



TRASPORTI EVOLUZIONE DELLA MOBILITÀ

DI ROBERTO VACCA

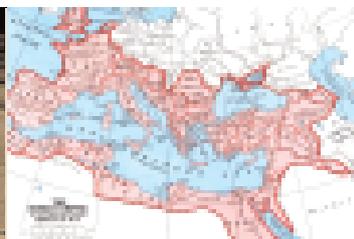
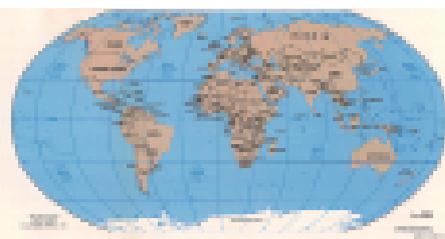
Gli esseri umani cominciarono a migrare dalle origini - penetrando da un continente all'altro. Le nostre popolazioni crescenti hanno occupato aree sempre più vaste entro le quali hanno viaggiato per commerciare, comunicare, conquistare, esplorare. Per muoverci - per terra, per mare, per i cieli - spendiamo il 15% dei nostri guadagni. La mobilità - come la comunicazione - è la linfa di ogni attività umana. Raccontiamo come si possa misurare e come si spieghino la congestione, l'urbanistica - le tendenze che ci condurranno al mondo di domani.

Gli ippopotami marcano i limiti del loro territorio con i loro escrementi. La storia umana, invece, registra conquiste che segnavano confini con spargimento di sangue e con muraglie. Più in generale, gli uomini tendono a massimizzare il territorio che coprono anche senza appropriarsene. Ci commerciano o semplicemente ci viaggiano, cercando di arrivare il più lontano possibile.

I viaggi preistorici furono lentissimi e vitali. I primi uomini dall'Africa si mossero per via di terra a popolare Asia ed Europa. Genti

asiatiche passarono per le Aleutine al Nord America e alle terre polari e dall'Asia di Sud-Est navigando fino all'Oceania. Le date sono incerte. Quelle transizioni epocali coinvolsero poche persone, ma crearono l'inizio della storia. Meglio nota è la migrazione della civiltà agricola dalla Mesopotamia fino al Nord Europa. Quegli antichi agricoltori, come ha documentato Luca Cavalli Sforza, impiegarono 5.000 anni a coprire la distanza di 5.000 chilometri. Alla velocità di 1 km/anno trasferivano la loro tecnologia e i loro insediamenti.

Sono ben documentate le grandi migrazioni più recenti, con i loro effetti drammatici e duraturi. Fra queste, l'espansione dei mongoli verso est e verso ovest, che scatenarono i movimenti di popolazioni che chiamiamo "invasioni barbariche"; la conquista araba del Magreb e della penisola iberica; lo sviluppo dell'Impero Ottomano. Si trattava, però, di processi che avvenivano "una tantum", anche se certo gli abitanti viaggiavano e trasportavano merci fra le regioni delle grandi aree conquistate. Vere e proprie reti di trasporto



terrestri, fluviali, marittime furono create dalle grandi civiltà che costituirono imperi. Le reti stradali romane si estendevano per 80.000 chilometri e la popolazione dell'Impero nel II secolo si può valutare in circa 50 milioni di individui. L'ordine di grandezza è vicino a quello dell'Impero Inca: una rete stradale di 22.000 chilometri e una popolazione, forse, di 10 milioni. La rete stradale cinese si estese di meno; nel XIII secolo, però, fu realizzato il grande canale Yunhe, lungo 2.000 chilometri e largo anche 30 metri, che congiunge Pechino a Hangzhou mettendo in comunicazione lo Yangtze con il Fiume Giallo e altri corsi d'acqua e contribuendo a creare comunicazioni economiche ed efficaci. Nel

Box 2, a pagina ?? tento un'analisi quantitativa globale della circolazione delle persone nell'Impero Romano: ci dà un'idea della strada fatta sulla via della mobilità.

ca, i mezzi di trasporto innovativi sostituiscono quelli precedenti seguendo regolarità che si ripetono periodicamente. Le carrozze sono state soppiantate dai treni, dai tram, dai metro nel secolo XIX; nel XX l'auto si è sostituita ai treni sulle lunghe distanze e negli ultimi decenni gli aerei trasportano numeri rapidamente crescenti di viaggiatori. Analizziamo in cifre questo progresso dei trasporti. Quante persone e quante tonnellate di merci in tutto viaggiano, e su quali distanze? Le statistiche si raccolgono facilmente per i treni, gli aerei e le autostrade: per ogni viaggio si produce un biglietto o altro documento. Per i trasporti su strada, si misurano a campione (con i contatraffico) i volumi di traffico in veicoli all'ora o al giorno, i numeri di passeggeri e i pesi dei carichi dei camion. Queste misure vengono totalizzate per città, per regione, per nazione: il traffico dei passeggeri nell'arco di un anno si misura

in miliardi di passeggeri moltiplicati per chilometri ($Gp \cdot km$), quello delle merci in miliardi di tonnellate moltiplicate per chilometri ($Gt \cdot km$). Le tabelle nel **Box 1**, a pagina ??, riportano i valori per l'Italia e per i 15 Paesi dell'Unione Europea (EU15) dal 1970 al 2002. In base a queste serie storiche ho calcolato (usando le equazioni logistiche di Volterra) i valori previsti per il 2015.

Naturalmente queste previsioni sono affette da incertezza: le cose potrebbero andare molto diversamente in conseguenza di eventi favorevoli (economia fiorente, nuove invenzioni) o sfavorevoli (cataclismi, guerre, atti terroristici).

Per quanto riguarda i passeggeri, la tendenza è simile in Italia e in Europa: crescono ancora (lentamente) i viaggi in auto, mentre declinano percentualmente quelli in treno e in bus, tram e metro. Crescono velocemente i viaggi aerei, in Europa più che in Italia. La tendenza è anche oltre il 10% degli spostamenti effettuati in aereo (i diagrammi riportano in ordinate i logaritmi del rapporto $F/(1-F)$, dove F è la proporzione di ciascun tipo di trasporto rispetto al totale).

