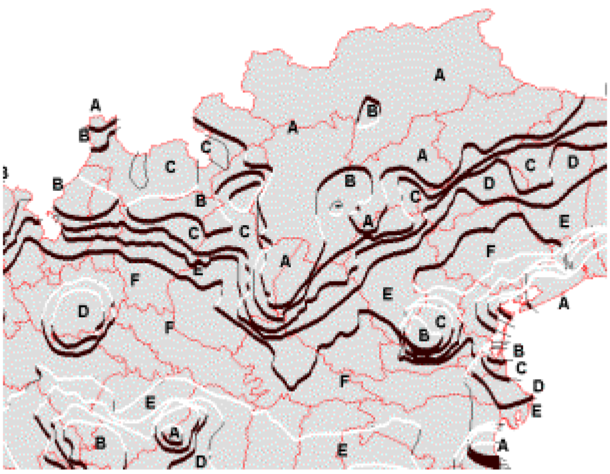
Gerardo Massimi

Ambiti e sistemi territoriali

Un approccio esplorativo alle tematiche geospaziali

La distanza

Versione preliminare al dicembre 2001



Spezzone di una carta dei posti letto per abitante
negli esercizi turistici italiani al 1991.

WP Web 2001 - Serie RE 2
Laboratorio di Geografia - Dipartimento di Studi Filosofici, Storici e Sociali
Facoltà di Lingue e Letterature Straniere
Ud'A di Chieti – sede di Pescara

LA DISTANZA **3**
Distanza e spazio metrico 3
Specificità delle distanze stradali 5
Rilevanza geografica di alcune particolari metriche 9
Le distanze da Roma dei capoluoghi di provincia 12
La distanza economica 13

Figura 1 Distanze stradali e proprietà triangolare. 4
Figura 2 Misura di una distanza stradale. 6
Figura 3 Simmetria ed asimmetria delle distanze in un ipotetico circuito stradale 7
Figura 4 Metriche a confronto. 9
Figura 5 La città a blocchi. 11
Figura 6 Esempio illustrativo circa gli effetti della rotazione degli assi delle coordinate sulle distanze taxicab. 11
Figura 7 Distanze da Roma dei capoluoghi italiani di provincia secondo alcune metriche. 12
Figura 8 Figura esemplificativa delle distanze espresse come tempi di percorrenza. 16

Prospetto 1 Distanze stradali con percorsi bidirezionali e monodirezionali. 7
Prospetto 2 Confronto tra distanze secondo le metriche di Euclide, Taxicab e di Lagrange 10
Prospetto 3 Elementi analitici della figura 7. 11

LA DISTANZA

Distanza e spazio metrico

La discussione sullo spazio geografico ha comportato l'introduzione delle nozioni di spazio metrico, di distanza, di relazione tra gli elementi di un insieme. Esse sono ora riprese per una trattazione specifica a partire dalla *distanza* che, in un'accezione molto generale, può essere intesa come "una misura della diversità" (Leti, 1979, p. 10) tra unità ricadenti in collezioni della più varia natura: fisica, sociale, economica, demografica, culturale. Misurare la diversità significa però chiamare in causa lo *spazio metrico* perché solo nel suo ambito è possibile una tipologia rigorosa, e nel contempo operativa, della grande famiglia di distanze ricorrenti nei discorsi geografici.

Al riguardo, si precisa che il concetto di spazio metrico, introdotto dal Frechet agli inizi del secolo, comporta per tutti i suoi punti queste proprietà:

1- la distanza tra due punti non coincidenti deve essere positiva;

2- la distanza tra due punti che coincidono è nulla;

3- la distanza tra due punti deve essere simmetrica, nel senso che se i due punti sono A e B, la distanza tra A e B deve essere uguale alla distanza tra B ed A;

4- se i punti sono 3 - nel caso A, B e C - deve valere la cosiddetta proprietà triangolare:

$$dA\ B < dA\ C + dB\ C$$

La regola di calcolo delle distanze, più generale e diffusa, anche nelle applicazioni geografiche è quella di Minkowski, espressa dalla relazione:

$$d_{k(A,B)} = (\Sigma|a_i + b_j|^k)^{1/k} \text{ per } k > 1$$

dove a e b sono le coordinate e la sommatoria è estesa da 1 a m se m è il numero delle dimensioni: è appena il caso di notare che per m = 1 lo spazio è monodimensionale, e perciò assimilabile ad una linea, per m = 2 lo spazio è bidimensionale e si visualizza con un piano, per m = 3 lo spazio è tridimensionale e può essere visualizzato come un volume.

Circa i valon di k, vi è da dire che per k = 1, si hanno le distanze denominate della *città a blocchi*, dette anche di *Manhattan* o *taxicab*, mentre per k = 2, le distanze sono euclidee .

