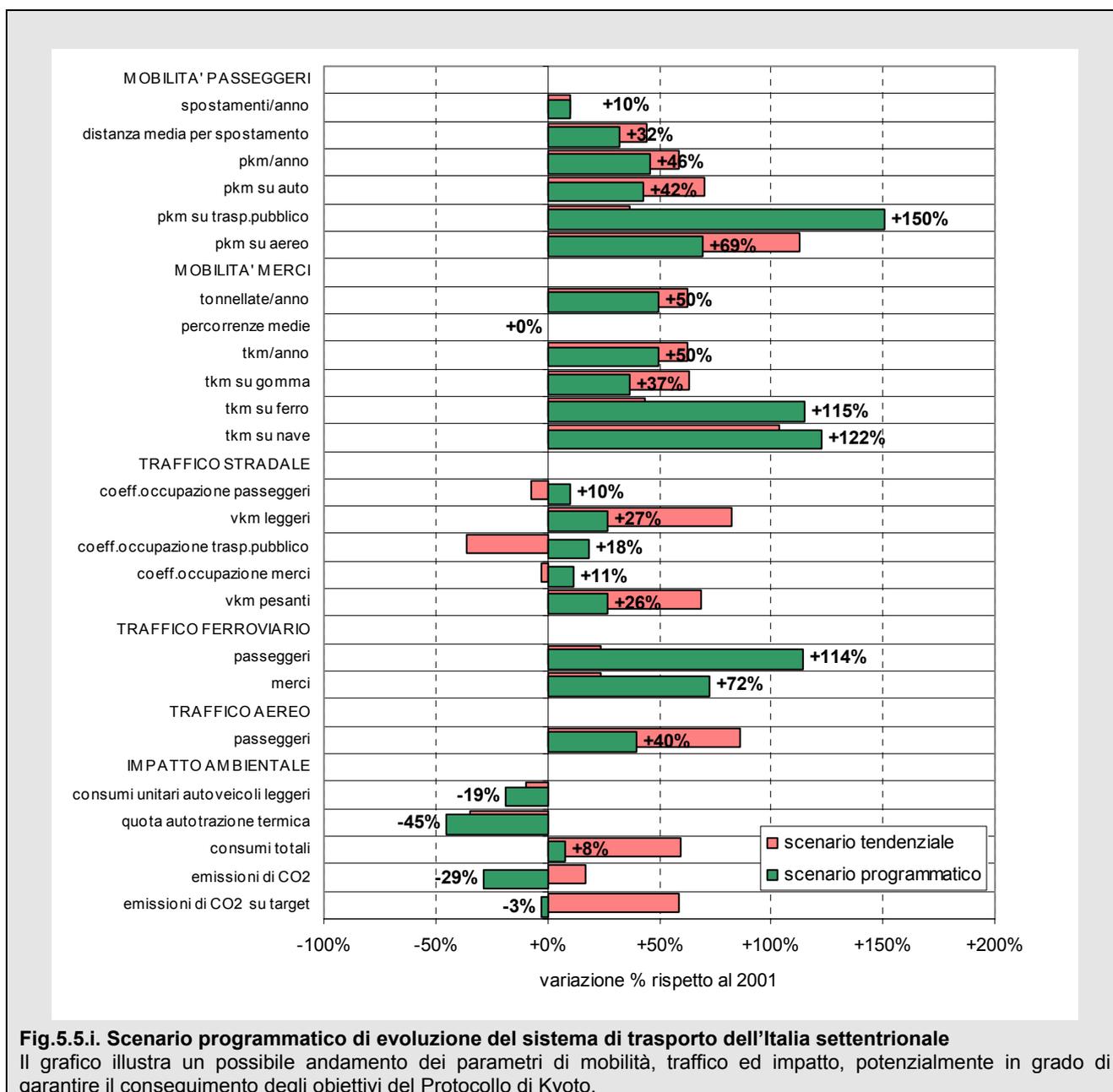


Fig.5.5.i. Scenario programmatico di evoluzione del sistema di trasporto dell'Italia settentrionale

Il grafico illustra un possibile andamento dei parametri di mobilità, traffico ed impatto, potenzialmente in grado di garantire il conseguimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto.

Come si può osservare, tale scenario è basato essenzialmente sulle misure che seguono:

- riduzione dei consumi unitari degli autoveicoli ed accelerazione della penetrazione delle motorizzazioni ibride e *fuel cell* all'interno del parco veicoli (risparmio potenziale pari a 15-20 milioni di t di CO₂);
- riequilibrio modale ed incremento dell'efficienza dei singoli modi di trasporto, sia passeggeri che merci (risparmio potenziale pari a circa 10 milioni di t di CO₂);
- rallentamento della crescita della domanda di mobilità, ottenuta soprattutto attraverso il dimezzamento dei tassi di incremento delle lunghezze dei singoli spostamenti veicolari (risparmio potenziale pari a 10-15 milioni di t di CO₂).

La forte riduzione di emissioni che caratterizza questo scenario è forse tale da sollevare dubbi sulla sua compatibilità con lo sviluppo economico e sociale delle regioni interessate. A scanso di ogni possibile equivoco, vale forse la pena di evidenziare alcuni aspetti relativi alla sua funzionalità (espressi in rapporto alla situazione attuale), che ne illustrano le reali valenze operative:

- la domanda di mobilità passeggeri e merci soddisfatta dal sistema *crece*, rispettivamente, del 46 e del 50%;
- la quota modale del trasporto su strada (escluso il trasporto pubblico) passa dall'83 all'81% per i passeggeri e dal 76 al 69% per le merci;
- il traffico stradale *crece* del 26-27%;
- la quota modale della ferrovia passa dal 6 al 10% per il trasporto passeggeri, e dal 9 al 13% per il trasporto merci;
- la quota modale del trasporto marittimo (merci) passa dal 9 al 13%;
- il traffico aereo *crece* del 40%.

Il risultato ottenuto, dunque, non mette in discussione l'assetto generale del sistema, ma si limita a renderne più ragionevole il funzionamento, modificando in termini misurati *un po' tutte* le abitudini ed i comportamenti (si tratta di fare spostamenti un po' più brevi, utilizzando un po' di meno ed un po' meglio l'autotrasporto individuale), in maniera tale da valorizzare al massimo l'evoluzione tecnologica attesa, opportunamente orientata verso gli obiettivi fondamentali della politica di sostenibilità.

D'altronde, questa ragionevole trasformazione della domanda/offerta di trasporto può avere un significato epocale, perché rappresenterebbe un'inversione di tendenza rispetto all'evoluzione profonda di alcuni parametri, che hanno guidato il mutamento del sistema negli scorsi decenni. Consideriamo per esempio il rapporto esistente fra distanze percorse, velocità medie e tempo impiegato negli spostamenti: l'avvento della mobilità meccanizzata prima, e della motorizzazione individuale poi, ha consentito un enorme incremento delle velocità medie di spostamento. Questo incremento è stato presentato come premessa per una maggiore libertà di movimento, ovvero per un deciso risparmio del tempo di vita impiegato negli spostamenti. L'esperienza concreta delle trasformazioni avviate dalla meccanizzazione e dalla motorizzazione è stata però che questi effetti, certamente positivi, si sono accompagnati anche ad un mutamento delle condizioni territoriali al contorno, tali da indurre una forte crescita del consumo di trasporto. Il risultato è stato, essenzialmente, quello di un forte aumento delle percorrenze, a sostanziale parità di tempo impiegato negli spostamenti.

Dunque, in qualche misura, la *libertà di movimento ha finito per prevalere sul risparmio di tempo*. E' un fatto che, certamente, almeno in parte, rispecchia opzioni individuali, ma che, per altri versi, può essere fatto risalire anche ad un irrigidimento di alcuni vincoli territoriali, conseguente proprio all'assunzione di una mobilità potenziale molto superiore a quella conosciuta in passato: tanto da rendere sempre più scarso quel bene primario, che è rappresentato dal tempo di vita individuale.

Il tema del recupero dei tempi di vita è importante, perché rappresenta una vera e propria frontiera interna al concetto di sviluppo: a che cosa serve avere un reddito elevato se non si dispone più del tempo necessario a godersi ciò che magari non si ha neanche avuto il tempo di acquistare? Non è forse venuto il momento di cominciare ad operare una concreta distinzione fra incremento

quantitativo del reddito e miglioramento della qualità della vita individuale, cercando di adeguarne il ritmo ad una cadenza più ragionevole e sostenibile per la nostra esperienza umana¹²?

In altri termini, è possibile che oggi il miglioramento della qualità della vita richieda in primo luogo un miglioramento della *qualità del tempo*, finalizzato per esempio ad una sua minore parcellizzazione e ad un recupero dei corrispondenti “tempi di avvio”. Le considerazioni relative alla “riforma del tempo”, arricchendo uno dei concetti-base della tecnica dei trasporti, possono avere importanti conseguenze sulle logiche operative del settore, largamente dipendenti dalla nozione di *valore del tempo*. La differenziazione di tale valore a seconda della qualità del tempo libero residuo (cioè non direttamente asservito alle esigenze dello spostamento), determina infatti importanti modificazioni nella scelta modale¹³, potendo influenzare anche la stessa valutazione delle velocità commerciali¹⁴.

In una società ormai quasi priva di problemi materiali impellenti, recuperare tempi di vita significa innanzi tutto ripensare all'organizzazione delle attività urbane e metropolitane in modo tale da ridurre il numero, e soprattutto la lunghezza, degli spostamenti obbligati, e da concentrare la domanda di mobilità sulle direttrici meglio servibili dalla rete del trasporto collettivo (i servizi di trasporto, se raggiungono un ragionevole livello di efficienza e *comfort*, concedono ai passeggeri un tempo maggiore di quello risparmiato utilizzando un mezzo individuale). Senza nulla togliere alla possibilità di effettuare spostamenti per puro diletto, una organizzazione metropolitana più “tranquilla” non significherebbe soltanto una minore necessità di spostarsi, magari con tempi “tesi” a conciliare orari impossibili, ma anche una maggiore solidità, prevedibilità e *resilienza* agli imprevisti – tutti fattori che, nella generale disorganizzazione delle città italiane, finiscono per trasformarsi in altrettanti incentivi ad effettuare spostamenti “inutili”, o comunque molto poco efficienti.

In un contesto culturale dominato dall'ideologia della fretta (è più importante far veloce che far bene) questo modo di parlare dell'organizzazione sociale ed urbana può apparire del tutto inefficiente: un puro spreco di tempo. Tuttavia, poiché l'uso del tempo di vita dovrebbe rappresentare un fine primario e non un mezzo dell'esistenza, le considerazioni relative alla sua efficienza non dovrebbero assumere un significato totalizzante; a meno di non volere seguire il

¹² “... Una vita umana in Svezia dura in media 30.000 giorni; essi rappresentano il nostro capitale, la nostra ricchezza individuale, perciò non è giusto, e in fondo nemmeno degno di un essere umano, accettare che il tempo sia percepito da molti come un prodotto che scarseggia. Com'è possibile che la relativa quiete che caratterizzava la vita degli anni Cinquanta si sia trasformata – dopo mezzo secolo di miglioramenti per quanto riguarda le condizioni materiali – in un malessere evidente e in quello che molti considerano un ritmo negativo? La causa principale consiste forse nel fatto che il ritmo mentale innato dell'uomo è adattabile e flessibile a tal punto da rappresentare un danno per lui stesso ...” (Vedi: Jönsson B. [1999]; *Tio tankar om tid*; Brombergs; trad.it.: *Dieci pensieri sul tempo*; Einaudi, Torino, 2000; pag 3-4).

¹³ Riprendendo le indicazioni di B.Jönsson, la riforma del tempo potrebbe essere accostata alla grande riforma fondiaria svedese nella quale “... gli interessati, in genere, non ottennero un numero maggiore o minore di terre, ma la nuova suddivisione comportò per quasi tutti un aumento di valore, perché i terreni furono riuniti in unità di maggiore estensione ...” (p.43). L'attribuzione al tempo indiviso di un valore superiore a quello del tempo parcellizzato può avere conseguenze immediate sui comportamenti modal: “... E' vero (...) che la maggior parte dei tragitti in treno da Lund a Stoccolma richiedono un viaggio significativamente più lungo di quello impiegato da un aereo (...); ma il viaggio in treno, negli scompartimenti liberi da telefoni cellulari può offrire tra le tre e le cinque ore di tempo indiviso ed indisturbato, mentre le tre divise dell'aereo rappresentano una perdita secca. Le interferenze non sono rappresentate solo dai collegamenti a terra, dalle file all'accettazione, dalle operazioni di sbarco e imbarco, ma anche da tutti gli annunci diffusi dagli altoparlanti durante il viaggio. Io voglio solo essere lasciata in pace o chiacchierare indisturbata con il mio vicino ...” (pp.43-44).

¹⁴ Consideriamo per esempio un viaggio aereo della durata di un'ora e del costo di 100 euro, effettuato da una persona che guadagna, in media, 20 euro all'ora. Il tempo necessario per effettuare questo viaggio può essere calcolato come somma del tempo di viaggio proprio (1 ora), dei tempi accessori (1 ora per raggiungere l'aeroporto e per effettuare il check-in, ½ ora per raggiungere la destinazione finale) e del tempo di lavoro necessario a guadagnare l'importo pagato (5 ore). Dalla somma di questi tempi (7 ore e ½) può essere sottratto il tempo libero residuo durante le attese e lo spostamento aereo (un'ora suddivisa in due periodi di mezz'ora): il tempo asservito allo spostamento è pari dunque a 6 ore e ½. Assumendo una distanza di 600 km, la velocità commerciale “estesa” dello spostamento è di 92 km/h. Il corrispondente viaggio in treno (4 ore e ½ oltre 1 ora di tempi accessori e 3 ore e ½ di tempo libero residuo, al costo di 50 euro) darebbe un tempo di 4 ore e ½ ed una velocità di 133 km/h. Lo spostamento in auto (come conducente) alla velocità media di 120 km/h ed al costo medio di 0,25 euro/km, darebbe un tempo di 12 ore e ½ (non c'è tempo libero residuo) ed una velocità di 48 km/h.

folgorante consiglio dell'*Associazione per il rallentamento del tempo* fondata da alcuni filosofi tedeschi ed austriaci ("Vivi di fretta: finirai prima!").

Porsi il problema della qualità del tempo è anche un modo di cominciare a ripensare, in un contesto pubblico e politicamente significativo, il carattere realmente *bulimico* del modello di sviluppo e dello stile di vita prevalente, che sta forse facendoci fuggire di mano l'esistenza stessa, trasformando la libertà in un dovere ed il consumo in un obbligo. L'approccio *sviluppista*, che vede nella crescita materiale il primo e fondamentale obiettivo della società, dovrebbe forse cominciare a cedere il passo ad un approccio "umanista" che, senza necessariamente rimettere in questione l'assetto economico e sociale di fondo, si basi su un maggior senso della misura, anche negli obiettivi e nei programmi di significato pubblico.

Queste considerazioni di carattere molto generale valgono in modo particolarissimo per la politica dei trasporti, che negli ultimi anni è stata sempre più fagocitata dal vortice "fuori scala" dei grandi corridoi e delle grandi opere. Ad ascoltare anche solo distrattamente i politici nostrani, nel corso del prossimo decennio il sistema di trasporto è destinato a subire tanti e tali potenziamenti da rendere naturali schemi di mobilità oggi del tutto inverosimili. Questa retorica della libertà incondizionata di scelta, rivolta a cittadini raffigurati come narcisi iperindividualisti e viziati, rappresenta forse un fatto connaturato alla funzione della (cattiva) politica nella società industriale avanzata. Resta però il fatto che le risorse effettivamente disponibili consentiranno di fare molto meno di quanto promesso, con tutti i danni generati dall'aver generato, attraverso promesse sconsiderate, aspettative fuori controllo che finiscono per alimentare fenomeni di attesa e corrispondenti trasformazioni territoriali.

E' arrivato forse il momento di assumere con i cittadini impegni più modesti, ma anche più onesti: non si potrà fare tutto, ma qualcosa sì, ed è pertanto necessario ragionare sui costi, sui benefici e sulle priorità d'intervento. Al di là dei rischi connaturati alla comunicazione politica, vi sono oggi segnali per ritenere che un atteggiamento più autorevole e misurato dei decisori potrebbe innescare un processo virtuoso, che conduca anche a comportamenti più responsabili da parte dei cittadini stessi.

6. Scenari

6.1. Verso un sistema integrato

Le considerazioni sviluppate nel capitolo 5 evidenziano che la definizione di uno scenario di sostenibilità ambientale per il sistema dei trasporti del Nord Italia è in linea di principio del tutto possibile, a condizione di rinunciare alla ricerca di *un'unica ricetta* taumaturgica, focalizzando piuttosto l'attenzione sull'attenta graduazione di un *mix* di misure parziali, ma convergenti intorno a tale obiettivo.

Il risultato ottenuto (su un piano che resta ovviamente del tutto indicativo) è interessante, perché evidenzia come una trasformazione relativamente marginale di numerose pratiche interne al sistema sia in grado di avviare una transizione "morbida", ma effettiva, verso uno scenario molto diverso dall'attuale.

Secondo le elaborazioni contenute nel paragrafo precedente, nello scenario programmatico la domanda di trasporto passeggeri è destinata a crescere del 55% circa in vent'anni (contro il 69% dello scenario tendenziale), con una ripartizione modale caratterizzata da un considerevole incremento della ferrovia (+152%), del trasporto pubblico locale (+149%), ed anche della navigazione aerea (+69%), ed invece da un rallentamento della crescita (ma non da un decremento) dell'autotrasporto individuale (+42% contro il +83% dello scenario tendenziale) (vedi fig.6.1.i). Quest'ultimo modo di trasporto è comunque destinato a soddisfare ancora i 4/5 della domanda totale, contro il 10% del trasporto pubblico locale, il 9% della ferrovia, e l'1% della navigazione aerea.

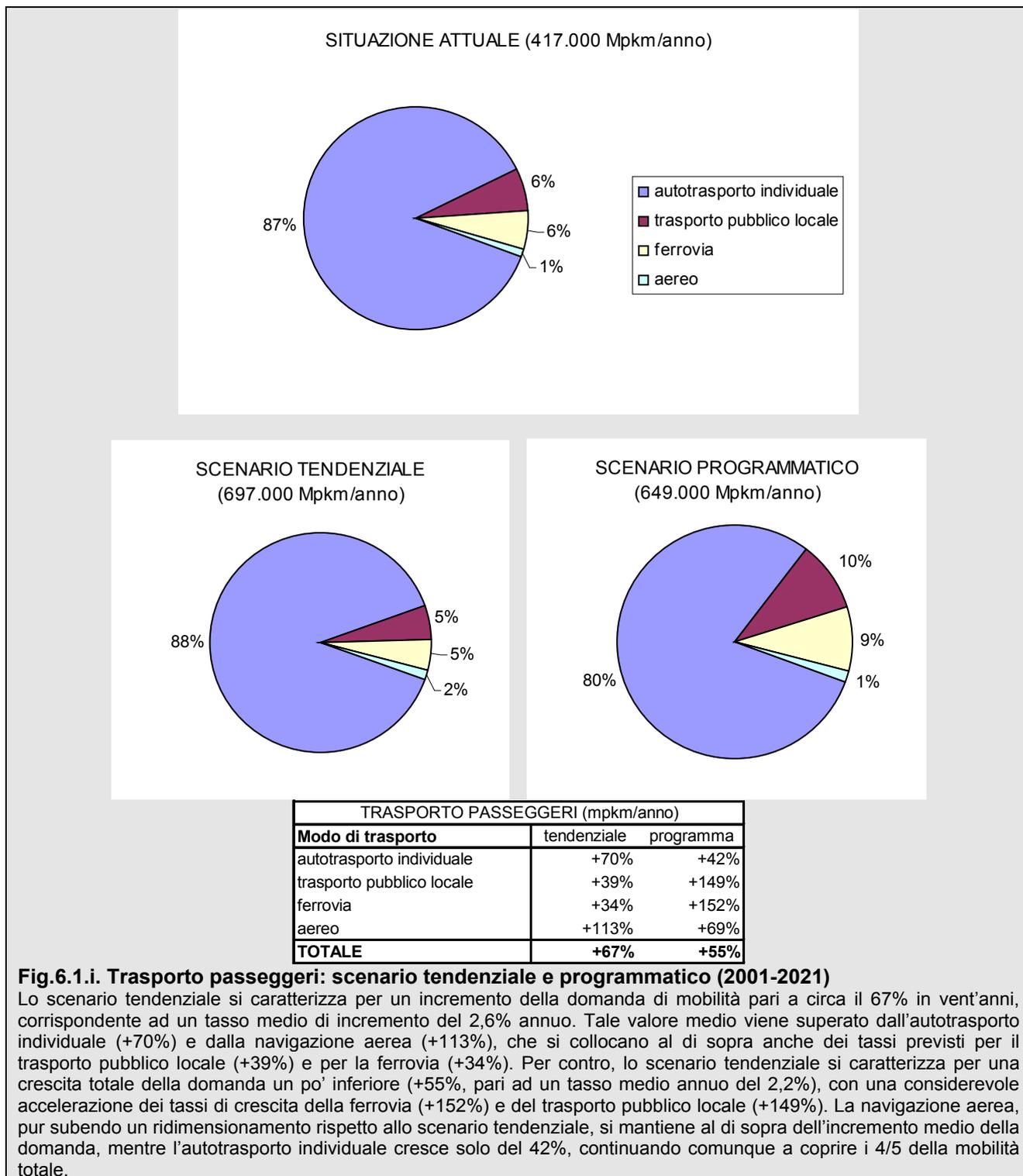
Per quanto concerne invece la domanda di trasporto merci, lo scenario programmatico si caratterizza invece per un incremento del 49% circa (contro il 62% dello scenario tendenziale), con tassi di crescita elevati nella navigazione marittima (+122%) e nella ferrovia (+115%), più ridotti nell'autotrasporto (+37%) e nelle condotte. La ripartizione modale che ne consegue presenta comunque una persistente dominanza del trasporto stradale (69%), sulla ferrovia e la navigazione marittima (13% ciascuna) e sulle condotte (5%).