I trasporti merci via treno continuano a declinare mentre crescono quelli su camion, che si prevede arrivino nel 2015 al 93% in Italia e all'83% in Europa. I motivi di queste tendenze sono ovvi: flessibilità ed economia. Con i camion si evitano i due trasbordi alla stazione di partenza e a quella di arrivo; con i treni risparmiano tempo e denaro; con l'auto partiamo quando vogliamo, ci fermiamo ovunque, arriviamo esattamente a destinazione. Se quest'ultima è in area urbana congestionata, il parcheggio è difficile e, allora, convengono di più il treno o l'aereo. I treni ad alta velocità sono molto più convenienti di quelli tradizionali e, su medie distanze, anche degli aerei.

Nel 2001 la Commissione Europea suggerì 70 misure intese a



L'impero Inca prese le mosse nel 1438 con l'imperatore Pachacuti. Il nipote Huaina Inca lo portò a raggiungere una lunghezza massima di circa 4000 km. Dimensioni simili a quelle dell'Impero Romano. La sua rete stradale era di 22.000 km.

migliorare i trasporti su strada, per ferrovia, per mare, per aereo, dal punto di vista economico, sociale, della sicurezza. Uno degli obiettivi era "rivitalizzare le ferrovie". Infatti, una linea ferroviaria (se i convogli sono frequenti e viaggiano a pieno carico) trasporta 10 volte più passeggeri di una corsia di autostrada nell'ora di punta. Ma l'obiettivo non è realistico; da decenni il traffico ferroviario cresce molto più lento di quello stradale e aereo: la sua quota percentuale è bassa e continua a declinare. Le stazioni ferroviarie dovrebbero essere integrate col tessuto urbano, fornendo agli utenti informazioni, connessioni veloci con i trasporti e altri servizi moderni (invece di negozi che duplicano quelli esistenti). Molti useranno i treni ad alta velocità quando la rete italiana sarà collegata a quella europea e quando d'inverno costituiranno una via rapida e sicura per raggiungere il nord Italia nebbioso, dal centro e dal sud.

CONTINUEREMO A MUOVERCI SEMPRE DI PIÙ?

I progressi della telematica ci hanno dato: Internet, telefoni cellulari, telecomunicazioni digitali e via radio o via satellite. Si diffondono telelavoro, E-commerce, E-government. La tendenza è verso "E-tutto". Quindi, secondo alcuni, in avvenire si ridurrà la domanda di mobilità delle persone e delle merci... La previsione non è credibile.

Il telefono nel XX secolo è penetrato ovunque e l'espansione con-

TABELLA - EU15 PARCO DI VEICOLI

	Auto	Bus	Camion
1970	62.500.000	332.000	7.400.000
1980	103.200.000	444.000	10.570.000
1990	143.200.000	484.000	15.750.000
1991	146.900.000	481.000	16.900.000
1992	150.300.000	483.000	17.080.000
1993	153.200.000	488.000	17.420.000
1994	156.400.000	487.000	17.850.000
1995	158.600.000	500.000	18.370.000
1996	161.900.000	505.000	18.920.000
1997	165.300.000	510.000	19.380.000
2002	186.000.000	561.000	25.600.000
2050 previsto	24911.000.000	627.000	Non calcolato

tinua grazie a cellulari e Internet. Ma la rivoluzione delle comunicazioni non ha frenato la domanda di mobilità, che è cresciuta di pari passo. Frattanto Internet fornisce ai trasporti importanti funzioni ausiliarie: navigatori per i veicoli su strada, trasmissione dei dati di monitoraggio, uso di e-mail per gestire in tempo reale ferrovie e sistemi per la spedizione e la distribuzione di merci e colli.

Non saremo frenati a viaggiare e trasportare merci nemmeno dalla mancanza di risorse. Y.Zahavi della Banca Mondiale ha osservato, infatti, che da oltre un secolo spendiamo in media per i nostri viaggi e spostamenti il 15% del reddito disponibile. Se supponiamo che l'economia continui a crescere (sia pure con alterne vicende), viaggeremo sempre di più. Zahavi ha notato che in media dedichiamo a muoverci circa un'ora al giorno - utilizzando i mezzi più veloci a disposizione. Quindi, come anticipavo sopra, tendiamo a coprire (almeno a visitare) territori sempre più vasti.

Viaggi e trasporti continueranno a crescere anche se i parchi dei veicoli su strada sono prossimi a



Una linea ferroviaria elettrificata. Su questa linea possono viaggiare sia treni con motori termici che elettrici.

raggiungere la saturazione. Lo mostra la tabella seguente, in base alla quale ho calcolato i massimi previsti per il 2050. Le auto sono già all'88% del massimo. Molto dipenderà, come vedremo più oltre, dai sistemi impiegati per evitare la congestione e dalle innovazioni tecnologiche e sistemiche.

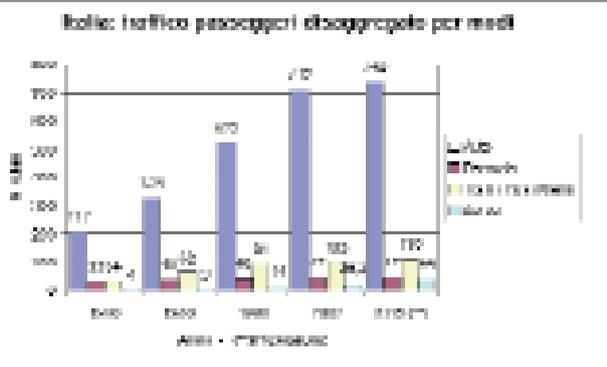
TRAFFICO URBANO

La velocità dei trasporti determina il numero di abitanti di una città.