Valori superiori di k non sono frequenti nelle indagini geografiche, salvo, forse, quella lagrangiana, corrispondente al limite della relazione sopra esposta per k tendente a infinito:

$$\lim_{k\to\infty} (\Sigma|a_i + b_j|^k)^{1/k} = \textit{max differenza in valore assoluto delle coordinate}$$

A questo punto della trattazione, prima ancora delle necessarie annotazioni sulla formula di Minkowski, deve essere esplicitata la non piena rispondenza degli spazi metrici nell'esplorazione esaustiva dello spazio geografico. Ciò in ragione delle frequenti violazioni, in quest'ultimo, della proprietà di simmetria, specie quando le distanze devono essere valutate in termini di costi di trasporto o di tempi di accesso.

Un esempio illustrativo è costituito dall'ipotetico itinerario stradale visualizzato in figura 1: se i percorsi da luogo a luogo possono avvenire in entrambe le direzioni di marcia, le distanze sono simmetriche (dAB = dBA = 5 unità); al contrario, se si impone un senso unico - e di sensi unici sono piene le nostre città - la matrice delle distanze risulta asimmetrica (dBE = 12; ma dEB = 18 unità).

A sua volta anche la proprietà triangolare è frequentemente violata nel senso che la distanza dAC può risultare ugale a dAB + dBC; a tal proposito si osservi il caso ipotizzato in fig. 2.

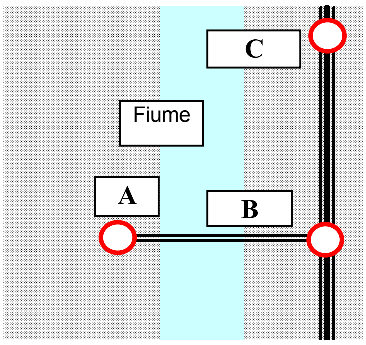


Figura 1 Distanze stradali e proprietà triangolare.

La distanza stradale tra le località A e C, mancando un collegamento diretto, è uguale alla somma delle distanze tra A e B e tra B e C: conseguenza di rilievo è la violazione della proprietà triangolare, fondamentale per una interpretazione assiomatica e di una ben precisa metrica fondata su un insieme di distanze itinerarie, o ad esse assimilabili.

Nella maggior parte dei manuali di geografia quantitativa le distanze sono calcolate per via analitica in uno spazio bi o tridimensionale euclideo, saldamente ancorato al ben noto teorema di Pitagora, ma è facile notare che gli spazi del geografo quasi mai rientrano in tale varietà. In realtà, il grado di astrazione dello spazio euclideo è quello più facilmente intuibile dal senso comune e che meglio si presta alle esigenze cartografiche - pertanto è sempre utilizzabile ed utilizzato come spazio-campione, cui riferire tutte le altre varietà.

Il problema della misura delle distanze geografiche è stato esplorato da più punti di vista in questi ultimi anni, in quanto è alla base di tutta la modellistica, specie di quella interattiva spazio-temporale, e della problematica relativa alla frizione della distanza.

In tempi recenti la tematica, già complessa, si è rinnovata per lo sviluppo planetario delle comunicazioni elettromagnetiche, che ha fatto emergere la necessità di analisi non più limitate alla misura delle distanze nello spazio, dovendosi porre in primo piano la sua "trasparenza", nel senso di accessibilità per strumentazione e *know-how* alle autostrade elettroniche e ai messaggi via satellite.

A stretto rigore, soltanto negli spazi metrici è possibile parlare di distanze propriamente dette, negli altri casi la diversità si misura con indici particolari, gli *indici di diversità*, che si propongono seguendo il Leti (1979, p. 12) e Cailliez e Pages (1976) per i quali l'indice di diversità tra A e B, da scriversi $\Delta(A, B)$, è un numero che soddisfa le seguenti condizioni:

1- non è negativo;

2- se A e B coincidono il numero vale zero, ma non è necessariamente vero il contrario;

3- vale la proprietà della simmetria: $\Delta(A, B) = \Delta(B, A)$;

4- non è necessaria la proprietà triangolare.

In seno agli indici di diversità, sulla base delle proprietà richiamate e di quelle già esposte per gli spazi metrici, si distinguono tre gruppi:

a) indici di distanza: quelli per i quali l'indice tra A e B è nullo solo se A = B;

b) distacchi: quelli per i quali vale la proprietà triangolare;

c) distanze: quelli per i quali vale la proprietà triangolare e l'indice è nullo solo se A = B.

Un particolare gruppo di indici di diversità è quello chiamato ultrametrico per il quale — data la terna A, B e C — risulta

$$\Delta(B, C) \leq \max [\Delta(A,B), \Delta(A, C)]$$

e si chiama *distacco ultrametrico* ; prende il nome di *distanza ultrametrica* se vale anche la proprietà: $\Delta(A, B) = 0$, se e soltanto se A = B.