Ovviamente, la definizione di uno scenario programmatico realistico rappresenta un compito complesso e necessariamente sistemico, che potrà essere qui sviluppato soltanto per rapidi accenni. Comunque, alcune articolazioni fondamentali, relative ai possibili schemi d'intervento da attuarsi per la sua implementazione, derivano direttamente da riflessioni relative alle articolazioni fondamentali della domanda di mobilità ed ai relativi equilibri sul versante dell'offerta di trasporto.

Innanzitutto, per quanto evidenziato nel corso dei capitoli 4 e 5, la costruzione di questo scenario dovrà basarsi su una **chiara articolazione interna fra gli interventi da svilupparsi negli ambiti metropolitani e della «città diffusa», ovvero in quelli rurali e marginali**. I primi, che concentrano circa i $\frac{3}{4}$ della popolazione e delle attività economiche su $\frac{1}{4}$ della superficie territoriale complessiva, richiedono misure finalizzate soprattutto al controllo della crescita urbana, tali da disincentivare l'ulteriore diffusione a bassa densità. Tale controllo rappresenta una precondizione essenziale per conseguire il rallentamento della domanda di mobilità, posto alla base dello scenario, ed anche per conseguire i trasferimenti modali che, soli, possono rappresentare una risposta efficace ai problemi di congestione esistenti in accesso ai grandi poli metropolitani. Per contro, gli ambiti rurali e marginali, che ospitano solo $\frac{1}{4}$ della popolazione e delle attività su $\frac{3}{4}$ della superficie, non possono prescindere da misure di sostegno all'accessibilità dei centri urbani intermedi, che rappresentano i principali poli di servizio dei rispettivi bacini di traffico. Opportune misure di protezione dovranno essere previste laddove tali bacini siano attraversati da corridoi di traffico primari, come nel caso di alcune vallate alpine.

Queste articolazioni territoriali sono significative anche sul versante dell'offerta, in quanto il progressivo sviluppo di un sistema integrato dovrà far leva, nel primo caso, su opportuni potenziamenti della capacità di trasporto, ottenuti laddove necessario anche attraverso l'adozione

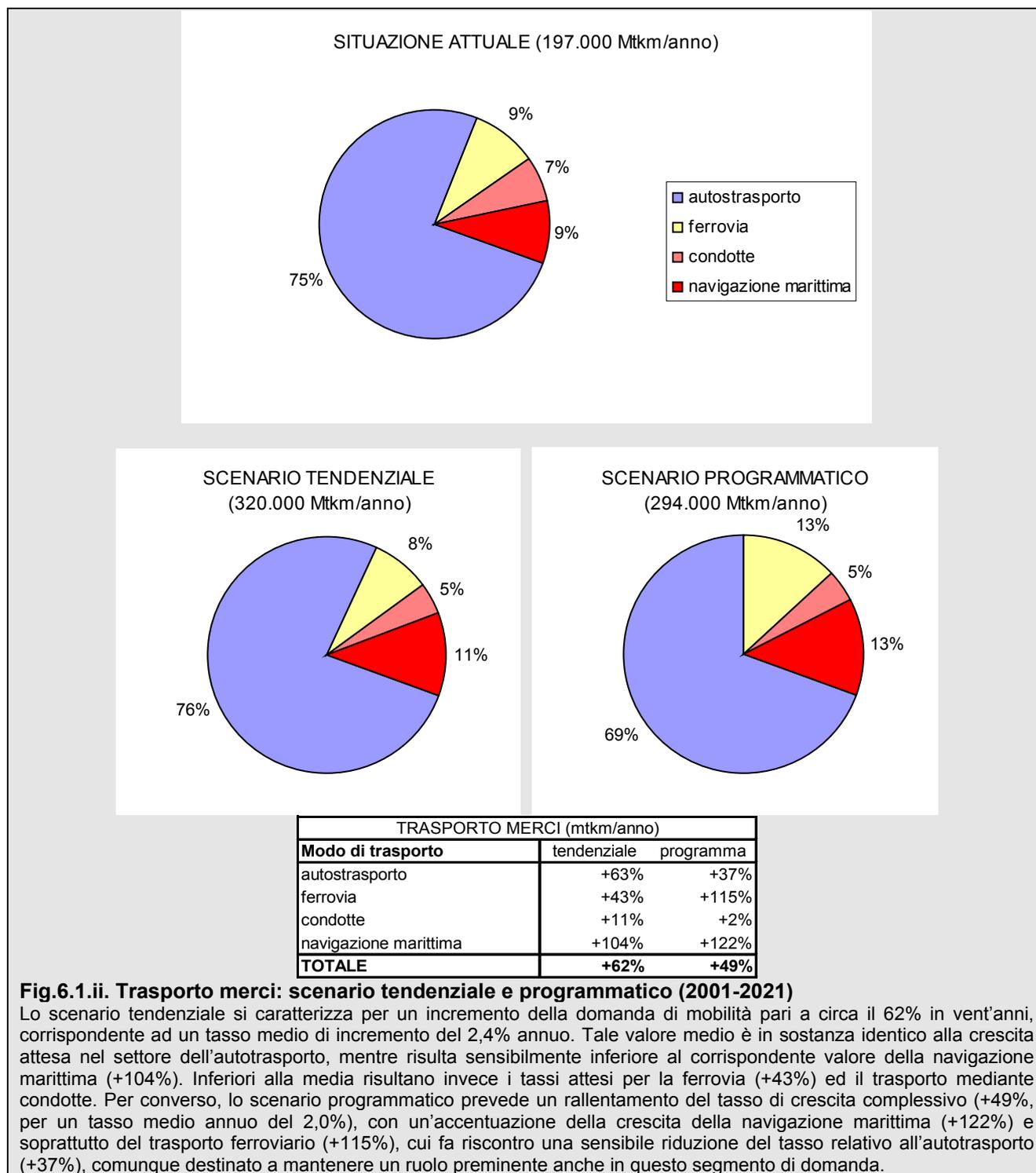
di una logica di specializzazione, mentre nel secondo dovrà mirare soprattutto alla piena utilizzabilità del capitale fisso sociale, costituito dalle reti infrastrutturali esistenti, da perseguire anche attraverso il loro uso promiscuo.



Nei paragrafi che seguono, verranno sviluppate alcune ipotesi di intervento sul sistema di trasporto del Nord Italia, volte ad incrementarne la funzionalità nell'orizzonte della sostenibilità ambientale. Tali ipotesi esemplificative includono sia interventi di carattere infrastrutturale, sia misure di carattere gestionale e/o tariffario, che appaiono promettenti per la costruzione di politiche di settore più ragionevoli ed efficaci di quelle odierne.

Va da sé che, per i limiti propri di questo studio, le diverse idee e suggestioni presentate restano ad un livello del tutto indicativo, e dovranno comunque essere sottoposte al vaglio delle necessarie verifiche di fattibilità tecnico-economica, mediante opportuni strumenti di analisi e valutazione.

Tali verifiche potrebbero presentare un particolare interesse, laddove assumessero più scenari alternativi di intervento, sviluppati sulla base di opzioni generali differenti, non necessariamente allineate con gli orientamenti qui presentati.



6.2. La navigazione marittima

Il sostegno della navigazione marittima rappresenta un tema di grande rilievo per qualunque politica della sostenibilità; ciò è vero in particolare per un territorio come il Nord Italia, che pur presentando relativamente pochi sbocchi al mare, si caratterizza per una posizione favorevole allo sviluppo della portualità e del cabotaggio, e per una dotazione infrastrutturale già oggi piuttosto articolata.

Le politiche per la navigazione marittima sono favorevolmente influenzate dalle tendenze in atto, che includono:

- la crescita del commercio a scala globale, che si riversa in larga parte su questo modo di trasporto;
- la messa a punto di nuovi schemi di offerta (autostrade del mare) a supporto del cabotaggio nazionale ed internazionale.

Queste tendenze debbono essere seguite e rafforzate, anche per i benefici effetti che esse possono determinare in termini di riduzione del traffico terrestre su itinerari sensibili (ad esempio i valichi transalpini, od anche quelli transappenninici).

Lo scenario programmatico al 2021 ipotizza per il traffico merci un tasso di crescita pari al 122% (contro un dato tendenziale del 104%), il che significa un traffico di 386 milioni di tonnellate/anno, di cui circa 250 sbarcate (contro le 150 attuali) ed oltre 100 imbarcate (contro le 30 attuali). La tendenza al riequilibrio tra sbarchi ed imbarchi costituisce un fattore destinato a mitigare il fabbisogno infrastrutturale lato mare. Considerando inoltre i consistenti margini di capacità inutilizzata che caratterizzano oggi diversi porti (Savona-Vado, Genova-Voltri, Ancona, Trieste), la crescita del traffico marittimo, qualora ripartita sull'intero sistema, dovrebbe comportare potenziamenti infrastrutturali molto meno che proporzionali al suo andamento.

Come più volte ribadito dall'Unione Europea, lo sviluppo di un efficiente trasporto marittimo a breve e medio raggio richiede una certa selezione e specializzazione dei porti. Nel contempo, al fine di evitare squilibri destinati a ribaltarsi sui proseguimenti via terra, occorre anche che la crescita dei traffici venga articolata entro un quadro di relativo equilibrio fra i sistemi portuali del mar Ligure (Savona, Genova, La Spezia, Livorno) e dell'alto Adriatico (Ancona, Ravenna, Venezia, Trieste). In tal senso, la politica di liberalizzazione portuale, avviata negli anni Novanta, dovrà essere indirizzata verso la formazione di scali "aperti", con presenza di una pluralità di operatori in concorrenza reciproca, in modo tale da limitare i rischi inerenti agli investimenti pubblici sulle infrastrutture lato terra.

Analoga attenzione dovrà riguardare l'articolazione dei servizi di trasporto offerti, sia sul lato mare (rinfuse, container, traghetti Ro-Ro) che sul lato terra (condotte, ferrovia, strada), in modo tale da evitare eccessive concentrazioni di traffico sulle direttrici di adduzione, spesso caratterizzate da importanti vincoli territoriali, ed in alcuni casi (Genova, Venezia) dalla sovrapposizione con traffici passeggeri di tipo metropolitano.

Questo significa che le autorità pubbliche debbono continuare a giocare un ruolo strategico nella definizione delle priorità di intervento, utilizzando a tale proposito, in particolar modo, le politiche infrastrutturali, con i loro effetti selettivi sul sistema degli scali e sui singoli operatori.

E' chiaro, peraltro, che l'intervento pubblico sul settore della navigazione marittima dovrà mirare anche a migliorare le prestazioni ambientali del settore, oggi limitate da un quadro legislativo poco sviluppato e, soprattutto, da sistemi di controllo piuttosto carenti, soprattutto al di fuori dei porti.

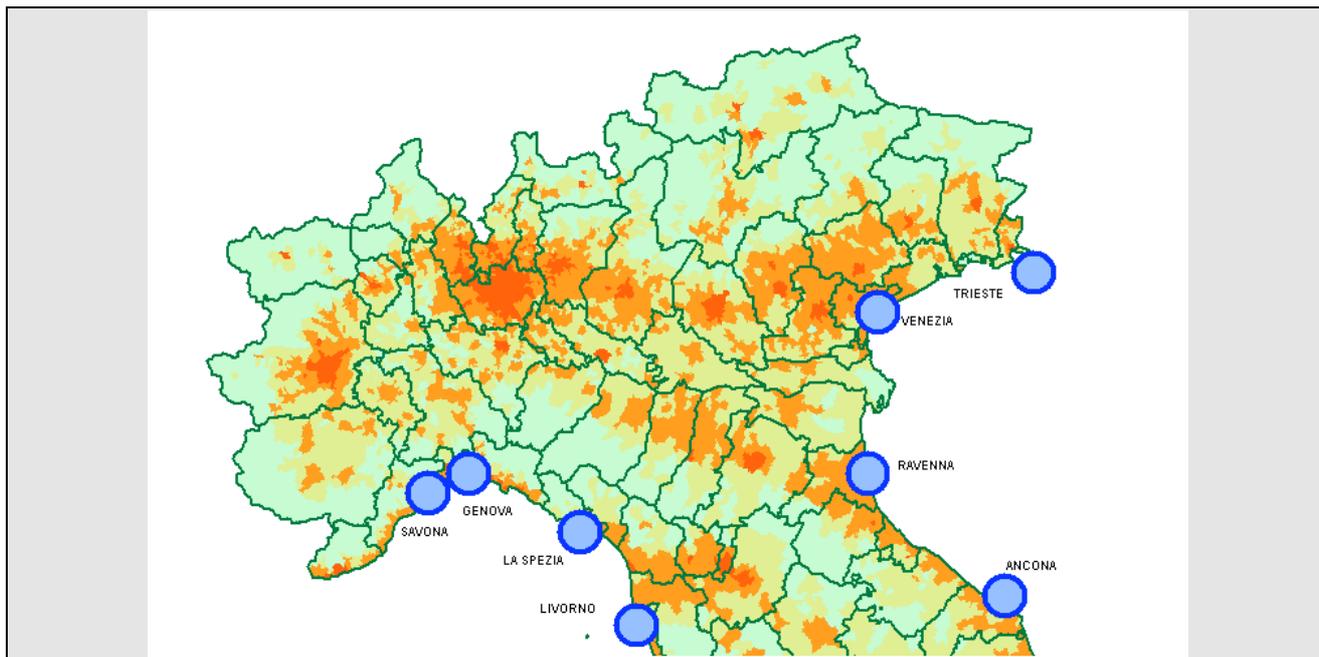


Fig.6.2.i. Principali porti dell'arco ligure e di quello alto-adriatico

Le otto regioni dell'Italia settentrionale possono fare affidamento su un sistema portuale articolato su numerosi scali di livello regionale. Sul versante ligure e tirrenico, ai porti di Savona-Vado, Genova-Voltri e La Spezia si può aggiungere quello toscano di Livorno. Per converso, sul versante alto-adriatico, i porti di Trieste, Venezia e Ravenna si accompagnano a quello marchigiano di Ancona. L'insieme di questi otto scali, alcuni dei quali presentano una notevole capacità inutilizzata, assicura ampi margini di crescita al traffico marittimo afferente al Nord Italia. Per non sovraccaricare i rami di adduzione ai singoli scali, è importante che il traffico si sviluppi in modo sufficientemente equilibrato tra i diversi porti. Questo obiettivo può essere perseguito garantendo il carattere "aperto" dei diversi scali, in modo da minimizzare i rischi connessi agli investimenti pubblici sulle infrastrutture di adduzione, senza inserire improprie limitazioni alla concorrenza fra i singoli operatori del settore.

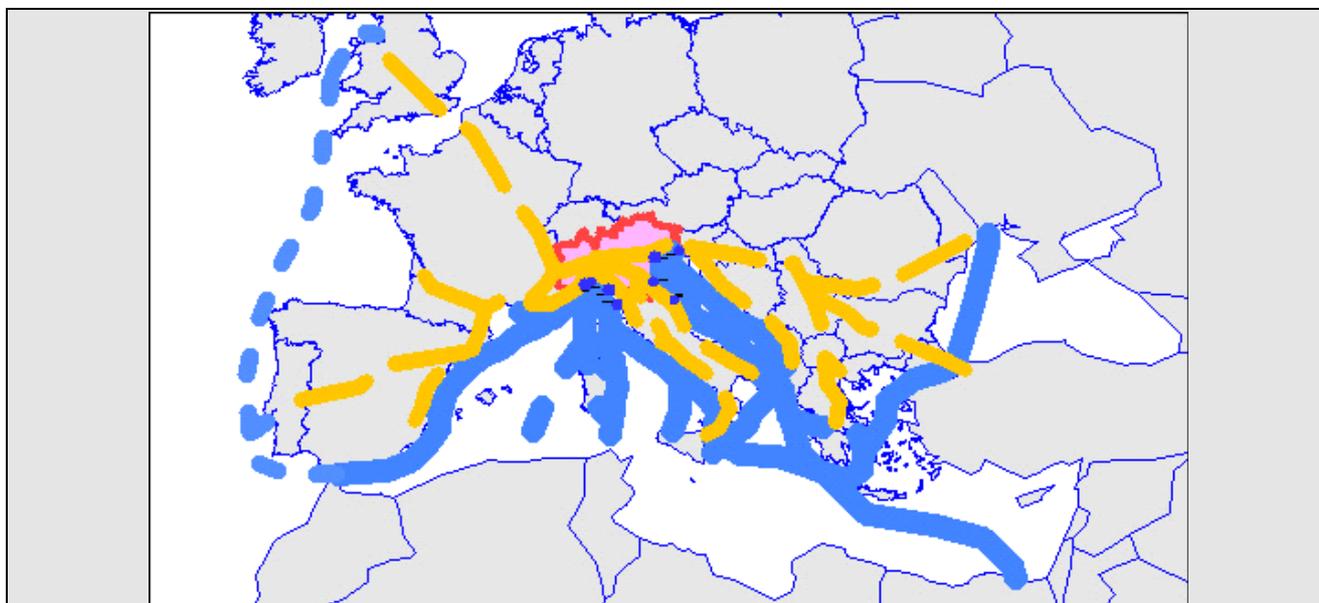


Fig.6.2.ii. Le "autostrade del mare" e la loro influenza sui traffici terrestri

Lo sviluppo del cabotaggio marittimo nazionale e comunitario è destinato ad influenzare notevolmente l'andamento dei traffici terrestri. Infatti le principali rotte d'interesse continentale si sovrappongono ad alcune fra le direttrici terrestri dotate delle più elevate prospettive di crescita nei prossimi decenni, come in particolare quelle verso la Penisola iberica e l'Europa sud-orientale. Considerando che il cabotaggio è in grado di competere con il trasporto terrestre anche su alcune direttrici nord-europee, contraddistinte da lunghe distanze e/o dalla presenza di rotture di carico quasi obbligate (isole britanniche e paesi scandinavi), emerge che le sole direttrici transalpine poco toccate dal fenomeno sono quelle verso la Francia, la Germania e l'Europa Nord-orientale. Da ultimo, il cabotaggio è destinato a svolgere un ruolo essenziale anche negli scambi con la sponda Sud del Mediterraneo, che potranno forse in un futuro non troppo lontano raggiungere una consistenza significativa.

I livelli di traffico conseguibili nei singoli scali, indicativamente variabili fra un minimo di 20-30 ed un massimo di 90-100 milioni di tonnellate, si collocano entro limiti ragionevoli, e tali da consentire efficaci schemi di accessibilità via terra sulla base di infrastrutture dimensionate in termini convenzionali¹.

Bisogna tener conto, inoltre, che i porti principali sono destinati a rappresentare la maggior parte dei centri merci intermodali del paese: se questa considerazione è vera soprattutto al centro-sud (dove l'unica importante aggregazione urbana ed industriale lontana dal mare è quella di Firenze), essa mantiene la sua importanza per tutte le regioni marittime del centro-nord, ed in particolare per la Liguria ed il Friuli-Venezia Giulia, che si caratterizzano per un elevato livello di concentrazione delle attività logistiche all'interno delle aree litoranee.

Il tema dei proseguimenti via terra investe in modo diretto quello della navigazione interna che, per le caratteristiche idrografiche del bacino padano-veneto, riesce a raggiungere un significato economico di qualche rilievo quasi soltanto in rapporto alle relazioni fra le aree portuali di Venezia e Ravenna, ed i poli interni di Ferrara, Mantova e Cremona, collocati lungo l'asta del Po o sui suoi più immediati affluenti.

Vale infatti la pena di ricordare la rilevante differenza esistente fra l'impiego delle aste fluviali esistenti e la realizzazione *ex novo* di canali navigabili. Nel primo caso, caratterizzato da costi di realizzazione e gestione relativamente ridotti in rapporto alla capacità di trasporto ottenuta, i livelli di servizio caratteristici di questo vettore possono risultare competitivi rispetto ad altre forme di trasporto terrestre, mentre nel secondo gli elevati costi d'investimento tendono a porlo in condizione comunque subordinata alla realizzazione di una linea ferroviaria, che a parità di risorse impiegate garantisce maggiore capacità e standard di servizio più elevati. Pertanto, la realizzazione di canali navigabili risulta giustificata soltanto laddove essi mettano in comunicazione sistemi estesi e ramificati di vie d'acqua naturali, il che evidentemente non si verifica nel caso italiano.

Un altro aspetto da non trascurare riguarda il trasporto per condotta, che rappresenta una forma di trasporto terrestre poco impattante ed assai efficiente dal punto di vista energetico. Anche se va riconosciuto che tale modalità di trasporto si rivolge a merceologie potenzialmente poco dinamiche nello scenario programmatico, la valorizzazione ed il potenziamento della rete di oleodotti e gasdotti esistenti fra i porti del Nord Italia e diversi recapiti centro-europei continua a rappresentare una misura importante per contenere la crescita della domanda di trasporto sui corridoi stradali e ferroviari attraverso l'arco alpino.

La principale questione strategica, relativa ai proseguimenti via terra delle merci imbarcate o sbarcate nei porti delle due "spalle", ligure ed alto adriatica, riguarda però la capacità del trasporto ferroviario di raggiungere livelli di servizio adeguati alle necessità degli operatori marittimi, sì da assorbire la maggior parte della movimentazione merci via terra, come accade più o meno in tutti i grandi porti europei.

¹ Ipotizzando per esempio che un traffico portuale di 100 milioni di t venga movimentato via terra per il 50% dalla ferrovia (treni da 800 t nette) e per il 25% dalla strada (autocarri da 10 t nette), si ottiene un traffico giornaliero pari a circa 200 treni ed 8.000 autocarri – valori compatibili con la presenza di due o tre accessi ferroviari ed altrettanti stradali.