Box 1

Modo di trasporto	1970	1980	1990	2002	2015 (**)
Auto	1562 G p·Km (*)	2246	3141	3882	4400
Ferrovia		219	248	268	307
Tram+Bus+Metro		304	373	400	458
Aereo		32	50	157	280

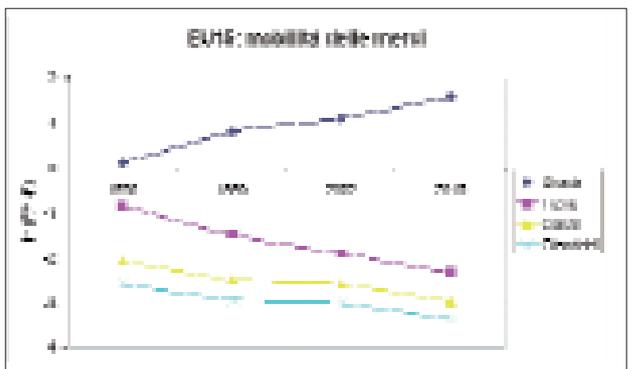
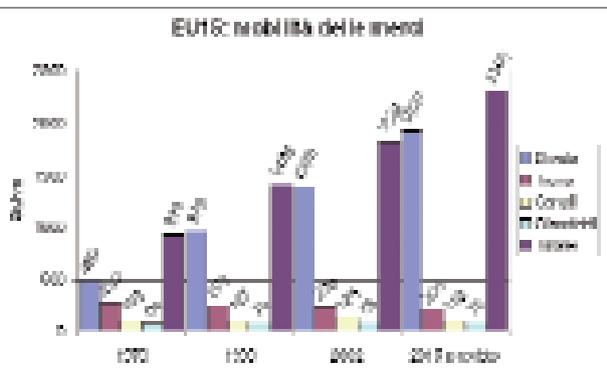
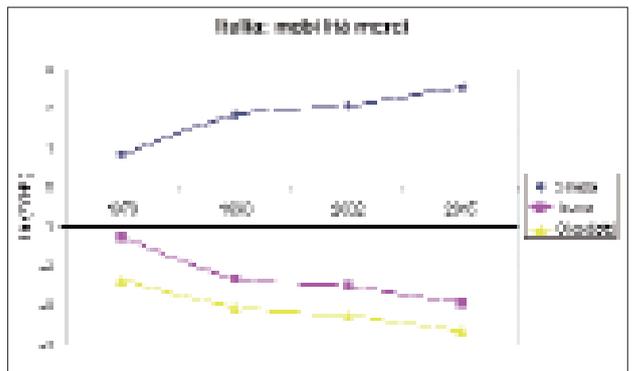
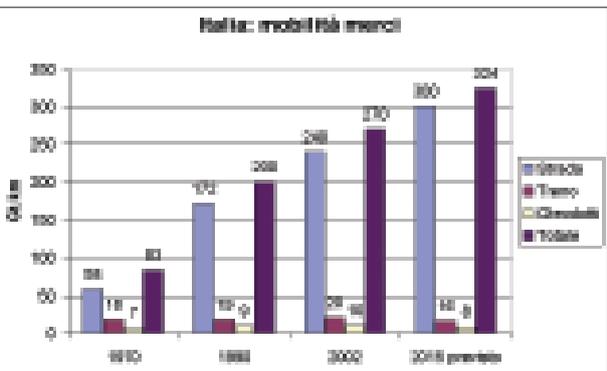
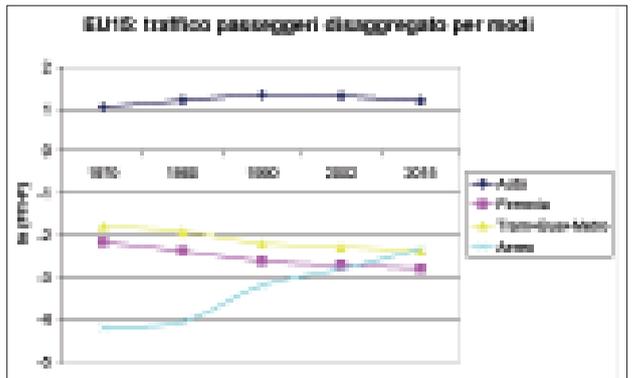
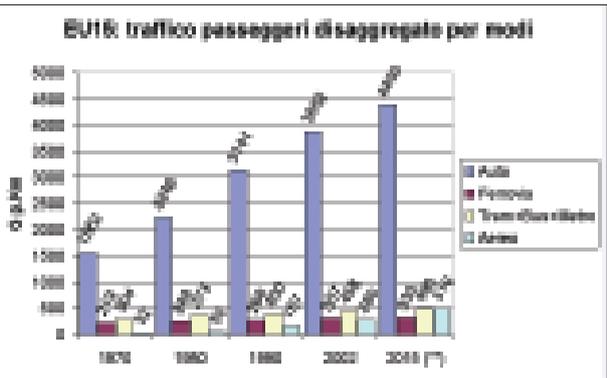
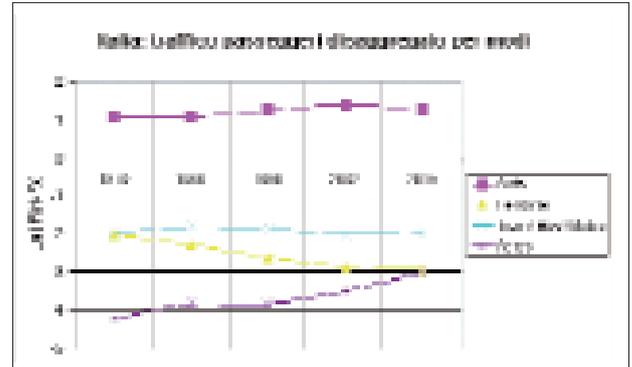
EU15, traffico passeggeri disaggregato per modi (valori assoluti.)



Modo di trasporto	1970	1980	1990	2002	2015 (**)
Auto	212 G p·Km (*)	324	523	712	740
Ferrovia		33	40	45	47
Tram+Bus+Metro		34	62	91	103
Aereo		4	9	14	26.2

Italia, traffico passeggeri disaggregato per modi (valori assoluti.)