Relazioni di particolare interesse nelle applicazioni geografiche sono le *distanze medie*, da richiamarsi nella loro formulazione più generale, rinviando ai manuali di statistica metodologica per gli approfondimenti delle proprietà circa le singole medie. Dati gli insiemi A e B, cui corrispondono gli m valori a_i e b_i , la distanza media di ordine k, che si scrive $\bar{d}_k$ (A, B), discende dalla relazione:

$$d_k (A, B) = [1/m\Sigma / a_i - b_i /^k]^{1/k}$$

nella quale la sommatoria è estesa da 1 a m.

Ulteriori sviluppi e approfondimenti, per i quali si rinvia alla letteratura specializzata dell'analisi spaziale e dei dati, portano a distinguere in sede teorica ed applicativa la distanza tra due punti in un insieme dalla distanza tra due insiemi di punti e di un singolo punto da un insieme, nonché le misure della similarità e della diversità, la distanza tra graduatorie e quella (metrica di Mahalanobis) che tiene conto della correlazione dei caratteri fra le variabili.

Specificità delle distanze stradali

A questo punto della trattazione viene da chiedersi quale sia la cornice entro la quale considerare le distanze stradali, le distanze itinerarie espresse in unità di tempo e le distanze economiche, ovvero quelle intuitivamente più rilevanti nella fenomenologia geografico-economica.

La risposta più semplice e razionale consiste nel vederle come funzioni delle distanze misurabili negli spazi metrici. Nel caso di quella stradale, ad esempio, la distanza tra i luoghi A e B è pari alla somma di un adeguato numero di segmenti rettilinei elementari conseguenti alla suddivisione del tracciato stradale secondo prefissati criteri, necessari anche per stabilire l'ordine secondo il quale procedere nelle somme. In pratica, avendo a disposizione una rappresentazione cartografica, poniamo alla scala 1:200.000, stabilita la lunghezza del segmento campione, con l'aiuto di un compasso a punta fissa, lo si riporta per passi successivi sul tracciato stradale e si conteggia il numero dei passi (figura 2).

Tale numero, moltiplicato per la lunghezza del campione, fornisce la richiesta misura. In alternativa si può ricorrere ad un apposito strumento facilmente reperibile, il *curvimetro*, la cui rotellina di servizio, scorrendo sul disegno, fa ruotare una lancetta su un quadrante graduato sul quale si legge direttamente il risultato, secondo i rapporti di riduzione più frequenti nelle carte stradali.

Tuttavia, a prescindere dalla procedura utilizzata, nonostante tutta l'accuratezza possibile nell'effettuare le misure, esse mutano al mutare della scala della rappresentazione cartografica: è questo il cosiddetto paradosso di Steinhaus, che emerge tutte le volte che si deve quantificare la lunghezza di una linea geografica irregolare: una strada, un corso d'acqua, un confine politico-amministrativo, una linea di displuvio, un contatto tra formazioni litologiche.

Figura 2 Misura di una distanza stradale.

La distanza stradale tra A e B con la procedura, richiamata nel testo, del segmento campione e del compasso a punta fissa risulta pari a 11.

Per quantificare lo scostamento dalla rettilineità tra i punti estremi di una linea dal tracciato irregolare si ricorre al rapporto di sinuosità *s*, definito dalla relazione:

s = lunghezza osservata del percorso/distanza in linea retta dal punto iniziale a quello finale

il rapporto risulterà in ogni caso maggiore o , al più, uguale a 1.

Nella letteratura geografica in tema di trasporti, il rapporto di sinuosità è stato ampiamente utilizzato negli anni Sessanta dal Nordbeck e dal Timbers con il nome di *fattore stradale* (Nordbeck, 1964; Timbers, 1967; importanti approfondimenti in Haggett e Chorley, 1969, specie in riferimento alla teoria dei grafi), risultato mediamente pari a 1.20 per la rete stradale svedese e a 1.17 per quella del regno Unito.

È stato rilevata la scarsa praticità di un indicatore, come il rapporto *s*, con un limite superiore non delimitato e, forse, di non immediata valutazione, sicché può risultare più conveniente avvalersi dell'indice di efficienza *E* in termini percentuali (discussione e caso di studio in Massimi, 1985), pari a

100(lunghezza in linea retta/lunghezza osservata)

Da rilevare con attenzione, a questo punto della trattazione un fatto di grande rilievo concettuale: la distanza in linea retta che si traccia su una carta geografica, assimilata ad una superficie piana secondo la geometria euclidea, si discosta in maniera più o meno rilevante (salvo casi particolarissimi, sui quali non si entra nel merito) da quella effettivamente minima su una superficie come quella terrestre, la *geodetica*.

Essa corrisponde alla lunghezza dell'arco di cerchio massimo che passa per i due punti dei quali si richiede la distanza e prende il nome di *ortodromia*, pienamente significativa però soltanto sulla superficie marina.

