

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE

*DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE
E DEI MATERIALI*

TESI DI LAUREA

in

Pianificazione dei trasporti LS

**STUDIO DELLA SCELTA DEL PERCORSO
DA PARTE DEI CICLISTI**

CANDIDATO
Ricci Alessandro

RELATORE
Chiar.mo Prof. Ing. Rupi Federico

CORRELATORE
Dott. Ing. Bertoni Silvia

Anno Accademico 2011/12

Sessione II

Indice generale

Indice generale	1
Indice delle figure	3
Indice delle tabelle	8
Introduzione	10

CAPITOLO 1 ***ANALISI BIBLIOGRAFICA SULLA SCELTA*** ***DELL'ITINERARIO CICLABILE*** **12**

1.1 Modalità d'indagini	13
1.1.1 Osservazioni GPS	16
1.2 Modelli di scelta dell'itinerario ciclabile	20
1.2.1 Modello giapponese basato sul coefficiente $D(\theta)$	21
1.2.2 Modello statunitense basato sul LOS ciclabile	25
1.2.3 Modello neozelandese basato sul LOS.....	38
1.3 Analisi delle variabili che influenzano la scelta dell'itinerario	41
1.3.1 Parcheggio su strada	44
1.3.2 Caratteristiche delle infrastrutture ciclabili.....	48
1.3.3 Classificazione della strada urbana	53
1.3.4 Caratteristiche fisiche della strada.....	54
1.3.5 Caratteristiche funzionali della strada	56
1.3.6 Caratteristiche operative della strada	57
1.3.7 Disponibilità di attrezzature o servizi.....	60

1.3.8 Valore monetario del tempo.....	62
1.3.9 Conclusioni	64
1.4 Rischio percepito dal ciclista.....	66
1.4.1 Rischio percepito in relazione alle altre componenti veicolari	75
1.4.2 Rischio percepito per discontinuità della pista	78
1.4.3 Rischio percepito nelle intersezioni	80
1.4.4 Rischio percepito in relazione alla presenza di ostacoli.....	91

CAPITOLO 2

STUDIO PILOTA NEL COMUNE DI BOLOGNA

96

2.1 La mobilità ciclabile a Bologna.....	97
2.2 Raccolta dati	104
2.3 Elaborazione dati	111
2.4 Conclusioni.....	124

CAPITOLO 3

STUDIO DELLA VELOCITÀ E DELLE INTERFERENZE DEI CICLISTI.....

135

3.1 Studio della velocità dei ciclisti	137
3.2 Studio delle interferenze.....	153
3.3 Conclusioni.....	162

Note bibliografiche	171
----------------------------------	------------

Indice delle figure

Figura 1 Esempio di scelta binaria [SUNGWON ET ALII (7)]	15
Figura 2 Dati GPS relativi agli spostamenti in bici dei residenti di Zurigo in tutta la Svizzera [MENGHINI ET ALII (4)].....	17
Figura 3 Output dell’algoritmo di mappatura (in rosso gli archi utilizzati dai ciclisti del campione) [MENGHINI ET ALII (4)].....	18
Figura 4 Illustrazione dell’algoritmo di ricerca	19
Figura 5 Ripartizione modale a Kurume e Utsonomiya [HYODO ET ALII (1)]	22
Figura 6 Correlazione tra valori del parametro e $D(\theta)$ per l’attributo “larghezza del marciapiede” [HYODO ET ALII (1)].....	24
Figura 7 Struttura del modello Nested Logit a 2 livelli [HYODO ET ALII (1)].....	25
Figura 8 Andamento della deviazione per ciclisti abituali (linea nera) e occasionali (linea grigia) [HOCHMAIR (13)].....	27
Figura 9 Insieme di itinerari fra 1 e 2 ottenuti variando s [HOCHMAIR (2)].....	29
Figura 10 Insieme di itinerari per la coppia O/D [HOCHMAIR (13)]	29
Figura 11 Densità di probabilità della distribuzione normale (per $\mu=3$ e $\sigma=0,5$) e comparazione tra distribuzione normale e logistica [HOCHMAIR (13)].....	30
Figura 12 Distribuzione di frequenza delle deviazioni relative a spostamenti sistematici [HOCHMAIR (13)]	31
Figura 13 Percentuale di ciclisti (abituali) che accettano un determinato valore di deviazione [HOCHMAIR (13)]	32
Figura 14 Insiemi di alternative e loro probabilità [HOCHMAIR (13)].....	33
Figura 15 Similitudine tra alternative [HOCHMAIR (13)]	35
Figura 16 Valori del sLOS di alcuni archi dell’itinerario <i>S.P.</i> (a) e corrispondenti potenziali di miglioramento (b) [HOCHMAIR (2)].....	37
Figura 17 Itinerario di lunghezza minima per la coppia O/D [VAN HOUTTE ET ALII (12)].....	39

Indice delle figure

Figura 18	Grafico bi-variato LOS_R /lunghezza [VAN HOUTTE ET ALII (12)]	40
Figura 19	Itinerari efficienti (in verde) e non efficienti (in rosso) [VAN HOUTTE ET ALII (12)].....	40
Figura 20	Parcheggi paralleli (a sinistra) e a spina di pesce (a destra)	44
Figura 21	Tipologia di incidenti [TORRANCE ET ALII (14)].....	45
Figura 22	Parcheggi con tasso di occupazione elevato (a sinistra) e ridotto (a destra)	47
Figura 23	La sosta a tempo limitato per le autovetture comporta elevati indici di rotazione ed un maggior rischio per i ciclisti	48
Figura 24	Tipologie di infrastrutture utilizzate dai ciclisti abituali [TORRANCE ET ALII (14)].....	50
Figura 25	Tipologie di infrastrutture utilizzate dai ciclisti [V.Q.A. (24)].....	51
Figura 26	Percentuale degli spostamenti per tipo di infrastruttura [V.Q.A.(24)]	52
Figura 27	Tipologie di dotazioni e servizi [TORRANCE ET ALII (14)].....	61
Figura 28	Dotazioni/servizi che spingerebbero all'uso della bici [V.Q.A. (24)]	62
Figura 29	Percentuali di decessi per tipologia di veicolo nell'UE27 [E.T.S.C. (28)]	68
Figura 30	Percentuali di decessi per tipologia di veicolo in ambito urbano nell'UE27 [E.T.S.C. (28)]	68
Figura 31	Indici di mortalità per categoria di veicolo [ACI e ISTAT (18)].....	70
Figura 32	Andamento del numero di biciclette coinvolte in sinistri a Bologna fra il 2006 e il 2010 [COMUNE DI BOLOGNA (17)]	71
Figura 33	Rischio di morte per l'utenza debole in funzione della velocità d'impatto [GALATOLA (27)].....	76
Figura 34	Interventi per ridurre la velocità dei veicoli: rallentatore ottico, dosso artificiale e intersezione rialzata.....	76
Figura 35	La Zona 30 contribuisce a ridurre gli impatti con gravi conseguenze per i ciclisti.....	77
Figura 36	Corsie preferenziali aperte al transito dei ciclisti	77
Figura 37	Soluzioni volte a ridurre il rischio percepito per la presenza di parcheggi	78
Figura 38	Esempi di <i>left side losers</i>	79
Figura 39	Esempi di <i>intersection inconsistency</i>	79
Figura 40	Altri esempi di <i>intersection inconsistency</i>	80

Indice delle figure

Figura 41	Esempi di <i>lapsing lanes</i>	80
Figura 42	La right hook collision.....	81
Figura 43	Schema ed esempio di <i>bike box</i>	82
Figura 44	<i>Bike boxes</i> in Europa: da sinistra, Londra, Lucerna e Amsterdam.....	83
Figura 45	Rischio per il ciclista in un'intersezione a precedenza [HILES (34)]	83
Figura 46	Esempio di realizzazione di un'intersezione a T	84
Figura 47	Punti di conflitto in una classica intersezione a precedenza e una rotonda	85
Figura 48	Corsia ciclabile e attraversamento ciclabile in anello.....	86
Figura 49	Esempi di corsia ciclabile e attraversamento ciclabile in anello	87
Figura 50	Pista ciclabile contigua al marciapiede con precedenza all'intersezione...	87
Figura 51	Esempi di pista ciclabile contigua al marciapiede con precedenza all'intersezione	88
Figura 52	Pista ciclabile contigua al marciapiede senza precedenza all'intersezione	89
Figura 53	Esempi di pista ciclabile centrale	89
Figura 54	Rotatoria nei Paesi Bassi	90
Figura 55	Intralcio costituito da pedoni	91
Figura 56	Differenti soluzioni progettuali per la separazione fra pista ciclabile e marciapiede	92
Figura 57	Rischio costituito da un portico	92
Figura 58	Esempi di portici sicuri per i ciclisti	93
Figura 59	Esempi di passaggi a livello non pericolosi.....	93
Figura 60	Quattro esempi di ostacoli alla marcia in sicurezza del ciclista	94
Figura 61	Piste ciclabili poco riconoscibili.....	94
Figura 62	Disagi provocati da lavori in corso.....	95
Figura 63	Estensione di piste ciclabili per 100 km2 di superficie comunale (2010) [ISTAT (19)]	99
Figura 64	Rete ciclabile del territorio comunale [COMUNE DI BOLOGNA (21)]	101
Figura 65	Rete ciclabile del centro storico [COMUNE DI BOLOGNA (21)]	102
Figura 66	Intersezione tra Via G. Matteotti e Viale P. Pietramellara	104

Indice delle figure

Figura 67	Intersezione tra Via Sabotino e Viale G. Vicini	105
Figura 68	Flussi orari complessivi bidirezionali medi feriali sulla pista ciclabile di via Sabotino, ottobre 2011 [DICAM (16)].....	105
Figura 69	L'itinerario "Radiale Ovest" [COMUNE DI BOLOGNA (21)]	106
Figura 70	Flussi orari complessivi bidirezionali medi feriali sulla pista ciclabile di via Matteotti [DICAM (16)]	107
Figura 71	L'itinerario "Radiale Nord" [COMUNE DI BOLOGNA (21)].....	108
Figura 72	Il layout del questionario	109
Figura 73	Frequenza d'utilizzo della bicicletta.....	112
Figura 74	Conoscenza della rete ciclabile comunale	112
Figura 75	Predisposizione a prolungare il proprio itinerario	113
Figura 76	Soddisfazione per alcuni aspetti relativi all'itinerario	114
Figura 77	Valutazione media del proprio tracciato.....	115
Figura 78	Peso di alcuni fattori nella scelta dell'itinerario	116
Figura 79	Rischio percepito in relazione ad alcuni fattori	117
Figura 80	Durata dell'ipotetica deviazione (minuti).....	120
Figura 81	Rischio percepito per i ciclisti del Texas [TORRANCE ET ALII (14)] .	128
Figura 82	Giudizio sulla qualità delle infrastrutture ciclabili [TORRANCE ET ALII (14)].....	129
Figura 83	Frequenza di utilizzo della bicicletta [D.C.V. (23)]	130
Figura 84	Livello di sicurezza percepita dai ciclisti [D.C.V. (23)].....	130
Figura 85	Fattori di rischio (risposte multiple) [D.C.V. (23)]	131
Figura 86	Ciclisti disponibili e contrari ad incrementare l'uso della bici se venissero migliorate piste e percorsi ciclabili attuali [D.C.V. (23)].....	132
Figura 87	Rischi percepiti dai ciclisti londinesi [BRITISH CYCLING (33)]	133
Figura 88	Fattori che disincentivano gli spostamenti sistematici in bici [V.Q.A. (24)]	133
Figura 89	Localizzazione delle tre sezioni scelte per i rilievi manuali di velocità ..	137
Figura 90	Via Giacomo Matteotti	138
Figura 91	Viale Gian Battista Ercolani	139

Indice delle figure

Figura 92 Via Aristotile Fioravanti.....	140
Figura 93 Sensore a tubi pneumatici (a destra, quello posizionato in Via Matteotti)	141
Figura 94 Sezione di Via Matteotti.....	142
Figura 95 Velocità, distribuzioni di frequenza su Via Matteotti direzione centro: dati da tubi (sopra a sinistra) e manuali (a destra). Sabato e domenica esclusi.....	144
Figura 96 Sezione di Viale Ercolani	146
Figura 97 Velocità, distribuzioni di frequenza su Viale Ercolani direzione nord: dati da tubi (sopra a sinistra) e manuali (a destra). Sabato e domenica esclusi.....	147
Figura 98 Sezione di Via Fioravanti	149
Figura 99 Velocità, distribuzioni di frequenza su Via Fioravanti in direzione centro: dati da tubi (sopra a sinistra) e manuali (a destra). Sabato e domenica esclusi.....	151

Indice delle tabelle

Tabella I	Caratteristiche dei cinque itinerari di Figura 14 [HOCHMAIR (13)]	34
Tabella II	Caratteristiche dei cinque itinerari di Figura 9 [HOCHMAIR (2)].....	36
Tabella III	Classificazione delle variabili d'itinerario e socio-economiche che influenzano la scelta del percorso da parte del ciclista	42
Tabella IV	Presenza del parcheggio su strada: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.	46
Tabella V	Caratteristiche delle infrastrutture ciclabili: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.	49
Tabella VI	Classificazione della strada in ambito urbano: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.	53
Tabella VII	Caratteristiche fisiche della strada: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.	55
Tabella VIII	Caratteristiche funzionali della strada: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.	57
Tabella IX	Caratteristiche operative della strada: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.	58
Tabella X	Attrezzature e servizi presenti a destinazione: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spost. sistematici e relativa lunghezza L.s.	60
Tabella XI	Valori monetari del tempo; VT=Value of Time; L.s.=lunghezza spostamento sistematico [SENER ET ALII (3)].....	63
Tabella XII	Morti in incidenti stradali nell'UE27 nel 2010 [ACI e ISTAT (18)]	67
Tabella XIII	Ciclisti deceduti nell'Unione Europea e riduzione media annuale nel periodo 2001-2009 [E.T.S.C. (28)]	67
Tabella XIV	Numero di conducenti infortunati in Italia nel 2010 per categoria di veicolo [ACI e ISTAT (18)].....	69
Tabella XV	Veicoli coinvolti, morti e feriti per categoria di veicolo nel 2010 [ACI e ISTAT (18)]	70

Indice delle tabelle

Tabella XVI Veicoli coinvolti in incidenti e persone infortunate per tipo di veicolo a Bologna dal 2006 al 2010 (pedoni esclusi) [COMUNE DI BOLOGNA (17)].....	71
Tabella XVII Veicoli coinvolti in incidenti a Bologna e persone infortunate per tipo di veicolo nel 2010 (pedoni esclusi) [COMUNE DI BOLOGNA (22)]	72
Tabella XVIII Incidenti stradali a Bologna per tipo e numero di veicoli coinvolti nel 2010 [COMUNE DI BOLOGNA (22)]	73
Tabella XIX Velocità medie (espresse in km/h) in alcune delle 15 principali città italiane [CITTALIA (29)]	97
Tabella XX Percentuali degli spostamenti urbani effettuati in bici	98
Tabella XXI Stato di attuazione delle infrastrutture nel territorio comunale [COMUNE DI BOLOGNA (20)]	99
Tabella XXII Investimenti in infrastrutture ciclabili nel Comune di Bologna [COMUNE DI BOLOGNA (20)]	100
Tabella XXIII Le correlazioni più significative tra le 16 variabili prese in considerazione dallo studio-pilota.....	121
Tabella XXIV Le correlazioni con la valutazione generica del rischio in bicicletta	123
Tabella XXV Valutazione del comportamento degli altri utenti della strada nei confronti dei ciclisti [D.C.V. (23)].....	131
Tabella XXVI Risultati relativi a Via Matteotti (direzione centro).....	143
Tabella XXVII Grado di utilizzo della pista ciclabile di Via G. Matteotti.....	145
Tabella XXVIII Risultati relativi a Via Ercolani (direzione nord).....	146
Tabella XXIX Grado di utilizzo della pista ciclabile di Viale G. B. Ercolani.....	149
Tabella XXX Risultati relativi a Via Fioravanti (direzione centro).....	150
Tabella XXXI Grado di utilizzo della pista ciclabile di Via A. Fioravanti.....	152
Tabella XXXII Interferenze a cui sono soggetti i ciclisti su Via Matteotti	155
Tabella XXXIII Interferenze a cui sono soggetti i ciclisti su Viale Ercolani	158
Tabella XXXIV Interferenze a cui sono soggetti i ciclisti su Via Fioravanti	161
Tabella XXXV Comparazione degli effetti delle interferenze sulla velocità dei ciclisti su pista in Via Matteotti, Viale Ercolani e Via Fioravanti.....	164
Tabella XXXVI Comparazione degli effetti delle interferenze sulla velocità dei ciclisti su strada in Via Matteotti, Viale Ercolani e Via Fioravanti	167

Introduzione

In molti paesi sviluppati, e particolarmente in Europa, America del Nord ed Estremo Oriente, la bicicletta è oggetto di una sempre maggior considerazione nel settore della mobilità da parte sia di stakeholders che della cittadinanza. Primi fra tutti vi sono infatti governi e pianificatori in ambito trasportistico che, sia su scala locale che nazionale, sono impegnati a ridurre la dipendenza dai veicoli a motore, che negli ultimi decenni ha assunto dimensioni notevoli. Le ragioni di questo interesse sono molteplici e fra loro correlate: congestione, inquinamento acustico ed atmosferico, costi sociali connessi all'incidentalità, rischi per la salute e scarsa vivibilità, in particolare nelle aree urbanizzate. Anche gli utenti, soprattutto coloro che compiono spostamenti sistematici, sono diventati più sensibili all'uso della bicicletta. Alla luce della situazione economica attuale, infatti, tale modo di trasporto costituisce una soluzione molto più economica.

Primo passo per incrementare la quota modale degli spostamenti effettuati in bicicletta è quello di considerarla come un modo di trasporto a tutti gli effetti: fino a pochi anni fa troppo spesso i piani urbani del traffico la trascuravano oppure la prendevano in esame unitamente agli altri veicoli o ai pedoni. E' invece fondamentale analizzare le interazioni dei differenti flussi veicolari per poter limitare i punti di conflitto. Per incoraggiare la mobilità ciclabile è assolutamente indispensabile realizzare nuove infrastrutture e migliorare quelle esistenti, aumentando il cosiddetto livello di servizio (*Level Of Service, LOS*) relativo alle piste; è necessario creare, in altre parole, una vera e propria rete ciclabile, connessa e sicura, nella quale gli itinerari siano lineari e riconoscibili. Per poter progettare la suddetta rete è fondamentale realizzare uno studio approfondito sugli utenti e sui loro comportamenti, cercando di individuare e valutare l'importanza di

alcune variabili che influenzano la scelta del percorso, come ad esempio presenza e continuità delle infrastrutture ciclabili, numero di intersezioni, lunghezza dell'itinerario e tempi di percorrenza, pendenze stradali, volumi di traffico e velocità dei veicoli.

L'attrattività di uno stesso itinerario non è oggettiva ma varia da ciclista a ciclista, e può dipendere anche da fattori socio-economici, quali età, sesso, reddito. Un ulteriore aspetto soggettivo che verrà approfondito è il rischio percepito: non sempre considerato dagli studi, riveste al contrario un elemento di notevole importanza. L'aspetto principale della letteratura fin qui prodotta in materia di scelta dell'itinerario ciclabile è proprio quello di considerare solo alcune delle variabili che possono influenzare la scelta stessa. Il risultato è quello di interventi non mirati, discontinui nello spazio e quindi inefficaci. Inoltre, vista la scarsa disponibilità di fondi, può risultare utile individuare degli interventi che risultino efficaci ed efficienti. In secondo luogo, gli studi sono vincolati alla realtà territoriale in cui sono stati realizzati, e di conseguenza difficilmente adattabili ad altre regioni e stati. In Italia le ricerche sono poche, e in rari casi ne sono reperibili i risultati.

Questo lavoro si propone dunque di gettare uno sguardo, nel primo capitolo, allo stato attuale dell'arte concernente la scelta del percorso ciclabile, mediante l'analisi incrociata di alcune esperienze estere, per determinare quali sono le variabili che influenzano maggiormente il ciclista. Partendo da questi risultati, nel nostro paese, nella città di Bologna, è stato realizzato uno studio composto da più parti. Nel capitolo 2 si riporta nel dettaglio un'indagine sul comportamento degli utenti, finalizzata a classificare le variabili, incluso il rischio percepito, in base al loro peso nella scelta dell'itinerario. Infine, sulla base di alcuni risultati della precedente, viene esposta (capitolo 3) una duplice ricerca su velocità dei ciclisti ed interferenze con gli altri utenti della strada, per valutarne sia le possibili correlazioni che gli effetti sul loro comportamento.

CAPITOLO 1

ANALISI BIBLIOGRAFICA SULLA SCELTA DELL'ITINERARIO CICLABILE



1.1 | Modalità d'indagini

Esistono diverse tecniche di indagine per la stima della domanda, finalizzate a raccogliere dati da un campione di utenti: le interviste possono essere effettuate a domicilio (in modo diretto, telefonicamente oppure via web); a bordo di un mezzo o lungo l'itinerario; a destinazione (scuole, uffici, negozi), mediante distribuzione di questionari cartacei.

Le molteplici tipologie si differenziano per semplicità, precisione dei dati, costo. La stima diretta (intervista campionaria) consiste nel proporre agli intervistati un questionario relativo a spostamenti che hanno già effettuato (*preferenze rivelate*, o *revealed preferences*, *RP*), con cui si ottiene la domanda attuale, oppure relativo a spostamenti ipotetici, non ancora effettuati (*preferenze espresse/dichiarate*, o *stated preferences*, *SP*), nel caso di previsione della domanda futura. Come facilmente intuibile, le indagini SP possono presentare una minor affidabilità, anche se sono sempre più utilizzate (come nei casi di progetti di grandi infrastrutture, come l'Alta Velocità ferroviaria).