(*) G p·km (Giga passeggeri.km) = miliardi di passeggeri chilometro all'anno (**) previsione





Modo di trasporto	1970	2002	2015
Auto	75%	80 %	78 %
Treno	11%	5%	5%
Tram+Bus+Metro	12%	12%	12%
Aereo	2%	3%	5%

Italia: traffico passeggeri disaggregato per modi (in %)

Modo di trasporto	1970	2002	2015
Auto	73.9%	78.8 %	76 %
Treno	10,3%	6,2%	5,7%
Tram+Bus+Metro	14,3%	9,38%	8,6%
Aereo	1,5%	5.7%	8,9%

EU15: : traffico passeggeri disaggregato per modi (in %)

	Strada	Treno	Oleodotti	Totale
1970 %	70 %	22 %	8 %	100 %
2002 %	89 %	7 %	4 %	100 %
2015 %	93 %	5 %	2 %	100 %

Mobilità merci Italia (in G tonn.km e in percentuale%)

	Strada	Treno	Canali	Oleodotti	Totale
1970	52 %	30 %	11 %	4 %	100 %
2002	76 %	13 %	7 %	4.6 %	100 %

IN ALTO: La Ford modello T, in tutte le sue varianti, ha avuto una responsabilità enorme sulla motorizzazione dei trasporti USA. Nei 19 anni in cui fu prodotta ne vennero costruiti 15 milioni di esemplari.

I villaggi preistorici avevano poche centinaia di abitanti. Nelle città antiche ne risiedevano migliaia. Secondo Platone, la città ideale doveva avere 5.000 abitanti. Atene nel 400 a.C. era già più grande. Roma imperiale arrivò forse a due milioni e il Campidoglio distava dalla periferia poco più di 3 chilometri: l'area abitata era di 30 chilometri quadrati e la densità, dunque, era di 60.000 abitanti/km², come in una città moderna (c'erano già case di sei piani).

In generale, l'area di una città si può considerare come un cerchio con diametro uguale alla distanza che si percorre in un'ora usando il mezzo di trasporto prevalente. La **tabella 1**, a pagina ??, mostra l'area calcolata e l'area netta servita dai mezzi di trasporto, che è minore di quella totale perché intorno alle fermate del mezzo pubblico è in effetti accessibile l'area circostante, che si percorre a piedi in 10 minuti. Ci stiamo avvicinando al limite teorico di 42 milioni calcolato per la città automobilistica. Però queste cifre sono incerte, perché dipendono dalle delimitazioni amministrative di città e regioni.

È accaduto spesso che una metropoli, espandendosi, abbia conglobato villaggi e città medie: è accaduto a Londra, Parigi, New York, Tokyo, etc. Si parla, quindi, di *conurbazioni* invece che di città. Già nel 1961 il Prof. Jean Gottmann, nel suo libro *Megalopolis* (Einaudi, Torino 1970), analizzò questi processi come si stavano sviluppando nell'enorme conurbazione abitata da circa 40 milioni di persone da Boston a New York a Washington DC. Quella parte dell'area atlantica degli USA si cominciò a chiamare BosWash. Mentre l'altra conurbazione da San Franci-

sco a Los Angeles a San Diego si chiama SanSan.

Quando due città sono connesse da un treno ad alta velocità che permette di viaggiare da una all'altra in un'ora, possiamo dire che costituiscono una città unica. Potrà essere il caso di Tokyo e Osaka che distano circa 600 chilometri fra loro e che potrebbero essere unite dal nuovo treno Shinkansen ad alta velocità, formando operativamente una città unica con oltre 50 milioni di abitanti (attualmente il record di tempo minimo per recarsi da Tokyo a Osaka è di due ore e trenta minuti, con l'odierno Shinkansen).

QUANTE STRADE IN CITTÀ

Perché nelle città il traffico è lento e inquinato?

Si può rispondere con precisione. Prendi un foglio e un lapis e ragiona su una città con area di 100 km² (10.000 ettari): un quadrato col lato di 10 km. Supponi che la densità di abitanti al centro sia di 60.000 abitanti/km². La densità media sarà solo di 15.000 abitanti/km², perché nelle zone di villini o edifici pubblici è molto minore. La città ha un milione e mezzo di abitanti e 750.000 auto (in media 75 auto/ettaro - un'auto ogni 2 abitanti).

Suddividi la città con una griglia di 900 quadratini, ciascuno con 333 metri di lato: 30 su ogni lato del quadrato grande. Ogni quadratino copre 11 ettari e contiene in media 830 auto. Nell'ora di punta non marcano tutte le auto. Supponiamo che da ogni

TABELLA 1

Tipo di città (trasporto prevalente)	Velocità (km/h)	Area (km ²)	% area servita	Popolazione
Pedonale	4	13	100	800.000
Tramviaria	12	113	25	1.700.000
Transito rapido	20	314	17	32.000.000
Automobilistica	30	700	100	42.000.000 (teorico)

Fonte: Leibbrand, K. - Traffic Quarterly, 1968

Le statistiche del 2005 riportano le più popolose città del mondo (in milioni di persone):

Città	Tokyo	Mexico	Seul	New York	S. Paulo	Bombay	Delhi
Popolazione	34	22,3	22	21,8	20	19,4	19

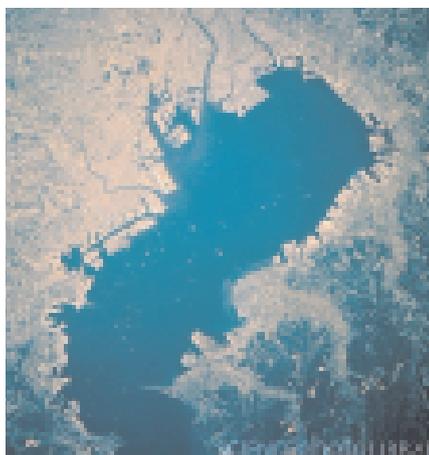
quadrato ne partano 600 e si suddividano in 4 flussi uguali: 150 verso nord, 150 verso sud, 150 verso est, 150 verso ovest. In una qualunque riga (o colonna) di quadratini e in ogni senso di marcia avremo 30 volte 150 auto in moto: in un'ora sono 4.500.