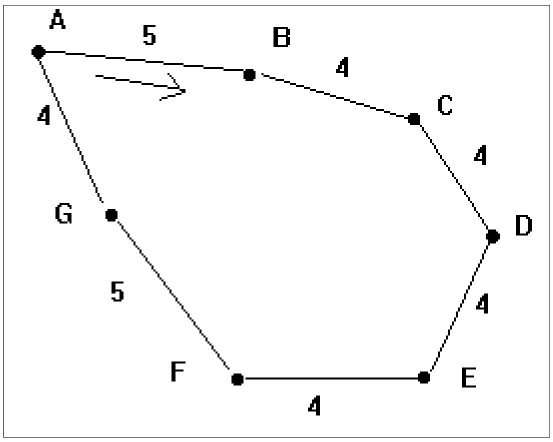


Figura 3 Simmetria ed asimmetria delle distanze in un ipotetico circuito stradale

La figura, commentata nel testo, visualizza l'asimmetria delle distanze in una rete stradale a senso unico di marcia; i dati analitici sono riportati nella matrice 2 del prospetto che segue.

Prospetto 1 Distanze stradali con percorsi bidirezionali e monodirezionali.

Per l'interpretazione della tabella si veda la fig. xxx e il testo di questo paragrafo.

Matrice 1 delle distanze: Percorsi bidirezionali; *questa matrice è simmetrica*

Matrice 2 delle distanze: Percorsi unidirezionali; *questa matrice è asimmetrica.*

Matrice 1

	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**tot**
A	0	5	9	13	13	9	4	**53**
B	5	0	4	8	12	14	9	**52**
C	9	4	0	4	8	12	13	**50**
D	13	8	4	0	4	8	13	**50**
E	13	12	8	4	0	4	9	**50**
F	9	14	12	8	4	0	5	**52**
G	4	9	13	13	9	5	0	**53**
tot	**53**	**52**	**50**	**50**	**50**	**52**	**53**	

Matrice 2

	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**tot**
A	0	5	9	13	17	21	26	91
B	25	0	4	8	12	16	21	86
C	21	26	0	4	8	12	17	88
D	17	22	26	0	4	8	13	90
E	13	18	22	26	0	4	9	92
F	9	14	18	22	26	0	5	94
G	4	9	13	17	21	25	0	89
tot	89	94	92	90	88	86	91	

Infatti, sulle terre emerse la distanza fisica di riferimento geografico dovrebbe, secondo l'opinione del Toschi (1967, p. 85), tener conto degli eventuali divari altimetrici lungo la congiungente i due luoghi: pertanto la distanza fisica sarebbe pari a quella misurata sul profilo della sezione del piano di cerchio massimo.

Al di là di questi aspetti tecnici, giova sottolineare la grande laboriosità, per i non esperti di trigonometria sferica della misura della linea ortodromica e la liceità d'uso, per distanze nell'ordine delle centinaia di km, da misure computate tramite coordinate piane, previa trasformazione della latitudine e della longitudine mediante le tabelle, circa la lunghezza del grado di parallelo alle diverse latitudini, riportate nei manuali di cartografia.

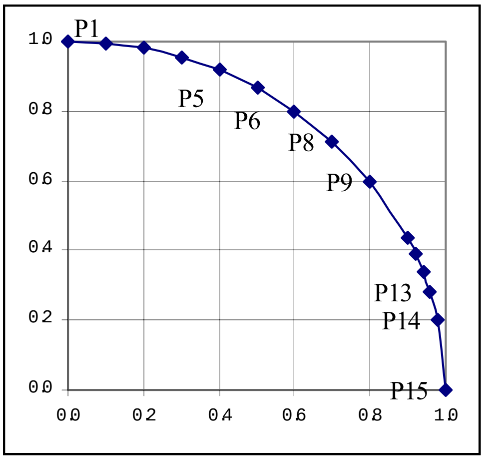
Si torna ora alle distanze stradali per esplicitare il ruolo del *verso di percorribilità*, in quanto dal fatto che sia o non sia possibile spostarsi nelle due direzioni di marcia, consegue la proprietà di simmetria o non simmetria delle distanze e dei costi di spostamento ad esse correlate.

A tal proposito si invita il lettore a soffermarsi sull'ipotetico circuito stradale, visualizzato in figura 3, che collega i luoghi A, B.... G: la matrice delle distanze è *simmetrica* se i percorsi sono bidirezionali, *asimmetrica* se si impone un senso unico di marcia (indicato nella figura con una freccia orientata da A verso B).

Rilevanza geografica di alcune particolari metriche

Le metriche taxicab e di Lagrange possono risultare curiosità geometriche se non si pongono in evidenza le differenze fondamentali rispetto a quella euclidea e le potenzialità applicative.

Le prime sono visualizzate dalla figura 4: su un piano cartesiano con origine nel punto di coordinate x = 0 e y = 0 si considera un insieme di punti del primo quadrante per i quali risulti costante la distanza dall'origine; essi, ovviamente, si dispongono su un arco di circonferenza (nella figura non sono riportate le lettere indicative dei singoli punti, al fine di non appesantire eccessivamente la rappresentazione). Le distanze taxicab e di Lagrange, calcolate come indicato in precedenza nel testo, sono visualizzate dai punti aventi coordinate x e y' (taxicab) e x e y'' (Lagrange): le prime risultano superiori o, al più, uguali alle euclidee; le seconde, sempre minori o, al più, uguali.