Preferenze rivelate (RP)	
Vantaggi	
<ul style="list-style-type: none"> - preferenze e dati riferiti ad uno scenario attuale, reale - maggior affidabilità 	
Svantaggi	
<ul style="list-style-type: none"> - elevato costo (anche a causa della durata) - campione di dimensioni ridotte (numericamente e territorialmente) 	

Preferenze dichiarate/espresse (SP)	
Vantaggi	
<ul style="list-style-type: none"> - costi contenuti - campione di grandi dimensioni - specificazione automatica dell'insieme di scelta 	
Svantaggi	
<ul style="list-style-type: none"> - preferenze e dati riferiti ad uno scenario futuro, ipotetico - minor affidabilità - necessità di questionari semplici (con poche variabili), per facilitare la comprensione al maggior numero di persone 	

Per superare l'ultimo svantaggio delle indagini SP è però sufficiente realizzare questionari diversi o suddivisi in più sezioni, ciascuna focalizzata solo su alcune variabili. Ad esempio STINSON E BATH (6) considerano 11 variabili (di percorso e arco), ma per semplicità il sondaggio è suddiviso in 9 sezioni, in ciascuna delle quali gli itinerari sono caratterizzati solo da 3/4 variabili alla volta. Soprattutto nelle indagini SP è importante che, in sede di progettazione del questionario, lo scenario ipotetico, nel quale cioè il ciclista deve immaginare di trovarsi, sia illustrato in modo chiaro. Analogamente deve essere di semplice comprensione l'insieme di scelta a sua disposizione, cioè i differenti percorsi alternativi (e le relative variabili prese in considerazione). A titolo di esempio, potrebbe essere richiesto al ciclista di ipotizzare di dover raggiungere un nuovo posto di lavoro in bici e di esprimere la propria preferenza fra due alternative (**Figura 1**): viaggio di 20 minuti utilizzando una pista ciclabile in sede propria (completamente separata dagli altri flussi veicolari) su un terreno leggermente irregolare e uno di 15 minuti facendo uso di una corsia preferenziale su un terreno perfettamente pianeggiante [SUNGWON ET ALII (7)]. In tale scenario, le variabili prese in considerazione sono solo tre: tempo di viaggio, tipologia di infrastruttura ciclabile e topografia del terreno.

Si possono utilizzare contemporaneamente anche analisi di tipo diverso: se non risulta troppo oneroso svolgere indagini RP, è

possibile abbinarle a quelle SP e verificare l'accuratezza dei dati ottenuti da queste ultime. In ogni caso, qualora dati RP attendibili siano difficili da reperire, si può fare affidamento a sole indagini SP che, nonostante i loro intrinseci limiti metodologici, sono in continuo miglioramento [SENER ET ALII (3), STINSON E BATH (6), HUNT E ABRAHAM (5), JAIN E TIWARI (15)].



Itinerario 1

- pista ciclabile in sede propria
- topografia irregolare
- 20 minuti



Itinerario 2

- corsia preferenziale bus
- topografia pianeggiante
- 15 minuti

Figura 1 Esempio di scelta binaria [SUNGWON ET ALII (7)]

Una terza opzione è il *Metodo Delfi*, utilizzato solitamente per la determinazione dei pesi nell'Analisi Multi Criteri (AMC) [MESCHER E SOULEYRETTE, citati in STINSON E BATH (6)]. Esso utilizza le valutazioni di un gruppo di stakeholders (pianificatori, politici ecc) e non dei ciclisti; si ripetono le interviste (mostrando a ciascuno il vettore dei pesi medi dichiarati dagli altri decisori) fino al raggiungimento di una convergenza. Il difetto principale di

questo metodo è che i risultati ottenuti sono spesso diversi, se non opposti, a quelli di indagini RP o SP.

1.1.1 | Osservazioni GPS

Invece di classiche indagini SP un modello di scelta del percorso può essere costruito in alternativa ricorrendo ad un insieme di osservazioni, tramite GPS, relative ad un campione di ciclisti [MENGHINI ET ALII (4)]: tale innovativa metodologia impiega un algoritmo di rilevazione per visualizzare gli itinerari effettivamente utilizzati dagli utenti monitorati, in seguito sovrapposti ad una mappa della rete viaria.

Servendosi di ricevitori GPS, capaci di raccogliere i dati provenienti dai satelliti, sia quelli relativi a punti topografici (waypoints), con relativa quota slm, sia quelli relativi a percorsi (tracks) con relativa lunghezza, è possibile tracciare gli itinerari percorsi dai ciclisti: il GPS registra la posizione di punti ad intervalli regolari in modo da ricavare tutto il percorso, che può successivamente essere importato in software per la sovrapposizione alla rete. Trattandosi di dispositivi poco ingombranti ed economici, si possono effettuare numerose osservazioni per più giorni consecutivi che consentono di tracciare in modo dettagliato gli itinerari non solo per le bici ma per tutti i modi di trasporto; per campioni di grandi dimensioni questo però avviene a scapito dell'elaborazione automatica delle coordinate GPS e, specialmente, della difficoltà di distinguere in alcuni casi i modi fra loro. Per piccoli campioni invece è possibile abbinarle a osservazioni manuali altrimenti troppo onerose.

Il modello di scelta proposto da MENGHINI ET ALII (4) richiede un approccio esaustivo nella definizione delle alternative possibili, in cui cioè sono ammissibili tutti gli itinerari esistenti, utilizzati e non utilizzati.

Riferendosi a differenti fonti, è stata definita una rete stradale dell'area urbana ed extraurbana molto dettagliata di Zurigo, che

include anche i percorsi ciclabili segnalati: essa è composta da 8686 nodi e 24680 archi, a ciascuno dei quali è associata la pendenza media. Gli itinerari sono quelli registrati in uno studio GPS di una società privata che lo realizzò per conoscere quante volte gli utenti transitassero davanti ad un proprio cartellone pubblicitario: l'insieme di dati è stato ottenuto osservando, in media per 6,99 giorni nel 2004, un campione di 2435 ciclisti residenti in città che hanno compiuto un totale di 73493 spostamenti.

L'elaborazione automatica consente di identificare i singoli spostamenti di un viaggio. A volte è possibile incorrere in errori quando un singolo spostamento è scisso in più parti, a causa della difficoltà dello stesso sistema GPS di rilevare la posizione in presenza di ombra (ad esempio nel caso di "canyon" piuttosto stretti): le apparecchiature tentano di collegare ogni singola frazione in un unico spostamento, ma a volte si rivela impossibile o non corretto.

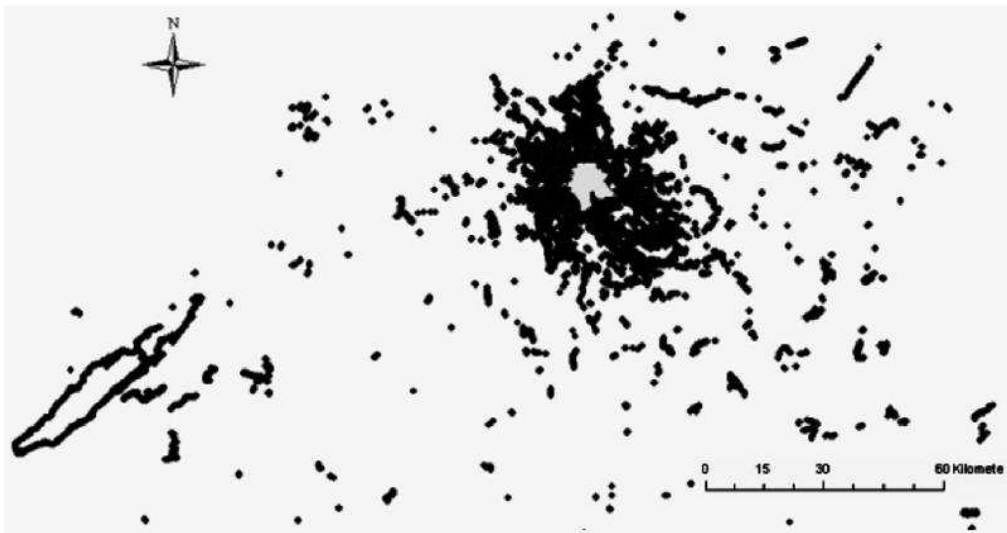


Figura 2 Dati GPS relativi agli spostamenti in bici dei residenti di Zurigo in tutta la Svizzera [MENGHINI ET ALII (4)]

Inizialmente l'insieme di dati includeva gli itinerari in bici dei residenti di Zurigo in tutto il territorio elvetico (Figura 2);

successivamente sono stati filtrati considerando solo quelli che avvenivano nella sola area urbana: dei 1101421 punti e 9047 spostamenti totali se ne considerano rispettivamente 320576 e 3387. Le coordinate e i percorsi GPS così filtrati sono stati inseriti nella rete stradale della città mediante un algoritmo “di mappatura”, ottenendo così la mappa degli spostamenti (nella quale gli archi vengono visualizzati con due colori differenti nel caso in cui vengano utilizzati o meno dalle bici, **Figura 3**). Il processo ha identificato 2498 coppie O/D.

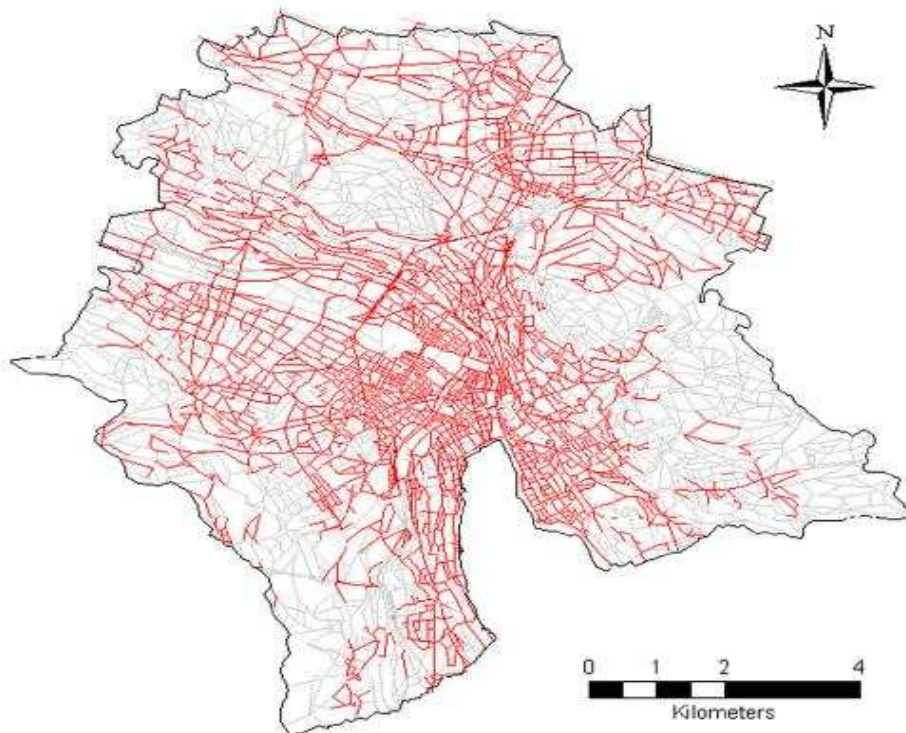


Figura 3 Output dell'algoritmo di mappatura (in rosso gli archi utilizzati dai ciclisti del campione) [MENGHINI ET ALII (4)]

Si consideri come unica componente del costo relativo ad un arco la sola lunghezza. Per generare automaticamente percorsi alternativi (anche quelli non utilizzati) per ogni coppia O/D si utilizza un *algoritmo iterativo di eliminazione degli archi*. Per ciascuna coppia O/D l'algoritmo ricerca l'itinerario di minimo costo; in altre parole, al passo 0 l'unico percorso presente

nell'insieme di scelta per la coppia O/D è quello più breve. Successivamente rimuove uno alla volta gli archi di cui è composto il suddetto itinerario: si ottengono così diverse configurazioni, ciascuna dall'eliminazione di un ramo, che diventano a loro volta il punto di partenza per l'iterazione successiva. Come mostrato in **Figura 4**, se l'itinerario del passo 0 è costituito da soli due archi, al passo 1 l'algoritmo ricava altri due itinerari, così nell'insieme di scelta vi saranno tre alternative. Il procedimento si arresta quando è stato generato il numero desiderato di alternative o quando l'itinerario più breve originale è scarico.

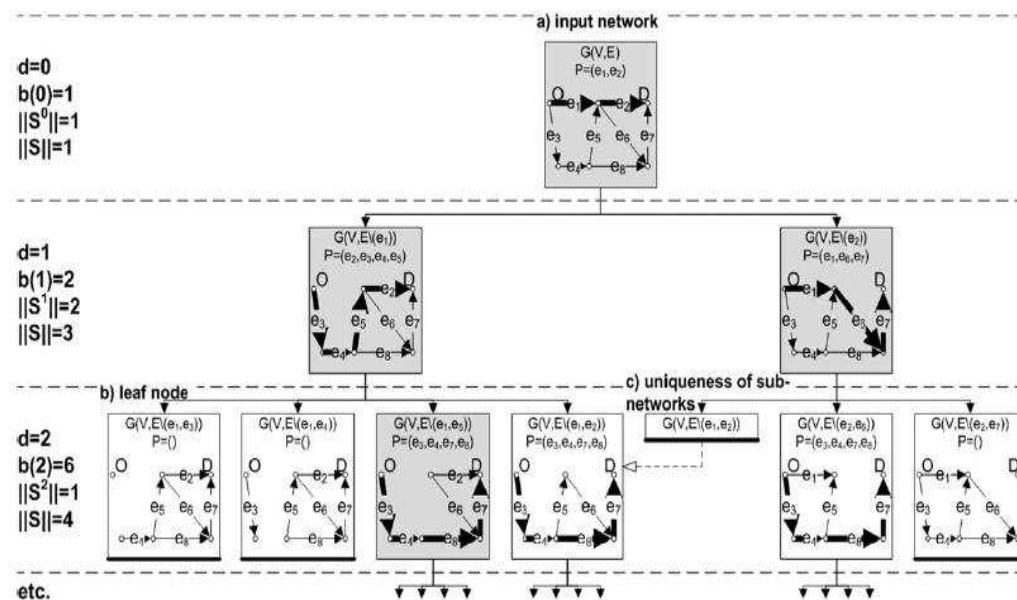


Figura 4 Illustrazione dell'algoritmo di ricerca

(d: iterazione; $\|S_n\|$: alternative aggiuntive al passo d; $\|S\|$: dimensione dell'insieme di scelta al passo d; b(d): numero di configurazioni al passo d)
[MENGHINI ET ALII (4)]

Indagini di questo tipo, nell'impossibilità di ricavare caratteristiche socio-demografiche, consentono però di ottenere altri fattori relativi ai ciclisti, come la loro velocità media complessiva oppure su singoli tratti, e in base ad essi di filtrare i risultati finali.

1.2 | Modelli di scelta dell'itinerario ciclabile

Il modello di scelta del percorso può essere considerato all'interno di un più ampio modello di domanda di trasporto, la cui struttura deriva dalla stratificazione della domanda stessa, ovvero dalle sequenza di scelte compiute dall'utente: il Modello a 4 stadi [VAN HOUTTE ET ALII (12)]. Gli stadi in questione sono costituiti dai modelli di emissione, di distribuzione, di ripartizione modale e di scelta del percorso. Relativamente a questo ultimo step, l'utente tende a scegliere tra le differenti alternative a sua disposizione (attribuendo a ciascuna una determinata utilità) quella che gli permette di minimizzare il costo generalizzato, cioè l'itinerario di minimo costo; ma la stima di tale costo varia da utente a utente, ed è per tale ragione che vengono solitamente preferiti i *modelli di utilità aleatoria (disaggregati e comportamentali)*. Infatti gran parte della letteratura in materia di scelta del percorso [SENER ET ALII (3), MENGHINI ET ALII (4), HUNT E ABRAHAM (5), STINSON E BATH (6), SUNGWON ET ALII (7)] si avvale di un classico *Modello Logit Multinomiale (MNL)*; esso è quindi binario se le alternative sono due. In un classico modello di utilità casuale di tipo Logit, l'utente n effettua la sua scelta considerando tutte le alternative (nel nostro caso itinerari) presenti nel suo insieme di scelta I_n : egli associa a ciascun percorso $i \in I_n$ una propria *utilità percepita* U_i^n , scegliendo quello per cui tale utilità è massima

$$U_i^n = U_i^n(X_i^n) = V_i^n(X_i^n) + \varepsilon_i = \sum_k \beta_k x_{ik}^n + \varepsilon_i$$

in cui

$V_i^n(X_i^n)$ è la componente sistematica dell' U_i^n , cioè costante per tutti gli utenti, funzione lineare degli attributi x_{ik}^n (X_i^n è il vettore degli attributi); β_k sono i coefficienti del modello da stimare ε_i è una variabile casuale (residuo aleatorio) indipendente e distribuita secondo Weibull-Gumbel

E' però interessante dare uno sguardo a tre approcci meno tradizionali: il modello basato sul coefficiente $D(\theta)$ (paragrafo 1.2.1) e i modelli statunitense (paragrafo 1.2.2) e neozelandese (paragrafo 1.2.3) basati sul LOS ciclabile.

Ai risultati a cui giungono i modelli di scelta dell'itinerario sarà riservata la terza parte del capitolo (pag. 41): saranno infatti illustrate le *variabili* (o *attributi*) x_{ik}^n che influiscono sull'utilità percepita e, di conseguenza, sulla scelta di uno fra gli itinerari possibili. Inoltre verranno mostrati i pesi (detti anche *parametri* β_k), da inserire nella funzione di utilità, di ciascuna variabile considerata indipendentemente così come delle correlazioni statisticamente significative, ottenute mediante l'applicazione del t-test.

In conclusione del capitolo (pag. 66) verrà approfondito un ulteriore fattore, spesso trascurato, che interviene nella scelta dell'itinerario, il rischio percepito.

1.2.1 | Modello giapponese basato sul coefficiente $D(\theta)$

In Giappone i piani urbani del traffico trattano spesso biciclette e pedoni come un unico modo di trasporto: per questo sono state finora realizzate poche piste ciclabili, privilegiando percorsi ciclopedonali; inoltre nel paese il transito dei ciclisti è consentito sia sulle strade che sui marciapiedi, aumentando notevolmente i punti di conflitto fra bici e pedoni. Molti studi si sono concentrati finora sul miglioramento delle infrastrutture ciclabili solo presso le stazioni ferroviarie (anche perché in Giappone la bici è utilizzata prevalentemente per gli spostamenti casa-stazione o stazione-scuola/ufficio), mentre sono pochi quelli sulla domanda e sul comportamento di scelta dell'itinerario da parte degli utenti.

Le due città giapponesi sedi delle indagini, Utsunomiya e Kurume [HYODO ET ALII (1)], possiedono una topografia pianeggiante, elemento che favorisce lo spostamento in bici: basti pensare che, nonostante l'assenza di vere e proprie piste ciclabili, il suo uso supera quello dei mezzi pubblici e che la quota di chi si sposta a piedi o in bici si attesta intorno al 35% (Figura 5).

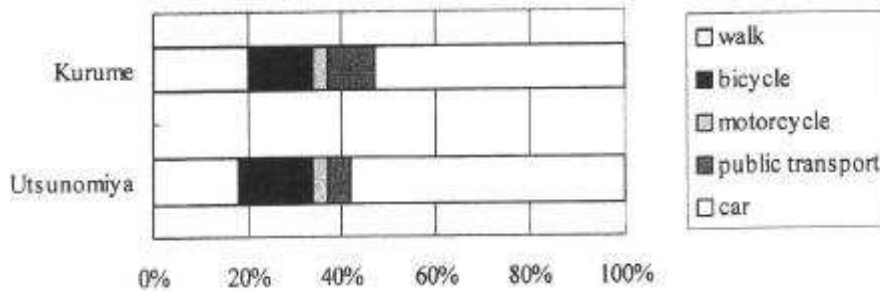


Figura 5 Ripartizione modale a Kurume e Utsunomiya [HYODO ET ALII (1)]

Tramite i questionari distribuiti nelle città di Kurume e Utsunomiya ai ciclisti era richiesto di tracciare il proprio itinerario abituale; gran parte degli spostamenti mattutini, indipendentemente dal motivo, avveniva sulle congiungenti stazioni ferroviarie, distretto finanziario e polo scolastico. La relazione tra volumi di traffico e larghezza della carreggiata mostra come i ciclisti preferiscano strade di maggior ampiezza. Analizzando l'incremento di lunghezza o più semplicemente la *deviazione (detour)* rispetto all'itinerario più breve, in entrambe le città monitorate essa risulta maggiore negli spostamenti serali e in quelli per svago o acquisti.

Per calcolare i flussi di biciclette si è spesso fatto ricorso ai modelli d'assegnazione sviluppati in origine per il traffico automobilistico, che però ancora oggi non trovano riscontri efficaci se applicati al trasporto ciclabile.

Un'alternativa per il calcolo dei volumi di traffico è di assegnare, per ogni coppia O/D, le bici agli itinerari di minimo costo; anche

questo metodo ha però dei difetti, in quanto i ciclisti non sempre scelgono il cammino di costo minimo.

Si è allora preferito impostare un nuovo modello [HYODO ET ALII (1)] dove, indicata con l_a la lunghezza reale dell'arco a , la lunghezza reale dell'itinerario (X_n) dell' n -esimo utente (ciclista) è

$$X_n = \sum_a \delta_{na} * l_a$$

(con δ_{na} variabile dummy, che è pari ad 1 se l'arco a appartiene al suo itinerario, 0 altrimenti)

Dato che i ciclisti tendono a scegliere percorsi con strade o marciapiedi più larghi, essi possono percepire i rami costituenti i propri itinerari più brevi ($l_{an}^*(\theta_k)$ lunghezza percepita dell'arco a) di quello che in realtà sono ($l_{an}^* \neq l_a$). La l_{an}^* dipende da diversi parametri incogniti (θ_k), ciascuno relativo ad un k -esimo attributo fisico (z_{ank} ; ad es. la larghezza) dell'arco a , e può dunque risultare diversa da ciclista a ciclista. Di conseguenza la lunghezza dell'itinerario di costo minimo percepito (dal ciclista n) è

$$Y_n(\theta) = \sum_a \delta_{na}^*(\theta) l_a$$

(con $\delta_{na}^* = 1$ se l'itinerario minimo percepito include l'arco a , $=0$ altrimenti)

Nel caso in cui tutti i θ_k fossero nulli, allora la lunghezza percepita del percorso sarebbe pari a quella minima.