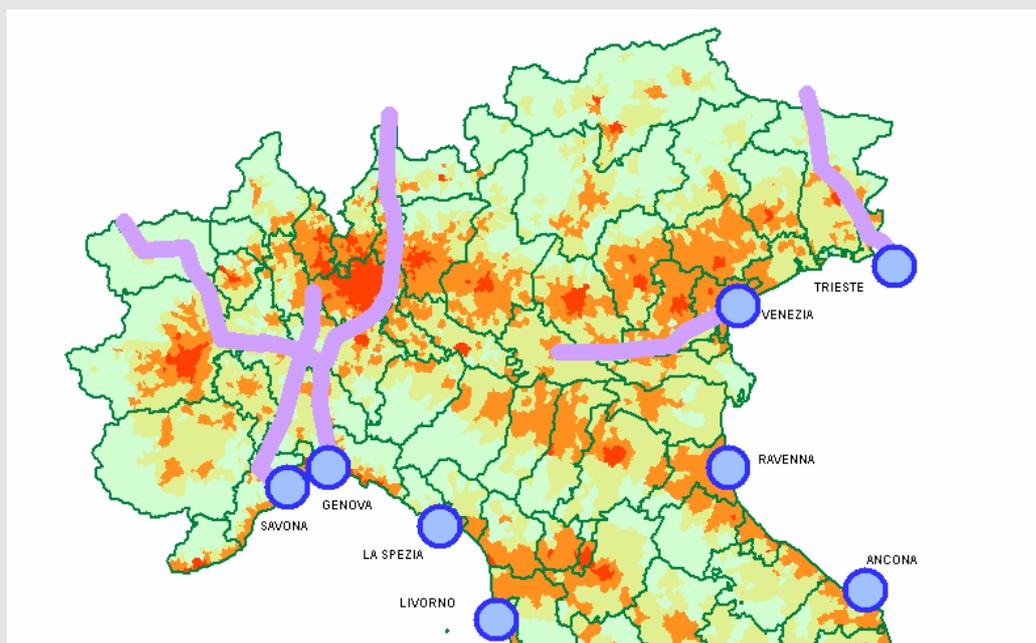


Fig.6.2.iii. Proseguimenti interni dei traffici marittimi: le condotte

In uno scenario di sostenibilità, la crescita dei traffici merci nei sistemi portuali ligure ed alto-adriatico non dovrà tradursi in un proporzionale incremento dei flussi di traffico stradale diretti verso i singoli scali. A tale proposito, un ruolo importante potrà comunque essere giocato dal sistema delle condotte, oggi relativamente sottoutilizzato, e dunque in grado di assorbire importanti quote di traffico transalpino.

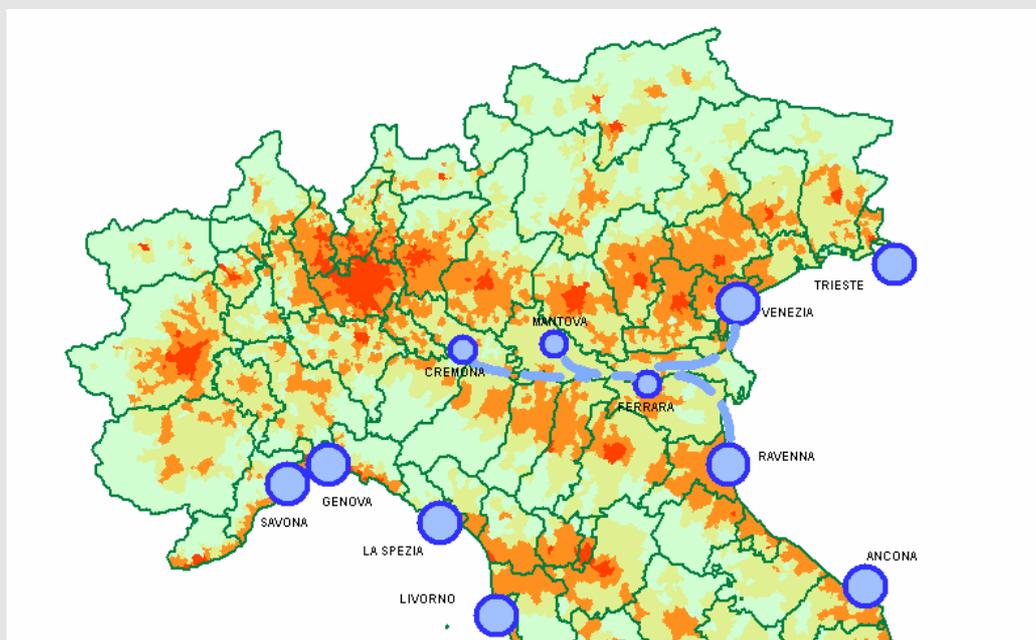


Fig.6.2.iv. Proseguimenti interni dei traffici marittimi: la navigazione fluviale e fluviomarittima

Un altro elemento di interesse, per il proseguimento interno dei traffici marittimi, è rappresentato dal sistema fluviale del Po. Motivi di ordine tecnico indicano che tale sistema non sarà mai ragionevolmente ampliabile mediante la costruzione di canali artificiali diretti verso le maggiori aree urbane; nondimeno, lo sviluppo di più strette relazioni fra gli scali interni (Cremona, Mantova, Ferrara) ed i porti di Venezia e Ravenna, può rappresentare, per alcune categorie merceologiche, una alternativa al trasporto su gomma.

6.3. Il trasporto ferroviario

Nello scenario programmatico sin qui delineato, il trasporto ferroviario è destinato ad assolvere un ruolo molto importante, non tanto perché debba diventare il modo dominante, quanto piuttosto per il suo ruolo di fulcro di diverse misure di trasferimento modale, finalizzate a contenere la crescita dei flussi stradali ed autostradali.

Riprendendo gli elementi programmatici riportati nei paragrafi 5.5 e 6.1, nel giro dei prossimi vent'anni la domanda di trasporto attratta al trasporto ferroviario dovrebbe crescere del 150% sul segmento passeggeri, e del 115% sul segmento merci. Si tratta di obiettivi molto ambiziosi, che non possono essere perseguiti semplicemente attraverso l'incremento quantitativo dell'offerta di trasporto su ferro, ma che richiedono una profonda modifica qualitativa dei corrispondenti servizi, affiancata ad attente politiche di controllo della crescita del traffico stradale (per le quali si rimanda al successivo paragrafo 6.5). Date queste premesse, i potenziamenti dell'offerta ferroviaria (in termini sia di infrastrutture che di servizi prodotti) debbono essere considerati una risposta alle necessità di trasferimento modale via via emergenti da politiche integrate, riferite all'insieme dei modi di trasporto.

E' comunque evidente che la modificazione qualitativa dei servizi ferroviari passeggeri e merci esige il superamento delle grandi inefficienze che caratterizzano le ex Ferrovie dello Stato. Nel quadro della liberalizzazione conseguente alle direttive europee, e della incipiente apertura della rete primaria ad operatori esteri (francesi, tedeschi e svizzeri)² pare opportuno non escludere affatto la prospettiva di una radicale riforma dell'attuale assetto produttivo, se non di una completa liquidazione della società.

Il fatto che il recupero di importanti quote di traffico al trasporto ferroviario richieda una profonda innovazione delle logiche di produzione dei corrispondenti servizi non significa tuttavia che, in futuro, non saranno necessari potenziamenti di tipo infrastrutturale. Infatti, è chiaro che il concreto raggiungimento degli ambiziosi obiettivi contenuti nello scenario programmatico è destinato a generare *stress* importanti su numerose porzioni della rete. Tuttavia, il quadro degli interventi necessari non può in alcun caso prescindere da una analisi dettagliata del quadro delle possibili evoluzioni della domanda di mobilità, che consenta di identificare con precisione i segmenti sui quali i margini di recupero sono maggiori, e di definire conseguentemente modelli di esercizio capaci di attrarre tali segmenti al modo ferroviario.

A quest'ultimo proposito, si può osservare che probabilmente, nel trasporto passeggeri, i maggiori margini di recupero modale non si manifesteranno tanto sulla domanda interurbana di lungo raggio, che detiene già quote di traffico importanti ed è sottoposta all'agguerrita concorrenza del settore aereo in corso di liberalizzazione, quanto piuttosto:

- sulle relazioni interurbane di media percorrenza, oggi spesso molto penalizzate dalla struttura dell'offerta ferroviaria (si pensi soltanto a relazioni come Modena-Milano o Parma-Brescia);
- sull'accesso ai principali poli metropolitani, che sconta la progressiva saturazione della corrispondente capacità stradale.

Il miglioramento dei servizi ferroviari sulle relazioni di media percorrenza è un obiettivo che si sposa molto bene con le logiche di sincronizzazione e cadenzamento illustrate nel paragrafo 5.3. Tali logiche dovrebbero condurre alla formazione di una rete di servizi *inter-city* frequenti e veloci, capaci di servire la maggior parte dei centri urbani di medio-grande dimensione (inclusi quelli oggi mal serviti, quali ad esempio Bergamo, Reggio Emilia, Modena, Ravenna, ecc...) attraverso coincidenze sistematiche nelle grandi stazioni metropolitane (Torino, Milano, Verona, Padova-Venezia, Genova, Bologna).

² Questa prospettiva ha ormai assunto una concretezza evidente nel caso del trasporto merci, ormai caratterizzato dalla presenza di una pluralità di operatori, alcuni dei quali lavorano sulla base di accordi commerciali di lungo termine con compagnie straniere. In uno scenario di questo genere, la società FS cargo è probabilmente destinata a scontare più che in passato la sua debolezza nell'acquisizione dei traffici al modo ferroviario.

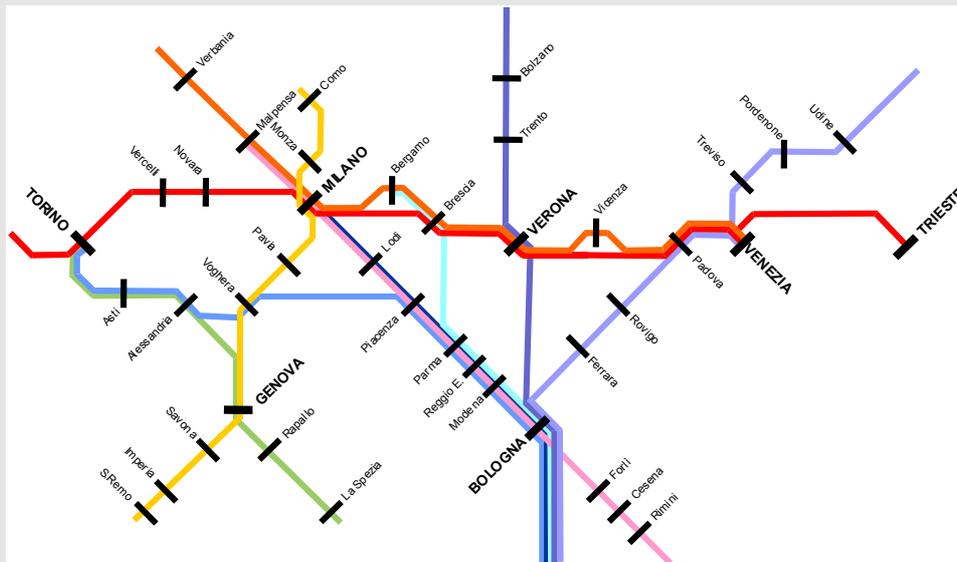


Fig.6.3.i. Velocizzazione e sincronizzazione dei servizi inter-city

Il recupero al vettore ferroviario di consistenti quote di domanda passeggeri rappresenta un obiettivo ineludibile per qualunque politica di sostenibilità nel settore dei trasporti. Il quadro complessivo di tale domanda indica, peraltro, che tale recupero non potrà riguardare tanto le lunghe percorrenze (sulle quali il treno detiene già quote modali significative, essendo per di più soggetto alla concorrenza della navigazione aerea), bensì i ben più dinamici segmenti relativi alle medie percorrenze interurbane (oggi caratterizzate da quote modali ben più modeste). Il modo per rafforzare l'offerta inter-city tra i poli, intensificandola e velocizzandola, non richiede tanto l'innalzamento delle velocità di punta in piena linea (pure utile su alcune relazioni), quanto l'integrazione dei diversi servizi attraverso il loro pieno cadenzamento e la reciproca integrazione nei nodi primari (Torino, Milano, Verona, Padova, Venezia, Genova, Bologna). La costruzione di un sistema di questo genere richiede interventi mirati su numerose tratte ferroviarie, ma mette in evidenza soprattutto il tema della potenzialità dei nodi, che devono essere in grado di accogliere un numero di treni elevato in intervalli di tempo ristretti.

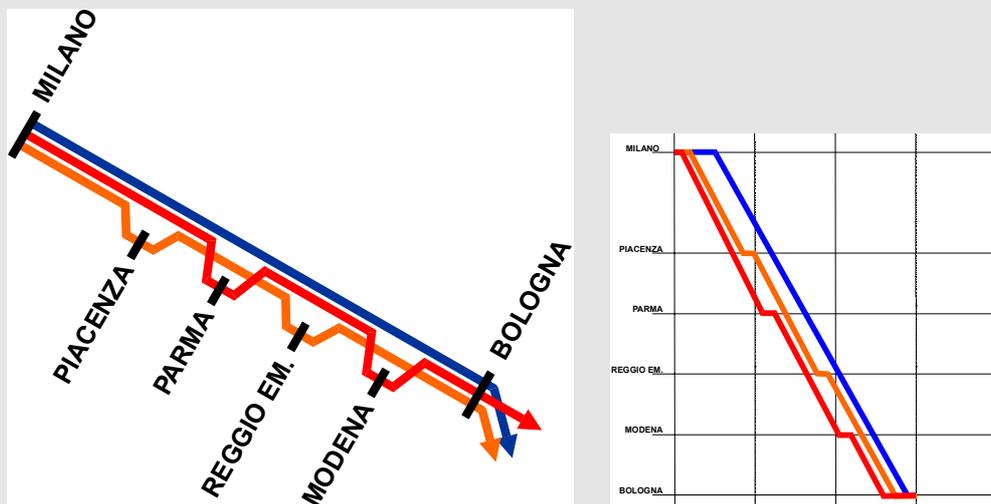


Fig.6.3.ii. Velocizzazione e sincronizzazione dei servizi inter-city: l'esempio della linea Milano-Bologna

Un esempio di sincronizzazione fra i servizi ferroviari inter-city riguarda la direttrice Milano-Bologna, assai significativa per le elevate prestazioni velocistiche oggi raggiunte e previste in futuro, ma anche per la contestuale debolezza del servizio su relazioni intermedie, come Modena-Milano o Parma-Bologna, in effetti molto promettenti per il recupero di quote modali al trasporto ferroviario. Lo schema propone di affiancare ai servizi diretti Milano-Bologna (con proseguimento per Firenze, Roma ed eventualmente Napoli) anche servizi di rango inferiore, che effettuino fermate alterne a Piacenza-Reggio Emilia ed a Parma-Modena, e che precedano leggermente il servizio diretto, attendendolo nella stazione di Bologna. In tal modo, è possibile assicurare la sistematica coincidenza con tutte le relazioni servite attraverso il nodo di Bologna, corrispondenti in pratica alla totalità del Nord-Est, del Centro e del Sud Italia.

Allargando lo sguardo al sistema ferroviario nel suo complesso, si può affermare che la costruzione di una rete di servizi integrati richiede quanto meno:

- il potenziamento dei servizi regionali, con particolare riferimento alle grandi aggregazioni urbane (Torino, Milano, Genova, Padova-Venezia, Bologna), nelle quali occorre puntare alla realizzazione di veri e propri *sistemi ferroviari metropolitani* ad elevata frequenza, affiancati da linee regionali di adduzione rafforzate ed estese al servizio delle principali polarità intermedie (quali ad esempio Brescia, Verona, Trieste, Rimini...);
- la costruzione di una robusta rete di servizi di rango intermedio (diretti od interregionali), atti a garantire spostamenti rapidi fra i territori della città diffusa, le principali polarità urbane, ed i maggiori centri intermodali (quali ad esempio gli aeroporti);
- il potenziamento e la velocizzazione dei servizi *inter-city*, che debbono organizzarsi in una rete di sistematiche coincidenze atte ad estendere il più possibile i benefici ottenibili mediante la realizzazione delle nuove linee ad alta velocità.

Come già indicato nel paragrafo 6.1, la riarticolazione dei servizi ferroviari passeggeri di breve raggio richiede l'introduzione di criteri differenziati a seconda dei contesti attraversati. Così, se il potenziamento dei servizi regionali e metropolitani costituisce una risposta alle problematiche di congestione e sovraffollamento che caratterizzano i grandi ambiti metropolitani, nelle aree rurali la semplice razionalizzazione dei servizi minimi, secondo i principi della sincronizzazione e del cadenzamento, può fornire risposte adeguate anche ad assorbire i desiderati incrementi di domanda, senza necessità di incrementare livelli d'offerta oggi ampiamente sottoutilizzati. D'altro canto, l'identificazione di "poli di simmetria" non corrispondenti ad aggregazioni urbane primarie, nei quali operare sistematiche coincidenze fra servizi di rango diverso, può rappresentare una interessante occasione per rafforzare il ruolo del trasporto ferroviario sulle lunghe distanze anche in quei bacini che appaiono relativamente meno vocati a tale tipo di trasporto.

Se si prova a valutare la ricaduta di questo schema generale in termini di impegno della rete ferroviaria, emergono alcune considerazioni abbastanza ovvie, eppure poco presenti nel dibattito programmatico di livello nazionale ed anche regionale. Come si osserva nella figura 6.3.i., è evidente che il rafforzamento dei servizi regionali e metropolitani è destinato a determinare una forte concentrazione del traffico intorno ai principali nodi urbani. Tale concentrazione contrasta con i livelli molto più limitati conseguibili sul resto della rete, che, con la parziale eccezione della dorsale Milano-Bologna e di poche altre tratte, difficilmente supera la soglia di 160-200 treni/giorno³, del tutto compatibile con il normale esercizio di una linea a doppio binario.

Una delle principali conseguenze di questo stato di cose è che, almeno per quanto concerne il traffico passeggeri, il fabbisogno infrastrutturale tende a concentrarsi intorno alle principali aree urbane, caratterizzate dalla convergenza dei servizi regionali e metropolitani e dalla loro sovrapposizione con quelli di media e lunga percorrenza. La figura 6.3.iv fornisce un quadro indicativo delle direttrici che, rispetto allo schema proposto, presentano un deficit di capacità, richiedendo dunque un potenziamento, orientato in primo luogo a garantire il transito dei servizi locali, senza indurre rallentamenti per quelli di rango superiore.

³ E' opportuno a questo proposito evidenziare che, su molte relazioni inter-city, gli eventuali adeguamenti di capacità offerta possono essere ottenuti mediante l'allungamento dei convogli, piuttosto che attraverso un aumento delle frequenze, che sono già state definite su livelli piuttosto elevati (un treno ogni ora sulle relazioni principali, ogni due ore su quelle marginali).

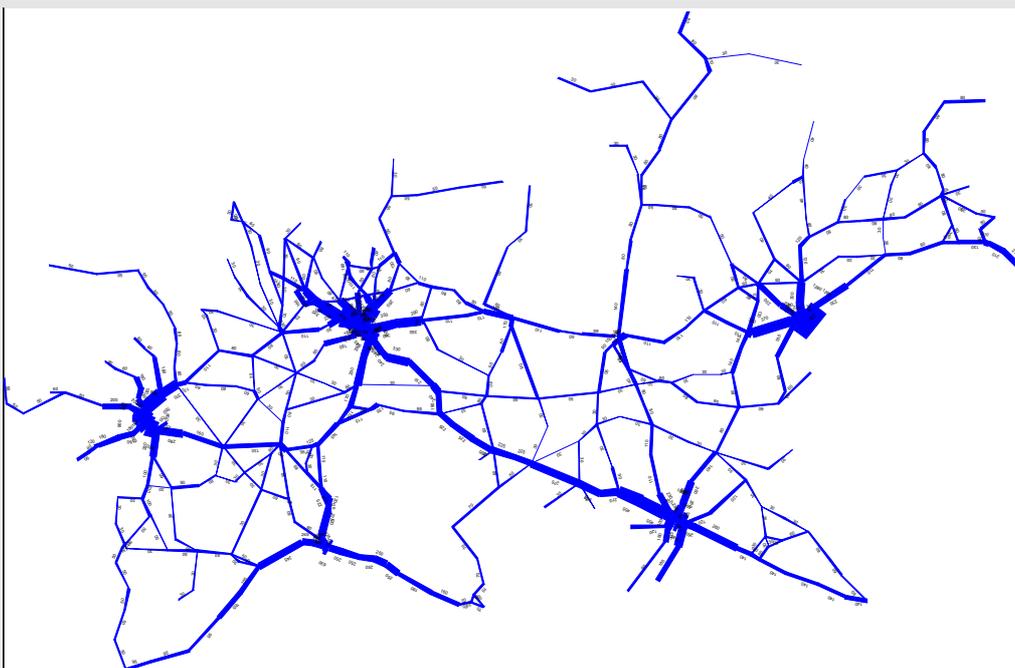


Fig.6.3.iii. Rete ferroviaria – impegno stimato per servizi passeggeri

Una stima di larga massima dell'impegno ferroviario necessario allo sviluppo di un sistema integrato di servizi di lunga, media e breve percorrenza evidenzia molto chiaramente l'addensamento dei traffici intorno ai principali nodi metropolitani (in particolare Torino, Milano, Venezia, Genova e Bologna). Tali nodi, infatti, si caratterizzano per la sovrapposizione fra servizi locali molto frequenti e treni diretti od inter-city cadenzati e sincronizzati, con forte concentrazione in alcuni intervalli orari. Un quadro di questo genere pone le premesse per distinguere chiaramente il tema del potenziamento della rete ferroviaria, a servizio del trasporto passeggeri, in due obiettivi ben distinti: aumento delle velocità commerciali sulle principali tratte interurbane, ed incremento della capacità del sistema intorno ai nodi. L'incremento della capacità, riducendo l'interferenza fra convogli di rango diverso in adduzione ai poli metropolitani, è destinata a tradursi anch'essa in un aumento delle velocità commerciali.