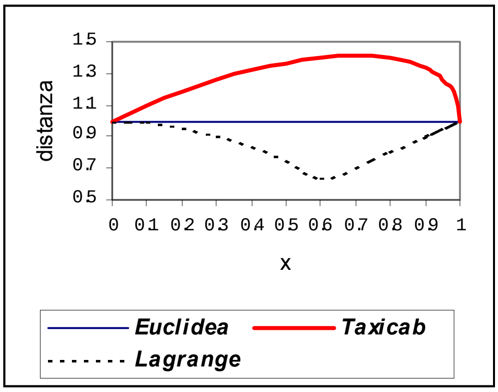


Figura 4 Metriche a confronto.

Per una corretta interpretazione della figura si deve tener presente che le distanze euclidee sono sempre pari a 1 e che le distanze a confronto sono quelle dal centro (origine degli assi) di un insieme di punti appartenenti a una circonferenza di raggio 1.

È agevole constatare come le distanze taxicab valgano al massimo circa 1.41 unità euclidee e che mediamente si attestino, nel nostro esempio, intorno a 1.27 (per valutazioni più esatte occorre considerare un congruo numero di punti equispaziati sulla circonferenza), *piuttosto vicino ai valori del fattore stradale* noto per le reti viarie nazionali di molti Paesi occidentali. Sulla base di tale regolarità statistica, essendo estremamente laborioso la costruzione di matrici di distanze stradali con un gran numero di elementi, ed essendo agevole, per contro, il computo automatico delle distanze taxicab, queste ultime possono essere utilizzate per approssimare globalmente le prime.

Prospetto 2 Confronto tra distanze secondo le metriche di Euclide, Taxicab e di Lagrange

Si veda il testo per l'impostazione delle colonne.

Punto	Coordinate dei punti		Distanze dall'origine (0;0)		
	x	y	Euclidea	Taxicab	Lagrange
P1	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
P2	0.100	0.995	1.000	1.095	0.995
P3	0.200	0.980	1.000	1.180	0.980
P4	0.300	0.954	1.000	1.254	0.954
P5	0.400	0.917	1.000	1.317	0.917
P6	0.500	0.866	1.000	1.366	0.866
P7	0.600	0.800	1.000	1.400	0.800
P8	0.700	0.714	1.000	1.414	0.714
P9	0.800	0.600	1.000	1.400	0.800
P10	0.900	0.436	1.000	1.336	0.900
P11	0.920	0.392	1.000	1.312	0.920
P12	0.940	0.341	1.000	1.281	0.940
P13	0.960	0.280	1.000	1.240	0.960
P14	0.980	0.199	1.000	1.179	0.980
P15	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000
media			1.000	1.270	0.915

Ancora a proposito delle distanze taxicab, vi è da dire che esse risultano preziose nello studio degli insediamenti urbani con impianto planimetrico scandito da strade ortogonali (un esempio è riportato in figura 5); tuttavia, devono essere utilizzate con attenzione in quanto esse mutano al mutare dell'orientamento degli assi cartesiani di riferimento: tale caratteristica emerge immediatamente dalla figura 6. Pertanto, nelle applicazioni su casi empirici di studio, l'orientamento della carta dalla quale derivare le coordinate per il calcolo delle distanze deve prescindere dal nord geografico e adeguarsi alla direzione prevalente della trama viaria.

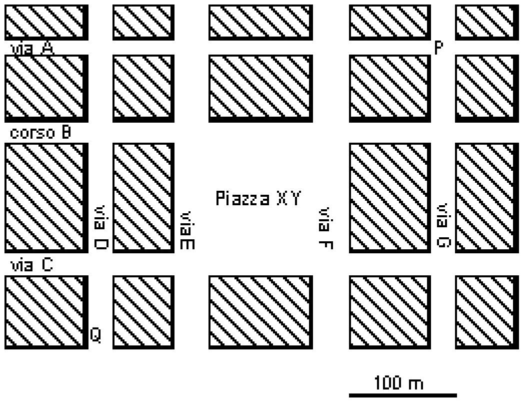


Figura 5 La città a blocchi.

La figura è illustrativa della città a blocchi, scandita da strade ortogonali: l'impianto planimetrico, che oggi si suole riferire al cuore dell'area urbana di New York, è in realtà la riproposizione contemporanea della città romana. Dalla città a blocchi, discende l'omonimo tipo di distanza, che però si preferisce chiamare *taxicab* in quanto più immediatamente evocativa delle relazioni in uno spazio siffatto: percorsi come successione di segmenti ortogonali: ad esempio per spostarsi da P a Q si possono percorrere le vie A e D, tra loro perpendicolari.