Per stimare i parametri incogniti θ_k viene introdotto un *coefficiente di duplicazione (duplicate rate)* $D_n(\theta)$, con $0 \leq D_n(\theta) \leq 1$: esso è il rapporto fra la somma delle lunghezze degli archi ("duplicate links"/archi doppi) inclusi sia nell'itinerario reale adottato sia in quello di minimo costo percepito (utilizzando valori arbitrari di θ_k , che devono ancora essere ricavati) e la lunghezza del percorso reale. Più il $D_n(\theta)$ è vicino a 1 più il modello è capace di riprodurre il reale comportamento dell' n -esimo utente.

$$D_n(\theta) = \frac{\sum_a \delta_{na} \delta_{na}^*(\theta) l_a}{X_n}$$

Successivamente, per poter stimare i parametri per l'intero campione, si definisce un *coefficiente di duplicazione ponderato* (*weighted duplicate rate* o *D-value*), $D(\theta)$; come fattori di ponderazione si assumono le lunghezze reali degli itinerari, X_n . I parametri incogniti θ_k si ricavano massimizzando $D(\theta)$

$$D(\theta) = \frac{\sum_n X_n D_n(\theta)}{\sum_n X_n}$$

Tuttavia le statistiche delle reti sono discrete: quindi l'equazione soprastante, detta *funzione obiettivo*, non può essere differenziata rispetto a θ . Per ciascun valore dell'attributo z_{ank} considerato (ad es. la larghezza del marciapiede) c'è una funzione obiettivo, la quale non possiede un andamento lineare (Figura 6): i parametri incogniti relativi ad ogni valore dell'attributo sono determinati individuando il punto di massimo della relativa curva.

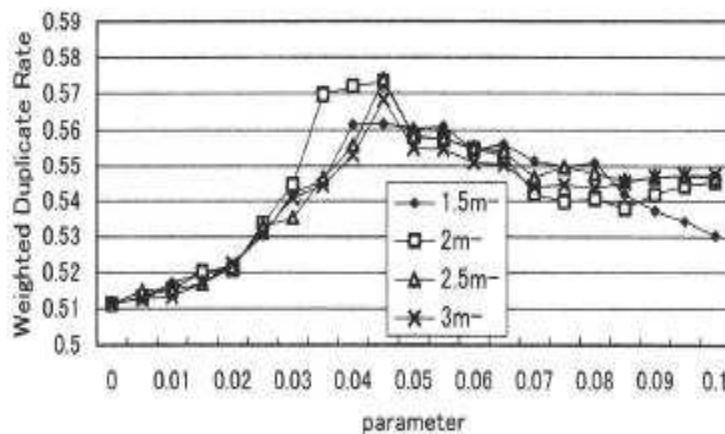


Figura 6 Correlazione tra valori del parametro e $D(\theta)$ per l'attributo "larghezza del marciapiede" [HYODO ET ALII (1)]

Per la corroborazione del modello, infine, si può procedere col Test del rapporto di verosimiglianza, mediante il calcolo del valore della funzione di log-likelihood.

Il modello di scelta dell'itinerario ciclabile appena illustrato può essere accoppiato ad un modello di distribuzione, creando così un *modello Nested Logit a struttura gerarchica* (2 livelli), nel quale il livello superiore è un tradizionale modello di distribuzione mentre il livello inferiore è il modello di scelta del percorso basato sul $D(\theta)$ (Figura 7).

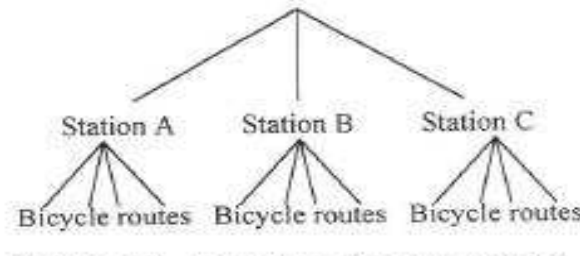


Figura 7 Struttura del modello Nested Logit a 2 livelli [HYODO ET ALII (1)]

Nella città di Kurume, ad es, vi sono tre stazioni (tutte dotate di rastrelliere), ma molti pendolari/ciclisti si concentrano in quella più grande, con notevoli problemi di congestione, soprattutto nell'ora di punta del mattino: utilizzando il suddetto modello gerarchizzato si possono comprendere le dinamiche inerenti alla scelta degli itinerari da ciascuna stazione e, mediante interventi sulle infrastrutture, cercare di decentralizzare i flussi.

Il modello basato sul coefficiente $D(\theta)$ può essere applicato anche alla scelta dei percorsi pedonali. Potrebbe rivelarsi utile esplorare correlazioni tra questo modello e quelli di distribuzione e di ripartizione modale. Un suo limite è quello di non definire con precisione il LOS dei percorsi ciclabili, per il quale dovrebbero essere condotte ulteriori indagini sulla struttura delle strade e sulle condizioni del traffico (volume, velocità ecc).

1.2.2 | Modello statunitense basato sul LOS ciclabile

Negli Stati Uniti solo il 27,3% delle persone dai 16 anni in su utilizza la bici, anche per un solo spostamento all'anno

[N.S.P.B.A.B. (8)]. Un'indagine del 2001 rivelava che la percentuale dei ciclisti abituali è decisamente ridotta: solamente per lo 0,4% degli individui rappresenta il mezzo di trasporto abituale [N.H.T.S. (9)]. E tutto ciò sebbene la maggior parte degli spostamenti nelle aree urbane USA sia di breve lunghezza: sempre nel 2001 il 28% era sotto 1 miglio, il 41% sotto 2 miglia [N.H.T.S. (9)]; per il 50% dei pendolari il posto di lavoro dista non più di 3 miglia da casa [MORITZ, citato in STINSON E BATH (6)]. L'auto viene utilizzata per il 74% degli spostamenti inferiori alle 2 miglia e per il 66% di quelli sotto 1 miglio. Pur tenendo conto che spesso un viaggio è una sequenza di spostamenti, quindi con una o più tappe intermedie, sono percentuali piuttosto modeste.

Per incrementare la quota modale della bicicletta sono stati sviluppati modelli con l'obiettivo di stimare la *domanda potenziale* o *Latent demand* [LANDIS E TOOLE, 1996, citati in HOCHMAIR (2)]: essa è definibile come la differenza nella domanda di trasporto che si avrebbe se venissero realizzate nuove infrastrutture ciclabili oppure migliorate quelle già esistenti. È ragionevole ipotizzare che il ciclista scelga un *itinerario "di compromesso"* (*tradeoff*) tra una determinata coppia O/D nel quale un buon LOS sia bilanciato da una distanza addizionale (o deviazione) non eccessiva. In altre parole al momento di pianificare il proprio viaggio egli prende in considerazione differenti criteri, scegliendo ad esempio un percorso sufficientemente veloce, attrattivo e che gli consenta di evitare elevati volumi di traffico, pendenze rilevanti, un determinato grado di insicurezza ecc. TILAHUN ET ALII, citati in HOCHMAIR (2), in base ai risultati di un'indagine SP effettuata nel 2007, hanno voluto quantificare temporalmente alcuni interventi, traducibili in un incremento del LOS: per uno spostamento sistematico di 20' un miglioramento delle piste ciclabili è percepito equivalente a 16'41'', una razionalizzazione delle soste a 9'27''. THOMPSON ET ALII, citati in HOCHMAIR (2), sempre nel 2007, quantificano nel 67% l'entità della deviazione rispetto all'itinerario più breve che i

ciclisti sarebbero mediamente disposti ad intraprendere per includere una pista non contigua alla sede stradale. Altri studi hanno cercato di correlare l'entità della deviazione con il motivo dello spostamento: i ciclisti abituali sono disposti ad effettuare deviazioni più brevi (in media 400 m) rispetto a quelli occasionali (Figura 8) [AULTMAN-HALL ET ALII (1997), citati in HOCHMAIR (2)].

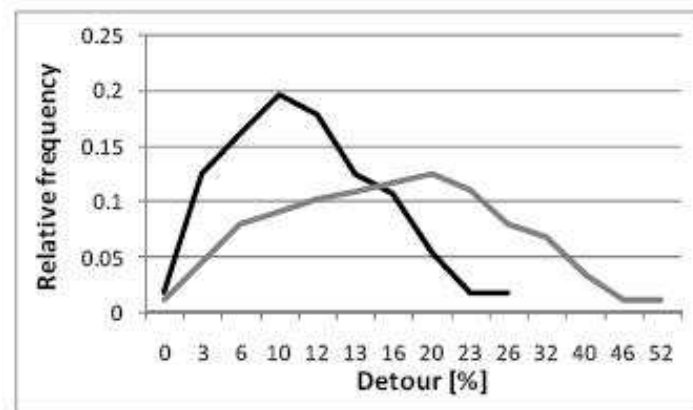


Figura 8 Andamento della deviazione per ciclisti abituali (linea nera) e occasionali (linea grigia) [HOCHMAIR (13)]

Utilizzando rilevazioni GPS su un campione di ciclisti abituali, HARVEY ET ALII (2008), citati in HOCHMAIR (2), hanno invece osservato, relativamente ad un itinerario di circa 10 km, un allungamento medio di 1 km, cioè una deviazione del 10%. Quest'ultima percentuale è chiamata *tasso di compromesso "deviazione per unità di LOS"* (*detour-per-LOS-unit tradeoff rate*, o *%tradeoff*), il quale indica che un ciclista, nel caso sopracitato, è mediamente disposto ad allungare del 10% il proprio percorso per avere un punto di LOS in più.

Il modello statunitense presentato da HOCHMAIR (2), mediante l'utilizzo del software GIS, si propone di calcolare e migliorare il LOS degli archi della rete per gli spostamenti in bici, ovvero un LOS ciclabile. A tal fine è stato considerato l'indicatore *RSI*, *roadway segment index*, utilizzato per valutare l'idoneità ciclabile su vari tipi di strade e che considera traffico giornaliero

medio, numero e larghezza delle corsie, limiti di velocità e altri parametri. I valori dell'RCI sono stati convertiti nelle tradizionali classi del LOS da 1 a 6, dove 1 significa pessime condizioni stradali per i ciclisti, 6 ottime condizioni: si assuma un valore di 6 per le strade locali.

Lo scopo è pertanto quello di ricercare, per ogni coppia O/D all'interno di una rete di trasporto, i differenti itinerari esistenti e classificarli; il ciclista tenderà a minimizzare il costo del generico percorso R, C_R , che può essere ricavato dalla lunghezza e dal LOS degli archi che lo compongono. Indicando con $sLOS_i$ il LOS dell'i-esimo arco (di lunghezza l_i), il costo dell'itinerario R è

$$C_R = \sum_{i=1,2,\dots,N} l_i (m - s \cdot sLOS_i)$$

(dove $sLOS_i$ è il LOS dell'arco i, m è il massimo $sLOS_i$ nella rete (ad es. 6), s è il peso del LOS nel calcolo del costo C_R , N è il numero di rami dell'itinerario e l_i è la lunghezza reale dell'i-esimo arco)

Un basso $sLOS_i$ così come una lunghezza eccessiva l_i dell'arco i aumentano il costo percepito, e conseguentemente cresce C_R . Il parametro s è un fattore di ponderazione, in altri termini è il peso che si attribuisce al LOS dei vari rami di un itinerario nel calcolo del costo complessivo: un elevato peso del LOS nella scelta dell'itinerario R equivale anche a sostenere che è maggiore la disponibilità dell'utente a scegliere alternative di maggior lunghezza. La differenza percentuale rispetto alla lunghezza dell'itinerario più breve (*short path, S.P.*) è espressa mediante il *coefficiente di deviazione* ($detour_R$). Un valore nullo di s (anche per valori diversi di m) equivale a non attribuire alcuna importanza al LOS degli archi ma solo alle loro lunghezze; in questo caso la formula consente di ottenere quello più breve. Possono quindi essere individuati differenti percorsi variando il peso del LOS, $0 < s < 1$, anche se valori di $s > 0.90$ producono deviazioni di lunghezza inaccettabile: un esempio è mostrato in **Figura 9**.

Scelto s e noti i $sLOS$ dei differenti archi che lo compongono, si può calcolare anche il LOS dell'intero percorso R

$$LOS_R = \frac{\sum_i l_i \cdot sLOS_i}{\sum_i l_i}$$

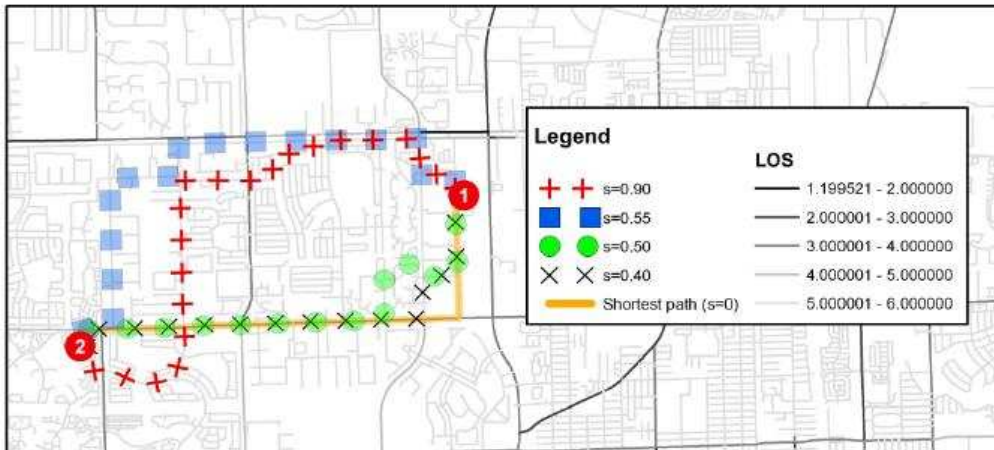


Figura 9 Insieme di itinerari fra 1 e 2 ottenuti variando s [HOCHMAIR (2)]

Ponendo $m=6$ e $s=1$, l'equazione del C_R permette di ricavare l'*itinerario di massimo LOS_R* , ovvero quello che minimizza il costo ponderato sul LOS (mediante il fattore s).

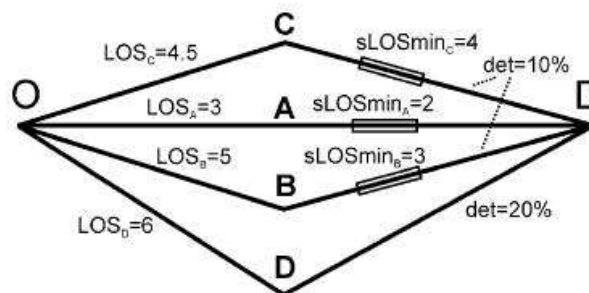


Figura 10 Insieme di itinerari per la coppia O/D [HOCHMAIR (13)]

La **Figura 10** mostra una coppia O/D con quattro possibili alternative: se l'itinerario A è il *S.P.*, B e C sono caratterizzati da

una deviazione, rispetto ad esso, del 10%, mentre D possiede $\text{detour}_D=20\%$. I LOS a sinistra sono quelli complessivi dell'itinerario, mentre a destra sono indicati i più bassi LOS di arco rintracciati lungo ciascun percorso (sLOS_{\min}); tutti gli archi dell'alternativa D possiedono un $\text{LOS}=6$.

A seconda dei valori limite (soggettivi) di LOS ($\text{LOS}_{\min T}$) e deviazione (detour_{\max}), il ciclista può escludere qualche itinerario dal suo insieme di scelta. Considerando che $\text{LOS}_{\min T}$ può variare anche per il medesimo utente nel corso del tempo, dovranno essere considerati dei $\text{LOS}_{\min T}$ medi, per i quali, nel caso di spostamenti sistematici, si ipotizza una distribuzione normale. La Figura 11 mostra la funzione densità di probabilità della distribuzione normale per un fissato valor medio dei $\text{LOS}_{\min T}$ ($\mu=3$) e della relativa deviazione standard ($\sigma=0,5$).

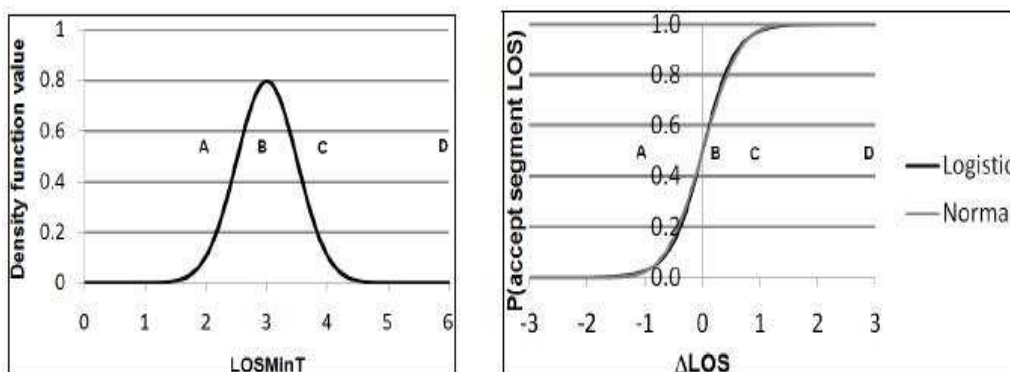


Figura 11 Densità di probabilità della distribuzione normale (per $\mu=3$ e $\sigma=0,5$) e comparazione tra distribuzione normale e logistica [HOCHMAIR (13)]

Poiché la funzione di distribuzione normale non ha forma chiusa, è spesso utilizzata come approssimazione la distribuzione logistica, con $\Delta\text{LOS}=\text{sLOS}_{\min R}-\mu$. Dato che sia $\text{LOS}_{\min T}$ che la soglia (massima) della deviazione variano da ciclista a ciclista, ad un elevato ΔLOS (ad es. per un alto $\text{sLOS}_{\min R}$) corrisponderà una elevata percentuale (o probabilità) di utenti, $P(\Delta\text{LOS},\sigma_s)$, che considera R come possibile alternativa

$$P(\Delta\text{LOS},\sigma) = \frac{1}{1 + e^{-\Delta\text{LOS}/\sigma_s}}$$

dove σ_s è la deviazione standard (Std. Dev.) della regressione logistica.

A differenza dei LOS_{minT} , i detour non sono distribuiti normalmente: la distribuzione reale delle deviazioni, rispetto all'itinerario più breve, accettate dai ciclisti abituali è mostrata nell'istogramma di **Figura 12**, in cui è evidente una concentrazione verso deviazioni di lunghezza contenuta [HARVEY ET ALII, citati in HOCHMAIR (13)].

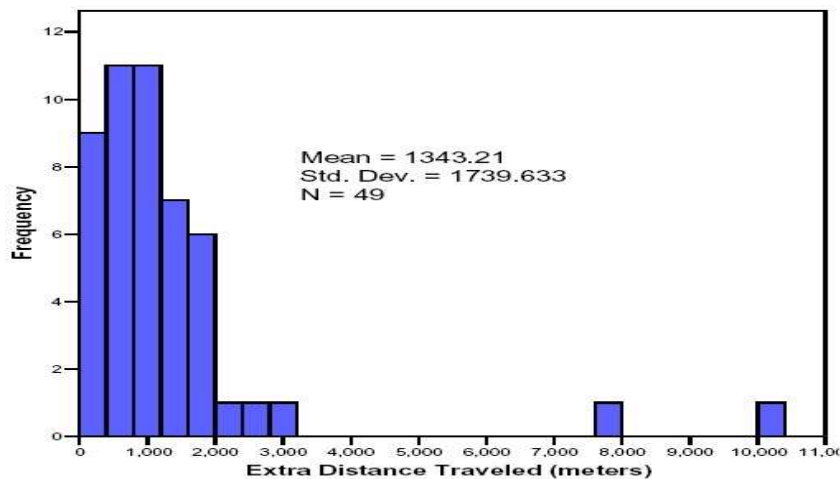


Figura 12 Distribuzione di frequenza delle deviazioni relative a spostamenti sistematici [HOCHMAIR (13)]

Queste variazioni nell'entità della deviazione possono essere spiegate in tre differenti modi: la disponibilità di itinerari ad elevato LOS non è uniforme sul territorio; i ciclisti possono utilizzare tassi di compromesso diversi (e un basso tasso conduce a deviazioni contenute, senza considerare esplicite soglie LOS_{minT}); infine, essi condividono il medesimo tasso applicando però un differente $\text{detour}_{\text{max}}$. Questa analisi si concentra su questo terzo fattore.

A causa della distribuzione asimmetrica delle soglie relative alla deviazione, la quota di ciclisti che accetta un percorso con un certo detour_{\max} è modellata secondo una distribuzione empirica piuttosto che secondo una normale: la **Figura 13** mostra la funzione di distribuzione cumulata (cdf), per gli spostamenti sistematici, derivante dalla **Figura 12**. Questa è la base per poter ricavare la probabilità che un ciclista accetti un detour minore o uguale a determinati valori di soglia (triangoli): tali punti vengono approssimati mediante una curva per ottenere una funzione di distribuzione continua. Questa curva mostra come al crescere della deviazione (misurata in % rispetto al percorso più breve) diminuisca la quota di ciclisti disposti ad accettarla.

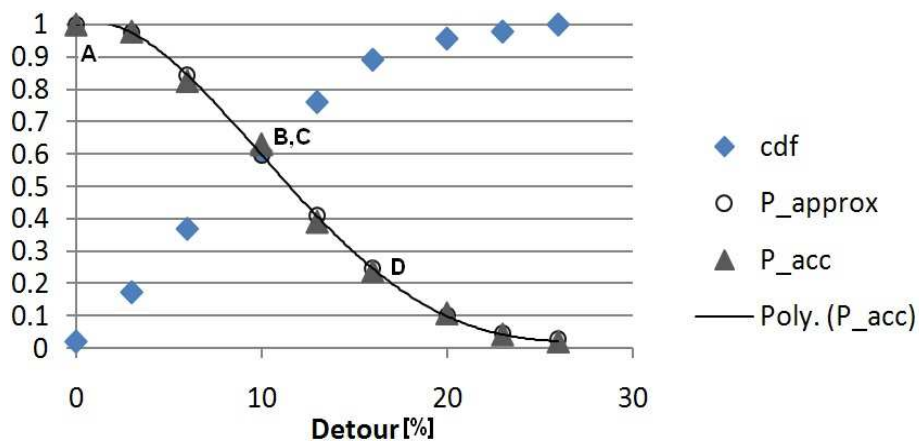


Figura 13 Percentuale di ciclisti (abituali) che accettano un determinato valore di deviazione [HOCHMAIR (13)]

Le probabilità rappresentate in **Figura 11** e **Figura 13** possono essere utilizzate per il calcolo della probabilità (composta) di scelta dell'itinerario R, $P(R)$

$$P(R) = P(sLOS_{\min R}) \cdot P(\text{detour}_R)$$

Ad esempio, per l'itinerario B della **Figura 10** risulta

$$P(B) = 0,50 \cdot 0,59 = 0,2950 \approx 30\%$$

Si possono così individuare gli insiemi di scelta a disposizione dei ciclisti, procedendo come segue:

1. Per ciascuna coppia O/D, disporre in ordine decrescente tutti gli n percorsi alternativi in base alla $P(R)$, così da ottenere un insieme $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$;
2. Calcolare la probabilità di scelta dell'insieme vuoto $C_0 = \{\}$ con la seguente $P_0 = 1 - P(R_1)$;
3. Per ciascun percorso $R_i \in \{R_1, R_2, \dots, R_{n-1}\}$ è definito l'insieme $C_i = C_{i-1} \cup \{R_i\}$ la cui probabilità risulta $P(C_i) = P(R_i) - P(R_{i+1})$;
4. Indicato con $C_n = C_{n-1} \cup \{R_n\}$ l'insieme completo, calcolare $P(C_n) = P(R_n)$.