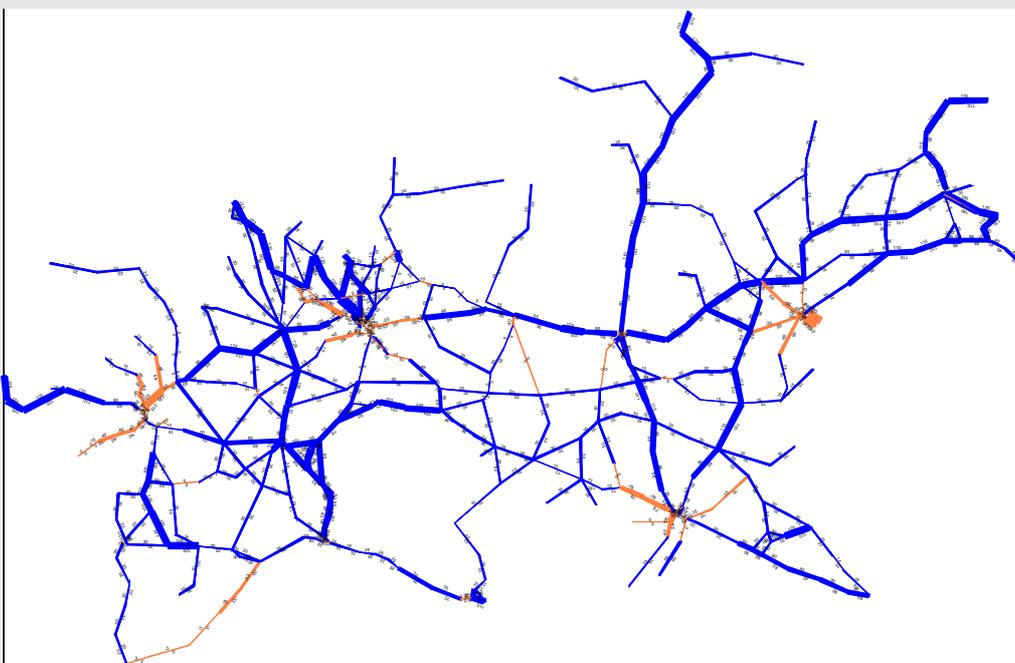


Fig.6.3.iv. Rete ferroviaria – potenzialità residua per servizi merci

A fronte di potenzialità di linea poco variabili fra un centro e l'altro, i livelli d'impegno indicati nella fig.6.3.iii determinano valori di potenzialità residua, utilizzabile da parte dei servizi merci, molto differenziato. Le difficoltà di attraversamento dei grandi nodi metropolitani, peraltro, possono non rappresentare un problema nella misura in cui gli stessi luoghi di generazione del traffico, cioè le zone industriali, si sono allontanati da tali nodi. La definizione di istradamenti alternativi diventa, così, un'importante occasione per il miglioramento dei servizi merci nei contesti della città diffusa.

Il quadro dei deficit di capacità indotti sulla rete dallo schema d'esercizio passeggeri fornisce alcuni elementi di grande importanza per la costruzione di un ragionevole scenario di sviluppo del trasporto merci. Esso evidenzia, infatti, ampie porzioni di rete caratterizzate da importanti riserve di capacità, fra cui in particolare:

- diverse linee di adduzione a valichi alpini (Fréjus, Sempione, Brennero, Tarvisio);
- buona parte della rete del Piemonte orientale (tra Domodossola, Novara ed Alessandria) e della Lombardia sud-occidentale (Pavia, Piacenza e Cremona);
- la maggior parte dei collegamenti fra Emilia-Romagna, Veneto e Friuli-Venezia Giulia.

Queste porzioni presentano un grande interesse per il trasporto merci, in alcuni casi perché si collocano su importanti linee di desiderio per questo genere di traffici (ad esempio le adduzioni ai valichi alpini), in altri perché prefigurano itinerari che consentono di aggirare i grandi nodi metropolitani, caratterizzati da livelli di saturazione elevati.

In particolare, vale la pena di osservare che le attuali riserve di capacità, esistenti sulle linee di adduzione ai valichi alpini, consentirebbero di incrementare il traffico ferroviario internazionale di circa 3 volte rispetto ai livelli odierni⁴. Una prospettiva di questo genere trova invece un fattore limitante sostanziale nella capacità dei nodi di sbocco in pianura, con particolare riferimento ai valichi che presentano istradamenti obbligati attraverso nodi metropolitani (come il Fréjus su Torino o il Brennero su Verona).

In questo senso, lo sviluppo del traffico merci ferroviario sulle direttrici internazionali richiede, più che nuove linee di valico, più urgenti misure di adeguamento sui nodi metropolitani sottostanti. Tali misure possono consistere, a volte, nella realizzazione di linee di cintura finalizzate all'istradamento (a bassa velocità) dei treni merci afferenti al nodo, in altri casi, nel recupero di itinerari esistenti, ottenuto potenziando linee secondarie. Viene così a riemergere il tema degli istradamenti alternativi, sviluppato sin dagli anni Sessanta e Settanta, ed oggi rafforzato dai profondi mutamenti territoriali che hanno trasformato in senso industriale molti ambiti attraversati dagli itinerari in esame (si pensi alle aree di Busto Arsizio, Piacenza, Treviso-Pordenone, Bergamo-Brescia...), a fronte della deindustrializzazione delle principali polarità metropolitane.

Lo sfruttamento della capacità residua della rete è a sua volta correlato all'opportunità di produrre treni più lunghi e pesanti, il che produce un contenimento del tasso di crescita atteso in termini di traffico ferroviario (+72%) rispetto al corrispondente andamento della domanda soddisfatta (+115%). Inoltre, il fatto che questi treni possano conseguire buone prestazioni economiche anche a fronte di velocità d'impostazione non elevate determina alcune importanti ricadute in termini di omotachicità delle linee, e dunque in termini di migliore sfruttamento della capacità⁵.

In tal senso, gli investimenti necessari al potenziamento dell'offerta ferroviaria merci dovranno certo mirare alla continuità degli itinerari, mediante la realizzazione di nuove tratte di raccordo e/o il raddoppio (anche selettivo⁶) di linee attualmente a semplice binario; ma non potranno lasciare in secondo piano il tema dell'adeguamento della rete esistente al transito di treni merci molto lunghi e

⁴ Fatte salve una serie di misure di adeguamento della sagoma delle gallerie e di altre caratteristiche tecnologiche delle linee.

⁵ Quando una linea ferroviaria è percorsa da convogli omotachici, che procedono cioè tutti alla medesima velocità, le interferenze fra i treni si riducono e la capacità della linea aumenta. Ad esempio, una linea a doppio binario dotata di sezioni di blocco della lunghezza di 1.200 m (valore standard sulla rete italiana), percorsa da treni che avanzano ad una media di 54 km/h (15 m/s), consente un distanziamento minimo fra treni inferiore a 3 minuti, ovvero una capacità massima (teorica) di 20 treni/ora per direzione, e ad una capacità pratica non inferiore a 12-14 treni/ora per direzione, corrispondenti a 480-560 treni/giorno (contro un valore normalmente dichiarato di 220-240 treni/giorno).⁶ Per raddoppio selettivo si intende un intervento di raddoppio parziale, limitato ad alcune tratte critiche, sulle quali si ha la necessità di effettuare l'incrocio di un maggior numero di convogli; la disponibilità di tratte a doppio binario anche brevi, ma ben localizzate, consente di operare con manovre dinamiche anziché di fare incrociare i treni unicamente nelle stazioni.

pesanti, il che può richiedere, a seconda dei casi, modificazioni importanti nel peso assiale, nella sagoma, nelle modalità di trazione (elettrificazione di alcune linee) e nei moduli di stazione.

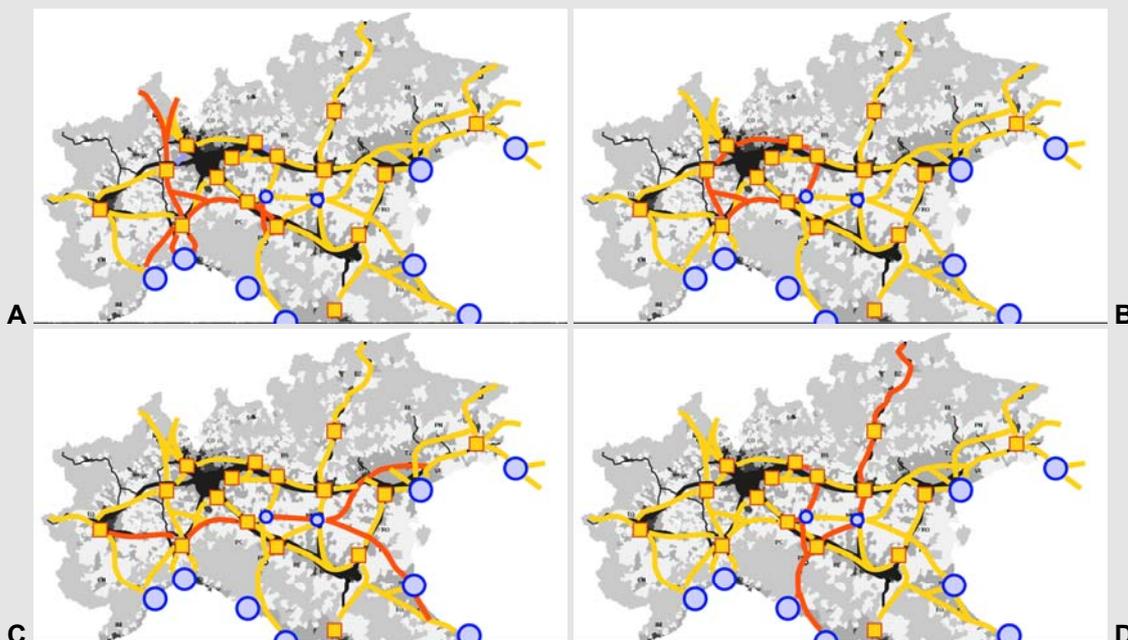
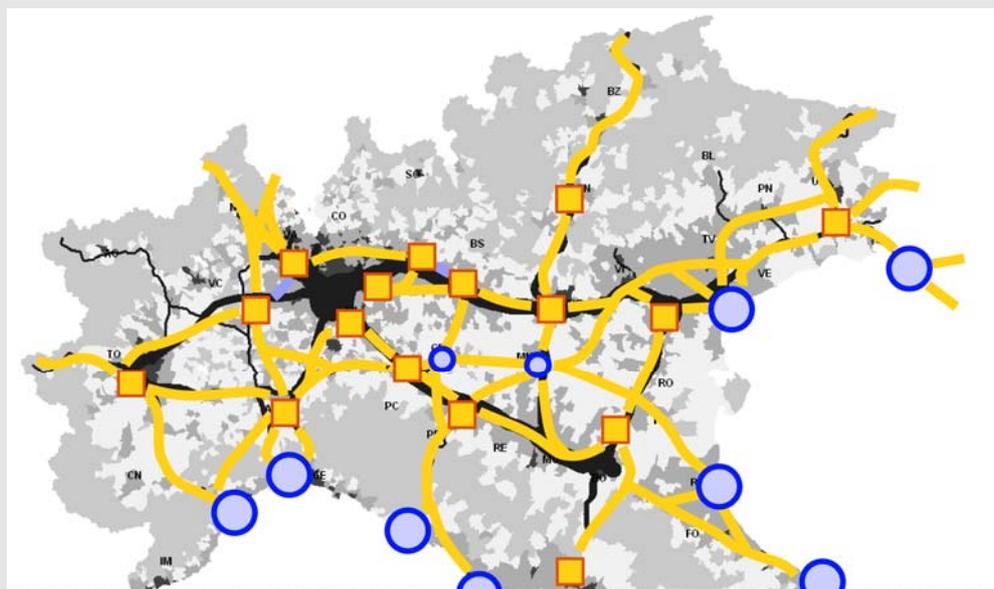


Fig.6.3.v. Verso una rete di itinerari ferroviari orientati al traffico merci

La definizione di itinerari ferroviari capaci di sfruttare le riserve di capacità esistenti su numerose linee secondarie, riducendo l'impegno delle radiali metropolitane, è una misura capace di supportare i considerevoli incrementi del traffico merci, previsti nello scenario programmatico, in particolare sulle direttrici che conducono ai porti ed ai valichi alpini. Inoltre, sfruttando la tendenziale omotachicità fra l'avanzamento di convogli merci molto lunghi e pesante e quello dei treni regionali, è possibile garantire il mantenimento dei servizi minimi su molte linee locali, altrimenti largamente passive.

Fra i numerosi insiemi di itinerari alternativi, attivabili a fronte di investimenti importanti, ma in genere nettamente inferiori a quelli richiesti dalla realizzazione di nuove linee, si possono indicare ad esempio:

- il collegamento tra i valichi svizzeri del Sempione e del Gottardo, i porti liguri e la dorsale centrale Bologna-Firenze-Roma, attraverso i nodi di Novara ed Alessandria (A);
- la cosiddetta "quadra merci", finalizzata ad evitare i transiti dal nodo di Milano, appoggiandosi invece a quelli di Novara, Brescia, Alessandria e Piacenza (B);
- la direttrice Medio-Padana, diretta da Torino verso Alessandria, Piacenza, Cremona e Mantova, che può proseguire verso Sud-Est lungo la direttrice Cispadana (Mantova-Ferrara-Rimini) e verso Nord-Est lungo la gronda del Veneto centrale (Mantova-Vicenza-Castelfranco-Treviso) (C);
- il collegamento ferroviario Tirreno-Brennero (La Spezia-Parma-Verona), con antenna diretta verso Cremona-Brescia-Bergamo (D).

La ricucitura degli itinerari merci presenta un'ulteriore ricaduta d'interesse sul versante dei nodi d'interscambio. Molti punti d'incrocio fra gli itinerari alternativi sopra evidenziati coincidono con poli urbani di medie dimensioni, collocati in aree fortemente industrializzate e non di rado dotati di strutture ferroviarie di rilievo. La redistribuzione delle funzioni di interscambio dalle grandi città metropolitane ormai post-industriali ai poli urbani intermedi, spesso inseriti in contesti di diffusione industriale, rappresenta una misura importante per il riequilibrio del sistema di trasporto, anche in funzione del mantenimento di un ragionevole livello di servizio minimo su molte linee altrimenti qualificate come "rami secchi". Tale ruolo di *gateway* per i traffici merci, in particolare transalpini, è da attribuire innanzi tutto ai due poli di Novara e Verona, seguite da Alessandria, Piacenza, Brescia, Udine, ecc...

Tutte queste operazioni dovranno essere sviluppate tenendo conto anche degli importanti cambiamenti nell'assetto della rete generati dalla realizzazione delle nuove linee ad alta velocità attualmente in costruzione (Torino-Milano, Milano-Bologna e Bologna-Firenze). Poiché la logica interpolo che ha ispirato la definizione della rete AV appare nel complesso poco adeguata a supportare gli itinerari merci, la trasformazione di tale rete in una effettiva infrastruttura ad alta capacità richiederà importanti modificazioni – a partire dalla decisione di *non* alimentare tali linee con una tensione diversa da quella del resto della rete nazionale.

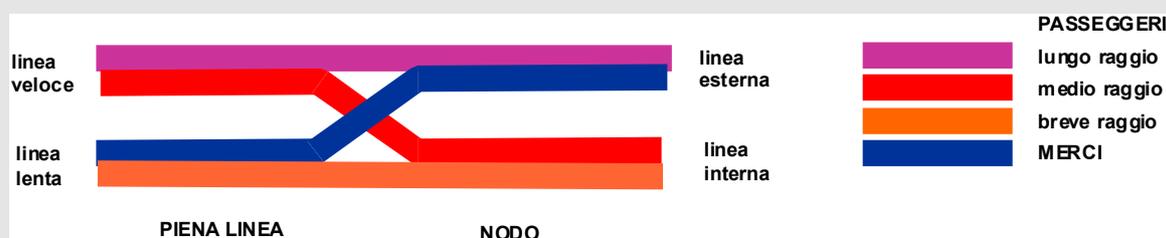


Fig.6.3.vi. Il recupero della rete ad alta velocità/alta capacità

Il progetto di rete ferroviaria ad alta velocità, nato nel corso degli anni Ottanta, era chiaramente ispirato alle grandi suggestioni del TGV francese che, come noto, sono basate sulla realizzazione di linee dedicate al solo traffico passeggeri, che assicurano il collegamento fra grandi aree urbane con poche interconnessioni alla rete esistente.

Questa logica, che può ritenersi giustificata in un paese come la Francia, le cui aree urbane risultano molto distanti fra loro, si è scontrata nel Nord Italia con una rete urbana molto più densa e fitta, tale da determinare livelli di domanda elevati sulle medie percorrenze, ma relativamente esigui sulle lunghe distanze: così esigui da non giustificare, se non forse sulla dorsale Milano-Bologna-Firenze-Roma, la realizzazione di linee dedicate al solo traffico passeggeri.

Tra il 1996 ed oggi, il progetto ha subito una serie di verifiche, e di modifiche, che hanno condotto all'attuale denominazione di "alta capacità" ferroviaria. Almeno nominalmente, l'obiettivo non è più soltanto quello di velocizzare i servizi passeggeri di lunga percorrenza, ma anche quello di offrire maggiore capacità alla rete, da porre a servizio del traffico passeggeri di medio-breve raggio e di quello merci. Un effetto di tale trasformazione è stato certamente quello di orientare la progettazione delle nuove linee ferroviarie verso un utilizzo misto merci e passeggeri.

Tuttavia, la configurazione generale della rete ad alta velocità, e le sue caratteristiche tecnologiche, hanno subito cambiamenti molto ridotti: le linee restano orientate da città a città e presentano poche connessioni con la rete esistente, in particolare ignorando spesso la presenza di centri d'interscambio merci, e continuano ad essere alimentate in maniera differente dal resto della rete (25 kV c.a. anziché 3 kV c.c.) ponendo importanti problemi di trazione agli istradamenti misti.

Se per alcune parti del sistema il livello di avanzamento dei progetti è tale da poter ancora sperare in una modifica dei tracciati e/o di altre caratteristiche delle nuove linee, per altre, ormai in costruzione (Torino-Novara e Milano-Bologna-Firenze) si pone il problema del loro utilizzo all'interno del quadro generale presentato nelle figure precedenti. Ciò deve avvenire tenendo conto delle specificità delle singole direttrici. Sulla Milano-Bologna, dove effettivamente si pongono problemi di capacità del sistema, si tratterà di identificare modelli di esercizio in grado di assicurare la connessione con i centri merci esistenti, oltre ai necessari miglioramenti dei servizi interpolo su Piacenza, Parma, Reggio Emilia e Modena, ed anche di quelli strettamente locali, senza sovraccaricare la linea storica. Sulla Bologna-Firenze, il trasporto locale è destinato ad avere minore importanza (i treni di media percorrenza dovranno transitare per la linea storica in modo da servire Prato), mentre appare probabilmente più necessario sviluppare ipotesi di esercizio misto passeggeri-merci (il cadenzamento dei servizi passeggeri su base oraria o semi-oraria può aiutare, perché consente di identificare molte "finestre" nelle quali la linea risulterà transitabile a velocità sensibilmente inferiori di quelle massime previste). Infine, sulla Torino-Milano, certamente caratterizzata da una debole domanda afferente ai servizi di lunga percorrenza (non più di 30-40 treni/giorno), il raggiungimento di ragionevoli livelli di impegno della linea richiederebbe una sua maggiore apertura al traffico merci, peraltro caratterizzato da linee di desiderio altrimenti orientate, e dunque difficilmente servibili su tale direttrice.

D'altro canto, la definizione degli interventi di potenziamento effettivamente necessari lungo le direttrici non ancora approvate (come la Milano-Genova e la Milano-Venezia) non potrà prescindere da una attenta valutazione degli effetti derivanti dalla selezione degli standard di progetto, in termini sia di benefici sociali generati, sia di possibilità di integrazione con gli altri servizi. In effetti, importanti risparmi di tempo possono essere ottenuti operando sui tempi di accesso ai nodi, senza necessità di adottare, nelle tratte intermedie, velocità di progetto superiori a 220-240 km/h⁷. Questo risultato è importante, perché consente di ricondurre la velocizzazione dei servizi di lunga percorrenza (magari ottenuta con convogli a cassa oscillante) nell'ambito dell'alimentazione di rete attuale, riconducendo diversi standard progettuali geometrici (ad esempio i raggi minimi di curvatura) a valori meno difficili da inserire nei territori attraversati.

Il passaggio da un insieme di linee ad alta velocità ad una vera e propria Rete ad Alta Velocità (RAV) richiede, peraltro, che ragionamenti analoghi vengano sviluppati, nella misura in cui risultino necessari a garantire i tempi di percorrenza richiesti dalla sincronizzazione dei servizi, anche su porzioni di altre linee primarie, oggi non interessate da programmi di potenziamento.