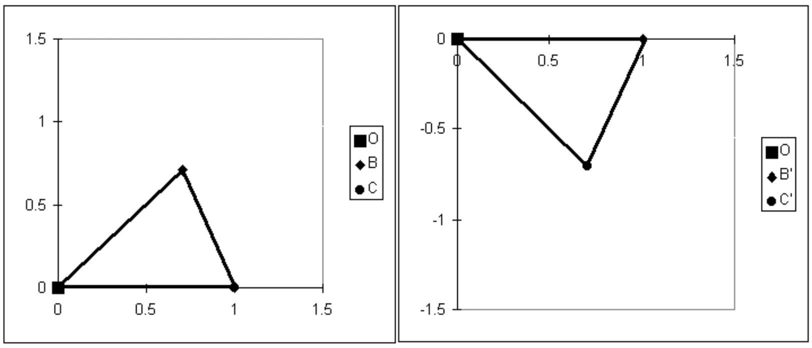


Figura 6 Esempio illustrativo circa gli effetti della rotazione degli assi delle coordinate sulle distanze taxicab.

La figura a destra di chi guarda differisce da quella a sinistra soltanto per la rotazione degli assi coordinati, rotazione del tutto ininfluente nel calcolo delle distanze euclidee (ad esempio OB = 1 e OB' = 1), ma non delle distanze taxicab (OB = 1.414 e OB' = 1). Per un quadro completo delle distanze v. tab. 3.

Prospetto 3 Elementi analitici della figura 7.

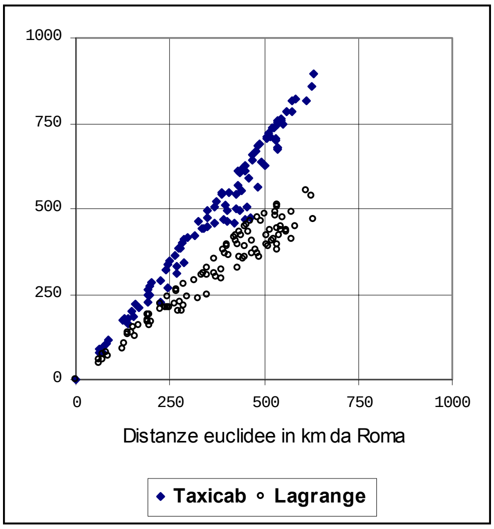
Situazione di partenza						Rotazione di 45°					
punto	x	y	distanze	euclidee	taxicab	punto	x'	y'	distanze	euclidee	taxicab
O	0.000	0.000	OB	1.000	1.414	O	0.000	0.000	OB'	1.000	1.000
B	0.707	0.707	OC	1.000	1.000	B'	1.000	0.000	OC'	1.000	1.414
C	1.000	0.000	BC	0.765	1.000	C'	0.707	-0.707	B'C'	1.414	1.000

Le distanze da Roma dei capoluoghi di provincia

In questa nota si propone un'applicazione riguardante le distanze da Roma dei capoluoghi italiani di provincia (situazione al 1992) in spazi metrici alternativi. Al fine di rendere più agevoli i calcoli, la latitudine e la longitudine sono state convertite in coordinate piane, previa traslazione degli assi in modo da far coincidere la longitudine e la latitudine zero con i corrispondenti minimi.

I risultati sono visualizzati nei due grafici di figura 7: a sinistra sono poste a confronto le distanze secondo le metriche taxicab, o di Manhattan, e di Lagrange in funzione di quelle euclidee: le prime risultano nettamente più elevate delle seconde, ma entrambe si distribuiscono con notevole regolarità in nuvole di punti allungate in senso lineare.

Il grafico sottolinea l'interesse geografico nei riguardi delle distanze taxicab quando si intende apprezzare le distanze stradali tra un gran numero di località, ma non si dispone di informazioni analitiche al riguardo: mentre le distanze euclidee non forniscono alcuna indicazione e presentano in ogni caso scostamenti negativi, le distanze taxicab presentano scostamenti ora positivi ed ora negativi, sempre piuttosto contenuti, e uno scostamento complessivo del 9% (a fronte del 18% di quelle euclidee).
La figura di destra illustra gli scostamenti dalle distanze stradali di quelle computate con la metrica euclidea e la metrica taxicab.



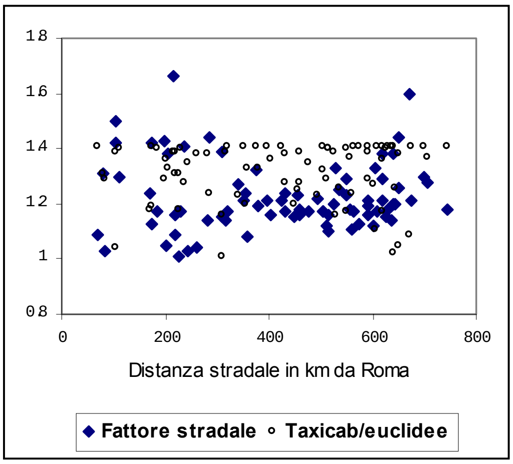


Figura 7 Distanze da Roma dei capoluoghi italiani di provincia secondo alcune metriche.