Su una corsia stradale urbana in media possono fluire 750 auto/ora. Per far viaggiare tutte le 4.500 auto ci vorrebbero quindi $4.500/750 = 6$ corsie, larghe 3,50 metri ciascuna. Su ogni riga e su ogni colonna, però, abbiamo due sensi di marcia. Dobbiamo perciò raddoppiare il numero di corsie. La larghezza totale delle strade per ogni striscia di quadratini risulta di $12 \times 3,50 = 42$ metri. La lunghezza della strada che attraversa la città è uguale al lato del quadrato grande (10 km), perciò

ogni strada Nord-Sud o Est-Ovest occupa una superficie di 420.000 m² (cioè 0,42 km²). Dato che abbiamo 30 righe e 30 colonne, la superficie totale delle strade è uguale a $60 \times 0,42 \text{ km}^2 = 25,2 \text{ km}^2$. Ma il risultato non è ancora esatto. Infatti, le 30 strade Nord-Sud incrociano 30 volte le strade Est-Ovest: ci sono 900 incroci fra strade larghe tutte 42 metri. Perciò bisogna togliere ai 25,2 km² ancora i quadrati costituiti dagli incroci: $900 \times 42^2 = 900 \times 1764 = 1.587.600 \text{ m}^2$, cioè 1,6 km². La superficie netta delle strade è dunque $25,2 - 1,6 = 23,6 \text{ km}^2$, circa il 24% dell'area cittadina: perché le cose vadano bene almeno 1/4 dell'area di una città dev'essere riservata alle strade.

E quando sono ferme, dove stanno le 750.000 auto? Basta parcheggiarne in strada 500.000 per occupare (calcolando un'area di 20 m² l'una) ben 10 km². Allora la superficie stradale disponibile per

muoversi sarebbe solo di 13,6 km²: del tutto insufficiente. Questo è proprio quello che succede nelle nostre città. E se togliamo l'area dei cassonetti per le immondizie (assurdo tenerli per strada: in Francia sono tenuti all'interno dei fabbricati) e quella per le soste in doppia e tripla fila, la superficie cittadina che resta ai veicoli in moto è meno del 10%. Così il traffico è incatenato. Inoltre, le macchine lente producono più gas inquinanti e stanno in moto più a lungo. Il problema si risolve con parcheggi fuori strada, migliorando i mezzi pubblici, le discipline (l'insieme delle norme e dei sensi unici, divieti di sosta e di svolta che definiscono come debbano svolgersi i movimenti del traffico), i controlli semaforici e l'educazione stradale degli automobilisti. Dovremmo essere razionali anche in città. Se circolassero in Italia milioni di auto in più, congestione e inquinamento peggiorerebbero. Li eviteremo in parte, se entreranno sul mercato le auto con pile a combustibile, ibride ed elettriche. Ma la tecnica non basta. Va limitato l'uso dell'auto privata: dobbiamo muoverci di più con mezzi



La baia di Tokyo vista dalla missione Shuttle STS-58 dello Shuttle, del 1993. In alto, la città di Tokyo, a sinistra Yokohama. Le due città costituiscono ormai un unico enorme agglomerato urbano.

pubblici, bicicletta, a piedi. Bisogna riprogettare il modo in cui dislocare sul territorio abitazioni, luoghi di lavoro, negozi e supermercati, luoghi di svago e altri attrattori.

Una soluzione completa al problema del traffico urbano fu suggerita dall'inglese Colin Buchanan nel 1963. Si tratta di realizzare città a tre livelli: il superiore è interamente pedonale, con parchi, strade, piste ciclabili e centri commerciali (aree attrezzate con negozi, magazzini, esercizi). Il livello inferiore è riservato al traffico veicolare pubblico e privato, ma la sosta è vietata ovunque. Il terzo livello (il più basso) è riservato ai parcheggi. Lo schema funzionerebbe, ma implicherebbe di ricostruire tutte le città: il costo sarebbe proibitivo! Il sistema di Buchanan ha avuto applicazione parziale alla Defense (nuovo quartiere direzionale e commerciale di Parigi) e a Brasilia.

Altro sistema efficace è quello del *time sharing*: l'uso delle stesse risorse da parte di utenti diversi in tempi successivi. Ha avuto applicazioni parziali, con orari flessibili negli uffici e sfalsati per categorie diverse e il *car pool* (uso collettivo di un'auto privata da parte di persone che si muovono sullo stesso tragitto). Ad esempio, la città di Beijing (Pechino) è divisa in 7 settori e in ciascuno è diverso il giorno del riposo settimanale: questo fa calare la congestione del 14%. Il telelavoro svolto a distanza da chi calcola, progetta, redige, organizza e si connette con Internet all'ufficio e coi colleghi, evita quasi del tutto gli spostamenti professionali ed evita anche di avere una grossa auto ferma in strada o in garage. Adesso certe aziende di autonoleggio offrono un'auto piccola in affitto per tutto l'anno a una tariffa che fa risparmiare migliaia di euro all'anno su

Abbiamo visto come si misura la mobilità totale degli europei in un Anno. Possiamo ritenere che nel 2005 fosse di 5.000 miliardi di persone moltiplicate per chilometro.

Possiamo valutare, almeno rozzamente, quale fosse la mobilità totale degli abitanti dell'Impero Romano verso il III secolo? La tabella seguente riporta dati di confronto ricostruiti dagli storici: non sono precisi, ma l'ordine di grandezza non dovrebbe discostarsi molto dai dati veri.