In **Figura 14** vengono mostrati, a titolo di esempio, tre possibili set di itinerari per una determinata coppia O/D (il terzo, (c), è il caso già mostrato in **Figura 10**, pag. 29); la **Tabella I** associa ai sottoinsiemi di ciascun set le relative probabilità di scelta.

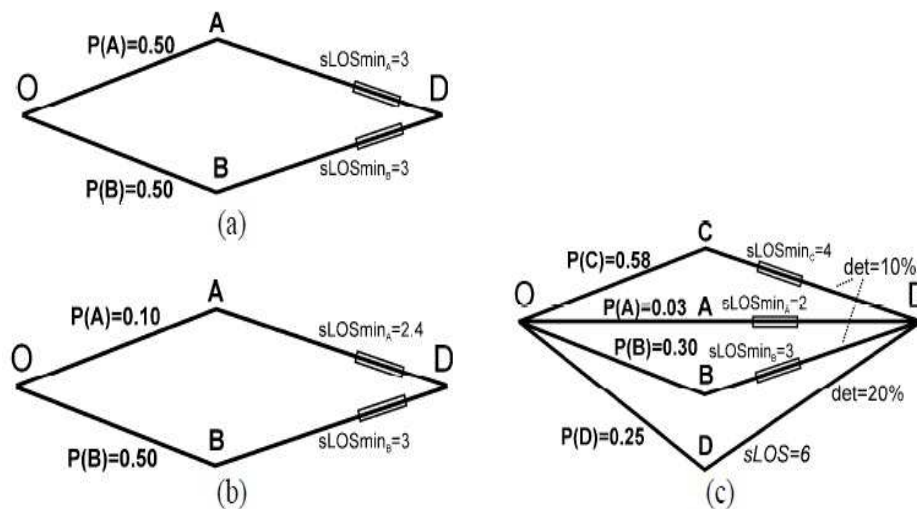


Figura 14 Insiemi di alternative e loro probabilità [HOCHMAIR (13)]

	i	R_i	C_i	P(R_i)	P(R_{i+1})	P(C_i)
(a)	0	-	{}	-	0.50	0.50
	1	A or B	{A} or {B}	0.50	0.50	0
	2	B or A	{A,B}	0.50	-	0.50
(b)	0	-	{}	-	0.50	0.50
	1	B	{B}	0.50	0.10	0.40
	2	A	{A, B}	0.10	-	0.10
(c)	0	-	{}	-	0.58	0.42
	1	C	{C}	0.58	0.30	0.28
	2	B	{B,C}	0.30	0.25	0.05
	3	D	{B,C,D}	0.25	0.03	0.22
	4	A	{A,B,C,D}	0.03	-	0.03

Tabella I Caratteristiche dei cinque itinerari di **Figura 14** [HOCHMAIR (13)]

Il prodotto di $P(C_0)$ con la domanda teorica fra O e D è la domanda potenziale (*latent demand*).

Il passo successivo è quello di determinare, servendosi delle classiche formule di un modello Logit, la probabilità $P(R|C_n)$ che un ciclista scelga l'alternativa R tra quelle di un gruppo di itinerari C_n . Nel caso di alternative significativamente correlate, ovvero percorsi con tratti in comune, le utilità di ciascun itinerario devono essere moltiplicate per un fattore f_R di sovrapposizione: altrimenti la probabilità di scelta delle alternative simili risulterebbe sovrastimata.

$$f_R = \sum_{a \in R} \frac{l_a}{L_R} \frac{1}{N_a}$$

Dove l_a indica la lunghezza dell'arco a, L_R la lunghezza dell'itinerario R e N_a è il numero di alternative contenenti l'arco a. In **Figura 15** sono mostrati 3 possibili percorsi per la coppia O/D: le alternative B e C differiscono per un tratto praticamente trascurabile. Se non si tenesse conto di tale sovrapposizione, il calcolo delle probabilità di scelta darebbe i medesimi risultati per tutte le tre alternative, $0,33 = 33\%$. Tenendo conto invece del

suddetto fattore ($f_A=1$, $f_B=f_C=0,5$) si ottiene $P(A)=0,5$ e $P(B)=P(C)=0,25$.

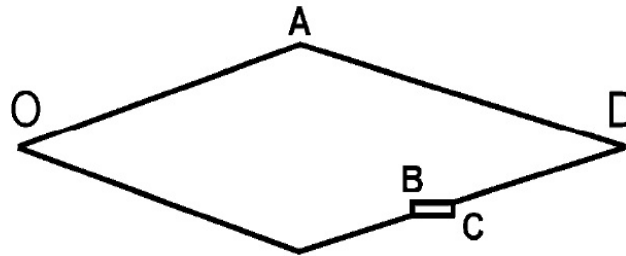


Figura 15 Similitudine tra alternative [HOCHMAIR (13)]

Per ogni coppia O/D, combinando la probabilità di scelta dell'insieme di alternative (Tabella II), $P(C_i)$, con quella di scelta del percorso R per un dato insieme, $P(R|C_i)$, si ottiene la probabilità di scelta dell'itinerario R. Il prodotto di tale valore per la domanda di viaggio $\mathcal{D}_{O/D}$ tra O e D permette di calcolare la domanda (fra O e D) lungo il percorso R

$$\mathcal{D}_R = \mathcal{D}_{O/D} \sum_{i=1, \dots, n} P(R|C_i) \cdot P(C_i)$$

con n numero di gruppi di itinerari (C_i) per una determinata coppia O/D.

Nel modello presentato in questa sezione, l'utilità di ciascuna alternativa è funzione quindi del LOS medio e della deviazione rispetto al percorso più breve: il costo, percepito dal ciclista, di tale deviazione si può tradurre in una diminuzione del livello di servizio attraverso una *funzione di compromesso (tra LOS e deviazione)* che nel caso più semplice si riduce ad un tasso di compromesso costante (%tradeoff). Ne consegue che il LOS dell'itinerario R percepito dall'utente non è pari a quello calcolato in precedenza (LOS_R , pag. 29) ma è più basso e viene chiamato *LOS standardizzato (stLOS_R)*

$$\text{stLOS}_R = \text{LOS}_R - \frac{\text{detour}_R}{\% \text{tradeoff}}$$

Si ricordi che nella sopracitata formula, %tradeoff descrive di quanto, percentualmente, il ciclista sarebbe disposto ad allungare il percorso per aumentare di un punto il valore del LOS, mentre detour_R è l'incremento % della lunghezza dell'itinerario R rispetto allo *S.P.* Se l'R in questione è lo *S.P.* evidentemente risulta $\text{detour}_R = 0\%$, da cui $\text{stLOS}_R = \text{LOS}_R$. L'*itinerario ottimo* per una certa coppia O/D è quello col stLOS_R più alto. La **Tabella II**, riferita al caso della **Figura 9** (pag. 29), mostra come l'ottimo sia l'itinerario 2.

Route	s-value	length [m]	detour [%]	LOS	standardized LOS
1	0.00	7114	0	4.36	4.36
2	0.40	7125	0.2	4.44	4.43
3	0.50	7440	4.6	4.79	4.33
4	0.55	8879	24.8	5.82	3.34
5	0.90	9475	33.2	5.93	2.61

Tabella II Caratteristiche dei cinque itinerari di **Figura 9** [HOCHMAIR (2)]

Si assuma, per semplicità, che l'itinerario *S.P.* sia l'opzione preferita: la situazione ideale per un ciclista sarebbe tale percorso con un LOS pari a 6. L'obiettivo è quindi quello di determinare l'efficacia di un miglioramento del $\text{LOS}_{S.P.}$ qualora esso fosse attualmente inferiore a 6. Si introduca allora un parametro detto *potenziale di miglioramento* ($P_{S.P.}$) per un ciclista che, in altre parole, rappresenta il valore (percepito addizionale) del miglioramento lungo *S.P.* se $\text{LOS}_{S.P.}$ fosse portato a 6. Se l'itinerario ottimo è proprio *S.P.* ($\text{stLOS}_{S.P.} = \text{LOS}_{S.P.}$) risulta

$$P_{S.P.} = 6 - \text{LOS}_{S.P.}$$

Se invece è un altro R ($stLOS_R > stLOS_{S.P.}$) un aumento a 6 del LOS lungo *S.P.* produrrà un beneficio addizionale percepito di meno, in quanto

$$P_R = 6 - stLOS_R < 6 - LOS_{S.P.}$$

In conclusione, con R itinerario ottimo, risulta

$$P = 6 - stLOS_R$$

Analogamente può essere definito il cosiddetto *potenziale di miglioramento dell'arco i* (S_i). Se i possiede un $sLOS_i$ inferiore a quello complessivo dell'itinerario R a cui appartiene, cioè $sLOS_i < stLOS_R$, in seguito dell'incremento a 6 del LOS il ramo i avrà un potenziale di miglioramento del proprio $sLOS_i$ pari a P unità. In ogni caso qualsiasi aumento del LOS fino al $stLOS_R$ non può superare quello dell'itinerario ottimo. Viceversa, se $sLOS_i \geq stLOS_R$ il ramo i guadagnerà 6 unità di $sLOS_i$. In **Figura 16** è mostrata questa analisi applicata agli ultimi sette archi (n. 32-38; fra parentesi i corrispettivi $sLOS$) dell'itinerario *S.P.* della **Figura 9**.

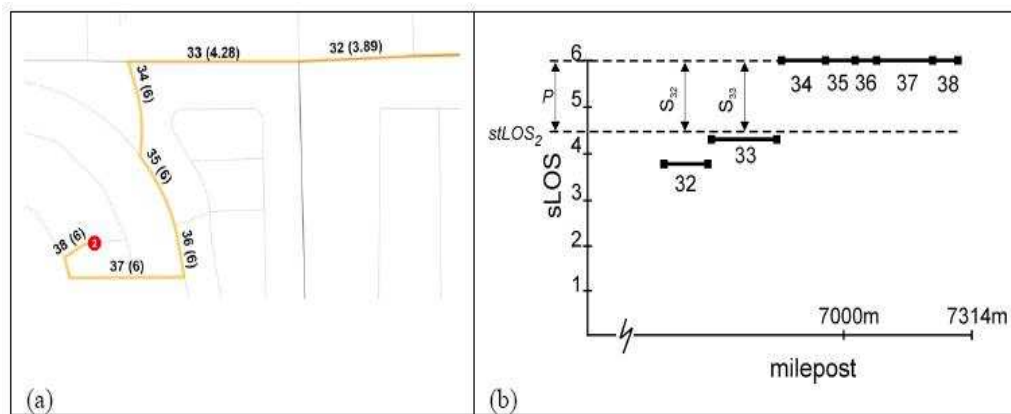


Figura 16 Valori del sLOS di alcuni archi dell'itinerario *S.P.* (a) e corrispondenti potenziali di miglioramento (b) [HOCHMAIR (2)]

Questa analisi, come detto sopra, è svolta per il percorso più breve, *S.P.*, tra i vari che collegano una determinata coppia O/D. Se un arco appartiene a più itinerari brevi (cioè di più coppie O/D), al segmento verranno assegnati differenti S_i : il loro valor medio, \underline{S}_i , determina il valor aggiunto che un ciclista percepirebbe mediamente su tale arco nel caso in cui percorresse tutti gli itinerari più brevi (fra le varie coppie O/D) contenenti tale ramo dopo aver incrementato i loro LOS a 6.

La somma di tutti i potenziali del segmento $\sum_i S_i$ (o anche Σ_i) fornisce una misura dell'impatto generale del miglioramento del LOS; essa tiene conto della domanda di bici prevista ed è quindi una delle statistiche più potenti ai fini della pianificazione (ma anche più soggetta ad errori nella matrice O/D).

Nota la matrice O/D e i LOS esistenti, tale modello consente di ordinare gli archi di una rete in base alla necessità di un miglioramento delle infrastrutture ciclabili, evidenziando inoltre la sensibilità dell'ordinamento dei potenziali di arco S_i al variare del tasso di compromesso (%tradeoff), per poter comprendere dove intervenire più efficacemente.

1.2.3 | Modello neozelandese basato sul LOS

In Nuova Zelanda l'attenzione per la bicicletta è testimoniata da un piano del governo volto a incrementare la quota di spostamenti urbani effettuati a piedi o in bici al 30% entro il 2040.

Il modello presentato in questa sezione [VAN HOUTTE ET ALII (12)] basa la sua analisi sul LOS ciclabile (in origine "attrattività") dell'itinerario R (LOS_R), che esprime una valutazione di venti variabili (volume di traffico, velocità, larghezza della corsia, presenza di pista, condizione della pavimentazione ecc), e sul tempo di viaggio T_R (attributo considerato separatamente per la sua importanza nella scelta del percorso). Si parte dalle ipotesi che gli spostamenti siano sistematici e che la rete non sia

congestionata (i tempi non dipendono dai flussi, sia delle bici che dei veicoli a motore).

Indicato con t_i il tempo di viaggio dell'arco i , quello necessario a coprire l'intero percorso R (di lunghezza d_R) risulta

$$T_R = \sum_i t_i$$

Noti i LOS_i di tutti gli archi, il LOS_R dell'itinerario R è

$$LOS_R = \frac{\sum_i LOS_i \cdot t_i}{T_R}$$

Per ogni coppia O/D di una rete di trasporto esiste un solo itinerario di lunghezza minima (**Figura 17**).

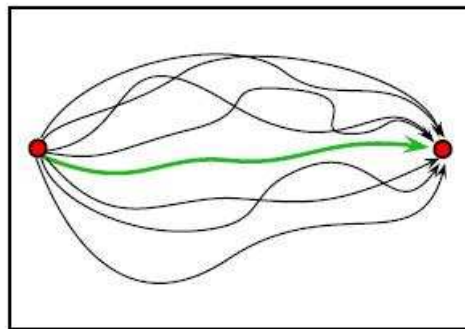


Figura 17 Itinerario di lunghezza minima per la coppia O/D [VAN HOUTTE ET ALII (12)]

Non si possono però combinare T_R e LOS_R , a causa della presenza del parametro aleatorio α (diverso per ogni ciclista)

$$T_R + \alpha LOS_R$$

Si introduce quindi un grafico bi-variato in cui ogni percorso esistente fra O e D è rappresentato da un punto di coordinate (d_R, T_R) : gli itinerari che non possono essere ulteriormente migliorati sono detti “efficienti” (in verde nella **Figura 18**) e sono

quelli che rappresentano il miglior “compromesso” fra LOS e lunghezza (o tempo di viaggio).

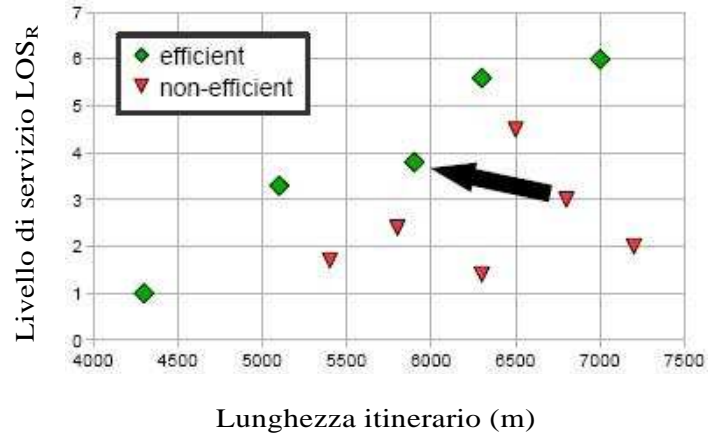


Figura 18 Grafico bi-variato LOS_R/lunghezza [VAN HOUTTE ET ALII (12)]

E' lecito supporre che il ciclista escluda gli itinerari non efficienti (Figura 19).

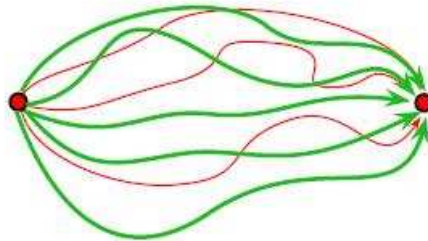


Figura 19 Itinerari efficienti (in verde) e non efficienti (in rosso) [VAN HOUTTE ET ALII (12)]

Una volta calcolati i LOS ciclabili e note le lunghezze (o i tempi di viaggio) di tutti i rami di una rete di trasporto, si definisce l'insieme delle alternative per ogni coppia O/D ricercando tutti gli itinerari efficienti. L'output del modello è quindi costituito da più percorsi.

1.3 | Analisi delle variabili che influenzano la scelta dell'itinerario

Lo scopo di gran parte della letteratura in tema di scelta dell'itinerario ciclabile è di determinare quali sono le variabili più importanti, col relativo peso, che intervengono nel processo decisionale, basandosi su un insieme di dati raccolti, con differenti metodologie, da un campione di ciclisti.

Non tutti gli studi esposti nelle pagine precedenti considerano i medesimi attributi, e cambia anche il metodo di categorizzazione. Ad esempio, SENER ET ALII (3) hanno optato per sei gruppi, un primo comprendente variabili concernenti i ciclisti (*bicyclist characteristics*, come età, sesso, esperienza...) mentre i restanti cinque variabili di itinerario (*route attributes*, come tipologia di pista, caratteristiche funzionali della strada ecc); STINSON E BATH (6) invece hanno suddiviso undici variabili in soli due insiemi, a seconda che siano relative all'arco (*link-level factors*) o all'intero percorso (*route-level factors*); VAN HOUTTE ET ALII (12), infine, hanno preferito focalizzarsi sul tempo di viaggio accorpendo tutte le altre sotto l'etichetta "attrattività" di una strada, valutabile tramite un punteggio da 1 a 6 (non si tratta altro che del LOS). Nel presente elaborato si è quindi optato per una delle possibili classificazioni.

Come mostra la **Tabella III** gli attributi di itinerario sono inseriti in sette gruppi, più un ottavo concernente i fattori socio-economici che possono influenzare i risultati. Nelle successive **Tabella IV – Tabella X** viene analizzato un gruppo alla volta, con le differenti stime dei parametri β ottenute dai singoli modelli e il relativo valore del t-test. Il valore assoluto di β rappresenta il maggior o minor peso della variabile a cui è associato nel calcolo dell'utilità

di ciascuna alternativa (pag. 20); se il segno è negativo significa che la variabile contribuisce negativamente all'attrattività, viceversa se il segno è positivo.

Scelta del percorso: classificazione variabili			
Variabili d'itinerario			
1	Presenza del parcheggio su strada		cod.
	assenza/presenza; se presente, tipo (in parallelo, a spina di pesce)		1A
	indice/tasso di rotazione		1B
	estensione dell'area di sosta (sequenza di posteggi)		1C
	tasso di occupazione		1D
2	Caratteristiche delle infrastrutture ciclabili		cod.
	tipo (presenza di una pista ciclabile o percorso misto con auto)		2A
	larghezza della pista (o, se assente, della carreggiata)		2B
	continuità		2C
	presenza pista su un cavalcavia (o sottopasso)		2D
3	Classificazione della strada (urbana)		cod.
	tipo (locale/residenziale, di quartiere, di scorrimento)		3A
4	Caratteristiche fisiche della strada		cod.
	topografia (pianeggiante, ondulata, accidentata)		4A
	tipo di pavimentazione (liscia, ghiaiosa, sterrata)		4B
	presenza o numero di intersezioni a precedenza o semaforizzate		4C
	pendenza massima		4D
5	Caratteristiche funzionali della strada		cod.
	volume di traffico		5A
	velocità dei veicoli a motore		5B
6	Caratteristiche operative della strada		cod.
	tempo di viaggio		6A
	lunghezza dello spostamento (in particolare sistematico, L.s.)		6B
7	Attrezzature presenti a destinazione		cod.
	parcheggi, intermodalità, docce, armadietti, ecc		7A
Fattori socio-economici			
8	demografici	età	8A
		sex	8B
		zona residenza (centro, periferia, campagna)	8F
	lavorativi	distanza casa-lavoro	
		flessibilità orari	
		tipo d'impiego	
		reddito	8C
	bici	motivo della sua scelta	
		frequenza d'uso	8D
		esperienza	8E
prezzo d'acquisto		8G	

Tabella III Classificazione delle variabili d'itinerario e socio-economiche che influenzano la scelta del percorso da parte del ciclista

Oltre al peso di ciascuna variabile presa singolarmente viene altresì evidenziata la sua variazione nel considerare le interazioni con altri attributi (sia d'itinerario che socio-economici), con l'esclusione delle correlazioni risultate statisticamente non significative in base al t-test.

Nelle **Tabella IV – Tabella X** i valori di β in **grassetto** sono assoluti, inseribili quindi in una funzione d'utilità; quelli in *corsivo* ne rappresentano delle variazioni per l'interazione con una seconda variabile, devono perciò essere sommati algebricamente a quelli in grassetto.

Si può già anticipare che a seconda dello studio possono essere diverse le variabili prese in considerazione e/o la loro specificità: SENER ET ALII (3), a differenza di STINSON ET BATH (6) e di JAIN E TIWARI (15), distinguono il parcheggio in base alla disposizione geometrica degli stalli, all'indice di rotazione e all'estensione complessiva dell'area di sosta.

I risultati quindi devono essere interpretati prestando attenzione ai modelli di scelta del percorso utilizzati e agli obiettivi propri di ciascuna ricerca. Fattore non secondario è costituito inoltre dalle modalità di raccolta dei dati e dalle caratteristiche del campione, ed è per questa ragione che si rende necessario considerare un insieme di variabili socio-economiche (gruppo 8). Scegliendo questionari online è probabile che si intercetti utenti prevalentemente giovani; nell'effettuare interviste ai ciclisti su strada si tende ad escludere chi la bici la utilizza poco o nulla. In entrambi i casi il campione non rispecchia necessariamente la popolazione complessiva. D'altra parte però può essere utile disporre di risposte fornite da persone più esperte e sensibili alle problematiche connesse con tale modo di trasporto.

Come verrà mostrato di seguito, l'età e il sesso sono i fattori socio-economici che incidono maggiormente sui risultati, seguiti dalla tipologia di spostamento (sistematico o non sistematico) e dalla frequenza di utilizzo della bicicletta. Altre caratteristiche come il tipo e il prezzo d'acquisto del mezzo influiscono solo su

alcune variabili, come ad esempio la presenza di attrezzature lungo il percorso o a destinazione: per chi possiede una bici costosa assumerà un maggior peso la presenza di un'area, eventualmente sorvegliata, dove parcheggiare la propria bici. STINSON E BATH (6) prendono in considerazione anche l'area di residenza del ciclista e la tipologia di strada, provando, soprattutto per la prima, differenti correlazioni.