La distanza economica

Le comuni carte automobilistiche consentono di rilevare la distanza stradale, ma in genere dicono ben poco circa le condizioni di effettiva percorribilità, tenute invece in maggior conto dalla *distanza virtuale* delle ferrovie italiane, che il Toschi ha assunto come punto di partenza per la sua trattazione della *distanza economica*, della quale in sostanza costituirebbe un esempio (Toschi, 1967, p. 1987; il tema era stato prospettato sin dal 1940 e sviluppato a più riprese negli anni successivi) per il fatto di considerare i principali fattori – il dislivello totale e i tratti in curva – che si riflettono sui tempi di percorrenza T. Al riguardo il Toschi si esprime in questi termini:

"Un esempio di distanza economica è, in sostanza, la *distanza virtuale* dell'economia ferroviaria.

La distanza virtuale di un tronco di strada ferrata risulta dalla distanza reale itineraria aumentata (o diminuita) di quanto comporta lo sforzo di trazione imposto dalle pendenze e dalle curve.

Le Ferrovie Italiane dello Stato calcolano la lunghezza virtuale (l_v) di una linea di lunghezza (l_r) con la seguente formula:

$$l_v = l_r\ (\Sigma\, i_c l_c + h)/5$$

in cui h è il dislivello totale, i_c ed l_c i tratti in curva con le resistenze relative ridotte a pendenze fittizie da addizionarsi alle reali. Per linee in discesa eguale o maggiore del 4 per mille si fa

$$l_c = l_r/5$$

ritenendosi che su una discesa non richiedente sforzo di trazione vi sia un consumo di energia pari a un quinto di quello che si ha sull'orizzontale".

I tempi di percorrenza svolgono un ruolo cruciale nell'apprezzamento di una modalità di trasporto, tanto da essere associati in una relazione funzionale al costo di trasporto C per la misura della *distanza economica* δ:

$\delta = CT$

Poichè i tempi di percorrenza dipendono dalla velocità v che si realizza sulla strada di lunghezza d , segue:

$$\delta = C(d/v)$$

che sottolinea il ruolo distinto e fondamentale della distanza itineraria, che il Toschi ritiene debba essere considerata quella geografica per eccellenza.

Al fine di consentire una valutazione soggettiva della distanza economica, sempre il Toschi ha introdotto gli esponenti a e b, entrambi compresi tra 0 e 1, e la relazione formale si scrive:

$$\delta = C^{a} T^{b}$$

È questo l'itinerario concettuale del Toschi che, pur datato, è sembrato opportuno richiamare per la sua notevole influenza nella crescita della geografia economica italiana nei primi decenni del dopoguerra.

Sempre al Toschi si deve un'interessante trattazione della *rendita mineraria*, sviluppata sulla falsariga di quella agricola del von Thünen, che si propone in altra parte di questo studio. ….

[…] In altre parole un giacimento dai bassi costi di estrazione e perciò *ricco* in una prospettiva locale, può restare un fatto naturale, una potenzialità latente magari, ma non una *risorsa economica attuale, in una effettiva possibilità imprenditoriale*, se il mercato, che si legge sempre in una prospettiva globale, non lo consente.

Nel momento in cui dalla sfera teorica si passa a quella operativa, nascono difficoltà di ogni genere in quanto la frizione è sempre rilevata quale funzione della distanza in un particolare sistema di interazioni spaziali, la cui geometria deve essere adeguatamente precisata per la significatività delle operazioni di misura (le formulazioni matematiche sulla frizione della distanza sono riconsiderate ed esposte in altra parte del testo). Tali difficoltà spiegano lo scetticismo degli studiosi contrari ad una geografia basata su misure e si riflettono nella proliferazione di due numerose famiglie di relazioni formali: l'una concernente la misura delle distanze, l'altra la frizione delle distanze.

In generale, si può rilevare la maggiore capacità esplicativa delle relazioni formali relativamente semplici nell'impostazione dei problemi – se sono in grado di concentrare l'attenzione sugli aspetti essenziali e isolarli dal rumore di fondo –, e di quelle più articolate e complicate da folle di parametri nell'approssimazione della realtà empirica. Altrimenti, il geografo può avvalersi di rappresentazioni discorsive e grafiche parimenti efficaci e più semplici.

Un esempio è la funzione generalizzata del costo di trasporto adottato dal SOMEA (1987), riportata a fine paragrafo (la funzione si basa su precedenti formulazioni di A. G. Wilson) per l'impianto del noto *Atlante economico e commerciale* (v. par. 8.3). In essa i tempi di percorrenza - un esempio costruito con dati SOMEA, è riportato in fig. (da Massimi, 1993) - svolgono un ruolo decisivo, sicché la loro corretta valutazione diventa un prerequisito essenziale. Essa comporta, in una esposizione discorsiva, la segmentazione della rete stradale in tronchi discriminati dalla capacità di traffico, dal livello dei servizi, dalle caratteristiche strutturali, dall'andamento plano-altimetrico.