	Unione Europea (EU 15)	Impero Romano
Popolazione	380 milioni	50 milioni
Lunghezza rete stradale	1.540.000 km	80.000 km
Velocità media veicoli	30 km/h	5 km/h
Mobilità persone/anno	5.000 G p·km	200 M p·km

Calcolo la mobilità totale ai tempi dell'Impero Romano utilizzando fattori di riduzione delle altre variabili:

Popolazione	7 volte minore
Rete stradale	20 volte minore
Velocità veicoli	6 volte minore

Il prodotto di questi 3 fattori di riduzione è uguale a 840. È plausibile, quindi, che la mobilità totale 1.700 anni fa in Europa fosse:

$$5.000 \text{ G p·km} / 840 = 6 \text{ G p·km} \text{ (6 miliardi di passeggeri moltiplicata per chilometro)}$$

La lunghezza dei viaggi compiuti in un anno da ogni individuo si ottiene dividendo la mobilità per la popolazione. Se ne conclude che un europeo oggi percorre in media circa 13.000 km/anno ($5.000.000 \text{ M p·km} / 380 \text{ M p} = 13.158 \text{ km}$) e che un cittadino romano percorreva solo 120 chilometri l'anno: sembra un dato un po' scarso, perché corrisponderebbe a circa 300 metri al giorno e anche i pedoni ne fanno di più. L'ordine di grandezza, però, è rozzamente giusto.

deprezzamento, assicurazione, bollo, riparazioni, cambio gomme e così via, ma il vantaggio più interessante è che si risparmia il tempo ora dedicato a queste incombenze. L'auto diventa virtuale: se serve una familiare per i weekend o un fuoristrada per le vacanze, si lascia la piccola e si passa all'altra. Chi va in aereo a Milano, lascia l'auto all'aeroporto e ne trova una uguale all'arrivo. E ogni sei mesi si riceve un'auto

nuova. Insomma, così si riducono anche le dimensioni delle auto circolanti in città (useremo le auto grosse solo quando servono) e se ne riduce il numero (perché ci avvicendiamo).

Il *time sharing* è una soluzione molto efficace: ci vuole intelligenza per immaginare nuove forme. Certe persone per mettere in pratica "l'uso delle stesse risorse da parte di utenti diversi in tempi successivi" pensano solo all'adulterio.

SIR COLIN BUCHANAN



Tra le caratteristiche che distinguono le intelligenze brillanti va annoverata la lungimiranza, qualità che permette di essere in anticipo sui tempi, a volte con la spiacevole conseguenza di essere poco compresi dai propri contemporanei...

La lungimiranza, unita a una vera e propria passione per l'oggetto di quello che è stato il suo lavoro per una vita, ha caratterizzato anche l'esistenza di Sir Colin Buchanan, ingegnere ed architetto, principale autore del rapporto, meglio noto col suo nome, "Traffic in towns" (ordinatogli dal Ministro dei Trasporti britannico Ernest Marples e datato 1963), che è ancora oggi un riferimento per gli studiosi di urbanistica. Il Rapporto Buchanan (versione italiana, quasi irripetibile: Il traffico urbano, Casa Editrice Pàtron, Bologna 1976) è considerato il punto di partenza dalla moderna pianificazione dei tra-

sporti ed ha il merito di dimostrare che i problemi di mobilità non possono essere risolti con la sola analisi, ma richiedono l'intervento simultaneo di diverse discipline.

Nato nel 1907 a Simla, in India, Sir Buchanan ha fondato nel 1964, insieme allo stesso team che lavorò alla stesura del rapporto del 1963, la Colin Buchanan and Partners Ltd, società di consulenza nei settori dell'urbanistica e dei trasporti (www.cbuchanan.co.uk). Fino al termine della sua carriera, nel 1983, quando si ritirò a vita privata, Buchanan si è dedicato ai suoi studi, che gli hanno valso numerose cattedre e riconoscimenti da parte del governo britannico, ma anche alla divulgazione, con la pubblicazione di libri sulla mobilità caratterizzati da un linguaggio accessibile a tutti, e alla formazione, con la creazione, tra l'altro, della "School for Advanced Urban Studies" a Bristol.

L'interesse di Sir Colin Buchanan per i problemi del traffico motoristico nasce in un'epoca in cui certamente non si pensava che questo dovesse raggiungere lo sviluppo odierno, ma la rapida diffusione delle automobili nel Regno Unito poneva la questione della costruzione di strade adatte alla circolazione dei "moderni" veicoli a motore (l'invenzione dell'automobile era già vecchia di circa un secolo)...

Era il 1935, e Colin Buchanan era stato impiegato al Ministero dei Trasporti e inviato all'ufficio del "Divisional Road Engineer" (Ingegnere di Divisione delle strade) di Essex, nel Devon. Colin aveva 28 anni ed era particolarmente interessato agli incidenti automobilistici. Perciò, come egli stesso racconta in una sua testimonianza, guidava sulle strade con una "piccola" cinepresa tedesca attaccata sul cruscotto, inseguendo le altre automobili nella speranza di riprendere un incidente, per poterne poi esaminare le cause e capire quanto queste fossero imputabili al comportamento degli automobilisti e quanto, invece, alle condizioni della strada. Non era il vero scopo del suo lavoro e, sicuramente, non era un modo ortodosso di compiere tali studi: << In un'occasione mia moglie ha iniziato a urlarmi contro – racconta Buchanan – perché il guidatore dell'auto che inseguivo era proprio l'Ingegnere di Divisione stesso!>>. Gli incidenti stradali all'epoca non erano davvero comuni come oggi, visto che Buchanan non riuscì a riprenderne neanche uno prima di doversi arruolare, nel 1939, allo scoppio della Seconda Guerra Mondiale. Il ricordo più affascinante di quest'uomo che tutti i suoi collaboratori definiscono calmo, ma intellettualmente incisivo, dai modi del vero "gentleman", è quello di John Muller, ex-professore di Pianificazione urbana e regionale alla Witwatersrand University di Johannesburg, rilasciato nel Febbraio 2002 alla rivista del Royal Town Planning Institute e risalente a una visita di Sir Buchanan a Durban (in Sudafrica), nel 1974. Buchanan e la moglie arrivarono nella città in caravan (Buchanan ha guidato il suo caravan sulle strade di tutta Europa fin quasi alla sua morte, avvenuta nel Dicembre 2001), dopo aver visitato la regione del Drakensberg e una breve sosta a Johannesburg. A Durban, Buchanan doveva rilasciare un commento finale a una conferenza dal titolo "Metropolitan planning". Il suo intervento, puntuale e dall'incipit prettamente tecnico, si trasformò in una precisa critica alla politica dell'apartheid, allora applicata in Sudafrica: << ...non posso evitare di pensare che complicazione terribile sia per la pianificazione metropolitana l'intrecciatura e la tessitura delle aree razziali. (...) I confini di queste zone sembrano fungere da vincoli sulla progettazione altrettanto rigidi quanto le barriere fisiche, quali gole, fiumi o ferrovie. (...) Il punto che voglio sottolineare è che la qualità della vita è composta da molti fattori, pochi dei quali sono direttamente collegati con l'ambiente fisico che ci circonda. C'è il diritto al lavoro, il diritto a imparare e arrivare al massimo delle proprie capacità, il diritto di esprimere le proprie opinioni, il diritto di viaggiare, di riunirsi, il diritto all'assistenza nei momenti di difficoltà, il diritto a un'udienza giusta, a rappresentare ed essere rappresentati, il diritto di scegliere i propri amici.>>