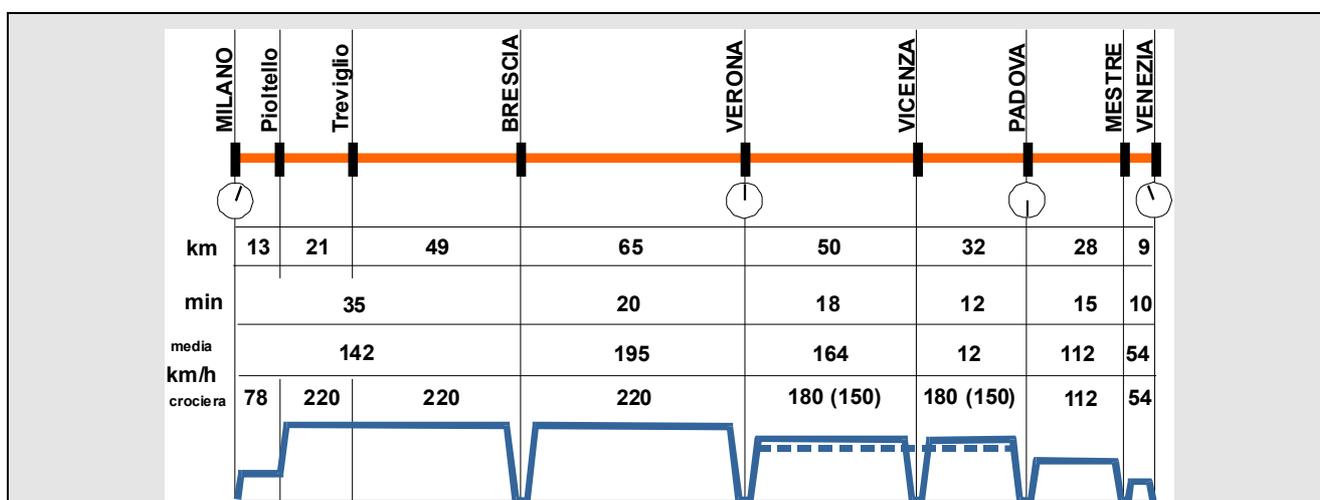


Fig.6.3.vii. Velocità d'impostazione del servizio Milano-Verona-Venezia

Quali possono essere gli standard di progetto di una nuova linea ferroviaria, capace di abbattere di un'ora i tempi di percorrenza fra Milano e Venezia, senza pregiudicare il servizio ai poli intermedi? Lo schema qui presentato fa riferimento ad un tempo totale di percorrenza di 1h50' (contro le attuali 2h40'), organizzato in modo da garantire la piena sincronizzazione oraria ai nodi di Verona (55' da Milano) e di Padova (25' da Venezia). Tale risultato può essere ottenuto impostando velocità di crociera pari a 180 km/h tra Verona e Padova (30' per 83 km con una fermata intermedia) ed a 220 km/h tra Milano (Pioltello), Brescia e Verona (55' per 148 km con una fermata intermedia). Si tratta di velocità assai inferiori a quelle ipotizzate dal progetto ora all'esame degli enti locali, tanto che soltanto 135 km, su un totale di 267, sarebbero classificabili come linea ad alta velocità. Si può inoltre osservare che le velocità di impostazione qui ipotizzate consentirebbero di alimentare la linea a 3 kV c.c. anziché a 25 kV c.a., garantendo una migliore interoperabilità con la rete ferroviaria esistente. A fronte di questi vantaggi, i minori risparmi di tempo appaiono tutto sommato secondari: ipotizzando una velocità di crociera pari a 300 km/h tra Pioltello e Padova, con fermate intermedie a Brescia, Verona e Vicenza, il risparmio di tempo sarebbe pari a circa 15 minuti, che diventerebbero poco più di 20 saltando le fermate di Brescia e Vicenza.

⁷ Vedi: Ecoistituto del Veneto; *La ferrovia oltre l'alta velocità: proposta di Rete ad Alta Velocità ed a basso impatto ambientale*; a cura di C.Giacomini, C.Andriolo, D.Verlato, ottobre 1996.

6.4. Il trasporto pubblico locale

Sebbene collocato in una diversa prospettiva dalle importanti trasformazioni in atto nella città diffusa, il tema del trasporto pubblico locale (su gomma e su ferro) mantiene tutta la sua importanza per il governo della mobilità nei contesti urbani di grande, ed in parte anche medio-piccola, dimensione.

Lo scenario programmatico si caratterizza, sotto questo profilo, per obiettivi ambiziosi, che si spingono oltre al raddoppio dei livelli di domanda attualmente serviti dal sistema. Come già evidenziato nel paragrafo 5.3, è evidente che ciò richiede non solo importanti interventi di potenziamento, ma anche un complessivo ridisegno delle reti di trasporto pubblico urbano esistenti.

Quali sono i segmenti di domanda sui quali è possibile ipotizzare i maggiori recuperi di quote modali? Probabilmente, più che alla mobilità interna alle città di medio-grande dimensione (che presenta un livello abbastanza stabile ed è già orientata per quote significative al trasporto collettivo) occorre guardare:

- ai flussi in accesso alle grandi polarità metropolitane, spesso fortemente penalizzati da strutture di rete e modelli di esercizio obsoleti ed inefficienti;
- alla mobilità generata dalle aree urbane di media dimensione che, pure conoscendo problemi di congestione di qualche rilievo (oltre tutto in via di progressivo peggioramento), non dispongono, se non in pochi casi, di reti di trasporto pubblico capaci di rispondere alle esigenze della domanda interna e di scambio.

In questo senso, vale forse la pena di sottolineare che gli investimenti infrastrutturali di maggior rilievo, attualmente previsti, pur importanti, rappresentano soltanto una parte delle azioni necessarie per incentivare l'uso del trasporto collettivo, in un contesto territoriale in cui circa la metà della popolazione (12 milioni di persone) vive in aree metropolitane di medio-piccola dimensione od in centri urbani inseriti all'interno della città diffusa.

E' una situazione che contribuisce a relativizzare il ruolo delle nuove linee metropolitane che, in effetti, sembrano capaci di attrarre livelli di domanda sufficienti soltanto su alcune direttrici interne alla città di Milano (essendo dubbio che ciò possa avvenire già in città, come Torino o Genova, che si collocano su taglie dimensionali minime per attrezzature di questo tipo). L'adozione di soluzioni infrastrutturali pesanti in città più piccole, come Bologna, Brescia od addirittura Modena e Monza, non fa che tradurre in pratica alcuni profondi fraintendimenti di carattere tecnico-economico, che rispecchiano in realtà la ricerca di soluzioni "di prestigio" (e di costo elevato), la cui utilità effettiva è destinata a risultare assai limitata, vista la pratica impossibilità di procedere alla realizzazione di reti sufficientemente estese da riuscire a rispondere alle esigenze di mobilità su più linee di forza⁸.

Più promettente, vista la taglia media della maggior parte delle aree metropolitane del Nord Italia, appare la tecnologia tramviaria, che negli ultimi dieci anni ha subito significative innovazioni, anche a seguito dei potenziamenti condotti in molti paesi dell'Europa centrale e settentrionale. Questa strada è stata intrapresa dai principali poli urbani del Nord-Est, come Bologna⁹, Padova, Verona e Venezia (Mestre), ma anche da aree metropolitane di dimensione più ridotta, quali in particolare Bergamo, Como ed Udine. Anche in questo caso, comunque, è necessaria una buona dose di prudenza, sia perché i livelli di domanda effettivamente attrattibili al sistema debbono in molti casi essere ancora verificati, sia perché il successo di queste iniziative dipende in primo luogo dal coraggio politico nell'allocazione delle risorse di spazio esistenti sulle reti stradali di superficie.

⁸ Il caso della metropolitana di Brescia è in questo caso paradigmatico, in quanto tale soluzione prevede che la funzionalità dell'investimento infrastrutturale venga assicurata attraverso la sistematica concentrazione dei volumi edilizi sulla nuova linea. Una strategia di questo genere, ragionevole entro certi limiti, diviene forzata allor quando richiede, di fatto, la trasformazione di una città storicamente impostata su almeno cinque o sei radiali, in un aggregato urbano lineare. L'esito finale, in termini di domanda attratta al sistema, resta comunque molto dubbio.

⁹ Nel caso di Bologna, la scelta della rete tramviaria è stata successivamente messa a rischio dalla proposizione di una linea di metropolitana molto lontana da livelli minimi di funzionalità a servizio dell'area urbana.

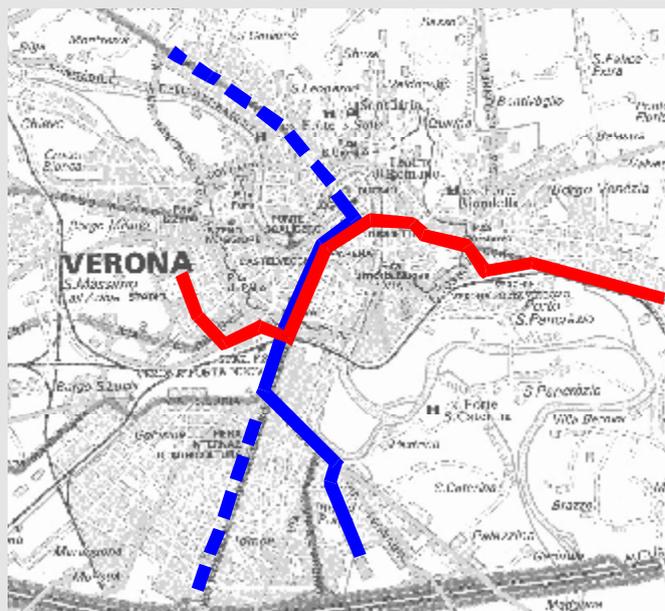


Fig.6.4.i. Sviluppo delle reti tramviarie nelle aree metropolitane di media dimensione

La maggior parte delle aree metropolitane, che costellano la megalopoli padana, si colloca su dimensioni medie o medio-piccole, che non giustificano la realizzazione di investimenti pesanti in infrastrutture di trasporto pubblico. L'esperienza di molti paesi del centro e del nord Europa evidenzia che il modo più adeguato di servire la domanda di mobilità espressa da aree di questo genere è, di norma, la realizzazione di tramvie moderne, dotate di ampie tratte in sede propria o su corsia protetta, e caratterizzate da dispositivi che ne assicurino la priorità rispetto ad altri tipi di traffico. In città come Bologna, Verona, Padova o Venezia-Mestre, l'adozione della tecnologia tramviaria, di costo unitario relativamente ridotto rispetto a quello delle ferrovie metropolitane, consente di realizzare reti estese a tutte le principali direttrici di traffico, e potenzialmente ben integrabili con i servizi ferroviari regionali e metropolitani (nella figura è riportato l'esempio di Verona). Tale soluzione comporta, tuttavia, solide scelte relative all'allocazione delle scarse risorse di spazio disponibili nelle parti dense dell'abitato.

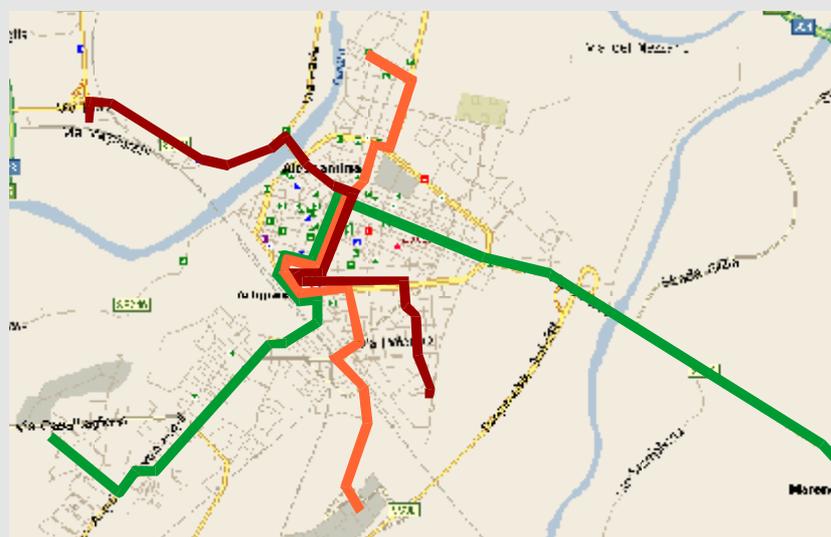


Fig.6.4.ii. Ristrutturazione delle reti di trasporto pubblico nelle città medie

Le otto regioni dell'Italia settentrionale ospitano numerose aree urbane di taglia compresa fra i 100.000 ed i 200.000 abitanti, che si caratterizzano oggi per livelli di traffico privato abbastanza rilevanti, e contemporaneamente per deboli servizi di trasporto pubblico, spesso ancorati alla dimensione strettamente urbana del comune centrale, e dunque incapaci di fare i conti con la domanda di mobilità generata da corone urbane in crescita. In queste aree, lo sviluppo delle reti di trasporto pubblico resta generalmente affidata a linee su gomma, in certi casi a trazione elettrica (filobus o bus ibridi). Nondimeno, la logica del potenziamento può perseguire i medesimi obiettivi di preferenziazione ed integrazione con i servizi ferroviari regionali ed interregionali, evidenziati con riferimento alle aree metropolitane di dimensione maggiore. Si tratta, in molti casi, di procedere ad un vero e proprio ridisegno della rete, che consenta di servire tutte le principali linee di desiderio, anche intercomunali, attraverso una struttura riconoscibile, cadenzata e priva di "buchi" orari, che finiscono per trasformarsi in potenti disincentivi all'utilizzo del trasporto pubblico da parte della domanda occasionale.

Ne consegue che lo sviluppo di efficienti reti tramviarie all'interno di questi poli urbani si gioca su problematiche politiche più che tecnologiche, alla luce delle quali la capacità operativa attuale delle amministrazioni di potenziare e proteggere sedi e corsie preferenziali per il trasporto su gomma rappresenta una vera e propria "cartina di tornasole" per le possibilità di successo delle diverse iniziative.

Quest'ultimo è un tema che mantiene tutta la sua importanza anche in quelle aree urbane di media dimensione, che non raggiungono probabilmente la soglia sufficiente al "salto" verso la tecnologia tramviaria, ma che costituiscono in effetti il caso più frequente di organizzazione del trasporto pubblico urbano a scala urbana del Nord Italia. Si tratta di una trentina di città e/o aree urbane di dimensione compresa fra i 100.000 ed i 250.000 abitanti¹⁰, spesso dotate di reti di trasporto pubblico urbano di impianto obsoleto, marginale ed ormai chiaramente inadeguato alle problematiche della mobilità di tipo metropolitano, che caratterizza anche questi ambiti. In questi casi, è spesso necessario rivedere profondamente l'organizzazione complessiva del servizio, garantendo l'estensione delle coperture orarie ed in alcuni casi anche di quelle territoriali (con particolare riferimento ai Comuni di corona), la protezione degli itinerari più frequentati, ed anche la graduale transizione verso tecnologie di trazione meno impattanti (filobus e/o bus ibridi).

Vi sono poi i numerosissimi centri urbani di piccola dimensione, spesso pienamente inseriti nei contesti di diffusione urbana, che solo in rari casi sono dotati di servizi men che marginali, capaci di offrire un reale supporto quanto meno all'accesso ai principali poli di servizio (scuole, ospedali, ecc...). La risposta è in questo caso da ricercare in strutture di rete certamente più leggere (ad esempio organizzate a *rendez-vous*), ma nel contempo estese a livello di bacino funzionale (con il superamento della distinzione fra linee urbane ed extraurbane) ed assai più curate sotto il profilo della riconoscibilità, del *comfort* (mezzi e fermate), della copertura oraria.

Mano a mano che si procede verso i contesti di diffusione urbana e/o bacini di carattere marginale, la sempre più scarsa polarizzazione della domanda rende difficile accomunare queste caratteristiche, sempre indispensabili, a livelli sufficienti di copertura territoriale. Vengono in aiuto, in questo caso, i modelli organizzativi dei servizi a chiamata e/o del taxi collettivo, che sono in grado, se opportunamente sviluppati con chiara separazione fra enti programmatori ed imprese produttive, di assicurare buoni livelli di servizio (e forte sensibilità alle esigenze della domanda) a fronte di costi unitari nettamente inferiori a quelli generati dai modelli tradizionali.

Da ultimo, vale la pena di ricordare il tema della liberalizzazione dei servizi di taxi convenzionale, che risulterebbe in grado da subito di determinare effetti significativi di riduzione dell'uso dell'auto nelle città più grandi, consentendo il graduale sviluppo del servizio anche nei contesti suburbani, che oggi ne risultano quasi del tutto privi, nonostante la presenza di una domanda latente non del tutto marginale.

¹⁰ Una indicazione sommaria consente di identificarne almeno 3 in Piemonte (Novara, Alessandria e Biella), 3 in Liguria (Savona-Vado, La Spezia, San Remo-Bordighera-Ventimiglia), 8 in Lombardia (Varese, Gallarate-Busto-Legnano, Como, Lecco, Monza, Pavia, Cremona, Mantova), 3 in Veneto (Vicenza, Treviso, Bassano del Grappa), 2 in Trentino-Alto Adige (Trento e Bolzano), 2 in Friuli-Venezia Giulia (Udine e Trieste), 9 in Emilia-Romagna (Piacenza, Parma, Reggio Emilia, Modena, Sassuolo-Scandiano, Ferrara, Ravenna, Forlì, Rimini).

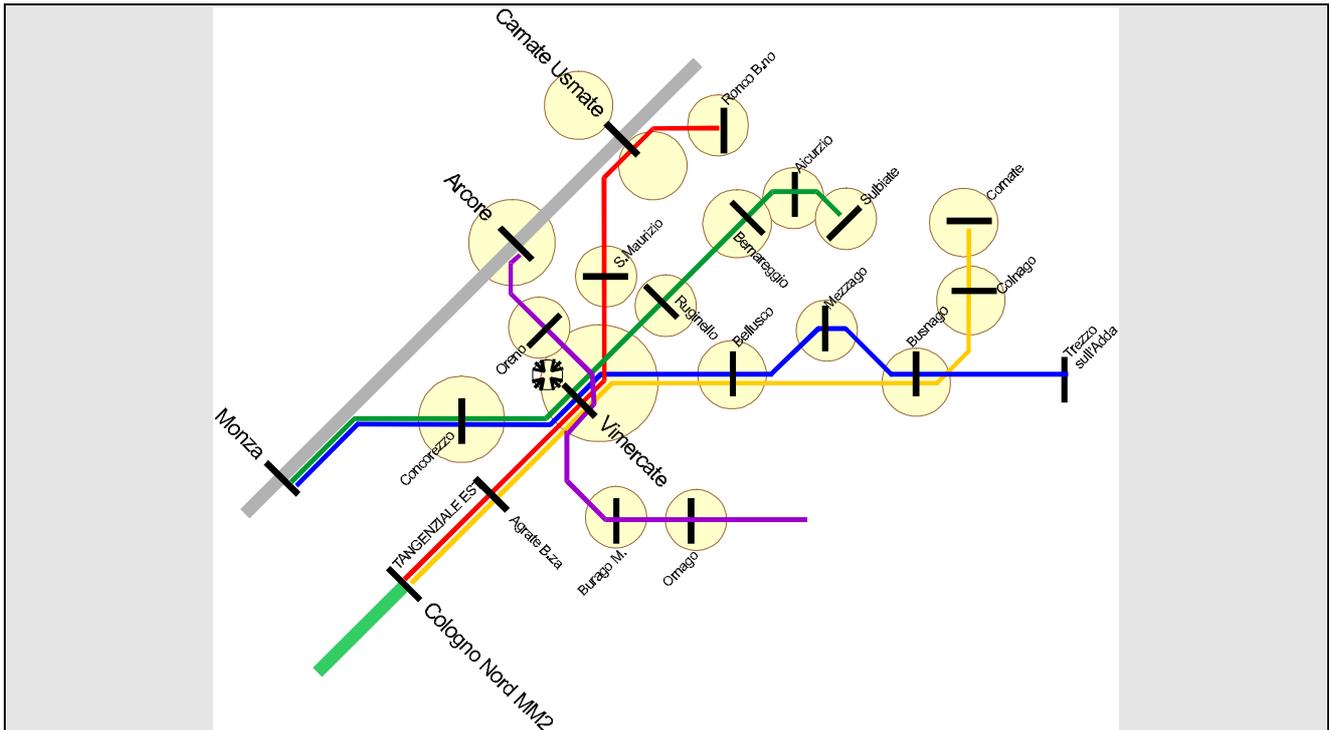


Fig.6.4.iii. Reti di trasporto pubblico per i poli urbani di piccola dimensione

Il potenziamento, ed in certi casi l'introduzione stessa, di servizi di trasporto pubblico urbano nelle città di piccola dimensione, dovrebbe di norma ispirarsi alla logica a rendez-vous, che garantisce la piena copertura delle principali relazioni urbane, a frequenza accettabile, senza comportare percorrenze veicolari insostenibili per la collettività (nell'immagine è riportato il possibile esempio del Vercatese in Provincia di Milano). Laddove i poli urbani siano inseriti nei contesti della città diffusa e/o risultino prossimi ad aree metropolitane di maggiore dimensione, la struttura della rete dovrebbe venire estesa a scala intercomunale (con superamento della dicotomia urbano/extraurbano), con attestamenti collocati in corrispondenza delle "linee di forza" delle reti di trasporto collettivo a servizio di tali aree (servizi ferroviari regionali, attestamenti esterni di tramvie e metropolitane).