A confermare l'importanza dei fattori socio-economici nella scelta dell'itinerario vi è anche l'esiguo numero di interazioni statisticamente significative fra gli attributi d'itinerario: a titolo di esempio, dallo studio condotto da SENER ET ALII (3) risultano statisticamente significative quella tra l'intensità del traffico a motore e la continuità delle infrastrutture ciclabili, oppure fra la presenza di auto in sosta e la lunghezza del proprio percorso.

1.3.1 | Parcheggio su strada

A seconda degli autori l'effetto della presenza del parcheggio su strada è affrontato più o meno dettagliatamente, come riportato in **Tabella IV** (pag. 46): se STINSON E BATH (6) e JAIN E TIWARI (15) valutano esclusivamente quanto pesa la sua presenza sulla scelta dell'itinerario, SENER ET ALII (3) prendono in considerazione anche la posizione degli stalli rispetto all'asse stradale (**Figura 20**): in parallelo oppure inclinati (a spina di pesce o a pettine).



Figura 20 Parcheggi paralleli (a sinistra) e a spina di pesce (a destra)

Osservando valori assoluti e segni dei parametri β , ottenuti nella fase di calibrazione del modello, è evidente come, indipendentemente dalle caratteristiche socio-economiche o di viaggio, tutti i ciclisti preferiscano non avere auto in sosta sul proprio percorso. Risultato facilmente intuibile, poiché i parcheggi riducono la visibilità, costituiscono un ostacolo e una minaccia alla sicurezza. Questa conclusione si evince anche dai risultati di un'indagine SP che ha coinvolto circa 1900 ciclisti nel Texas [TORRANCE ET ALII (14)], nella quale l'8% dei ciclisti dichiara di essere stato coinvolto in un incidente con veicoli in sosta o in manovra (Figura 21); nel 68% dei casi si trattava di parcheggi in parallelo, contro un 32% di parcheggi con stalli inclinati.



Figura 21 Tipologia di incidenti [TORRANCE ET ALII (14)]

Nella **Tabella IV** della pagina seguente la condizione di default è evidenziata al di sotto del nome della variabile (il cui codice, 1A, 2A... è quello con cui è stata classificata nella **Tabella III**): nel caso, ad esempio, della *presenza e tipo di parcheggio* si assume di base l'assenza di auto in sosta lungo l'itinerario ciclabile. Come ricordato in precedenza, i valori del parametro β in grassetto sono assoluti, inseribili direttamente nella funzione d'utilità; quelli in corsivo ne rappresentano delle variazioni per la correlazione con una seconda variabile, devono perciò essere sommati

algebricamente a quelli in grassetto. Con L.s. si intende la lunghezza di uno spostamento sistematico.

1. PRESENZA DEL PARCHEGGIO SU STRADA			
VARIABILE	VALORE	β	T-TEST
[SENER ET ALII (3)]			
1A: PRESENZA & TIPO (default: sosta vietata, donne, L.s. < 5 miglia)	in parallelo	- 0,422	- 4,35
	- uomo (8B)	- 0,125	- 1,77
	- 18/24 anni (8A)	+ 0,281	2,60
	- L.s. > 5 miglia (6B)	- 0,230	- 2,45
	stalli inclinati	- 0,190	- 2,98
	- uomo (8B)	- 0,125	- 1,77
- L.s. > 5 miglia (6B)	- 0,230	- 2,45	
1B: INDICE DI ROTAZIONE (default: basso)	moderato	- 0,264	- 3,15
	elevato - donna (8B)	- 0,490 - 0,401	- 3,09 - 2,22
1C: ESTENSIONE (default: ridotta, max 1 isolato)	moderata (2-4 isolati)	- 0,564	- 4,37
	lunga (5-7 isolati)	- 0,631	- 5,30
1D: T. OCCUPAZIONE (default: basso, <25%)	moderato (26-75%)	- 0,290	- 2,29
	elevato (76-100%)	- 0,959	- 7,04
[STINSON E BATH (6)] (*)			
1A: PRESENZA (default: sosta vietata)	sosta in parallelo	- 0,430	- 2,67
	- età [anni] (8A)	- 0,008	- 2,75
	- centro e periferia (8F)	+ 0,310	2,94
[JAIN E TIWARI (15)] (*)			
1A: PRESENZA (default: sosta vietata)	sosta consentita	- 1,420	- 3,75

Tabella IV Presenza del parcheggio su strada: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.

Ad esempio, per le donne sopra i 24 anni che compiono spostamenti non sistematici o sistematici di breve/media lunghezza (non oltre le 5 miglia, circa 8 km), il primo parametro nella **Tabella IV**, $\beta = -0,422$, indica una diminuzione del 42,2% dell'utilità associata al percorso in caso di presenza di auto in

sosta con stalli in parallelo rispetto ad una loro totale assenza. La disutilità associata alla presenza di parcheggi con stalli inclinati rispetto all'asse stradale è inferiore, come testimonia il coefficiente $-0,190$.

Per gli uomini con le medesime caratteristiche (over 24 anni e per spostamenti non sistematici o sistematici di breve/media lunghezza) vi è un'ulteriore diminuzione dell'utilità pari al 12,5%: $-0,422-0,125=-0,547$ (stalli in parallelo) e $-0,190-0,125=-0,315$. Quindi i ciclisti in generale preferiscono gli stalli inclinati a quelli in parallelo (che richiedono maggiori spazio di manovra e tempo di reazione), anche a causa della maggior vulnerabilità all'apertura delle portiere delle auto nei parcheggi in parallelo.

L'età (*codice 8A*, *Tabella III*) è uno dei fattori socio-economici la cui correlazione con la presenza di auto in sosta risulta statisticamente significativa, anche se solo nel caso di stalli in parallelo. In generale, i giovani accettano più volentieri veicoli parcheggiati lungo il proprio itinerario. Ad esempio, per le donne nella fascia d'età 18/24 la presenza di auto in sosta risulta meno negativa ($-0,422+0,281=-0,141$).

La sosta è infine più che un deterrente in presenza di spostamenti sistematici sulle lunghe distanze (L.s.>5 miglia), a causa probabilmente della prolungata e stressante attenzione richiesta ($\beta=-0,230$, indipendentemente dal tipo di stallo).



Figura 22 Parcheggi con tasso di occupazione elevato (a sinistra) e ridotto (a destra)

Dai risultati relativi alle altre caratteristiche dei parcheggi (1B, 1C, 1D), non solo la presenza di veicoli parcheggiati e la disposizione degli stalli contribuiscono alla disutilità di un itinerario, ma si registrano parametri molto negativi anche in corrispondenza di elevati *tassi di occupazione* (Figura 22) e *rotazione* e dell'*estensione* di tali aree di sosta. Dovrebbero quindi essere fatte alcune considerazioni volte quantomeno alla riduzione dei suddetti indici, ad esempio ampliando i limiti di tempo alla sosta (Figura 23).



Figura 23 La sosta a tempo limitato per le autovetture comporta elevati indici di rotazione ed un maggior rischio per i ciclisti

Nella **Tabella IV** sono riportate solo le correlazioni che si sono rivelate statisticamente significative; al contrario, quelle tra le suddette variabili dei parcheggi (1A-1D) e quelle relative al reddito e alla frequenza di utilizzo della bici (8C,8D), alle infrastrutture ciclabili (2A-2D) e alle caratteristiche fisiche/funzionali della strada (4,5) non sono risultate significative.

1.3.2 | Caratteristiche delle infrastrutture ciclabili

Relativamente a questa categoria di variabili i risultati ottenuti dalle diverse ricerche non sono univoci (**Tabella V**).

2. INFRASTRUTTURE CICLABILI			
VARIABILE	VALORE	β	T-TEST
[SENER ET ALII (3)]			
2A/2B: TIPO & LARGHEZZA (default: pista ciclabile di larghezza fra 1 e 2 m)	ampia (3,2 m) corsia ad uso promiscuo	+ 0,089	1,56
	ampia (>4,3 m) corsia ad uso promiscuo	+ 0,097	2,23
2C: CONTINUITÀ (default: pista discontinua)	pista continua	+ 0,859	9,72
	- <i>L.s. > 5 miglia (6B)</i>	+ 0,322	2,44
	- <i>sosta in parallelo (1A)</i>	- 0,249	- 3,08
[STINSON E BATH (6)] (*)			
2A: TIPO (default: pista assente)	ampia corsia uso prom.	+ 0,810	9,67
	- <i>età [anni] (8A)</i>	+ 0,010	5,36
	pista su strada	+ 2,070	36,63
	- <i>area urbana (8F)</i> - <i>sosta in parallelo (1A)</i>	+ 0,140 - 0,650	2,55 - 5,41
2C: CONTINUITÀ (default: interruzioni per min il 25% del percorso)	pista in sede propria	+ 1,780	30,31
	- <i>centro (8F)</i>	+ 0,260	4,47
2C: CONTINUITÀ (default: interruzioni per min il 25% del percorso)	continua (>75% percor)	+ 0,160	1,97
	- <i>strada quart./scor.(3A)</i>	+ 0,700	6,85
2D: PONTI E SOTTO/ SOVRAPPASSI (default: nessun tipo di separazione con le altre correnti)	presenza pista ciclabile	+ 0,980	14,70
	barriera di separazione o ponte ciclopedonale	+ 1,370	16,93
[MENGHINI ET ALII (4)]			
2C: CONTINUITÀ (default: discontinua)	continua	+ 0,400	1,88
[JAIN E TIWARI (15)] (*)			
2B: LARGHEZZA (default: ridotta, < 12 m)	larga (> 15 m)	+ 0,177	2,12
3E: DENSITA' PEDONI (default: scarsa)	elevata	+ 0,004	6,99

Tabella V Caratteristiche delle infrastrutture ciclabili: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.

Per SENER ET ALII (3) si studiano due variabili: la *tipologia di infrastruttura* (pista su corsia riservata, percorso promiscuo ciclabile-veicolare, percorso ciclo-pedonale), con relativa larghezza, e la continuità della stessa. I risultati di questo studio mostrano una, seppur leggera, preferenza dei ciclisti per una ampia corsia ad uso promiscuo rispetto alla pista ciclabile: apparentemente illogica, questa conclusione potrebbe riflettere la loro volontà di avere più libertà di manovra invece di essere “costretti” in una pista, oltre alla speranza di essere considerati come utenti legittimi della strada da parte degli automobilisti.

Viceversa, per HUNT E ABRAHAM (5), STINSON E BATH (6) e MENGHINI ET ALII (4) i risultati evidenziano una netta preferenza dei ciclisti per una pista ciclabile. Spesso però non è possibile utilizzare infrastrutture di questo tipo: il 72% dei ciclisti abituali intervistati nell'indagine texana di TORRANCE ET ALII (14) utilizza, almeno per una parte del proprio spostamento, archi stradali in cui non è previsto alcun tipo di pista adeguatamente segnalata (Figura 24).

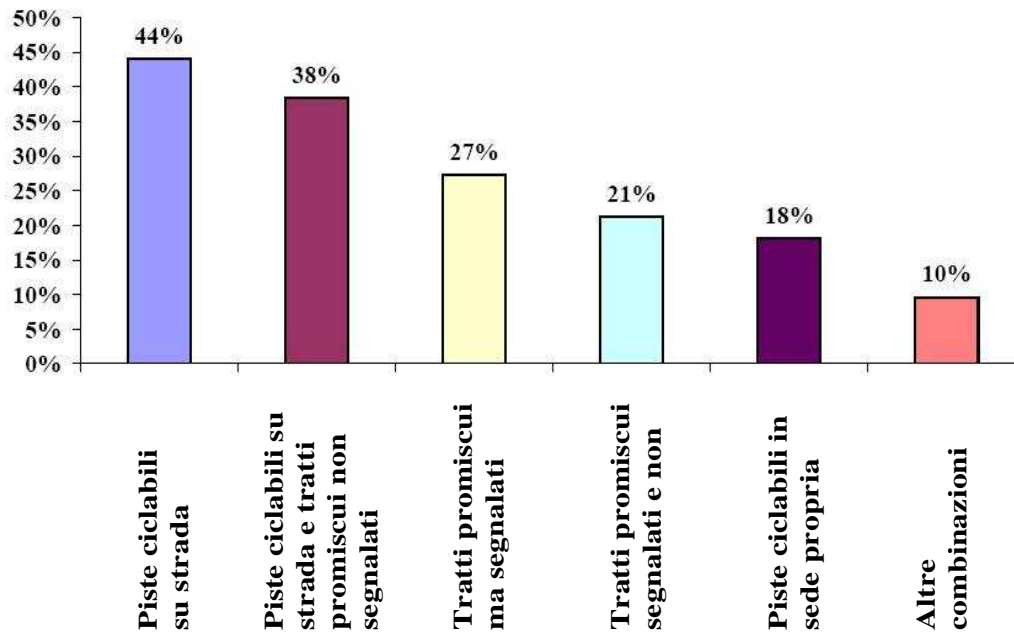


Figura 24 Tipologie di infrastrutture utilizzate dai ciclisti abituali [TORRANCE ET ALII (14)]

Da una indagine svolta in Québec [Vélo Québec Association (24)] su un campione di circa 2000 ciclisti, risulta che la costante realizzazione di nuove piste ciclabili ha come conseguenza un incremento della quota di utilizzo delle medesime: nel 2005 il 78% dei ciclisti (22 punti in più rispetto a 10 anni prima) ha fatto uso di una o più piste lungo il proprio itinerario, che però in molti casi (74%) includeva anche percorsi promiscui ciclabili/veicolari su strade con ridotti volumi di traffico. Un'altra nota positiva è la diminuzione di ciclisti che percorrono arterie molto trafficate: dal 31% del 1995 al 28% del 2005. Nella **Figura 25** i risultati del 2005 sono messi a confronto con quelli delle analoghe campagne datate 1995 e 2000.

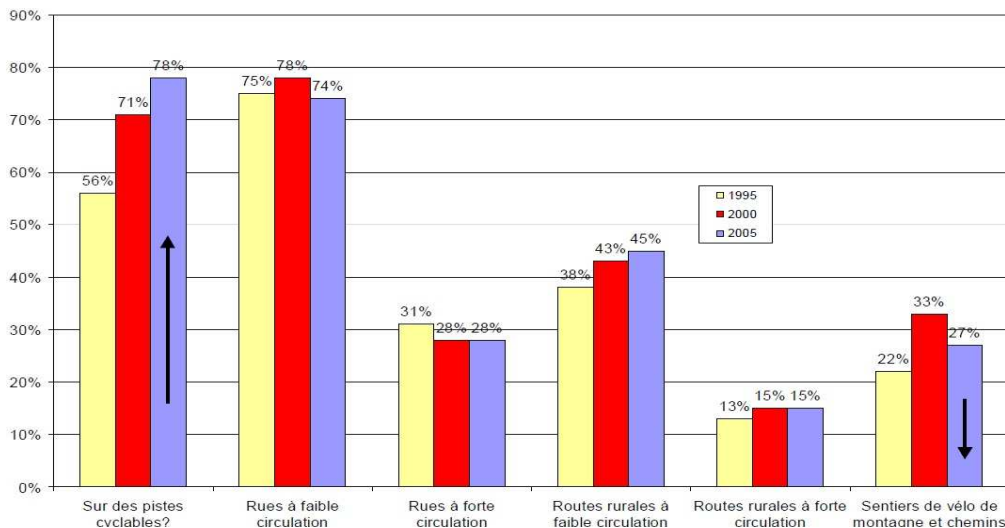


Figura 25 Tipologie di infrastrutture utilizzate dai ciclisti [V.Q.A. (24)]

In termini relativi la ripartizione corrisponde a quella mostrata nella **Figura 26**: quasi il 50% degli spostamenti in bicicletta avviene su piste ciclabili.

Ad ulteriore conferma, nello studio canadese [HUNT E ABRAHAM (5)] la correlazione tra i parametri relativi a strada e pista indica che un minuto speso da un ciclista in sede promiscua

ciclabile/veicolare è percepito circa 4,1 volte più oneroso rispetto ad un minuto su una pista. Analogamente, un minuto speso in un percorso ciclopedonale è circa 1,4 volte più oneroso del tempo su una pista (sia per il maggior rischio che per non poter tenere la velocità desiderata).

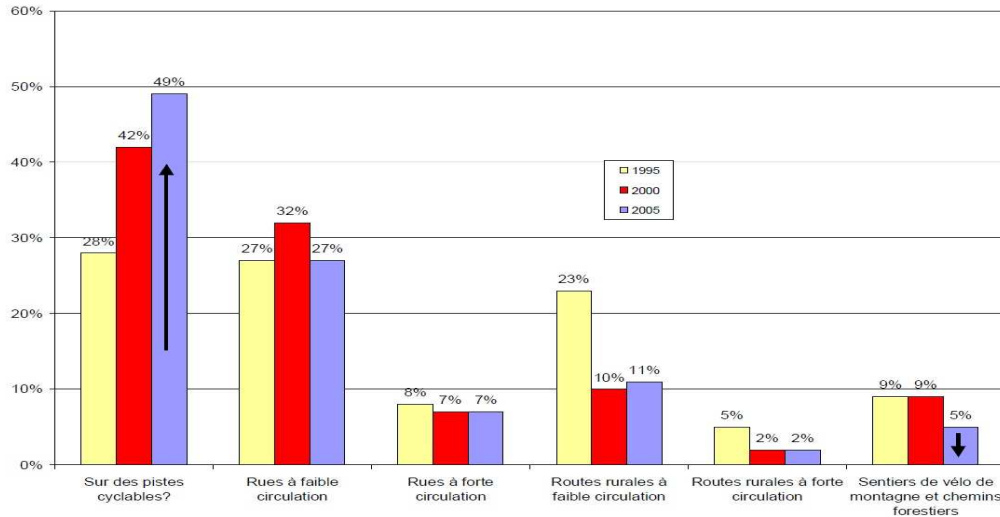


Figura 26 Percentuale degli spostamenti per tipo di infrastruttura [V.Q.A.(24)]

La separazione dagli altri flussi veicolari è ritenuta altresì importante in corrispondenza di particolari tratti della rete caratterizzati non di rado da sezioni trasversali differenti o da minor visibilità come ponti o sottopassi (*variabile 2D*). La presenza di una pista ciclabile oppure, ancora meglio, di una barriera o spartitraffico invalicabile contribuiscono notevolmente all'attrattività di un itinerario.

Risulta universale la preferenza dei ciclisti per la *continuità* (*variabile 2C*) dell'infrastruttura, soprattutto nel caso di lunghi spostamenti sistematici; il beneficio invece si riduce in presenza di parcheggi in parallelo e in strade di quartiere [SENER ET ALII (3), STINSON E BATH (6)].

In conclusione non sono numerosi gli studi che considerano il possibile intralcio dei *pedoni* su una pista. JAIN E TIWARI (15) hanno concluso che i ciclisti abituali, almeno in India, sono

tolleranti nei confronti dei pedoni: il valore del parametro è molto piccolo ma comunque positivo (+0,004, Tabella V).

1.3.3 | Classificazione della strada urbana

Tra gli studi esaminati solo quello texano di STINSON E BATH (6) analizza anche le differenti *tipologie di strada* (e non solo il volume e la velocità di traffico, come si vedrà nel paragrafo 1.3.5) che i ciclisti possono trovare in ambito urbano: assimilando il più possibile le strade americane a quelle italiane, il Codice della Strada distingue strade di scorrimento, di quartiere e locali (si escludono, per ovvi motivi, le autostrade urbane). Il primo dato riportato in Tabella VI, $\beta = -0,770$, mostra come gli utenti prediligano circolare lungo una strada locale rispetto ad una di quartiere, preferenza che diminuisce all'aumentare dell'età.

3. CLASSIFICAZIONE STRADA URBANA			
VARIABILE	VALORE	β	T-TEST
[STINSON E BATH (6)] (*)			
3A: TIPO (default: strada locale/residenziale)	di quartiere - età [anni] (8A)	- 0,770 + 0,008	- 6,66 3,49
	di scorrimento	- 1,760	- 21,46

Tabella VI Classificazione della strada in ambito urbano: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.

Molto elevato, e senza correlazioni significative con l'età, il parametro associato alle strade di scorrimento, che testimonia una netta avversione a questo tipo di arterie, caratterizzate spesso da elevati volumi di traffico.

1.3.4 | Caratteristiche fisiche della strada

I risultati relativi alla *topografia* del tracciato (*variabile 4A*) indicano che la maggioranza dei ciclisti, anche se maggiormente nel caso di spostamenti per svago e sport (81%) che sistematici (63%), preferisce percorsi dalla planimetria leggermente irregolare a quelli pianeggianti [SENER ET ALII (3), STINSON E BATH (6)]; percorsi di questo tipo sono meno monotoni, quindi più attrattivi (Tabella VII). Per lo studio basato sul metodo Delfi di MESCHER E SOULEYRETTE, citati in STINSON E BATH (6), la topografia è la variabile più importante (assieme al volume di traffico delle strade secondarie) nella scelta dell'itinerario.

Relativamente alla **presenza di intersezioni** (*variabile 4C*) lungo l'itinerario, SENER ET ALII (3) non ne considerano la tipologia, ma esclusivamente il numero. STINSON E BATH (6), all'opposto, differenziano quelle in cui il ciclista subisce un ritardo da quelle in cui possiede la precedenza, ma che costituiscono comunque un rischio; le intersezioni del primo caso vengono ulteriormente suddivise in semaforizzate e a precedenza.

I parametri relativi al suddetto attributo sono in genere negativi (Tabella VII), risultato che riflette la scarsa predisposizione dei ciclisti nei confronti di percorsi con un elevato numero di incroci, anche nel caso in cui stanno percorrendo l'arteria dotata di precedenza. E' da sottolineare come β per le intersezioni semaforizzate sia molto piccolo: $-0,089$ [STINSON E BATH (6)]. Il medesimo parametro ottenuto dalle rilevazioni GPS a Zurigo [MENGHINI ET ALII (4)] è addirittura positivo, $+0,090$: si può quindi concludere, almeno sulla base di questi studi, che l'influenza di un'intersezione semaforizzata sulla scelta dell'itinerario ciclabile sia molto modesta e che sia nettamente preferita a qualsiasi altro tipo di incrocio. Manca invece un qualsiasi accenno alle rotatorie, molto probabilmente perché si tratta di un tipo d'intersezione sempre più diffuso in molte nazioni ma non ancora negli Stati Uniti.