La validità delle sue idee sarebbe stata apprezzata circa venti anni più tardi.

a cura di Dody Giussani

LA CONGESTIONE EXTRAURBANA

Perché si blocca il traffico in autostrada pur non essendoci incidenti - anche se in teoria le auto che sono davanti a noi potrebbero fluire liberamente?

Ricordate come succede? Notiamo che il traffico diventa più intenso. Dobbiamo ridurre la velocità. La situazione sembra normale - solo un po' pesante. Poi siamo costretti quasi a fermarci. Ripartiamo, ma subito dobbiamo ridurre molto la velocità fino a fermarci. Restiamo fermi a lungo. Quasi sempre qualcuno vicino a noi dice: "Che sarà successo? Ci sarà stato un incidente? Forse un tamponamento?".

Però non si sentono sirene che urlano, non si vedono luci blu lampeggianti. Eppure il traffico è fermo per chilometri. Per capire come funziona questo processo, ricordiamo una vecchia regola empirica dai tempi dell'esame per la patente:

"Per ogni 10 chilometri all'ora di velocità, mantieni dall'auto che hai davanti la distanza di una lunghezza di macchina. Una macchina è lunga 4 metri. Dunque a 100 km/h stai a 40 metri, a 60 km/h stai a distanza di 24 metri, a 30 km/h stai a 12 metri."

È una regola ragionevole, infatti:

a 100 km/h	
in 1 secondo percorri	27,7 metri
a 60 km/h	
in 1 secondo percorri	16,7 metri
a 30 km/h	
in 1 secondo percorri	8,35 metri

e, con tempi di reazione medi di un terzo di secondo, facciamo bene a distanziarci dal veicolo precedente di un po' più di un secondo.

Su una corsia autostradale al mas-

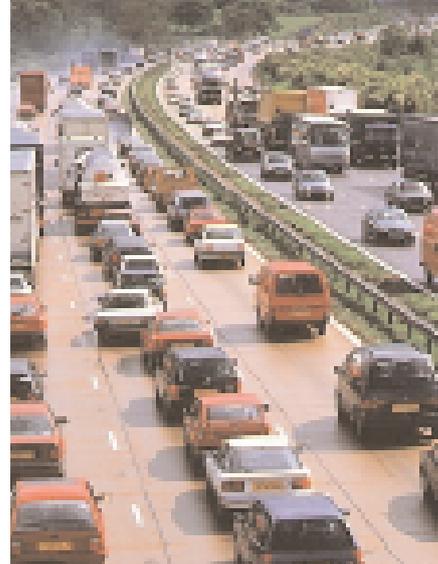
simo possono defluire 1.500 veicoli/ora. Ma la variabile significativa qui è la densità, cioè il numero (medio) di veicoli che si trovano su un chilometro di corsia. Se stessero attaccati - paraurti contro paraurti, con mezzo metro di franco fra uno e l'altro - in un chilometro ne entrerebbero 200. Se ce ne sono 100 al chilometro, la distanza media sarebbe di 5 metri e la velocità consigliata dalla regoletta citata sarebbe di 10 km/h. Il volume di traffico sarebbe di:

$100 \text{ veicoli/km} \cdot 10 \text{ km/h} = 1.000 \text{ veicoli/h}$

Se ci sono più auto che cercano di passare, la velocità decresce rapidamente. Gli autisti meno abili e quelli che hanno veicoli meno efficienti saranno più esitanti. Alcuni si fermeranno e costringeranno all'arresto quelli che seguono. Si arriva al blocco totale.

La situazione si rappresenta con il diagramma della figura seguente. Le due curve VOLUME (veicoli/h) e VELOCITÀ (km/h) sono rilevate sperimentalmente in condizioni reali. Si vede che il volume di traffico massimo di 1.500 veicoli/h defluisce quando ci sono poco più di 60 veicoli/km: la velocità media è di circa 23 km/h e la distanza media fra loro è di poco più di 10 metri.

La situazione è stata analizzata matematicamente dai fisici britannici Lighthill e Witham. È dunque inevitabile che il traffico rallenti molto e si blocchi se una corsia stradale è occupata da un numero di veicoli che si avvicina a 200 per chilometro. È interessante notare che la perturbazione causata da un veicolo che, ad esempio, dia un colpo di freno e rallenti bruscamente se la densità è maggiore di 65 veicoli/km si trasmette all'in-



Traffico intenso di auto e mezzi pesanti su una autostrada britannica.

dietro ad alta velocità. Le auto che sorraggiungono troveranno notevole difficoltà a rallentare in tempo evitando il tamponamento. Dal diagramma e dall'analisi si deduce, poi, che alla densità di 62 veicoli/km (quando il volume è massimo) se un guidatore dà un colpo di freno, diciamo al chilometro 34,200, tutti gli altri veicoli che seguono dovranno dare una frenata allo stesso punto. La perturbazione è stazionaria e sparirà solo dopo che si sarà presentato un maggiore intervallo fra veicoli sopravvenienti.