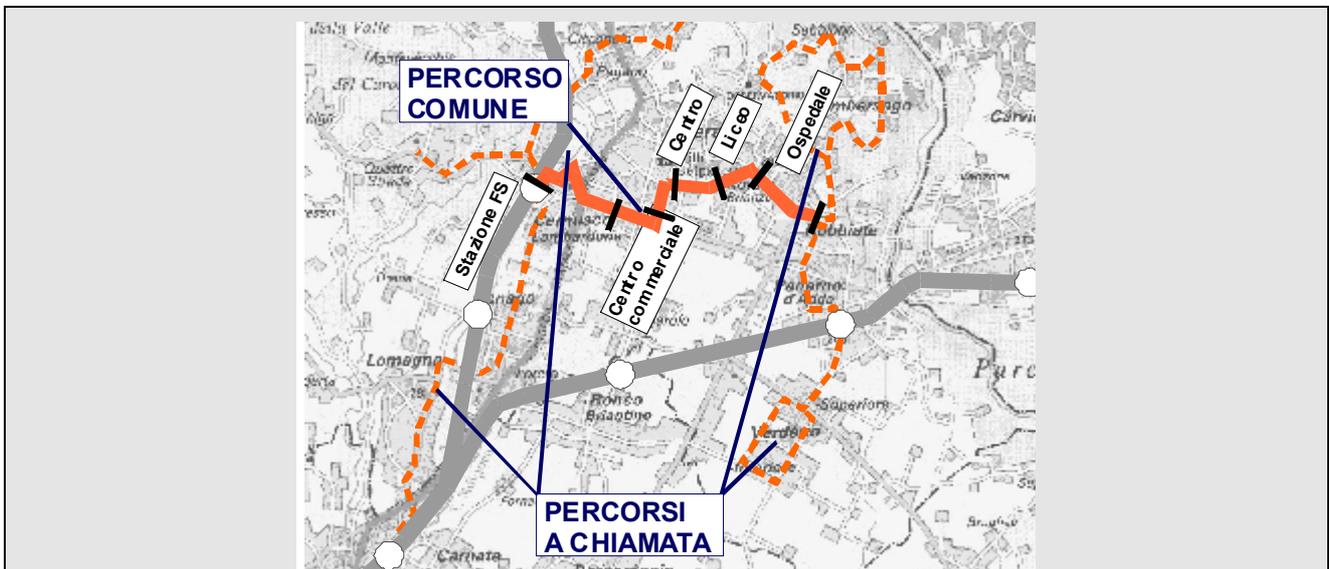


Fig.6.4.iv. Servizi innovativi per la città diffusa

Al di sotto di determinate taglie urbane, anche la strutturazione di servizi a rendez-vous, prodotti in modo tradizionale (autobus di linea), può risultare inadatta a servire la domanda molto dispersa nello spazio e nel tempo, generata dai contesti di diffusione insediativa. In questi casi è possibile pensare allo sviluppo di reti basate su modelli organizzativi nuovi, quali ad esempio il taxi collettivo, che, pur assicurando transiti regolari nei principali poli attrattori (ospedali, stazioni ferroviarie, zone commerciali delle principali aree urbane, centri commerciali), mantengano una struttura più flessibile, da gestire a chiamata, nelle restanti parti del percorso. L'esempio in figura è riferito all'area della Brianza meratese, che conta circa 50.000 residenti su una decina di comuni, con una domanda debolmente polarizzata su alcuni attrattori periurbani, ed ormai stabilmente inserita nelle dinamiche della fascia più esterna dell'area metropolitana di Milano.

6.5. Il trasporto stradale

Sebbene ridimensionato rispetto ai valori tendenziali, l'autotrasporto mantiene nello scenario programmatico un ruolo all'interno del sistema di trasporto ancora primario, sia per i passeggeri che per le merci. Infatti, come già evidenziato nel paragrafo 5.5, anche se gli incrementi di traffico a vent'anni passano dal +70 al +42% per i passeggeri, e dal +63 al +37% per le merci, le quote modali detenute dal trasporto stradale al termine del periodo sono destinate a risultare comunque di gran lunga superiori a quelle di ogni altro modo di trasporto.

Nondimeno, lo scenario programmatico inserisce la mobilità individuale su gomma in un contesto profondamente modificato rispetto a quello odierno, in particolare per il suo molto maggiore orientamento all'integrazione fra i differenti modi di trasporto e, dunque, per la necessità di correlare *anche* le strategie del modo prevalente ai vincoli ed alle opportunità relativi alle politiche di riequilibrio del sistema.

Si tratta di una considerazione generale, che estende la sua efficacia sia agli aspetti gestionali, che a quelli infrastrutturali.

Per quanto concerne innanzi tutto le politiche di gestione, appare del tutto evidente la necessità di introdurre in esse elementi capaci di incentivare i comportamenti virtuosi (cioè quelli che presentano un bilancio positivo fra costi e benefici sociali), con particolare riguardo per l'integrazione dei mezzi di trasporto individuale su gomma all'interno di catene intermodali opportunamente configurate. Ciò significa, in particolare, orientare la struttura dei costi del settore non tanto alla competizione con il trasporto ferroviario o con la navigazione marittima e/o aerea, quanto piuttosto al loro coordinamento reciproco, secondo logiche di adduzione dei flussi ai nodi di interscambio.

E' il caso, innanzi tutto, dell'autotrasporto merci, il cui ruolo di collettore/distributore dei flussi di medio-lunga percorrenza, indirizzati verso catene intermodali di trasporto, può essere rafforzato da politiche che includano:

- una valorizzazione del ruolo delle grandi imprese multimodali integrate – le uniche in grado di massificare i flussi e di gestirli coerentemente all'interno della catena, senza far venire meno la regia unitaria dello spostamento *door-to-door* (che rappresenta un parametro di qualità essenziale per quasi tutti i segmenti di domanda);
- una razionalizzazione della struttura dei costi delle aziende di trazione, che dovrebbe comportare una diminuzione delle voci fisse, a fronte di un incremento anche sensibile di quelle variabili (in particolare i pedaggi autostradali).

La razionalizzazione della struttura dei costi è una misura importante anche per il trasporto individuale di persone, in quanto la trasmissione di corretti segnali di costo, in un contesto di internalizzazione delle esternalità, richiede certamente un incremento (in taluni casi anche sensibile) delle voci variabili, potenzialmente compensato da una riduzione dei costi fissi di possesso dell'autovettura¹¹. Tale approccio può giungere sino allo sviluppo di nuove forme di proprietà e condivisione dell'auto (*car sharing*), finalizzate proprio a rendere pienamente accessibile, ma soltanto parzialmente concorrenziale, l'autotrasporto.

La necessaria modulazione dei segnali di costo dovrebbe investire anche politiche tariffarie ormai consolidate, come in particolare quelle della sosta, ad esempio mediante la differenziazione dei prezzi in base all'ingombro dei veicoli, ovvero attraverso l'applicazione di tariffe progressive per la sosta delle seconde e terze auto su suolo pubblico presso la residenza.

¹¹ Con la possibile eccezione delle questioni legate alla sosta dei residenti nelle grandi città, di per se stessa fonte di importanti esternalità negative.



Fig.6.5.i. Una diversa gestione della rete autostradale

La forte crescita del traffico autostradale, verificatasi negli ultimi decenni, è spiegata in buona misura dagli incrementi della domanda di mobilità associati alla diffusione urbana, a sua volta innescata anche dal progressivo potenziamento della rete autostradale. Il fatto che una rete realizzata per servire flussi relativamente radi, di lunga percorrenza, si sia successivamente riempita di flussi intensi, ma prevalentemente di breve e medio raggio, pone problemi di gestione affatto nuovi.

Le porzioni di rete autostradale, che supportano la mobilità della città diffusa, sono poste infatti di fronte ad una condizione di scarsità *strutturale* della capacità di deflusso offerta (cioè accade perché, in tali contesti, ad ogni aumento di capacità tende a seguire un più che proporzionale incremento della domanda di mobilità, e dunque anche dei flussi di traffico). Le nazioni che hanno già affrontato in modo organico il tema della regolazione delle reti autostradali in contesti metropolitani si sono da tempo dotate di sistemi telematici di gestione del traffico, che sono in grado di apportare benefici non trascurabili, a fronte di costi incomparabilmente inferiori a quelli della realizzazione di nuove strade (un esempio è costituito dalla prossima sperimentazione della terza corsia "dinamica" sull'autostrada del Brennero). Inoltre, la progressiva introduzione dei mezzi di esazione automatici consente già oggi, e più ancora in un futuro ormai prossimo, di definire politiche tariffarie molto più articolate di quelle odierne.

In questo senso, un elemento-chiave delle politiche infrastrutturali del settore stradale ed autostradale dovrebbe consistere nell'identificazione delle porzioni di rete che svolgono prevalentemente ruoli di supporto alla mobilità metropolitana, e di sviluppare, per tali porzioni, opzioni tariffarie finalizzate al massimo sfruttamento della capacità disponibile ed al governo della domanda di mobilità, attraverso strumenti di *pricing*.

Il riequilibrio dei costi percepiti dagli utenti del sistema di trasporto stradale richiede anche alcune innovazioni nelle logiche di regolazione dei flussi. Molto semplicemente, un più sistematico controllo delle velocità in autostrada è una misura certamente passibile di diminuire l'attrattività dell'uso dell'auto sulle medie e lunghe distanze, laddove una fluidificazione del traffico urbano e/o extraurbano di breve raggio consentirebbe, specie nei contesti di urbanizzazione diffusa, risparmi di tempo più coerenti con il ruolo integrato dell'autotrasporto, qui delineato.

Ulteriori misure in questo senso possono provenire da una diversa gestione della rete autostradale, basata sulla distinzione fra le tratte che mantengono un orientamento primario a supporto della mobilità interurbana di medio-lunga percorrenza, e quelle che, invece, sono destinate a svolgere un ruolo di sostegno alla mobilità di tipo metropolitano, in un contesto nel quale la capacità stradale è destinata ad essere strutturalmente scarsa (è il caso, innanzi tutto, di alcuni contesti metropolitani allargati, che possono far capo ai poli di Torino, Milano-Varese-Como-Lecco-Bergamo, Vicenza-Padova-Venezia-Treviso, Savona-Genova-Sestri Levante e Modena-Bologna). Tale distinzione dovrebbe tradursi in una profonda innovazione delle logiche di gestione, che faccia leva, in primo luogo, sulle interessanti potenzialità offerte dalle tecniche di controllo telematico del traffico (ormai ampiamente diffuse in quasi tutti i paesi europei)¹², ed in secondo luogo su una maggiore articolazione delle politiche tariffarie. Nel giro ormai di pochi anni, la progressiva diffusione dei mezzi di esazione automatica consentirà di superare il tradizionale dualismo fra autostrade "aperte" e "chiuse", ponendo le basi per politiche di allocazione della capacità stradale più fini, e direttamente correlabili a strutture di *road pricing*, estese ad interi ambiti metropolitani e/o alle direttrici di penetrazione nei centri urbani.

E' proprio nell'ottica di una diversa gestione della rete stradale primaria (autostrade e superstrade) che vanno esaminate le ricadute infrastrutturali del ridimensionamento delle proiezioni di domanda, contenute nello scenario programmatico. Una prima, importante conseguenza di tale ridimensionamento è costituito infatti, come evidenziato del resto già dal Piano Generale dei Trasporti e della Logistica, approvato nel 2001, da una riduzione del fabbisogno di nuove infrastrutture stradali.

Ma a questo effetto di ordine generale se ne sovrappone un secondo, più articolato e forse anche più significativo, dipendente dal rapporto con gli altri modi di trasporto. Infatti, nello scenario programmatico le riduzioni dei tassi di crescita della domanda servita dal modo stradale dipendono, fra l'altro, da politiche di riequilibrio modale che, certamente, non potranno raggiungere la medesima efficacia su tutte le relazioni, ma che al contrario tenderanno a privilegiare alcuni segmenti di domanda rispetto ad altri.

Per quanto concerne il trasporto passeggeri, vi sono molti elementi per ritenere che il potenziale di riequilibrio modale sia significativo soprattutto sugli spostamenti interurbani di media percorrenza (sottoposti ad una maggiore competizione da parte dei servizi ferroviari, opportunamente velocizzati e sincronizzati), nonché sull'accesso ai principali poli metropolitani (soggetti a vincoli di capacità sempre più severi). Per quanto riguarda invece la mobilità merci, il trasferimento di domanda verso il trasporto ferroviario e la navigazione marittima riguarderà soprattutto gli spostamenti di medio e lungo raggio, specie se già caratterizzati da rotture di carico obbligate.

In conseguenza di queste tendenze sovrapposte fra loro, la crescita del traffico stradale è destinata ad interessare soprattutto i segmenti di domanda intermedi, corrispondenti a spostamenti di breve e medio raggio all'interno della città diffusa. Si tratta di segmenti già oggi fra i più dinamici, per i quali è difficile perseguire efficaci politiche di diversione modale, e che pertanto richiedono politiche mirate, interne al settore stradale. Pertanto, è proprio al supporto di tali componenti, e contemporaneamente alla loro razionalizzazione, che occorre guardare per definire il quadro degli investimenti stradali effettivamente necessari in una prospettiva di sostenibilità ambientale.

¹² Diversi studi applicativi hanno evidenziato che tali tecniche, riducendo gli effetti "fisarmonica" legati alla repentina transizione fra condizioni di traffico relativamente fluido e molto perturbato, tipica delle corsie autostradali, sono in grado di determinare un leggero aumento della capacità effettivamente disponibile. Esse inoltre, determinando di norma un sensibile aumento delle condizioni di sicurezza, riducono la frequenza dei blocchi più gravi, spesso correlati al verificarsi di incidenti stradali.



Fig.6.5.ii. La Rete Pedemontana Lombarda.

La realizzazione dell'autostrada Pedemontana Lombarda è stata oggetto negli scorsi decenni di lunghe contese fra gli enti territoriali coinvolti. La ridotta incidenza del traffico di attraversamento e l'elevata intensità del traffico locale fanno sì che il progetto di un solo corridoio di carattere autostradale risulti inadeguato ad affrontare gli importanti problemi di traffico esistenti nell'area. Con il risultato un po' paradossale di un'autostrada del costo di circa 3,6 milioni di euro, che su alcune tratte è destinata a supportare un traffico molto inferiore a quello gravante sulle strade provinciali ad essa parallele. Una proposta alternativa, sviluppata da numerose amministrazioni locali, era basata sulla realizzazione di molte tratte stradali e superstradali, a semplice e doppia carreggiata, finalizzate a rispondere, in primo luogo, alle esigenze del traffico locale. Vi sono diverse ragioni tecniche per ritenere che tale proposta, nota con il nome di Rete Pedemontana Lombarda, sia in grado di generare, a sostanziale parità di costo per lo Stato, ben maggiori benefici sia agli utenti del sistema, che ai recettori del danno ambientale.

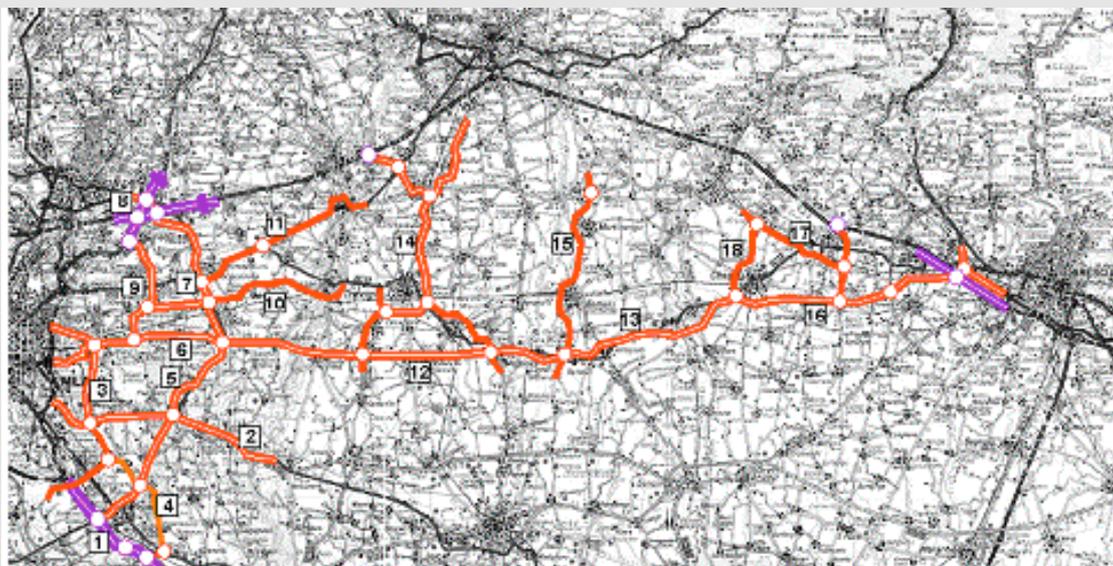


Fig.6.5.iii. Potenziamenti della rete intermedia a servizio della città diffusa: il caso della Lombardia centrale

Un altro esempio di intervento integrato sulla rete stradale primaria, riguardante l'area compresa fra Milano, Bergamo, Brescia, Crema e Lodi, include la riqualificazione ed il potenziamento di diverse direttrici ordinarie, fra cui la strada Pauslese, la strada Rivoltana ed il suo proseguimento verso Brescia come SS11, e la cosiddetta strada della Cerca (Agrate Brianza-Melzo-Melegnano). Tali potenziamenti sono finalizzati, in primo luogo, a rettificare gli itinerari seguiti dai flussi di breve e media percorrenza, liberando in tal modo capacità sulle direttrici autostradali, senza porsi in competizione diretta con la velocizzazione dei servizi ferroviari Milano-Brescia-Verona-Venezia.

Ciò significa, da un lato, abbandonare ogni velleità legata alla realizzazione di “grandi corridoi” autostradali, che si porrebbero inevitabilmente in conflitto con gli scenari di sviluppo del trasporto ferroviario sulle medie e lunghe percorrenze; e dall’altro, assumere come prioritario il rafforzamento delle maglie interne a quel 25% del territorio, nel quale si concentra il 75% della popolazione e delle attività economiche.

Ovviamente, questo spostamento del focus programmatico, dalla rete “di serie A”, a quella “di serie B”, finalizzata a garantire condizioni di circolazione ragionevoli e meno impattanti sulle brevi e medie percorrenze (oggi spesso istradate su reti “di serie C”), comporta notevoli trasformazioni nell’approccio alla progettazione delle nuove infrastrutture stradali. Poiché lo scopo non è più quello di rafforzare i corridoi caratterizzati da linee di desiderio lunghe e massificate, ma di garantire la corretta distribuzione di flussi brevi e dispersi, la continuità e la linearità dei nuovi tracciati diventa una caratteristica relativamente secondaria, a fronte del loro livello di connettività con la rete esistente e, nel contempo, della loro corretta giacitura urbanistica (con particolare riferimento alla protezione delle zone residenziali dal traffico in transito) ed al servizio diretto ai principali poli attrattori.

Vi è modo di dimostrare che, nei casi di domanda dispersa e di breve raggio, l’adozione di velocità di progetto limitate, lungo percorsi più diretti, è in grado di produrre benefici agli utenti maggiori di quelli generati da scelte più convenzionali, a fronte di impatti ambientali molto inferiori. Questo principio di *moderazione* del traffico extraurbano¹³ conduce al rinfittimento delle maglie stradali interne alla città diffusa, ma anche alla razionalizzazione della domanda intorno alle direttrici stradali primarie e secondarie. La strada diventa, così, una vera e propria *politica territoriale*, capace non solo di servire con efficacia la domanda esistente, ma anche di porre le premesse per un rallentamento della sua crescita futura, ottenuto limitando le percorrenze veicolari necessarie a raggiungere le destinazioni più frequentate.

Questo scenario inusuale, può utilmente correlarsi con le politiche di ricambio del parco veicolare, conducendo ad una graduale trasformazione del sistema, verso impieghi più ragionevoli, ed in definitiva non necessariamente antiecológicos, dell’oggetto auto.

E’ un esito importante, anche perché potrebbe essere ottenuto in modo graduale e relativamente non traumatico, determinando benefici per gli stessi utenti del sistema, ed anche un contenimento dell’impegno finanziario richiesto alla mano pubblica. Non è poco, in un settore, come quello stradale, in cui le politiche di sostenibilità dipendono, più che da quel che si fa, da quel che ci si astiene dal fare.

¹³ Evidentemente, in base a tecniche differenti da quelle, ben note, impiegate in campo urbano.

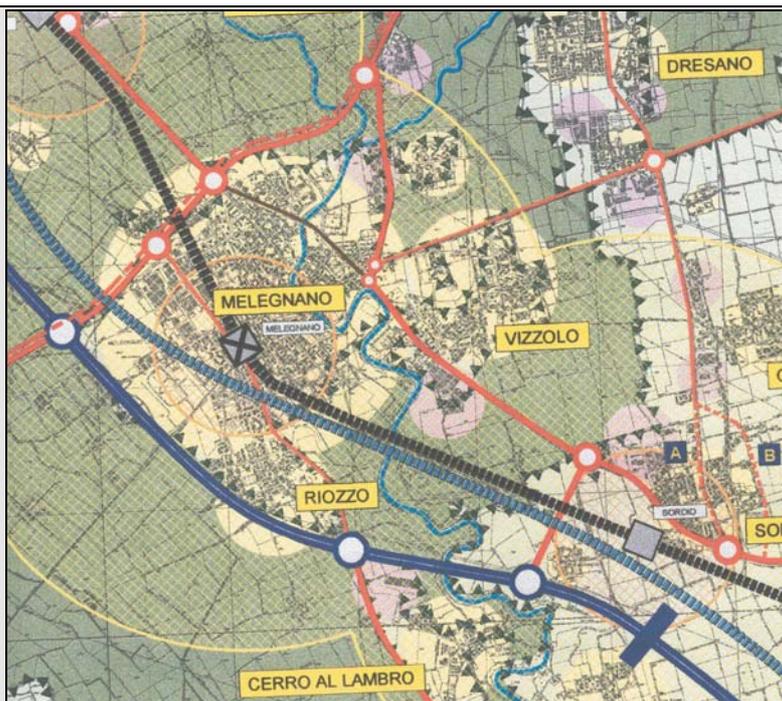


Fig.6.5.ii. L'adeguamento del nodo stradale di Melegnano

L'adeguamento del nodo stradale di Melegnano, oggi afflitto da rilevanti problemi di congestione, rappresenta un buon esempio di azione finalizzata verso una struttura più ragionevole del settore stradale. L'aggiramento del nodo avviene, a Sud-Ovest, mediante riutilizzo del tracciato dell'autostrada A1, che in questo punto presenta ancora rilevanti riserve di capacità. Tale utilizzo è ottenuto mediante l'arrestamento della barriera e l'apertura di due nuovi accessi, collocati rispettivamente ad Est e ad Ovest del Lambro (la tratta compresa tra la barriera e l'innesto delle tangenziali milanesi si presta all'inserimento di una terza carreggiata reversibile).

Nel quadrante Nord-Ovest è invece prevista la realizzazione di un breve by-pass, che connette due itinerari radiali evitandone l'innesto "a baionetta" sulla tratta urbana della strada statale 9 (via Emilia). Poiché i risparmi di tempo per gli automobilisti sono raggiunti, in questo caso, per riduzione delle distanze percorse, il nuovo tracciato non ha bisogno di velocità di progetto elevate, e può anzi assumere raggi di curvatura relativamente ridotti, in modo da minimizzare l'impatto sulle zone residenziali più prossime, ed anche sul contesto extraurbano attraversato.