La funzione generalizzata del costo di trasporto (SOMEA, 1987) si pone in questi termini:

" Se indichiamo con i e j rispettivamente l'origine e la destinazione dello spostamento e con k il "modo" utilizzato per effettuare lo stesso (auto propria, mezzi pubblici, ecc.), al costo generalizzato di trasporto può venire attribuita la seguente espressione:

$$C^{k}_{ij} = a^{k} d^{k}_{ij} + b^{k} t^{k}_{ij} + p^{k}_{ij} + e^{k}_{i} + f^{k}_{j} + g^{k}$$

in cui

c^{k}_{ij} = costo generalizzato del trasporto da i a j con il modo k;

a^k = valore attribuito all'unità di spazio in relazione al modo *k*, dk_{ij} = distanza percorsa tra le zone i e j utilizzando il modo *k;*
h^{k} = valore attribuito all'unita di tempo in relazione al modo *k;*
t^k_{ij} = tempo dello spostamento da *i* a *j* con il modo *k;*
p^k_{ij} = esborso monetario sostenuto per andare da *i* a *j* col modo *k;*
e^k_i = "costo di terminale" all'origine dello spostamento;
f^k_j = costo di terminale alla destinazione dello spostamento;
g^{k} = " handicap modale".

Il coefficiente a^k tiene conto degli esborsi monetari variabili con la distanza (combustibile, lubrificante, usura degli pneumatici ecc.) ed è tipico del trasporto privato.

I costi e^k_i ed f^k_j tengono conto di alcuni fattori quali il trasferimento dalla propria abitazione alla fermata del mezzo utilizzato ed il relativo tempo di attesa, il trasferimento dalla fermata di arrivo fino alla destinazione finale il tempo destinato alla ricerca di un'area di sosta per la propria vettura, eventuali esborsi monetari per il parcheggio (garage, tassametro ecc.) e, più in generale, tutto quanto rappresenta un ulteriore costo che dipende esclusivamente dalla zona di origine e da quella di destinazione del viaggio.

Quando i costi di terminale sono espressi in termini di tempo, vengono generalmente inglobati nella quantità t^k_{ij}.

Infine, il cosiddetto "handicap modale" tiene conto di tutti quei fattori, tipici del modo utilizzato, che è estremamente difficile quantificare..."

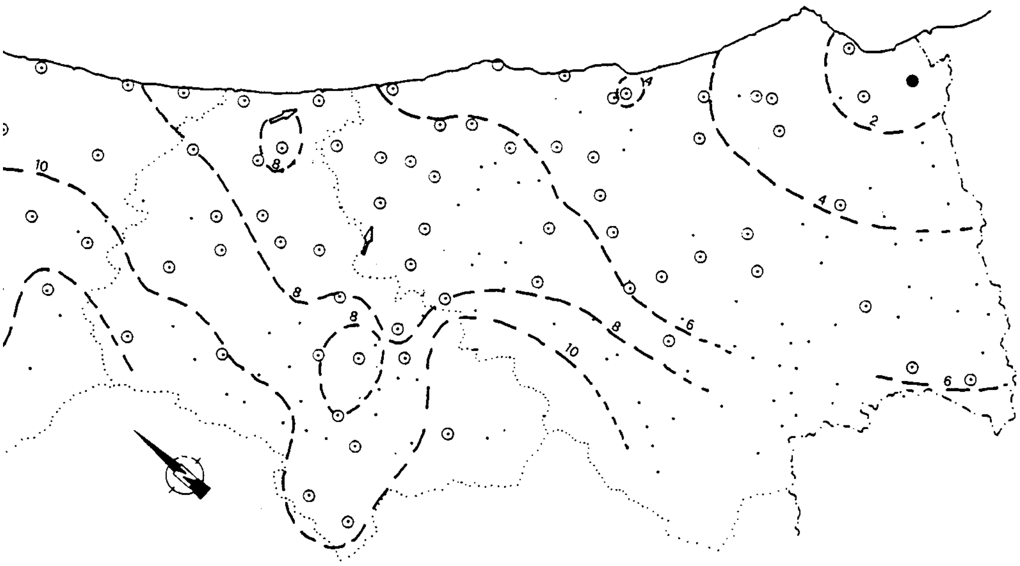


Figura 8 Figura esemplificativa delle distanze espresse come tempi di percorrenza.

Lo spezzone cartografico (da Massimi, 1993) propone i tempi di percorrenza in decine di minuti tra San Salvo (indicato dal cerchietto pieno), importante comune industriale in provincia di Chieti, e i comuni abruzzesi delle province adriatiche (Teramo, Pescara e Chieti) secondo le stime SOMEA (1990) riferite alla data del censimento 1981.
Le freccette designano i capoluoghi di provincia, i cerchietti vuoti i centri capoluoghi dei comuni con oltre 2000 abitanti, i puntini si riferiscono ai restanti comuni.
Le isocrone sono state tracciate tenendo conto soltanto dei comuni con oltre 2000 abitanti.