4. CARATTERISTICHE FISICHE STRADA			
VARIABILE	VALORE	β	T-TEST
[SENER ET ALII (3)]			
4A: TOPOGRAFIA (default: pianeggiante)	leggermente irregolare <i>- spost. non sistematico</i>	+ 0,226 + 0,376	1,68 2,59
	accidentata <i>- uomo (8B)</i> <i>- spost. non sistematico</i>	- 0,353 + 0,447 + 0,376	- 2,37 5,01 2,59
4C: N. INTERSEZION (SEMAFORIZ. O NO) (default: basso, 1-2)	medio (3-5) <i>- uomo (8B)</i>	- 0,513 + 0,202	- 6,22 2,04
	elevato (>5) <i>- uomo (8B)</i> <i>- uso frequente (8D)</i>	- 1,702 + 0,190 + 0,869	- 6,46 1,83 3,43
[STINSON E BATH (6)] (*)			
4A: TOPOGRAFIA (default: pianeggiante)	leggermente irregolare <i>- centro (8F)</i>	+ 0,210 - 0,200	3,71 - 2,37
	accidentata <i>- centro (8F)</i>	- 0,690 - 0,540	- 8,49 - 4,49
4B: TIPO PAVIMENTAZIONE (default: caratteristiche intermedie)	perfettamente liscia <i>- età [anni] (8A)</i>	+ 0,330 + 0,027	2,47 8,72
	sterrata o ghiaiosa <i>- età [anni] (8A)</i>	- 0,980 - 0,018	- 4,77 - 3,84
4C: INTERSEZIONI (SEMAFORIZ. O NO) (default: assenti)	intersezioni semaforizz. <i>- centro (8F)</i>	- 0,089 - 0,130	- 3,80 - 3,72
	inter. non semaforizzate senza precedenza	- 0,400	- 20,32
	inters. con precedenza <i>- centro e periferia (8F)</i> <i>- età [anni] (8A)</i>	- 0,620 + 0,450 - 0,006	- 4,78 5,06 - 2,71
[MENGHINI ET ALII (4)]			
4C: INTERSEZIONI	intersez. semaforizzate	+ 0,090	5,86
4D: PENDENZA MASSIMA	pendenza (%)	- 25,850	- 12,48
[JAIN E TIWARI (15)] (*)			
4A: TOPOGRAFIA (default: pianeggiante)	accidentata	- 0,143	- 2,91
4B: TIPO PAVIMENTAZIONE (default: buona)	cattiva	- 2,286	- 2,87

Tabella VII Caratteristiche fisiche della strada: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.

Come si vedrà in seguito nel capitolo dedicato al rischio percepito risulta però d'importanza fondamentale inserire anche le rotatorie nei futuri modelli di scelta dell'itinerario, in quanto esse, a seconda di come sono progettate e realizzate, costituiscono punti della rete stradale particolarmente pericolosi per i ciclisti.

Come si può notare dalle correlazioni significative, la presenza di intersezioni risulta meno fastidiosa per chi usa la bici frequentemente, ed in particolare per gli uomini. Per i ciclisti residenti in centro città aumenta la disutilità dovuta a quelle semaforizzate; al contrario essi provano una minore avversione nei confronti delle intersezioni in cui hanno la precedenza.

Infine sono preferite piste dotate di *pavimentazione (variabile 4B)* di buona qualità e liscia; la disutilità nei confronti di percorsi sconnessi o sterrati cresce anche con l'età.

1.3.5 | Caratteristiche funzionali della strada

I ciclisti, in particolare uomini e pendolari, preferiscono in generale percorsi con scarso traffico. Sulle lunghe distanze (L.s. > 5 miglia) e ancora di più in presenza di forti discontinuità delle piste, essi sono molto sensibili al *volume del traffico (variabile 5A)*, soprattutto pesante, a causa della lunga esposizione al rischio connesso (**Tabella VIII**). Per i ciclisti che usano la bici saltuariamente e per svago o acquisti, la disutilità legata a tale variabile è decisamente meno forte.

Gli utenti preferiscono inoltre strade nelle quali il differenziale di velocità fra loro e le altre componenti veicolari sia limitato. In altre parole, i ciclisti abituali ed esperti che viaggiano a velocità sostenuta accettano di buon grado che anche i veicoli a motore con cui condividono la carreggiata procedano celermente, in modo da evitare intralci.

5. CARATTERISTICHE FUNZIONALI STRADA			
VARIABILE	VALORE	β	T-TEST
[SENER ET ALII (3)]			
5A: VOLUME DI TRAFFICO (default: ridotto)	moderato	- 0,726	- 5,99
	- uomo (8B)	- 0,239	- 2,15
	- spost. non sistematici	+ 0,390	+ 3,73
	elevato	- 2,128	- 16,58
	- uomo (8B)	- 0,239	- 2,15
	- spost. non sistematici	+ 0,390	+ 3,73
	- L.s. > 5 miglia (6B)	- 0,493	- 3,08
	- pista discontinua (2C)	- 0,512	- 2,93
5B: VELOCITÀ VEICOLI A MOTORE (default: < 30 km/h)	moderata (30-55)	- 0,742	- 3,00
	- uso frequente (8D)	+ 0,605	+ 2,36
	- L.s. > 5 miglia (6B)	+ 0,455	+ 3,29
	elevata (>55 km/h)	- 1,559	- 6,65
	- uso frequente (8D)	+ 0,642	+ 2,65
	- L.s. > 5 miglia (6B)	+ 0,423	+ 3,05

Tabella VIII Caratteristiche funzionali della strada: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.

Come riportato sempre in **Tabella VIII**, se globalmente il parametro $\beta = -0,742$ [SENER ET ALII (3)] indica un contributo negativo all'utilità di una velocità moderata (compresa fra 30 e 55 km/h), limitandoci ai ciclisti che usano la bici frequentemente esso si riduce bruscamente: $\beta = -0,742 + 0,605 = -0,137$. Se inoltre consideriamo, fra questi ultimi, coloro che compiono spostamenti sistematici di lunghezza (L.s.) superiore alle 5 miglia, il parametro diventa positivo: $\beta = -0,137 + 0,455 = +0,318$. Lo stesso discorso non vale per velocità superiori ai 55 km/h: il differenziale è troppo alto, evidentemente come il rischio percepito.

1.3.6 | Caratteristiche operative della strada

Il tempo di viaggio è uno degli attributi che più influenzano la scelta dell'itinerario da parte del ciclista, in particolare nel caso degli spostamenti sistematici.

L'importanza del sopracitato attributo è evidente scorrendo i dati riportati in Tabella IX. Il parametro β è negativo, cioè all'aumentare del tempo cresce la disutilità dell'alternativa, e altamente significativo per numerosi studi [SENER ET ALII (3), MENGHINI ET ALII (4), HUNT E ABRAHAM (5), STINSON E BATH (6)]. I ciclisti preferiscono dunque tempi di viaggio molto ridotti, in particolare i giovani.

6. CARATTERISTICHE OPERATIVE STRADA			
VARIABILE	VALORE	β	T-TEST
[SENER ET ALII (3)]			
6A: TEMPO DI VIAGGIO	tempo (minuti) - 18/34 anni (8A)	- 0,068 - 0,052	- 7,21 - 4,07
[HUNT E ABRAHAM (5)] (*)			
6A: TEMPO DI VIAGGIO	corsia promiscua	- 0,056	10,40
	- uso frequente	- 0,046	3,50
	- uso bici saltuario	- 0,049	1,80
	- elevato comfort	- 0,024	2,00
	- scarso comfort	- 0,067	5,20
	pista ciclabile	- 0,013	3,10
	- uso frequente	- 0,002	0,30
	- uso bici saltuario	- 0,040	1,90
	- elevato comfort	- 0,012	2,00
	- scarso comfort	- 0,023	2,40
	percorso ciclo-ped.	- 0,019	4,50
	- uso frequente	- 0,023	3,40
	- uso bici saltuario	- 0,006	0,30
	- elevato comfort	- 0,020	1,70
	- scarso comfort	- 0,007	0,80
[STINSON E BATH (6)] (*)			
6A: TEMPO DI VIAGGIO	tempo (minuti)	- 0,150	- 13,18
	- centro (8F)	- 0,031	- 5,37
	- strada quart./scor.(3A)	- 0,016	- 5,54
	- età [anni] (8A)	+ 0,001	4,11
	- ponte con pista (2D)	+ 0,016	3,92
[MENGHINI ET ALII (4)]			
6B: LUNGHEZZA ITINERARIO	lunghezza (metri)	- 2,990	- 11,84

Tabella IX Caratteristiche operative della strada: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spostam. sistematici e relativa lunghezza L.s.

Volendo comparare questa variabile con quelle precedenti in base al loro peso sull'utilità di un itinerario, si deve operare una modifica ai parametri β inseriti nella **Tabella IX**. Come si può notare, i valori assoluti sono apparentemente molto bassi: la ragione è che tali parametri si riferiscono al peso di ogni minuto supplementare, di conseguenza si deve moltiplicare il valore di β per la durata complessiva del viaggio. Ad esempio, considerando il campione di ciclisti texani, **SENER ET ALII (3)** stabiliscono una durata media, per uno spostamento sistematico, di 30 minuti: si ottiene così $30' \times -0,068 = -2,040$.

In termini percentuali, questo dato si traduce in un effetto negativo a causa di lunghi tempi di spostamento per l'80% degli intervistati dai 35 anni in su e per il 93% di coloro con meno di 35 anni. **STINSON E BATH (6)**, oltre a confermare la correlazione con l'età (+0,001 per ogni anno in più), evidenziano come il tempo è ritenuto ancora più negativo dai residenti in aree urbane e nel caso si percorrano strade più trafficate; al contrario la disutilità è minore se sono presenti sotto/sovrappassi dotati di un qualche tipo di pista.

MENGHINI ET ALII (4), nella loro indagine zurighese, considerano invece la lunghezza dell'intero percorso, ipotizzando che il tempo dipenda esclusivamente dalla velocità propria del ciclista. In altri termini, il tempo viene considerato indipendente dai flussi (sia delle altre biciclette che dei veicoli a motore), assumendo quindi che per il trasporto ciclabile la rete possa considerarsi non congestionata. Dalle rilevazioni GPS risulta che nel 36% dei casi i ciclisti della città elvetica scelgono l'alternativa più breve. Perviene ad un risultato simile anche uno studio svolto da **AULTMAN-HALL ET ALII**, citati in **VAN HOUTTE ET ALII (12)**, su un campione di ciclisti canadese: il 58% degli utenti sistematici sceglie l'itinerario di minor lunghezza.

La sola indagine, fra le precedentemente nominate, in controtendenza è quella di **MESCHER E SOULEYRETTE**, citati in

STINSON E BATH (6), basata sul metodo Delfi: il tempo è la variabile meno importante nella scelta dell'itinerario.

1.3.7 | Disponibilità di attrezzature o servizi

Nonostante i ciclisti siano sensibili alle dotazioni presenti a destinazione o a servizi ed attrezzature eventualmente disponibili lungo il percorso (*variabile 7A*), non sono molti gli studi che prendono in considerazione questo attributo. L'attrezzatura più importante è la presenza di un parcheggio (ancor più se l'area è sorvegliata), che può incidere non solo sulla scelta dell'itinerario ma anche su quella modale. Altri servizi possono essere la disponibilità di docce e armadietti/depositi sicuri a destinazione, attrezzature per disabili, trasporto bici su mezzo pubblico ecc.

7. ATTREZZATURE (A DESTINAZIONE)			
VARIABILE	VALORE	β	T-TEST
[HUNT E ABRAHAM (5)] (*)			
7A: PARCHEGGIO (default: assenza di parcheggio)	parcheggio disponibile	+ 1,459	13,60
	- < 18 anni	+ 2,143	4,80
	- 18-27 anni	+ 1,596	10,30
	- 28-40 anni	+ 1,244	7,30
	- > 40 anni	+ 1,288	5,40
Costo bici (8G) economica: < 400 \$ costosa: 900-1'300 \$	- bici economica	+ 1,253	8,90
	- bici costosa	+ 1,803	4,70
7A: DOCCE (default: assenza di docce)	docce disponibili	+ 0,197	2,10

Tabella X Attrezzature e servizi presenti a destinazione: parametri β , t-test e correlazioni significative; (*) solo spost. sistematici e relativa lunghezza L.s.

I parametri β positivi (Tabella X) ottenuti dall'indagine canadese di HUNT E ABRAHAM (5) dimostrano come la presenza di rastrelliere, magari in corrispondenza anche di soste intermedie, può indurre

l'utente a scegliere un percorso piuttosto che un altro. In particolare, il peso sull'utilità è molto elevato per i ciclisti più giovani (+2,143) e nel caso di bici di costo medio-alto (+1,803). L'altra voce presente nei sopracitati questionari era la presenza di docce a destinazione: anche in tal caso il parametro è positivo, seppur più modesto (+0,197).

Altri sondaggi, pur non direttamente collegati alla scelta dell'itinerario, mettono in luce la diffusione delle attrezzature a cui si accennava sopra, chiedendo ai ciclisti quali di queste sono presenti lungo il loro percorso o a destinazione. I risultati dell'indagine condotta nel Texas [TORRANCE ET ALII (14)] sono mostrati nella **Figura 27**. Le rastrelliere sono di gran lunga le dotazioni più comuni, come dichiarato da 2 intervistati su 3.

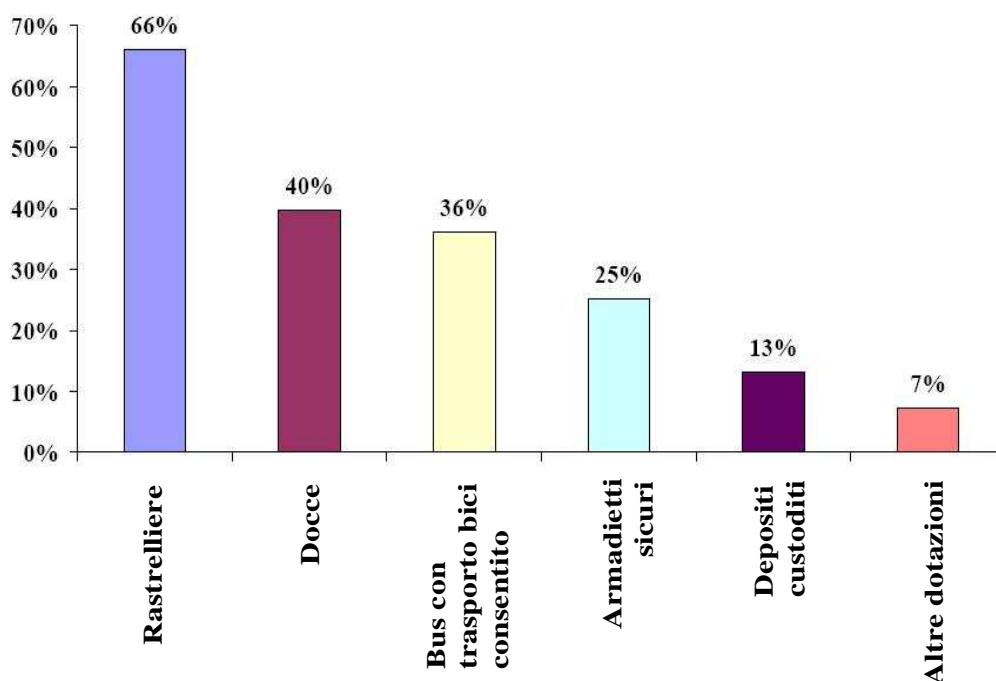


Figura 27 Tipologie di dotazioni e servizi [TORRANCE ET ALII (14)]

Per quanto riguarda la ricerca nel Québec [V.Q.A. (24)], se al primo posto vi è una rete ciclabile più sviluppata, i ciclisti dichiarano che utilizzerebbero maggiormente la bici se ci fossero più parcheggi

sorvegliati (in particolare gli utenti abituali, 24%), servizi rivolti ai ciclisti e docce (Figura 28).

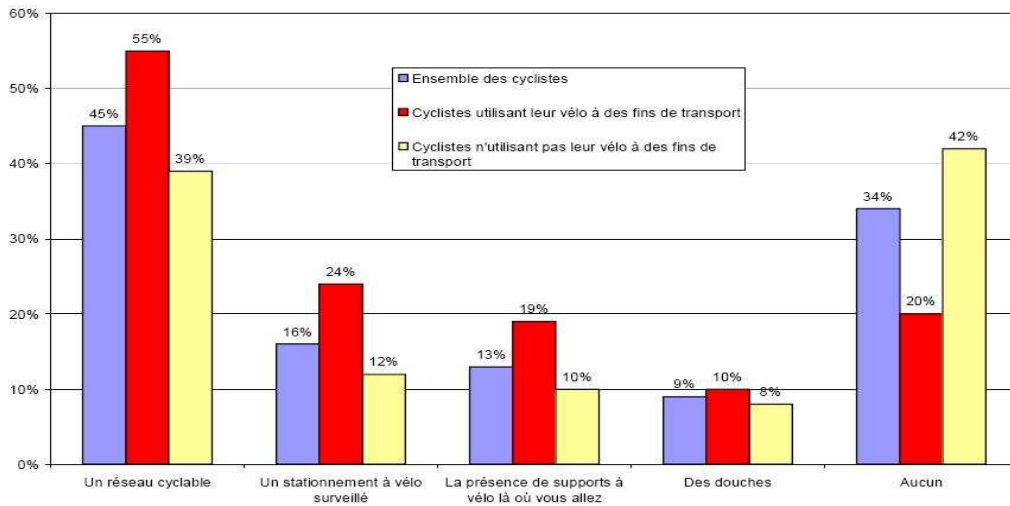


Figura 28 Dotazioni/servizi che spingerebbero all'uso della bici [V.Q.A. (24)]

Nello studio indiano di JAIN E TIWARI (15), infine, viene evidenziato come solo il 28% di negozi e supermercati e il 50% dei posti di lavoro possiedano un parcheggio sicuro, contro un ben superiore 90% delle scuole.

1.3.8 | Valore monetario del tempo

Un altro dato sul quale è interessante soffermarsi, e che in definitiva costituisce un altro modo di interpretare i risultati appena esposti, è quello di cosa i ciclisti che eseguono spostamenti sistematici sarebbero disposti a fare per usufruire di infrastrutture migliori. Ad esempio, per SENER ET ALII (3), fissato per i ciclisti un valore monetario del tempo (*Value of Time*, VT) pari a 12,19 \$ all'ora, circa 10€/h, i coefficienti positivi della Tabella XI indicano quanto tempo (o soldi) in più il ciclista sarebbe disposto a viaggiare (o sborsare) per evitare alcune situazioni, mentre quelli negativi rappresentano quanto tempo (o soldi) in più il ciclista sarebbe disposto a viaggiare (o sborsare) per averle a disposizione.

Spostamenti sistematici [VT = 12,19 \$ / h]	valore temporale (minuti)		valore monetario (dollari)	
	Ls.< 5mls	Ls. > 5mls	Ls.< 5mls	Ls. > 5mls
Parcheggi paralleli	+ 6,21	+ 9,59	+ 1,26	+ 1,95
Parcheggi inclinati	+ 2,79	+ 6,18	+ 0,57	+ 1,25
Rotazione P moderata	+ 3,88		+ 0,79	
Rotazione P elevata	+ 13,10		+ 2,66	
Estensione P moderata	+ 8,29		+ 1,69	
Estensione P lunga	+ 9,28		+ 1,89	
Occupazione P moderata	+ 4,26		+ 0,87	
Occupazione P elevata	+ 14,10		+ 2,87	
No pista, ma ampia (3,2 m) corsia promiscua	- 1,31		- 0,27	
No pista, ma ampia (>4,3 m) corsia promisc.	- 1,43		- 0,29	
Pista continua	- 12,63	- 17,37	- 2,57	- 3,53
Topografia ondulata	- 3,32		- 0,68	
Topografia accidentata	+ 5,19		+ 1,05	
3-5 intersezioni	+ 7,54		+ 1,53	
> 5 intersezioni	+ 25,03		+ 5,09	
Traffico moderato	+ 10,68	+ 10,68	+ 2,17	+ 2,17
Traffico elevato	+ 31,29	+ 38,54	+ 6,36	+ 7,83
Velocità moderata	+ 10,91	+ 4,22	+ 2,22	+ 0,86
Velocità elevata	+ 22,93	+ 16,71	+ 4,66	+ 3,39

Tabella XI Valori monetari del tempo; VT=Value of Time; L.s.=lunghezza spostamento sistematico [SENER ET ALII (3)]

Ad esempio, sulla breve o media distanza (< 5 miglia, equivalente a circa 8 km), gli utenti abituali sarebbero disposti a impiegare circa 6 minuti in più (equivalente a 1,26 \$) per evitare parcheggi in parallelo sul proprio cammino. In accordo con quanto già detto, il volume di traffico risulta uno dei fattori per la cui riduzione i ciclisti sarebbero disposti a “pagare” di più: in particolare, oltre 31 minuti (o 6,36 \$) per i brevi spostamenti sistematici, quasi 39 (o 7,83 \$) per quelli lunghi (Tabella XI). Lo studio in questione è, come mostrato in precedenza, il solo per cui è preferito un percorso promiscuo ad una pista ciclabile vera e propria: ecco spiegato il motivo dei coefficienti di color verde in corrispondenza della tipologia di infrastruttura.