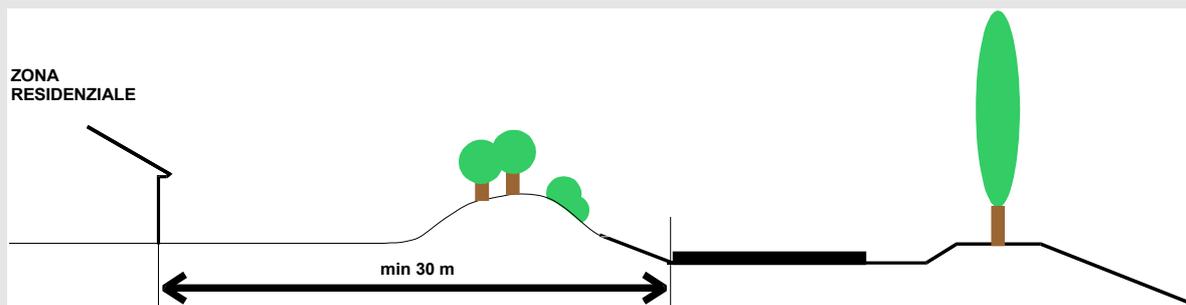


Fig.6.5.iii. Ambientazioni e mitigazioni stradali

La definizione di itinerari stradali capaci di distribuire il traffico all'interno del tessuto edificato comporta in molti casi l'avvicinamento delle strade ai centri abitati. Tale opzione presenta certamente elementi problematici, anche se va considerato che, di norma, a tale avvicinamento corrisponde una maggiore attrattività dell'itinerario e, dunque, una maggiore riduzione dei flussi di traffico sulla rete stradale interna all'abitato stesso.

Il miglior equilibrio fra esigenze di attrattività dell'itinerario e di difesa delle zone residenziali si ottiene quando la strada:

- presenta standard geometrico-funzionali tali da garantire condizioni di deflusso vicine a quelle che garantiscono la minimizzazione delle emissioni atmosferiche;
- è comunque separata dall'abitato da una fascia di ambientazione stradale, opportunamente trattata dal punto di vista progettuale, e caratterizzata da precisi vincoli di carattere urbanistico;
- viene accompagnata, laddove necessario, da opere di mitigazione dell'impatto ambientale, quali ad esempio schermi acustici.

6.6. La sicurezza delle strade urbane e la mobilità ciclopedonale

Fra i temi che debbono assumere una rilevanza cruciale per la definizione delle politiche relative al settore stradale, vi è certamente quello della sicurezza. Le considerazioni sviluppate nei paragrafi 2.3 e 3.3 indicano, peraltro, che il conseguimento degli ambiziosi obiettivi contenuti nel Piano Nazionale per la Sicurezza Stradale richiedono alcune importanti inversioni di tendenza rispetto ai processi in atto.

Certamente alcuni importanti elementi di innovazione in questo senso possono provenire da una migliore regolazione del settore, a partire da un più rigoroso controllo della condotta di guida. L'esperienza, positiva, della patente a punti rappresenta un primo, significativo, passo in questo senso. D'altro canto, la progressiva estensione degli strumenti di rilevazione automatica delle infrazioni al codice rappresenta una prospettiva concreta, e certamente promettente, per l'innalzamento dei livelli di sicurezza sulla rete autostradale e su quella stradale primaria.

Tuttavia, il problema della sicurezza stradale deve essere affrontato non soltanto nei contesti specializzati, costituiti dalle grandi strade ad accesso controllato, ma anche all'interno degli ambiti più promiscui e complessi, caratteristici delle reti locali ed urbane. E' proprio in tali contesti, infatti, che si verifica la maggior parte degli incidenti stradali.

In questo senso, la questione della sicurezza stradale non fa che sottolineare la profonda articolazione che contraddistingue oggi il sistema stradale, sempre più schiacciato sul dualismo fra reti infrastrutturali primarie, altamente specializzate a servizio del traffico motorizzato, e spazi pubblici urbani, aperti ad una molteplicità di usi, fra cui la circolazione autoveicolare.

Le differenze fra questi due contesti sono così forti da richiedere anche una profonda articolazione delle corrispondenti politiche. Come già evidenziato nel paragrafo 5.3, le esperienze europee condotte ormai da molti anni sulle reti stradali urbane locali, consentono di assumere oggi i principi di moderazione del traffico come capisaldi per strategie sostanzialmente *all winning* (l'aumento della sicurezza degli utenti deboli della strada non determina alcun sensibile sovracosto agli automobilisti).

La civilizzazione dei comportamenti di guida urbani è importante anche sotto il profilo del riequilibrio modale, perché fornisce un'importante contributo all'abbattimento dei vincoli che, oggi, rendono difficile la circolazione ciclistica, ed anche quella pedonale. In tal senso, la realizzazione di piste o percorsi separati e protetti, progettati secondo una logica di stretta specializzazione delle sedi stradali, rappresenta soltanto una delle possibili soluzioni del problema che, per i suoi costi unitari elevati, deve essere riservata ai soli assi di grande traffico. Analoga o forse anche superiore importanza è invece da attribuire alla protezione dei percorsi promiscui, ottenuta mediante la modifica dei comportamenti dell'insieme degli utenti della strada.

Una importante ricaduta di questo approccio riguarda i collegamenti suburbani, ed anche quelli extraurbani, almeno limitatamente ai contesti densi della città diffusa. Infatti, le ridotte distanze medie che contraddistinguono la mobilità generata da questi contesti fanno sì che la bicicletta possa rappresentare una reale alternativa all'uso dell'auto anche per molti spostamenti fra centri abitati vicini. L'esperienza di nazioni come i Paesi Bassi o la Danimarca insegna che il volume di traffico ciclistico interurbano può raggiungere anche livelli apprezzabili, a condizione di garantire la continuità e la sicurezza dei corrispondenti itinerari.

In molti casi, la ricucitura degli itinerari ciclabili suburbani ed extraurbani non può prescindere dalla realizzazione di piste ciclabili protette, in fregio agli assi stradali primari. Ma in altri casi, è invece del tutto possibile ricomporre reti di percorsi alternativi, ugualmente diretti ma spesso decisamente più fruibili, utilizzando le reti stradali minori, vicinali od anche interpoderali, sino alla realizzazione di vere e proprie "ciclostrade", ovvero di strade aperte al traffico motorizzato locale, ma orientate soprattutto alla circolazione delle biciclette.



Fig.6.6.i. Messa in sicurezza delle reti stradali urbane

Il tema della sicurezza e della moderazione del traffico in campo urbano dovrebbe essere esteso anche alle strade principali – ovviamente attraverso dispositivi in parte diversi da quelli utilizzabili nelle zone residenziali. L'obiettivo primario è in questo caso garantire il rispetto del limite di velocità urbano (50 km/h), con tutto quel che ne consegue, ad esempio, in termini di riduzione dell'inquinamento acustico.

I dispositivi utilizzabili includono in questo caso la realizzazione di rotonde «di porta» (ovvero finalizzate a sottolineare la transizione fra il contesto extraurbano e quello urbano), di isole salvagente, di bande centrali polyvalenti, ecc...

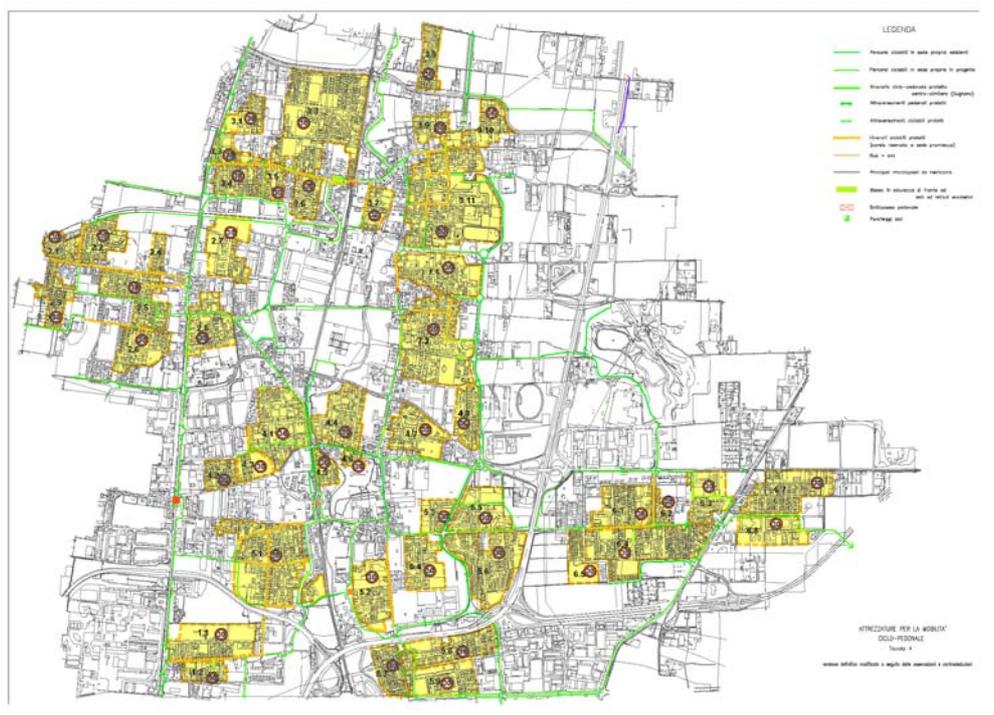


Fig.6.6.ii. Rete degli itinerari ciclabili di un Comune dell'hinterland milanese

La rete degli itinerari ciclabili in corso di graduale attuazione a Paderno Dugnano, centro di 46.000 abitanti collocato a Nord di Milano, rappresenta un buon esempio di strategia finalizzata a favorire l'uso della bicicletta per gli spostamenti urbani. La rete è stata progettata mirando alla continuità di tutti gli itinerari principali. Tali itinerari non sono necessariamente costituiti da piste ciclabili separate dalla carreggiata, ma includono diversi percorsi promiscui su strade dotate di dispositivi di moderazione del traffico. Della rete degli itinerari entrano a far parte, poi, tutte le numerose zone 30, identificate in corrispondenza dei diversi ambiti residenziali del Comune.

La graduale realizzazione, all'interno della città diffusa, di una rete di collegamenti "leggeri", aperti al traffico non motorizzato e ad alcune componenti particolari di quello motorizzato (veicoli agricoli, ciclomotori, autovetture a bassa velocità) può rappresentare una interessante opzione per l'arricchimento e la riqualificazione dell'enorme rete stradale ereditata dall'era precedente alla motorizzazione di massa.

Questa rete di collegamenti leggeri, estesa all'insieme dei territori regionali in esame, si presta a numerose connessioni con politiche di sostegno alla fruizione delle aree protette, ed anche al turismo culturale. Essa, infatti, può riprendere percorsi storici (come nell'interessante esempio piemontese della ciclostrada realizzata lungo l'antica strada di Francia), collegare parchi naturali (come nelle *grand randonnées* in Francia), od affiancare grandi elementi paesistici od ambientali (come nelle *greenways*, progettate un po' ovunque in Europa).

Lo sviluppo della mobilità ciclopedonale costituisce in tal senso un obiettivo strettamente correlato alla tutela delle aree di interesse naturalistico, e più in generale dell'insieme dei territori aperti. Si tratta di una funzione la cui importanza può essere apprezzata anche in relazione agli obiettivi di contenimento dell'espansione urbana e, dunque, del controllo della crescita della domanda di mobilità.



Fig.6.6.iii. Mobilità dolce, ciclostrade e greenways

La protezione ed il sostegno della mobilità non motorizzata è un obiettivo che non deve riguardare soltanto le aree urbane, ma anche i collegamenti extraurbani di breve raggio. Ciò è vero soprattutto nei contesti di diffusione insediativa, nei quali le distanze medie fra centri e nuclei abitati possono risultare molto inferiori al normale raggio di utilizzo della bicicletta, e nel contempo la punteggiatura di servizi pubblici e privati risulta difficilmente servibile da servizi di trasporto pubblico a frequenza elevata. I collegamenti extraurbani non debbono necessariamente svilupparsi in sede propria, ma possono anche sfruttare la rete delle strade secondarie, campestri, forestali o vicinali, nelle quali il traffico motorizzato è ridotto e si svolge a velocità limitata. In questi casi, la protezione è focalizzata sulle intersezioni e sui nodi più critici, mentre larga parte dei percorsi richiedono soltanto piccoli adattamenti (quali ad esempio la segnaletica). La progressiva saldatura dei singoli collegamenti può condurre alla realizzazione di vere e proprie "ciclostrade", come nell'interessante schema già avviato dalla Provincia di Torino (figura A). La protezione dei percorsi extraurbani costituisce anche un supporto essenziale per lo sviluppo della rete ciclabile transeuropea (European Cycle Route Network) proposta da Eurovelo (figura B). I diversi collegamenti afferenti alla rete della "mobilità dolce" dovrebbero integrarsi con il sistema delle aree protette, anche in funzione di contenimento dell'urbanizzazione a bassa densità.

6.7. Il trasporto aereo

Nello scenario programmatico, la navigazione aerea è destinata a svolgere un ruolo comunque importante, anche se meno “strategico” di quanto venga oggi fatto apparire dai mezzi di comunicazione di massa. Il tasso di crescita stimato è infatti, in questo caso, pari al 69%: un valore certamente ridotto in rapporto al dato tendenziale (+113%), ma non per questo poco rilevante in assoluto¹⁴.

Visti gli elevati indici di impatto unitario, che contraddistinguono questo modo di trasporto, un tale scenario di crescita richiede evidentemente la definizione di politiche mirate ed efficaci per il contenimento dei danni ambientali. In tal senso, si tratta non soltanto di porre sotto controllo gli importanti problemi di inquinamento acustico esistenti intorno a molti aeroporti, ma anche di avviare interventi finalizzati alla riduzione degli impatti sull’atmosfera, senza peraltro trascurare i grandi consumi di suolo associati alla presenza degli scali e dei rispettivi collegamenti terrestri.

Un primo gruppo di interventi su questa linea è legato all’innovazione tecnologica che, effettivamente, appare oggi in grado di apportare sensibili miglioramenti delle *performance* ambientali degli aeromobili. Peraltro, in un mondo nel quale i veicoli utilizzati possono presentare età anche piuttosto avanzate, o comunque caratteristiche costruttive molto lontane dalla migliore tecnologia disponibile, una politica dell’ambiente (e della sicurezza) che voglia sfruttare appieno i vantaggi dell’innovazione non può prescindere dalla definizione di regole di allocazione degli *slot* aeroportuali selettive, capaci di disincentivare l’utilizzo di aeromobili inadeguati sulle rotte da e per il Nord Italia.

In secondo luogo, considerato che l’impatto ambientale della navigazione aerea è funzione soprattutto del numero di voli e di movimenti aeroportuali (decolli+atterraggi), e non invece del numero di passeggeri trasportati, occorre orientare i modelli di esercizio del settore verso segmenti di domanda ad elevato rapporto fra mobilità servita (espressa in pkm o tkm) e numero di movimenti effettuati¹⁵. Ciò significa quanto meno:

- mirare alla mobilità di lungo raggio (oltre i 400-500 km) lasciando le medie percorrenze al trasporto terrestre;
- perseguire l’impiego di aeromobili di medio-grande dimensione, assicurando nel contempo elevati livelli di occupazione dei posti offerti.

Entrambe le condizioni sono conseguibili con tanto maggiore efficacia quanto più il trasporto aereo viene considerato alla stregua di un segmento di un sistema di trasporto pubblico integrato, capace di organizzare opportunamente la domanda, in particolare *massificandola su un numero relativamente limitato di relazioni a lungo raggio*.

In questo senso, il problema di fondo diventa quello della definizione di un’adeguata gerarchia di rete, evitando concentrazioni di traffico eccessive (che si traducono localmente in una pressione ambientale insostenibile), ma anche una troppo elevata dispersione degli scali aeroportuali (che decreterebbe un sistematico sottoutilizzo della capacità offerta e, dunque, una tendenziale degradazione dei parametri unitari d’impatto).

Come già evidenziato nel paragrafo 2.2, la rete dei principali aeroporti del Nord Italia presenta già una capacità più che sufficiente ad assorbire gli incrementi di traffico previsti. Infatti, se consideriamo i tre scali del sistema milanese unitamente ai sei principali aeroporti di livello regionale (Torino, Genova, Verona, Venezia, Trieste, Bologna) non è difficile dimostrare che la loro capacità complessiva supera largamente la soglia dei 100 milioni di passeggeri/anno, corrispondente a circa due volte e mezza i livelli di traffico attuali. Si tratta di un valore largamente tranquillizzante rispetto ai tassi di incremento del traffico assunti nello scenario programmatico (il rapporto

¹⁴ Dato il rilievo secondario giocato dal trasporto merci sul totale dei movimenti aerei, si fa qui riferimento alle sole proiezioni relative al trasporto passeggeri.

¹⁵ Tale orientamento è rispecchiato, nello scenario programmatico, da un incremento dei movimenti (+40%) sensibilmente inferiore a quello dei passeggeri trasportati (+69%).

flusso/capacità, oggi pari al 30%, si manterrebbe comunque inferiore al 60%), e comunque sufficiente ad assorbire anche quelli contenuti nello scenario tendenziale.

STIMA TEORICA DELLA CAPACITA' MASSIMA DI UN AEROPORTO	
Movimenti/giorno per pista	400
Giorni/anno di operatività	350
Movimenti/anno per pista	400 x 350 = 140.000
Passeggeri/aereo (media)	100
Passeggeri/anno	140.000 x 100 = 14.000.000



Fig.6.7.i. Capacità teorica di uno scalo e rete aeroportuale del Nord Italia

La capacità massima teorica di uno scalo aeroportuale moderno è dell'ordine dei 400 movimenti/giorno per pista. Assumendo 350 giorni di operatività all'anno ed una media di 100 passeggeri/volo, questo si traduce in una capacità di 14 milioni di passeggeri/anno (è il livello di traffico raggiunto dall'aeroporto di Linate prima del trasferimento di parte dei voli a Malpensa). Ma anche ipotizzando coefficienti di carico più modesti, non è difficile ottenere valori di 8-10 milioni di passeggeri/anno. A fronte di valori di questo genere, i volumi di traffico stimati nello scenario programmatico (circa 70 milioni di passeggeri/anno) potrebbero essere serviti per circa 1/3 da Malpensa e per la restante quota da una rete di 6 o 7 aeroporti di livello regionale, utilizzati al 75% della loro capacità.

La configurazione di tale rete è del resto già chiaramente rispecchiata dalla collocazione degli aeroporti che, a tutt'oggi, riescono a servire un traffico pari ad almeno 500.000 passeggeri/anno (corrispondente a meno del 5% della capacità teorica...). Si tratta, in tutto, di otto scali: Torino-Caselle, Milano-Linate, Bergamo-Orio al Serio, Verona-Villafranca, Venezia-Tessera, Trieste-Ronchi dei Legionari, Genova-Sestri e Bologna-Borgo Panigale.

Questa rete aeroportuale è perfettamente in grado di reggere tutti gli aumenti di traffico previsti non soltanto nello scenario programmatico, ma anche in quello tendenziale (fra l'altro, tali incrementi di traffico tenderebbero a tradursi in un incremento dei livelli di occupazione degli aeromobili e/o della dimensione degli stessi, più che in un aumento dei movimenti giornalieri, il che andrebbe sicuramente a favore del contenimento degli impatti sull'ambiente).

Come si osserva nella figura, gli scali indicati garantiscono nel raggio di 100-120 km una copertura territoriale pressoché completa del Nord Italia (resta esclusa la sola Provincia di Bolzano, comunque servita dall'aeroporto *comunitario* di Innsbruck...). Un buon livello di integrazione con i servizi ferroviari di media e medio-lunga percorrenza è in grado di assicurare agli utenti un livello di servizio complessivo migliore di quello derivante dalla moltiplicazione di scali molto piccoli, strutturalmente non in grado di servire con sufficiente frequenza le principali destinazioni esterne (Roma, Londra, Parigi, Francoforte, Amsterdam, ecc...).

In tal senso, è necessario scoraggiare le numerose iniziative localistiche che, perseguendo per motivi “di prestigio” la realizzazione di nuovi scali regionali (o meglio provinciali), finiscono per generare una impropria e dannosa dispersione non soltanto degli investimenti¹⁶, ma anche dei flussi di traffico, con conseguente diminuzione dei tassi medi di occupazione degli aeromobili e relativo incremento dei parametri d’impatto unitari.

Vale la pena di osservare che una tale dispersione può non avvantaggiare nemmeno gli utenti del sistema, che finiscono per disporre sì di scali più numerosi e vicini al proprio luogo di residenza, ma anche di servizi poco frequenti e meno articolati per destinazione.

Risultati assai migliori possono essere perseguiti garantendo un più elevato livello di integrazione fra servizi aerei di lungo raggio e servizi ferroviari (od automobilistici) di breve e medio raggio, capaci di assicurare buoni livelli di accessibilità ad una rete aeroportuale formata di pochi scali regionali ben sfruttati sotto il profilo infrastrutturale, e dotati di un’ offerta adeguata in termini di destinazioni servite.

E’ questo, in primo luogo, il caso dell’aeroporto di Milano-Malpensa che, per caratteristiche infrastrutturali e posizionamento nel mercato del trasporto aereo, è destinato a mantenere il suo ruolo essenziale di *gateway* per l’intera Italia settentrionale (oltre che per alcune zone limitrofe, quali il Canton Ticino, la Toscana e le Marche).