L'AVVENIRE TECNOLOGICO

Non si può calcolare, ma solo arguire analizzando le tendenze illustrate in quanto precede. Qui descriviamo rapidamente alcune innovazioni delle quali si è parlato meno, ma non ci soffermiamo su tecnologie di cui sentiamo parlare ogni giorno.

AUTO

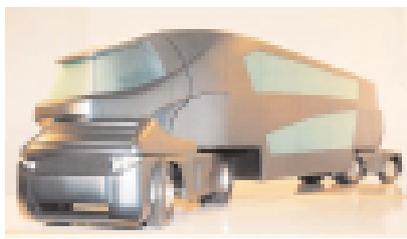
Le moderne tendenze nel settore auto sono ben note: ricorso più spinto a circuiti computerizzati con prestazioni sofisticate e cre-

scente difficoltà di manutenzione. Forti risparmi di energia si otterranno ricorrendo a motori elettrici alimentati da pile a combustibile. Si diffondono rapidamente anche le auto ibride, che usano in successione motore a combustione interna e motore elettrico. Meno imminenti - e molto interessanti le auto elettriche che immagazzinano l'energia non in batterie ma in condensatori (con capacità di migliaia di Farad!).

TRENI

Le reti ferroviarie tradizionali, come abbiamo visto, hanno avvenire modesto, mentre quelle ad alta velocità si sviluppano e fanno energica concorrenza al trasporto aereo. Sono notoriamente diffuse in Giappone (Shinkansen). In Francia la rete TGV (Train Grande Vitesse) collega le località principali del Paese e si connette a Germania, Belgio, Regno Unito a velocità di 300 km/h, disponendo di circa 350 convogli. Un treno TGV preparato appositamente ha registrato nel 1990 un primato mondiale, a 515 km/h. In Italia nel 2005 esiste solo il collegamento tra Roma e Firenze ad alta velocità. Sono in costruzione i tratti Roma-Napoli e Firenze-Milano.

In molti Paesi (USA, Germania, Regno Unito, Cina, Giappone, Corea) si punta molto sui Maglev, i treni a levitazione magnetica, privi di ruote. In Giappone, sul tratto sperimentale Yamanaghi, un Maglev ha raggiunto i 552 km/h. Una soluzione fantascientifica, ma molto attraente, consisterebbe nel far viaggiare i Maglev in gallerie sotto vuoto: in assenza della resistenza dell'aria si potrebbe raggiungere una velocità teorica di 15.000 km/h - talmente alta che anche con una accelerazione di 5 m/sec² (circa la metà dell'accelerazione di gravità, 9,81 m/sec²), per raggiungere la velocità di regi-



BladeRunner may look unconventional but it has the potential of resolving many of the transport problems of the developed world.

Il progetto inglese BladeRunner prevede un veicolo adatto alla marcia indifferentemente su strada e rotaie. Viene proposto come veicolo del futuro, dai costi di esercizio particolarmente contenuti sia per trasporto passeggeri che merci.

me ci vorrebbe un quarto d'ora. Se si costruisse un tunnel transatlantico, andare in USA prenderebbe poco più di un'ora. Si calcola che l'energia necessaria per passeggero chilometro sarebbe cento volte minore di quella richiesta da un grosso jet.

TRENI IBRIDI

Ogni tanto nei weekend d'estate sulle autostrade viene vietato il traffico ai mezzi pesanti - per evitare la congestione. Si sta cercando di facilitare il trasporto di camion su treno, ma esistono forti dubbi che l'iniziativa possa avere successo.

Un'azienda inglese (Silvertip Design) insieme all'Università di Lancaster ha realizzato un prototipo atto a rinnovare il concetto di ferrovia. È il Bladerunner - veicolo articolato lungo 18 metri che trasporta 105 persone o 115 metri cubi di merci. Le ruote con pneumatici vanno su strade normali. Quando arriva a una strada ferrata di nuova concezione abbassa ruote metalliche su lame di rotaia incapsulate nel cemento: dalla città e dalle fabbriche il veicolo arriva ai binari e diventa un treno. Appositi sensori rilevano la presenza di altri veicoli o di ostacoli: si regola automaticamente la velocità e si evita ogni collisione. Quando il Bladerunner viaggia su binario, il motore a scoppio viene fermato e la propulsione è affidata a un motore elettrico, con ren-

dimento molto maggiore. Il governo britannico ha investito finora 800.000 euro nell'impresa. Un chilometro di binario di questo nuovo tipo costerebbe 1,5 milioni di euro. Rinnovare i 4.800 chilometri della rete ferroviaria britannica elettrificata costerebbe, dunque, 4,5 miliardi di euro. In Italia abbiamo 6.000 chilometri di linea elettrificata a doppio binario: trasformarla costerebbe 18 miliardi di euro. Sono investimenti enormi. Sarà necessario, prima di prenderli in considerazione, redigere accurati bilanci costi/benefici e nella fase di transizione i vantaggi ottenibili sarebbero ancora scarsi. È un'impresa impegnativa, che richiederebbe decenni per essere realizzata.

LE CITTÀ SENZA AUTO

In varie città del Nord Europa si sperimentano (con l'appoggio della Commissione Europea) intere città o vaste aree urbane del tutto prive di auto. Gli ecologisti sostengono che i vantaggi ambientali sarebbero notevoli. La stessa esistenza di Venezia e il fatto che nel XIX secolo tutte le città erano senza auto dimostrano che la cosa sarebbe fattibile. A Singapore l'uso dell'auto privata è limitato drasticamente da una tassa di possesso che ammonta al triplo del valore dell'auto stessa, mentre il trasporto pubblico è molto efficiente. È arduo prevedere l'andamento delle mode e della domanda futura per le varie soluzioni possibili (fra cui taxi collettivi, auto elettriche a disposizione del pubblico che paga con smart card, etc.). Un fattore decisivo potrà essere costituito da una grave crisi petrolifera, che aumenti a dismisura il prezzo del greggio o lo sottragga completamente dal mercato (un'ipotesi tutt'altro che campata in aria...).