1.3.9 | Conclusioni

L'analisi complessiva dei parametri β mostrano che i ciclisti preferiscono:

a) itinerari la cui lunghezza non risulti eccessiva rispetto a quelli che loro percepiscono come più brevi così da contenere il tempo di viaggio, specialmente nel caso degli utenti più giovani e in presenza di percorsi promiscui;

b) percorsi con scarso traffico veicolare, soprattutto gli utenti di sesso maschile che eseguono spostamenti sistematici su lunghe distanze e in presenza di piste discontinue;

c) archi dotati di piste ciclabili, meglio se su corsia riservata piuttosto che in sede propria; preferenza che si accentua ulteriormente nei centri città rispetto alle aree suburbane e rurali e tra i giovani, perché i ciclisti più anziani optano per percorsi promiscui con corsie di una certa ampiezza;

d) una netta separazione dalle altre correnti veicolari in corrispondenza di cavalcavia e sottopassi;

e) itinerari lungo strade residenziali o di quartiere essendo ritenute troppo pericolose quelle di scorrimento a causa del maggior differenziale di velocità con le altre tipologie veicolari;

f) impegnare il minor numero possibile di intersezioni, anche quando percorrono il ramo dotato di precedenza, in particolare gli anziani; l'avversione nei confronti degli incroci è più modesta se l'intersezione è regolata da semaforo e se lo spostamento avviene nel centro città;

g) percorsi lungo i quali il differenziale tra la loro velocità e quella dei veicoli a motore sia contenuto; gli utenti esperti che compiono spostamenti sistematici, specialmente su lunghe distanze, preferiscono velocità moderate (30-55 km/h) a valori troppo bassi;

i) itinerari dotati di piste continue, in particolare nel caso di lunghi spostamenti; preferenza che si riduce in presenza di auto in sosta;

l) strade nelle quali è limitata o non consentita la sosta alle autovetture, specialmente in presenza di stalli paralleli all'asse della carreggiata (ritenuti più rischiosi) e comunque caratterizzati da modeste estensioni, ridotti indici di rotazione e occupazione; avversione più acuta tra gli uomini (e gli anziani) e nel caso di spostamenti su lunghe distanze;

h) percorsi che prevedano rastrelliere (eventualmente sorvegliate), armadietti/depositi, docce, mezzi pubblici con possibilità di trasporto bici e altri servizi specialmente a destinazione, ma anche in corrispondenza di soste intermedie (negozi, uffici...); in particolare sono più sensibili a questo aspetto i ragazzi o chi possiede una bici costosa;

m) archi con pavimentazione di buona qualità, meglio se liscia, sicuramente non sterrata o ghiaiosa;

n) itinerari con topografia leggermente irregolare piuttosto che perfettamente pianeggianti, ma privi di pendenze troppo accentuate.

1.4 | Rischio percepito dal ciclista

Nel trattare le variabili che influiscono sulla scelta dell'itinerario, si è accennato come alcune di esse, ad esempio il volume di traffico e la velocità dei veicoli a motore, la tipologia di intersezioni, la presenza di infrastrutture ciclabili o di parcheggi lungo il percorso, possano costituire fonti di pericolo per chi si sposta in bicicletta. Il *rischio*, cioè la possibilità che una persona sia danneggiata da un particolare pericolo, è composto da due aliquote: una oggettiva, ovvero reale, e una soggettiva. Quest'ultima è denominata **rischio percepito** e indica la valutazione individuale del pericolo, in altri termini della probabilità che un evento si possa verificare e dell'entità delle conseguenze che ciò comporterebbe. La differenza fra rischio reale e rischio percepito costituisce la soddisfazione dell'utente [ZUCKERMAN 1994, citato in BERTONI (25)].

Nonostante l'importanza del rischio nella scelta dell'itinerario da parte dei ciclisti, non sempre questo viene considerato esplicitamente, bensì in modo indiretto oppure all'interno dei report periodici sull'incidentalità. Questi ultimi naturalmente registrano i dati oggettivi dei pericoli connessi alla mobilità e alle conseguenze più gravi, in termini soprattutto di persone decedute e ferite.

E' ormai accertato che negli ultimi anni il numero complessivo di vittime di incidenti stradali sia in costante diminuzione. Nel 2010, nei 27 stati dell'Unione Europea (Tabella XII) si sono registrati circa 31 mila decessi, con una flessione negativa del 42,8% rispetto al 2001 (oltre 54 mila) e del 10,8% rispetto al 2009 (35 mila). L'Italia, con 4090 morti sulle strade, è in linea con la variazione decennale europea (-42,4% rispetto a -42,8%).

CAPITOLO 1 Analisi bibliografica sulla scelta dell'itinerario ciclabile

PAESI UE27	Valori assoluti			Variazioni percentuali (b)	
	2001	2009	2010	2010/2001	2010/2009
Austria	958	633	552	-42,4	-12,8
Belgio	1.486	944	840	-43,5	-11,0
Bulgaria	1.011	901	775	-23,3	-14,0
Cipro	98	71	60	-38,8	-15,5
Danimarca	431	303	265	-38,5	-12,5
Estonia	199	100	78	-60,8	-22,0
Finlandia	433	279	270	-37,6	-3,2
Francia	8.162	4.273	3.992	-51,1	-6,6
Germania	6.977	4.152	3.651	-47,7	-12,1
Grecia	1.880	1.456	1.281	-31,9	-12,0
Irlanda	411	238	212	-48,4	-10,9
Italia	7.096	4.237	4.090	-42,4	-3,5
Lettonia	558	254	218	-60,9	-14,2
Lituania	706	370	300	-57,5	-18,9
Lussemburgo	70	48	32	-54,3	-33,3
Malta	16	21	15	-6,3	-28,6
Olanda	1.083	720	640	-40,9	-11,1
Polonia	5.534	4.572	3.907	-29,4	-14,5
Portogallo	1.670	840	845	-49,4	0,6
Regno Unito	3.598	2.337	1.943	-46,0	-16,9
Repubblica Ceca	1.334	901	802	-39,9	-11,0
Romania	2.454	2.796	2.377	-3,1	-15,0
Slovacchia	625	385	353	-43,5	-8,3
Slovenia	278	171	138	-50,4	-19,3
Spagna	5.517	2.714	2.470	-55,2	-9,0
Svezia	531	341	266	-49,9	-22,0
Ungheria	1.239	822	739	-40,4	-10,1
UE27	54.355	34.879	31.111	-42,8	-10,8

Tabella XII Morti in incidenti stradali nell'UE27 nel 2010 [ACI e ISTAT (18)]

Code	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Average annual % change
FI	59	53	39	26	43	29	22	18	20	-14.1%
LT*			85	87	85	68	73	38	34	-11.2%
SK**		61	71	65	54	48	56	23	20	-10.2%
LV	43	33	43	30	31	33	18	15	26	-9.6%
EE	18	19	15	9	12	18	14	10	7	-8.1%
EL	29	14	21	24	18	21	16	22	15	-7.7%
FR	256	223	201	177	180	181	142	148	162	-7.5%
SE	42	37	35	27	38	26	33	30	20	-6.8%
BE	128	105	109	78	71	91	90	86	86	-6.7%
HU	196	178	178	182	151	151	157	109	103	-6.4%
IL	161	147	133	140	134	112	120	100	100	-5.9%
ES	100	96	78	88	82	72	90	59	56	-5.9%
DK	56	52	47	53	41	31	54	54	25	-5.6%
BG	55	49	45	56	57	42	48	35	29	-5.1%
CZ	141	160	159	131	115	110	116	93	84	-4.8%
DE	635	583	616	475	575	486	425	456	462	-4.8%
NL	195	169	188	157	151	179	147	145	138	-4.2%
PT	50	58	63	47	48	40	34	42	29	-4.2%
PL	610	681	647	691	603	509	498	433	371	-3.8%
IT	366	317	350	319	331	307	349	288	294	-2.7%
AT	55	80	56	58	47	48	37	62	39	-2.4%
IE	12	18	11	11	10	9	15	13	7	-2.2%
UK	140	133	116	136	152	147	138	117	104	-1.8%
CH	38	26	48	42	37	35	30	27	54	-0.6%
SI	17	18	14	21	18	14	17	16	18	-0.2%
RO	145	132	156	130	206	198	179	179	157	3.0%
CY	1	3	2	2	1	2	3	6	0	
LU	1	1	0	0	1	0	0	0	2	
MT				1	0	1	0	0	1	
NO	6	12	14	10	7	8	7	10	9	
EU27***	3,411	3,269	3,259	2,992	3,034	2,791	2,695	2,453	2,272	-4.3%

Tabella XIII Ciclisti deceduti nell'Unione Europea e riduzione media annuale nel periodo 2001-2009 [E.T.S.C. (28)]

La **Tabella XIII** mostra come, negli stessi paesi, nel 2009 siano deceduti 2272 ciclisti, 1139 in meno rispetto al 2001, con una riduzione media annua del 4,3%; rapportati alle quasi 35 mila vittime della strada del 2009, equivale a circa il 6,5% del totale (**Figura 29**).

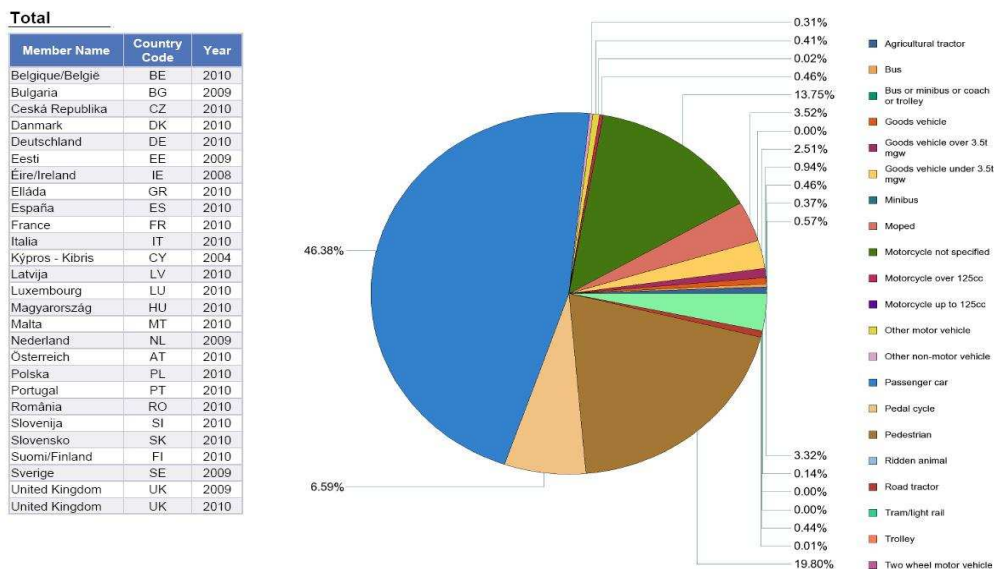


Figura 29 Percentuali di decessi per tipologia di veicolo nell'UE27 [E.T.S.C. (28)]

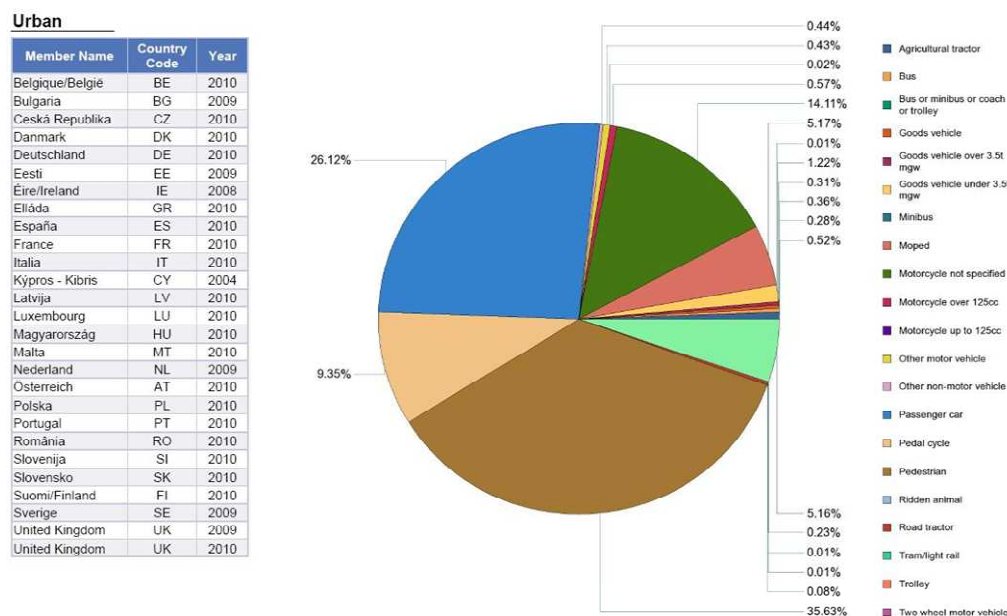


Figura 30 Percentuali di decessi per tipologia di veicolo in ambito urbano nell'UE27 [E.T.S.C. (28)]

Sempre in Europa, le aree urbane risultano più pericolose per chi effettua spostamenti in bicicletta. Il raffronto col dato generale, che include anche le strade extraurbane, evidenzia come la quota di decessi sia più elevata in città: quasi 10 vittime su 100 sono ciclisti (Figura 30). Anche l'altra componente "debole", quella pedonale, vede aumentare la propria quota dall'analisi complessiva a quella urbana: dal 20% circa ad oltre il 35%.

Come già riportato precedentemente, in Italia i decessi sulle strade nel 2010 ammontava a 4090 unità, il 69,3% dei quali, pari a 2837, erano conducenti. Limitando l'analisi a questi ultimi, dalla Tabella XIV emerge che 1295 (45,6% del totale) erano automobilisti e 263 (9,3%) ciclisti. Nell'analogo periodo di riferimento, il numero di conducenti feriti in Italia si è attestato a 208071, di cui 117608 (56,5% del totale) in autovettura e 14472 (7,0%) in bici.

CATEGORIA DI VEICOLO	Morti			Feriti		
	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale
Autovetture	1.083	212	1.295	71.556	46.052	117.608
Autocarri e motocarri	161	1	162	6.982	486	7.468
Biciclette	215	48	263	9.652	4.820	14.472
Ciclomotori	175	17	192	14.973	5.048	20.021
Motocicli	865	24	889	41.257	5.233	46.490
Quadricicli	7	2	9	331	163	494
Altri veicoli	27	-	27	1.088	430	1.518
Totale	2.533	304	2.837	145.839	62.232	208.071

Tabella XIV Numero di conducenti infortunati in Italia nel 2010 per categoria di veicolo [ACI e ISTAT (18)]

Anche nel nostro paese l'automobile resta il veicolo maggiormente coinvolto in sinistri stradali: su quasi 400 mila mezzi coinvolti in incidenti nel 2010, nel 67,8% dei casi (267481 unità) si tratta di un'autovettura, come è indicato nella successiva Tabella XV. Le biciclette incidentate risultano invece 15565, equivalente al 3,9% del totale. L'ultimo dato che emerge dalla medesima tabella è il numero complessivo (conducenti più passeggeri) di deceduti e infortunati nel 2010 in Italia: 3476 e 281368 rispettivamente. In particolare, i ciclisti sono 263 e 14655.

Per un confronto fra le differenti tipologie di veicoli, sono esclusi da questa analisi i pedoni: nel 2010 ne sono morti 614, valore che sommato ai 3476 conducenti e passeggeri consente di riottenere il già citato 4090.

CATEGORIA DI VEICOLO	Valori assoluti			Composizioni percentuali		
	Veicoli	Morti	Feriti	Veicoli	Morti	Feriti
Autovetture	267.481	1.817	178.309	67,8	52,3	63,4
Autocarri e motocarri	27.346	202	10.144	6,9	5,8	3,6
Biciclette	15.565	263	14.655	3,9	7,6	5,2
Ciclomotori	22.208	203	21.940	5,6	5,8	7,8
Motocicli	52.159	943	52.026	13,2	27,1	18,5
Quadricicli	744	10	625	0,2	0,3	0,2
Altri veicoli	9.181	38	3.669	2,3	1,1	1,3
Totale	394.684	3.476	281.368	100,0	100,0	100,0

Tabella XV Veicoli coinvolti, morti e feriti per categoria di veicolo nel 2010 [ACI e ISTAT (18)]

I conducenti e i passeggeri morti sulle auto sono pari al 52,3% del totale (e quasi i due terzi dei feriti). Nonostante le biciclette siano solo il 3,9% dei veicoli incidentati, i ciclisti deceduti rappresentano il 7,6% dei morti (e il 5,2% dei feriti). Questa percentuale dimostra come, in caso di sinistro, i ciclisti siano più vulnerabili rispetto agli altri utenti della strada.

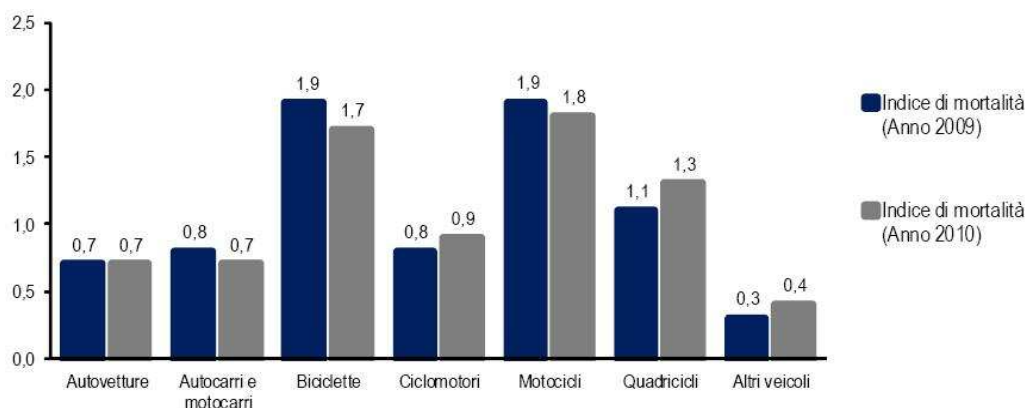


Figura 31 Indici di mortalità per categoria di veicolo [ACI e ISTAT (18)]

Dalla **Figura 31** emerge infatti che gli indici di mortalità (rapporto fra il numero dei decessi e il numero dei veicoli incidentati

moltiplicato per cento) più elevati si registrano per biciclette e motocicli, seppur in lieve calo rispetto al 2009. Nel 2010 sulle strade italiane sono quindi rimasti feriti quasi 15 mila ciclisti e ne sono deceduti 263, ovvero più di due ogni tre giorni.

Limitandoci al territorio del Comune di Bologna, i report periodici sull'incidentalità stradale (Tabella XVI) indicano come spostarsi in bicicletta rimanga ancora eccessivamente rischioso.

Tipo di veicolo	Veicoli coinvolti (1)					Persone morte					Persone ferite				
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Totale Autovetture	3.141	3.085	2.720	2.508	2.406	7	2	3	3	4	1.479	1.477	1.193	1.115	1.164
Totale Autobus	59	71	59	59	71	0	0	0	0	0	52	42	38	58	57
Totale veicoli pesanti trasporto merci	393	401	372	279	284	3	2	1	0	0	112	106	94	71	79
Bicicletta	193	207	215	191	189	4	2	2	7	3	175	190	200	166	171
Totale ciclomotori e motocicli	1.460	1.480	1.371	1.230	1.065	9	16	7	7	11	1.390	1.422	1.321	1.198	1.018
Totale altri veicoli	73	82	76	64	76	0	0	0	0	0	11	15	21	16	18
Veicoli oltre il terzo coinvolto	126	92	59	44	69	0	0	0	0	1	27	34	0	8	7
Totale	5.445	5.418	4.872	4.375	4.160	23	22	13	17	19	3.246	3.286	2.867	2.632	2.514

Tabella XVI Veicoli coinvolti in incidenti e persone infortunate per tipo di veicolo a Bologna dal 2006 al 2010 (pedoni esclusi) [COMUNE DI BOLOGNA (17)]

Nel 2010, anche con un numero di incidenti in diminuzione, nel capoluogo emiliano le biciclette coinvolte in sinistri con infortunati o decessi sono state 189 (Figura 32), quota praticamente costante rispetto all'anno precedente (che aveva registrato un numero "contenuto" di feriti ma un picco di decessi, 7). L'automobile, con 2406 unità coinvolte, è il veicolo più incidentato (Tabella XVII).

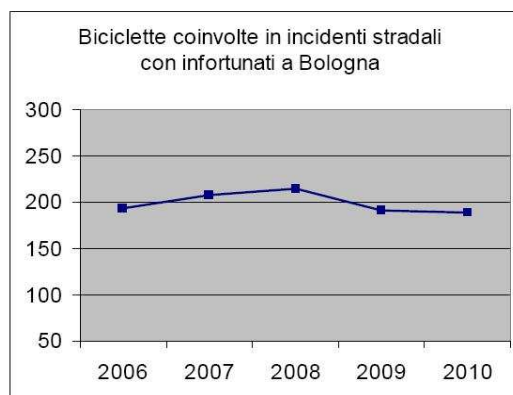


Figura 32 Andamento del numero di biciclette coinvolte in sinistri a Bologna fra il 2006 e il 2010 [COMUNE DI BOLOGNA (17)]

CAPITOLO 1 Analisi bibliografica sulla scelta dell'itinerario ciclabile

				(2)
Tipo di veicolo	Veicoli coinvolti (1)	Persone morte	Persone ferite	
Autovettura privata	2.361	4	1.137	
Autovettura pubblica	28	0	10	
Autovettura di soccorso o di polizia	17	0	17	
Totale Autovetture	2.406	4	1.164	
Autobus o filobus in servizio urbano	44	0	34	
Autobus di linea o non di linea in extraurbana	27	0	23	
Totale Autobus	71	0	57	
Autocarro	252	0	75	
Autotreno con rimorchio	9	0	1	
Autosnodato o autoarticolato	23	0	3	
Totale veicoli pesanti trasporto merci	284	0	79	
Bicicletta	189	3	171	
Ciclomotore	345	2	324	
Motociclo a solo	611	7	559	
Motociclo con passeggero	109	2	135	
Totale ciclomotori e motocicli	1.065	11	1.018	
Veicolo speciale	26	0	9	
Trattore stradale o motrice	8	0	2	
Trattore agricolo	1	0	0	
Motocarro o motofurgone	1	0	0	
Veicolo ignoto perché datosi alla fuga	31	0	0	
Quadriciclo leggero	9	0	7	
Totale altri veicoli	76	0	18	
Totale veicoli fino al terzo veicolo coinvolto	4.091	18	2.507	
Veicoli coinvolti oltre al terzo	69	1	7	
Totale	4.160	19	2.514	

Dati provvisori elaborati a cura dell'Ufficio di Statistica del Comune di Bologna, comprendenti anche gli incidenti rilevati dalla Polizia Stradale e dai Carabinieri.

(1) Dalla rilevazione sono esclusi gli incidenti senza morti o feriti.

(2) I veicoli classificati per tipo di veicolo sono solo i primi tre coinvolti in ciascun incidente; i veicoli oltre il terzo sono indicati solo in complesso.

Tabella XVII Veicoli coinvolti in incidenti a Bologna e persone infortunate per tipo di veicolo nel 2010 (pedoni esclusi) [COMUNE DI BOLOGNA (22)]

È però doveroso sottolineare che la causa degli incidenti non è sempre da attribuire agli altri utenti della strada. Per quanto riguarda il comune bolognese nel 2010, solo nel 37,6% dei casi la responsabilità non era addebitabile ai ciclisti: infatti il 43,4% di questi ultimi (82 utenti su 189) conduceva il velocipede in modo distratto o indeciso, il 5,8% (11) ha compiuto infrazioni quali guida contromano, non rispetto del semaforo rosso o dei divieti di transito/accesso. Come emerge da questi dati, è dunque fondamentale che anche i ciclisti si attengano alle norme del Codice della Strada, dal momento che troppo spesso la bicicletta non viene considerata per quello che è, ovvero un veicolo a tutti gli effetti.