Tale ruolo non trova oggi un’espressione adeguata né nel mantenimento di rotte aeree di breve e brevissimo raggio (come quelle per Genova e Bologna che, oltre a risultare antieconomiche, non sono in grado di rispondere alle esigenze di distribuzione del traffico sui poli urbani intermedi e sui territori della città diffusa), né nell’esercizio del pure importante collegamento ferroviario con la città di Milano (non integrato con i servizi di medio-lungo raggio e quindi poco funzionale al collegamento con aree esterne al capoluogo lombardo). Esso richiederebbe piuttosto una piena integrazione con la rete dei servizi ferroviari di media e lunga percorrenza, da attestare direttamente sulla sua stazione (secondo il modello svizzero e tedesco).

Fra l’altro, una soluzione di questo genere consentirebbe di alleviare alquanto i problemi di accessibilità stradale dello scalo (peraltro largamente sovrastimati), riducendo il corrispondente fabbisogno infrastrutturale, ed anche di rendere disponibili *slot* per una ulteriore diversificazione dell’offerta aerea sulle direttrici internazionali ed intercontinentali, senza aumento dei movimenti effettuati. A quest’ultimo proposito, occorre considerare che, fra tutti gli aeroporti del Nord Italia, quello di Malpensa è l’unico che presenti livelli di utilizzo relativamente elevati e che un suo eventuale ampliamento (attraverso la realizzazione della terza pista) determinerebbe un impatto insostenibile per il circostante Parco del Ticino, probabilmente senza riuscire a conseguire la trasformazione dello scalo in un reale *hub* sud-europeo.

In effetti, del ruolo di questo scalo si è parlato anche troppo, senza peraltro evidenziare, se non raramente, il nocciolo del problema. La stessa idea di poter pianificare un *hub* aeroportuale attraverso misure di sapore dirigitico (trasferimento di voli per decreto) deriva da un profondo fraintendimento delle logiche interne al settore, che hanno condotto al successo di questo genere di soluzioni. L’esperienza statunitense insegna infatti che, in un contesto di liberalizzazione dei servizi di trasporto aereo, la formazione di un *hub* è funzione quasi esclusiva dei modelli di esercizio, e dipende quindi essenzialmente da decisioni strategiche delle compagnie aeree (private) e non da specifiche azioni programmatiche, messe in atto da soggetti pubblici. In tale contesto, ad ogni *hub* corrisponde una compagnia, che vi si insedia, e ad ogni compagnia corrisponde (tendenzialmente) uno ed un solo *hub*.

¹⁶ A tale proposito, è bene ricordare che il traffico registrato in scali come Brescia, Parma e Treviso risulta inferiore al 5% della capacità teoricamente messa a disposizione dall’infrastruttura; per non parlare di aeroporti come Aosta, Cuneo, Biella o Bolzano, realizzati per ospitare poche coppie di voli al giorno.

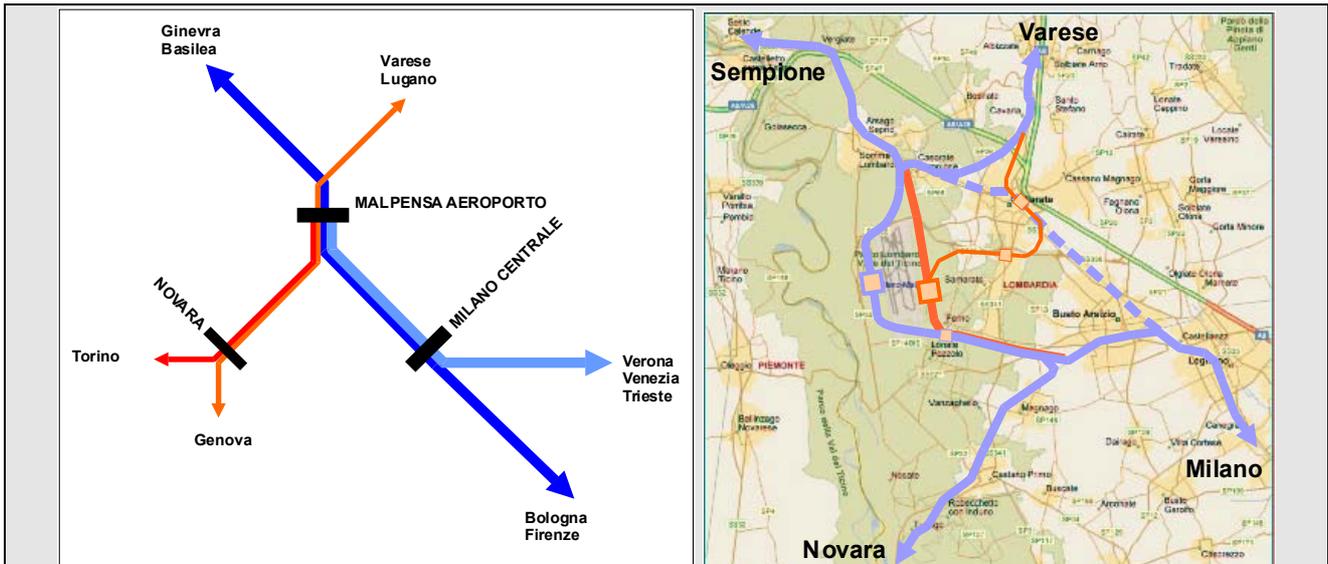


Fig.6.7.ii. Accessibilità ferroviaria all'aeroporto di Malpensa

Il pieno sfruttamento del ruolo di gateway, svolto dall'aeroporto di Malpensa nei confronti dell'intero Nord Italia, richiederebbe un più elevato livello di integrazione con i servizi ferroviari. Non si tratta tanto di potenziare l'antenna ferroviaria per Milano (che impone complicate rotture di carico), né di perseguire improbabili realizzazioni di linee ad alta velocità (che non servirebbero in modo sufficientemente capillare il bacino di riferimento), bensì di inserire la stazione dell'aeroporto, in modo stabile e possibilmente passante, nella rete di servizi ferroviari di media e lunga percorrenza, provenienti da Torino, Genova, Bologna e Venezia. Tale obiettivo richiede il prolungamento della bretella ferroviaria verso le linee del Sempione e di Varese: un compito reso particolarmente arduo dall'illogica collocazione dell'aerostazione verso il Ticino. Se questa fosse stata posizionata, anziché sul lato Est, su quello Ovest, la stazione dell'aeroporto avrebbe potuto svolgere anche un importante ruolo a supporto dell'area urbana di Gallarate-Busto-Legnano, che conta circa 500.000 abitanti, costretti oggi a gravitare direttamente sulle stazioni milanesi.

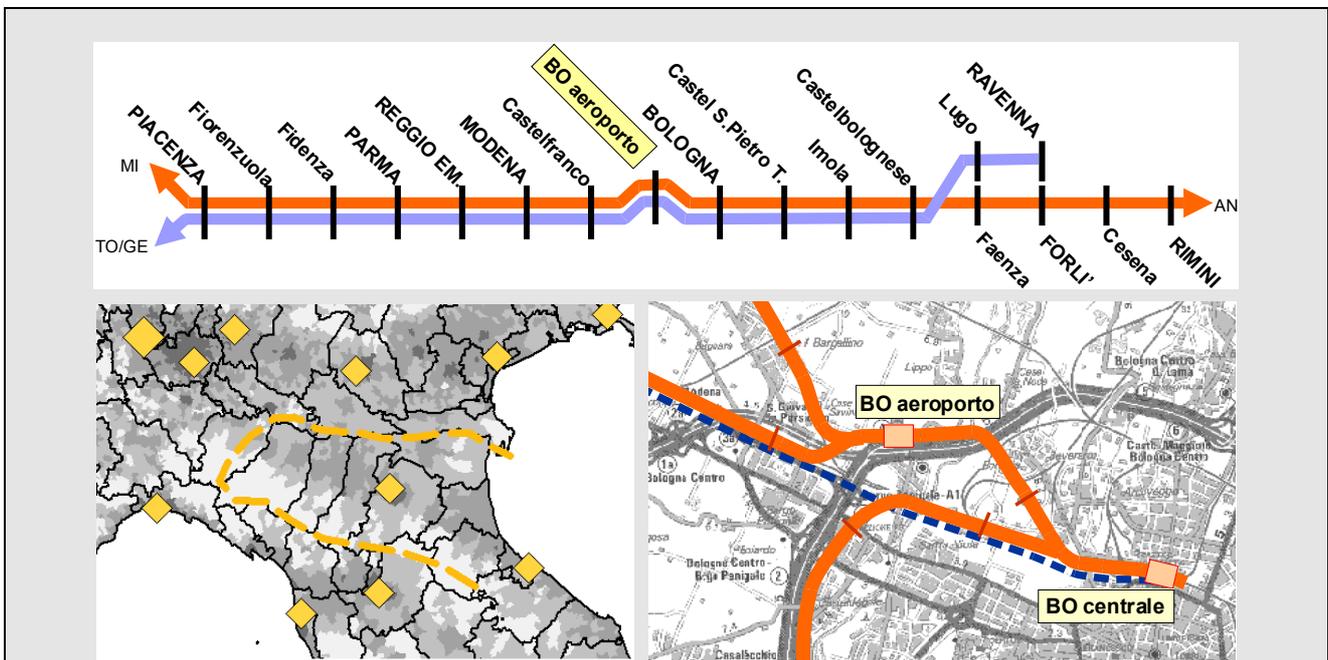


Fig.6.7.iii. Un esempio di accessibilità ferroviaria ad un aeroporto regionale: Bologna e l'Emilia-Romagna

Un esempio di possibile integrazione dei servizi ferroviari in accesso ad un aeroporto regionale riguarda l'Emilia-Romagna e l'aeroporto G.Marconi di Bologna-Borgo Panigale. La direttrice urbana Piacenza-Bologna-Rimini presenta una considerevole potenzialità per i servizi ferroviari di media percorrenza che, sfruttando la sovrapposizione fra le direttrici afferenti al capoluogo, può raggiungere frequenze anche semi-orarie, configurandosi come vera e propria "metropolitana regionale". L'inserimento dell'aeroporto *in linea* a tale importante servizio richiederebbe soltanto una breve deviazione, tra Borgo Panigale e Bologna Centrale: occorrerebbe soltanto realizzare una nuova linea lenta fuori sede, destinando alla linea veloce il sedime ferroviario attuale. Questa configurazione consentirebbe anche di attestare all'aeroporto i treni diretti provenienti da Bolzano-Verona e due linee del Servizio Ferroviario Metropolitano (quelle dirette verso Modena e S.Giovanni in Persiceto), permettendo anche di innervare efficacemente la zona delle Lame, probabile oggetto, negli anni a venire, di importanti trasformazioni urbanistiche.

A livello europeo, il processo di “apertura dei cieli” attualmente in corso sta determinando una forte ristrutturazione dell’offerta del settore, con accordi e fusioni societarie che probabilmente condurranno alla formazione di 3-4 grandi gruppi di dimensione paragonabile a quella delle compagnie statunitensi.

Quasi sicuramente tre di tali gruppi faranno capo alle attuali compagnie di bandiera britannica (con proprio *hub* a Londra), francese (Parigi) e tedesca (Francoforte). Resterà spazio forse per una sola compagnia, che potrebbe effettivamente collocare il proprio *hub* nella parte meridionale del continente, ma non sfuggirebbe certo alla necessità di legarsi solidamente ad *un solo* scalo su cui focalizzare il proprio modello di esercizio. In questo quadro, l’idea di strutturare su due scali distinti una compagnia di medie dimensioni, per di più gravata da pesanti difficoltà economiche, come l’Alitalia, appare in tutta la sua inconsistenza. L’esito più probabile è che il ruolo *complessivo* della compagnia vada ad assottigliarsi, sino a disattendere non soltanto le ambizioni di Malpensa, ma anche quelle di Fiumicino... Paradossalmente, ma non troppo, le *chances* di successo dell’aeroporto lombardo avrebbero potuto essere maggiori se esso *non* avesse goduto delle attenzioni della compagnia di bandiera italiana: in tal caso, infatti, esso avrebbe forse potuto configurarsi come scalo operativo primario di un’altra compagnia (magari privata) e collegata con qualche grande gruppo operante a livello mondiale, ma poco presente nel contesto europeo.

Al di là delle problematiche riguardanti l’aeroporto di Malpensa, è importante che l’accessibilità ferroviaria via terra venga potenziata anche sugli altri scali di livello regionale. A questo proposito, bisogna però considerare che nessuno di questi aeroporti potrà mai raggiungere livelli di traffico sufficienti a giustificare l’istituzione di servizi ferroviari dedicati ad elevata frequenza, e che dunque il potenziamento dell’accessibilità dovrebbe essere ottenuto soprattutto attraverso l’integrazione con la rete dei servizi esistenti. Viste le dimensioni dei bacini di traffico dei singoli scali, è chiaro che tale integrazione dovrebbe investire soprattutto i servizi di media percorrenza¹⁷. E’ una soluzione facilmente ottenibile, mediante la realizzazione di nuove stazioni od al più di brevi tratte passanti in variante, a Genova (linea per Savona), Bergamo (linea per Brescia), Verona (linea per Mantova-Modena), Venezia (linea per Trieste), Trieste (linea per Venezia) e Bologna (linee per Milano e Verona)¹⁸. A Torino, dove la stazione ferroviaria esiste già, la collocazione dello scalo rende più difficile una soluzione passante, ma risulta comunque possibile l’attestamento diretto dei servizi provenienti da Sud (ovvero da Cuneo, Savona, Alessandria).

Soluzioni di questo genere, mutuata dalle esperienze di diversi paesi europei, sono in grado di incrementare l’effettiva accessibilità ai servizi di trasporto aereo, garantendo nel contempo una riduzione dei corrispondenti impatti, sia sul lato terra, che sul lato aria.

¹⁷ Sensibili incrementi delle velocità commerciali degli spostamenti intermodali treno-aereo possono essere conseguite predisponendo direttamente sui convogli, come già sperimentato anni fa sul collegamento Firenze-Roma-Fiumicino, apposite aree di *check-in*, destinate almeno ai passeggeri con solo bagaglio a mano.

¹⁸ L’integrazione fra servizi ferroviari cadenzati, e servizi aerei che debbono mantenere elevati tassi di occupazione dei voli lungo tutta la giornata, pone interessanti problemi di tecnica dei trasporti. In linea di principio, le soluzioni possono far leva sia sulla non necessità di completa coincidenza fra le frequenze dei due servizi (data la struttura passante e non dedicata dei servizi ferroviari, alcuni treni possono transitare dall’aeroporto anche in assenza di partenze od arrivi), sia sulla possibilità di diversificare sensibilmente le tariffe dei voli fra le fasce di punta e quelle di morbida.

7. Poscritto

7.1. I limiti della tradizione politica italiana

L'Italia è un paese disperante, e disperato, in balia di una classe politica scalcinata, che si ispira par lo più ad un grottesco e puerile machiavellismo (se non a puro e semplice banditismo), ed è ormai da anni incapace di proporre un progetto di sviluppo economico e sociale anche soltanto vagamente ragionevole. Agli anomali livelli di corruzione si associano una sistematica prevalenza degli interessi particolari su quelli comuni, ed una complessiva assenza di prospettive politiche. Anche la grande burocrazia ministeriale è in larga misura il prodotto di un processo di selezione avversa, che ha sistematicamente premiato un atteggiamento deferente ed ossequioso nei confronti dei notabili, e per converso una diffusa insensibilità per le esigenze degli altri cittadini, generalmente trattati come semplici sudditi di un potere separato ed incomprensibile.

Il Nord Italia ed i suoi imprenditori non sono da meno: tutto sommato adattati a questo stato di cose in cambio di grandi (o piccole) prebende, solitamente incapaci di ragionare se non in base al loro interesse di brevissimo termine, generalmente miopi di fronte alle grandi questioni economiche e sociali a scala nazionale ed europea, sembrano oggi anch'essi privi di una vera e propria prospettiva di sviluppo.

La politica dei trasporti in atto è tutto sommato conseguente: da sempre demagogica, velleitaria e retorica, largamente influenzata dalla corruzione del sistema politico ed imprenditoriale, si ammanta ormai di connotazioni prettamente propagandistiche, non facendo che rispecchiare il disprezzo della classe dirigente per il tema della spesa di risorse che, in ultima analisi, provengono dai cittadini. L'incapacità delle burocrazie ministeriali di sviluppare attitudini programmatiche anche solo modeste determina una sostanziale mancanza di rapporto tra la definizione degli interventi e l'evoluzione della domanda di mobilità. Gli interventi sono di norma ispirati a quella "distorsione infrastrutturale", ben descritta da Marco Ponti, e radicata in ultima analisi sui canali di allocazione (anche illegale) della spesa pubblica, piuttosto che sulle reali condizioni d'uso e sugli effetti esterni delle opere realizzate. Su queste basi, quasi tutti i centri di spesa di qualche rilievo sono venuti consolidando una stabile preferenza per programmi di intervento *de luxe*, che includono qualunque fesseria, purché costosa, al di là di ogni verifica di coerenza. Facendo finta di non sapere che ciò che non funziona sono spesso le piccole cose (come la semplice manutenzione ordinaria dell'esistente); che danni enormi provengono da idiozie minute ma riprodotte all'infinito; che esistono sprechi inauditi passati sotto silenzio; che conseguenze esiziali provengono dalla logica di deresponsabilizzazione di (quasi) tutti i soggetti pubblici dotati di qualche apprezzabile potere. E tenendo ben nascosta a sé e soprattutto agli altri la possibilità di azioni anche modeste, ma razionali e produttive, da anni messi in evidenza dagli osservatori più attenti, che invece potrebbero dar luogo ad una logica di intervento capace di generare, a breve e medio termine, maggiori benefici per gli utenti, a fronte di minori impatti ambientali e di una spesa più mirata e contenuta.

In una situazione di questo genere, la prospettiva di trasformazione della politica nazionale e regionale dei trasporti appare lontana ed improbabile.

7.2. Lo studio ed i suoi interlocutori

Viste queste premesse di ordine generale, ma anche operativo, il sistema politico ed imprenditoriale non può certo rappresentare un interlocutore credibile per le riflessioni sviluppate nell'ambito dello studio.

Ciò pone evidentemente il problema del loro sbocco operativo. L'impressione è che, per provare a modificare orientamenti così generali della politica nazionale dei trasporti, non ci sia molto altro modo che rivolgersi alla società civile o, meglio, a quel "ceto medio riflessivo" di cui parla spesso

Paul Ginsborg, e che rappresenta forse l'unica speranza per una reale modernizzazione del paese.

Infatti, l'esperienza dell'ultimo decennio sembra indicare che alcune dinamiche consociative di rilievo, presenti all'interno del sistema politico nazionale, possono essere intaccate soltanto in presenza di un vincolo esterno all'azione di governo, tale da ricondurre periodicamente i soggetti decisionali alle rispettive responsabilità. Questa è forse l'unica maniera, efficacemente sperimentata sul piano operativo, per scardinare il potente circolo vizioso, fondato sulla convergenza trasversale di interessi, sulla crescente deresponsabilizzazione decisionale, e sul forte aumento della pressione propagandistica, che caratterizza l'odierna politica nazionale dei trasporti.

Come costruire, seppur per gradi, un vincolo esterno credibile ed efficace? Uno dei pochi modi chiari è quello di sviluppare sistemi di "certificazione" imparziali, autorevoli ed indipendenti dell'azione di governo, orientati a fornire alla pubblica opinione, e più precisamente agli elettori, elementi fondamentali di conoscenza e di riflessione. Sebbene lo sviluppo di un tale genere di soggetti richieda certamente la convergenza di più competenze, il ruolo delle associazioni ambientaliste e degli istituti di ricerca indipendenti può rivelarsi, in questo senso, assolutamente prezioso. Sempre che sia in grado di sviluppare una propria "agenda strategica", senza limitarsi a subire, in una logica di mera interposizione, le scelte e gli orientamenti sviluppati dai soggetti decisionali.

7.3. Un programma operativo

La costruzione di un *network* di soggetti autorevoli, capaci di sottoporre ad un adeguato vaglio critico gli orientamenti della politica nazionale dei trasporti, e di affiancarvi scenari alternativi di sviluppo, da sottoporre anche alla periodica valutazione degli elettori, rappresenta un compito impegnativo, che implica tempi medi, se non lunghi.

Esso richiede, infatti, la predisposizione di molti strumenti di analisi e valutazione dei programmi di intervento, ma anche di comunicazione sociale, rivolta ai cittadini.

Per quanto concerne l'analisi e la valutazione, la verifica operativa delle prestazioni economiche ed ambientali del sistema di trasporto del Nord Italia (ed in prospettiva di quello nazionale) richiede la disponibilità effettiva di strumenti di simulazione dei flussi di traffico, calibrati sulla situazione corrente e costantemente aggiornati, da utilizzare per lo sviluppo delle necessarie elaborazioni tecnico-economiche ed ambientali. E' bene evidenziare, infatti, che una volta assunta la non praticabilità della valutazione *dentro* il sistema politico, non ci si potrà attendere che questo metta a disposizione gli elementi di conoscenza necessari al suo sviluppo esterno; ed è dunque giocoforza procedere alla costruzione di un quadro informativo parallelo, capace di sfruttare al meglio i dati resi disponibili, in varia forma, da soggetti a ciò obbligati in forza di legge.

Tuttavia, l'analisi e la valutazione non sono certo sufficienti a garantire la costruzione di un quadro programmatico, condiviso a livello sociale, e dunque dotato di una qualche forza politico-elettorale. Per fare ciò, occorre anche l'apertura di idonei canali comunicativi, capaci di trasmettere il messaggio proprio dell'analisi in senso non soltanto negativo (la "bocciatura" di progetti eccellenti), ma anche positivo (gli scenari di intervento alternativi). Tali strumenti di comunicazione dovrebbero essere evidentemente molto articolati al loro interno, per tener conto sia delle eventuali pressioni sugli ambienti istituzionali, sia degli aspetti relativi alla comunicazione pubblica in senso stretto, a sua volta graduata su più livelli di approfondimento.

Si tratta di iniziative che non possono essere improvvisate, ma che vanno progettate e seguite nel tempo, in modo da garantire quell'imparzialità e quell'autorevolezza che, sole, possono garantire la prospettiva della nuova politica dei trasporti.