Solo in 10 sinistri su 183 (5,5%) la bicicletta era l'unico veicolo coinvolto. Sono 161 (88,0%) gli incidenti che hanno riguardato

anche un secondo mezzo, mentre nei restanti 12 (6,5%) vi era un terzo mezzo (Tabella XVIII). In particolare, il 59,5% (pari a 109 casi) del numero complessivo di sinistri che hanno coinvolto ciclisti è stato uno scontro tra una bicicletta e un'autovettura, l'12,0% (22 casi) tra una bici e un motociclo, il 10,9% (20 casi) tra una bici e un autobus o mezzo pesante.

Veicolo 1	Tipi di veicoli		Incidenti con infortunati (1)	Persone morte (2)	Persone ferite
	Veicolo 2	Veicolo 3			
Un veicolo coinvolto			477	12	560
Autovettura			271	7	313
Mezzo pesante	(3)		40	0	52
Bicicletta			10	0	12
Motociclo	(4)		150	5	176
Altro veicolo			6	0	7
Due veicoli coinvolti			1.447	12	1.865
Autovetture			339	2	567
Autovettura	e mezzo pesante	(3)	133	1	203
Autovettura	e bicicletta		109	1	108
Autovettura	e motociclo	(4)	648	5	707
Autovettura	e altro veicolo		24	0	39
Mezzi pesanti	(3)		14	0	20
Mezzo pesante	(3) e bicicletta		20	2	18
Mezzo pesante	(3) e motociclo	(4)	72	1	76
Mezzo pesante	(3) e altro veicolo		2	0	3
Biciclette			3	0	4
Bicicletta	e motociclo	(4)	22	0	32
Bicicletta	e altro veicolo		7	0	7
Motocicli	(4)		33	0	56
Motociclo	(4) e altro veicolo		20	0	23
Altri veicoli			1	0	2
Tre veicoli coinvolti			240	4	418
Autovetture			103	0	214
Autovettura	- autovettura	e mezzo pesante (3)	39	0	74
Autovettura	- autovettura	e bicicletta	6	1	9
Autovettura	- autovettura	e motociclo (4)	51	3	58
Autovettura	- autovettura	e altro veicolo	8	0	13
Autovettura	- mezzo pesante (3) e mezzo pesante (3)		4	0	7
Autovettura	- mezzo pesante (3) e bicicletta		1	0	2
Autovettura	- mezzo pesante (3) e motociclo (4)		10	0	15
Autovettura	- bicicletta	e bicicletta	1	0	1
Autovettura	- bicicletta	e altro veicolo	1	0	1
Autovettura	- motociclo (4) e motociclo (4)		4	0	6
Autovettura	- motociclo (4) e altro veicolo		5	0	8
Mezzo pesante	(3) - motociclo (4) e motociclo (4)		2	0	3
Bicicletta	- bicicletta	e motociclo (4)	2	0	2
Bicicletta	- motociclo (4) e motociclo (4)		1	0	3
Motocicli	(4)		1	0	1
Motocicli	(4) - motociclo (4) e altro veicolo		1	0	1
In complesso			2.164	28	2.843

Dati provvisori elaborati a cura dell'Ufficio di Statistica del Comune di Bologna, comprendenti anche gli incidenti rilevati dalla Polizia Stradale e dai Carabinieri.

(1) Dalla rilevazione sono esclusi gli incidenti senza morti o feriti.

(2) Decessi verificatisi entro il trentesimo giorno dall'incidente.

(3) Comprende autobus-filobus e mezzi pesanti.

(4) Comprende ciclomotori e motocicli.

Tabella XVIII Incidenti stradali a Bologna per tipo e numero di veicoli coinvolti nel 2010 [COMUNE DI BOLOGNA (22)]

L'85,2% degli incidenti che hanno coinvolto almeno un velocipede è stato uno scontro tra veicoli erano in marcia; il 44,2% si è verificato in corrispondenza di un'intersezione, il 43,7% lungo un rettilineo, il 9,3% infine in una rotatoria. Complessivamente, il tipo di scontro più diffuso è di tipo frontale-laterale.

Il 65% dei ciclisti coinvolti è di sesso maschile, mentre l'età media è 46 anni. Più precisamente, il 4,3% sono minorenni, il 16,2% appartiene alla fascia 18/29 anni, il 34,6% a quella 30/44, il 21,6% a quella 45/64, infine il 23,2% è ultra sessantatreenne (fra cui otto ciclisti oltre gli 80 anni).

Il mese peggiore è settembre (26 incidenti), le fasce orarie più critiche quella serale 18:00-21:00 (44 incidenti) e quella mattutina 9:00-12:00 (40 incidenti) [COMUNE DI BOLOGNA (22)].

Risulta importante quindi analizzare il comportamento degli utenti che si spostano in bicicletta, per comprendere in quali situazioni, o a causa di quali fattori, si sentano maggiormente in pericolo. Trattandosi di una valutazione che dipende dal singolo ciclista, è evidente che anche su tale parametro influiscano le caratteristiche socio-economiche come l'età, il sesso o la zona di residenza, o ancora il grado d'esperienza e la frequenza di utilizzo della bicicletta. Dai dati esposti nel paragrafo 1.3 [SENER ET ALII (3), STINSON E BATH (6)], la dipendenza da questi fattori può essere così riassunta:

- i ciclisti che utilizzano la bicicletta per *spostamenti sistematici* tendono ad escludere dalla loro scelta gli itinerari con elevati volumi di traffico, con auto in sosta, con forti discontinuità e con dislivelli troppo marcati, al contrario attribuiscono minore disutilità nei confronti di un elevato numero di intersezioni;
- l'*uso frequente* del mezzo, indipendentemente dal motivo dello spostamento, è associato ad una minore avversione per flussi veicolari caratterizzati da velocità medio/alte;
- le *donne* attribuiscono una minor disutilità nei confronti della presenza di parcheggi, anche se sono più sensibili ad

- elevati indici di rotazione; preferiscono percorsi con un numero ridotto di intersezioni e senza dislivelli accentuati;
- al crescere dell'*età* aumenta la percezione del rischio nei confronti dei parcheggi, mentre aumenta la preferenza per strade di quartiere, ampie corsie ad uso promiscuo e tracciati dotati di buona pavimentazione;
 - infine i ciclisti *residenti nei centri urbani* associano una disutilità minore ai veicoli in sosta e alle intersezioni, in particolare quelle in cui hanno la precedenza; sono inoltre ancora più sensibili alla presenza di una pista ciclabile e ad itinerari pianeggianti.

Il rischio percepito è quindi correlato con:

- a) le caratteristiche funzionali dell'arco stradale (velocità, volume di traffico);
- b) la presenza di auto in sosta o di passi carrai;
- c) la tipologia e la continuità dell'infrastruttura ciclabile;
- d) le caratteristiche fisiche dell'arco stradale (numero e tipologia di intersezioni);
- e) la presenza di ostacoli di varia natura.

1.4.1 | Rischio percepito in relazione alle altre componenti veicolari

Dai risultati ottenuti dalle indagini menzionate nel paragrafo 1.3, la velocità dei veicoli a motore e il differenziale rispetto alla propria costituiscono per i ciclisti un fattore di notevole pericolo da cui può dipendere la scelta dell'itinerario. In caso di collisione tra una bicicletta e un veicolo che procede a 25/30 km/h, spesso le conseguenze sono minime o nulle; a 50 km/h esiste una probabilità di morte del 50%, che sale al 90% attorno ai 65/70 km/h (Figura 33).

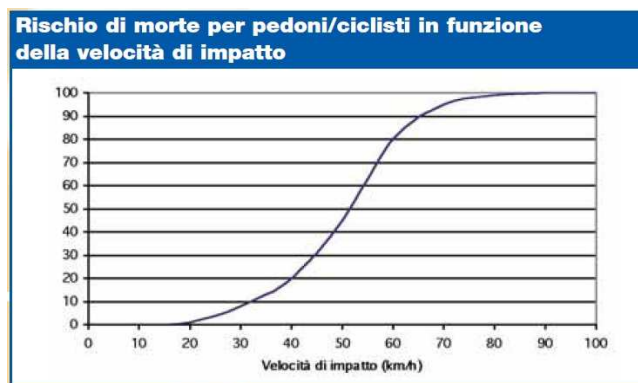


Figura 33 Rischio di morte per l'utenza debole in funzione della velocità d'impatto [GALATOLA (27)]

E' quindi fondamentale, soprattutto sugli archi sprovvisti di piste ciclabili, realizzare opere che limitino la velocità dei veicoli. Non è sufficiente la segnaletica verticale, troppo spesso disattesa, ma si rivela decisamente più efficace, in particolare nelle aree urbane, canalizzare e moderare il flusso veicolare mediante dossi artificiali, intersezioni rialzate, rallentatori ottici o bande sonore (**Figura 34**).



Figura 34 Interventi per ridurre la velocità dei veicoli: rallentatore ottico, dosso artificiale e intersezione rialzata

In alternativa è possibile realizzare "percorsi a chicane" tramite l'inserimento di isole di traffico o disponendo adeguatamente gli stalli di sosta. In altre parole, creare una Zona 30, una tipologia di arredo urbanistico che riduce la velocità massima ad una soglia, 30 km/h appunto, di relativa sicurezza (**Figura 35**).



Figura 35 La Zona 30 contribuisce a ridurre gli impatti con gravi conseguenze per i ciclisti

In particolare lungo arterie con elevati volumi di traffico, nelle quali non sia presente una pista, una buona soluzione per aumentare la sicurezza percepita dai ciclisti è rappresentata dalle *corsie preferenziali* riservate al trasporto collettivo (**Figura 36**).



Figura 36 Corsie preferenziali aperte al transito dei ciclisti

Un uso promiscuo autobus/bici delle preferenziali consente loro da un lato di disporre di uno spazio con un modesto volume di traffico rispetto alle altre corsie, soprattutto nel caso in cui le linee del trasporto collettivo siano caratterizzate da una cadenza elevata, dall'altro di aumentare il distanziamento laterale con le altre componenti veicolari.

Ulteriore fattore di rischio per chi si sposta in bicicletta è la *presenza di parcheggi* lungo la pista ciclabile. Come già esposto

nel paragrafo 1.3.1, la maggioranza dei ciclisti preferisce stalli disposti in obliquo rispetto all'asse stradale; gli stalli paralleli presentano tempi di manovra più lunghi e l'ulteriore pericolo costituito dall'apertura delle portiere. Una possibile soluzione è quella di disporre la pista fra il marciapiede e le auto parcheggiate e con senso di marcia in direzione opposta rispetto a quella degli altri veicoli, così da rendere i ciclisti più visibili. Negli altri casi è opportuno realizzare una fascia di sicurezza, detta *door zone*, incrementando il distanziamento spaziale tra la pista e le auto in sosta, in modo da consentire l'apertura delle portiere (Figura 37).



Figura 37 Soluzioni volte a ridurre il rischio percepito per la presenza di parcheggi

1.4.2 | Rischio percepito per discontinuità della pista

I ciclisti sono molto sensibili sia alla presenza di una pista ciclabile così come alla continuità della stessa. Nella parte dedicata ai modelli di scelta del percorso sono già stati evidenziati i risultati di alcuni studiosi [AULTMAN-HALL ET ALII (1997), THOMPSON ET ALII (2007), TILAHUN ET ALII (2007), HARVEY ET ALII (2008), citati in HOCHMAIR (2)] che dimostrano come i ciclisti sarebbero mediamente disposti ad allungare l'abituale itinerario per usufruire di infrastrutture con minori discontinuità e quindi meno rischiose, in termini di deviazione percentuale o di tempo. Ciascuna interruzione viene percepita come un punto critico.

Le differenti tipologie di discontinuità sono state classificate da ROLAND E KRIZEK (2005), citati in BERTONI (25):

- a) *left side losers*: indica l'interruzione della pista ciclabile quando è posizionata sul lato sinistro della carreggiata. Il ciclista è così costretto a spostarsi sul lato destro realizzando una manovra d'attraversamento che può rivelarsi pericolosa in caso di un consistente flusso veicolare. Il rischio percepito è ulteriormente maggiore se tale discontinuità si verifica in corrispondenza di un'intersezione (Figura 38).



Figura 38 Esempi di *left side losers*

- b) *intersection inconsistency*: è l'interruzione della pista, solitamente ubicata sul lato destro della carreggiata, in corrispondenza di un'intersezione, a volte a causa della necessità di ricavare una corsia di preselezione. Se i rami in essa afferenti presentano notevoli volumi di traffico, può diventare pericoloso per il ciclista effettuare le manovre d'attraversamento o di svolta (Figura 39).



Figura 39 Esempi di *intersection inconsistency*

Altre situazioni che determinano questa discontinuità sono: la variazione delle caratteristiche geometriche della carreggiata, l'inizio di un'area di sosta o la fermata dei mezzi pubblici (Figura 40).



Figura 40 Altri esempi di *intersection inconsistency*

c) *lapsing lanes*: è la discontinuità meno pericolosa rispetto alle altre, dal momento che si trova su strade poco trafficate, di solito in aree urbane, e non in corrispondenza di intersezioni; inoltre, in molti casi è ben segnalata (Figura 41).



Figura 41 Esempi di *lapsing lanes*

1.4.3 | Rischio percepito nelle intersezioni

Differenti studi [SUMMALA ET ALII (1998), ELVIK ET ALII (2009), DILL ET ALII (2010) e PHILLIPS ET ALII (2011), citati in BERTONI (25)] hanno cercato di correlare il numero di sinistri con la tipologia di intersezione. Se da un lato è evidente come in

corrispondenza di alcuni nodi della rete aumentino i punti di conflitto fra le molteplici componenti veicolari, dall'altro i risultati discordanti mostrano come la pericolosità vari da incrocio a incrocio, anche se geometricamente identici. Analogamente non è chiaro quanto le caratteristiche di un'eventuale pista ciclabile influisca sul tasso di incidentalità: il tipo (su corsia riservata ricavata dalla carreggiata o dal marciapiede, uso promiscuo della corsia preferenziale), l'ubicazione (sul lato o al centro della strada), la larghezza, se è a senso unico o a doppio senso, ecc. Inoltre la pericolosità può dipendere da ulteriori fattori come la geometria e il tipo di regolazione dell'intersezione, la segnaletica orizzontale e verticale, il volume e la composizione del traffico, le caratteristiche dei ciclisti. In altri termini, attualmente è indispensabile analizzare ciascun caso singolarmente.

In generale le intersezioni a precedenza comportano un maggior numero di sinistri rispetto a quelle semaforizzate, a causa della maggior libertà di decisione lasciata agli utenti. In tali situazioni, variabili come l'età, l'esperienza e la prontezza di riflessi rivestono un ruolo ancora più significativo. Ad accomunare le differenti intersezioni è la *right hook collision*, incidente molto frequente che si verifica quando l'automobilista e il ciclista, entrambi in movimento (il primo a sinistra del secondo), entrano in collisione durante una svolta a destra del primo (Figura 42).

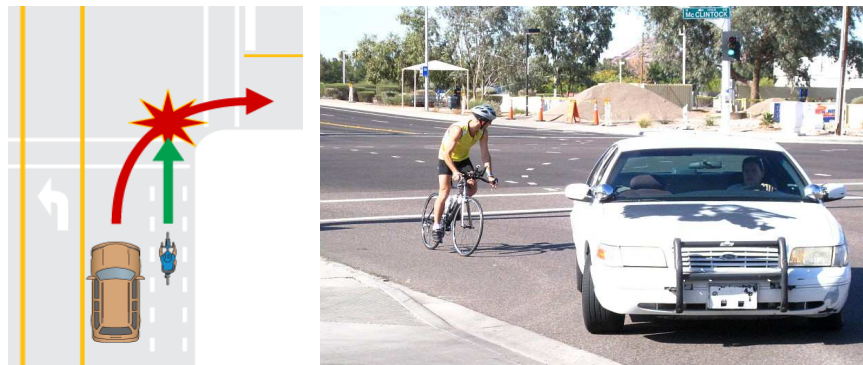


Figura 42 La right hook collision

Questa situazione può verificarsi ad un incrocio, nella corsia di preselezione per la svolta a destra, oppure in un tratto rettilineo, ad esempio se il veicolo, per imboccare una strada secondaria o un *passo carraio*, incrocia la traiettoria del ciclista. È noto infatti che un conducente è mediamente più attento alle manovre degli altri automobilisti più che ai ciclisti.

Una soluzione che si sta rivelando molto efficace consiste nella realizzazione delle *bike boxes* (Figura 43). Si tratta di aree destinate ai ciclisti in attesa del verde poste davanti alla linea d'arresto degli altri veicoli ed eventualmente dotate di pavimentazione di colore diverso; esse consentono il raggiungimento di tre obiettivi:

- i ciclisti, disponendosi davanti agli altri veicoli, risultano più visibili;
- gli automobilisti devono attendere che i ciclisti effettuino le loro manovre;
- è assicurata una maggior continuità della pista attraverso l'intersezione.



Figura 43 Schema ed esempio di *bike box*

Le *bike boxes* si stanno diffondendo velocemente negli Stati Uniti e in alcuni paesi europei (Figura 44), soprattutto nelle *intersezioni semaforizzate*.



Figura 44 Bike boxes in Europa: da sinistra, Londra, Lucerna e Amsterdam

Risulta più difficile se non impossibile realizzare bike boxes in presenza di altri tipi di incroci. Nelle *intersezioni a precedenza*, come quella a T o a quattro rami, per il ciclista è più pericolosa la configurazione in cui la pista è separata e parallela all'arteria principale, alla luce del comportamento dei guidatori specialmente in due situazioni.

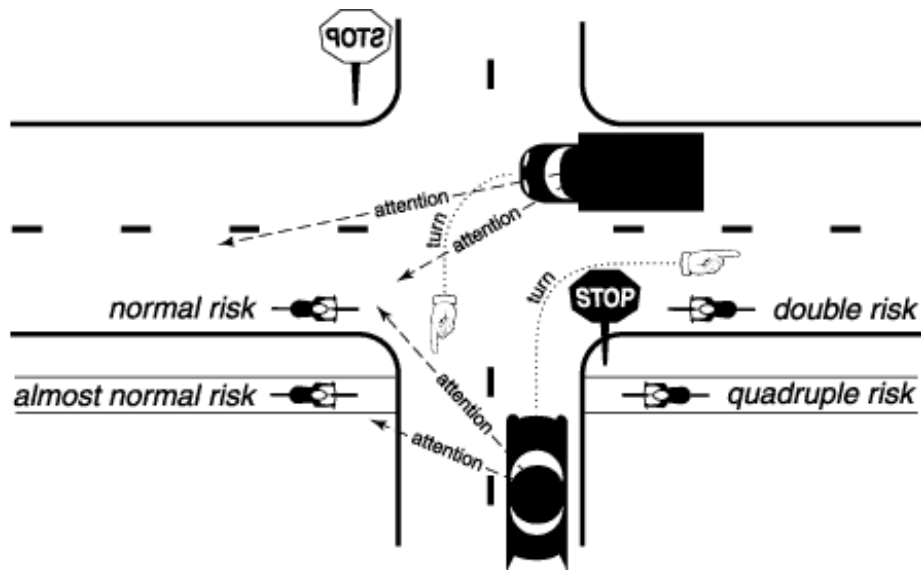


Figura 45 Rischio per il ciclista in un'intersezione a precedenza [HILES (34)]

Da osservazioni mediante telecamere [SUMMALA ET ALII (1998), SCHEPERS ET ALII (2011), citati in BERTONI (25)], infatti, risulta che un automobilista proveniente dalla strada secondaria che debba svoltare a destra volga prevalentemente lo sguardo alla sua

sinistra; analogamente, chi compie una manovra a sinistra dal ramo principale per imboccare quello secondario presta maggior attenzione agli utenti provenienti in direzione opposta. La **Figura 45** mostra come, in entrambi i casi, il ciclista che percorra la pista provenendo da destra corra un rischio nettamente superiore ad uno che circoli in direzione opposta.

In base agli spazi disponibili esistono differenti soluzioni geometriche capaci di migliorare notevolmente il livello di sicurezza per i ciclisti, aumentandone la visibilità. Una possibilità è di evitare piste a doppio senso di marcia come quella della figura precedente, realizzandone due a senso unico sui lati opposti dell'arteria principale. Se al contrario si opta per piste bidirezionali, una soluzione efficace in termini di visibilità, ma che richiede determinati spazi, è mostrata in **Figura 46**. Le ciclabili a doppio senso in sede propria sono disposte parallelamente alle carreggiate veicolari ma senza esserne adiacenti. I ciclisti provenienti dal ramo secondario dell'intersezione a T attraversano perpendicolarmente quello principale, sul quale hanno la precedenza, garantendo in tal modo tanto la visibilità quanto la sicurezza.



Figura 46 Esempio di realizzazione di un'intersezione a T

Particolarmente insidiosa per i ciclisti è infine la *rotatoria*, sempre più diffusa per il non indifferente vantaggio di essere caratterizzata da un minor numero di punti di conflitto (azzerati, fra l'altro, quelli di intersezione) rispetto ad una normale intersezione a precedenza; inoltre elimina le manovre più pericolose, ovvero le svolte a sinistra (Figura 47).

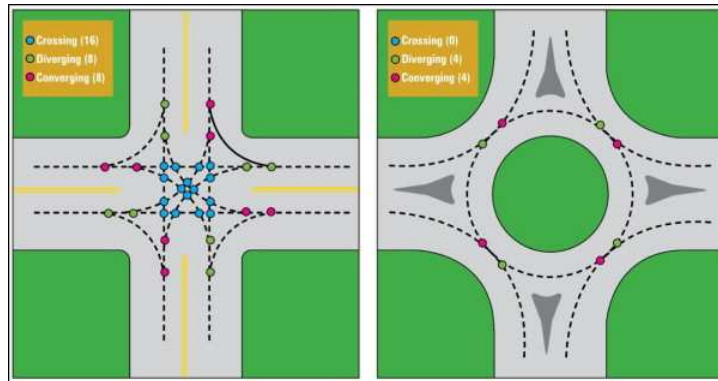


Figura 47 Punti di conflitto in una classica intersezione a precedenza e una rotatoria

Nonostante questi vantaggi, nei confronti delle rotatorie non tutte le ricerche sono concordi su quali siano le situazioni più pericolose per chi si sposta in bicicletta. Nel 2008 i danesi MOLLER ED HELS, citati in BERTONI (25), hanno concluso che il ciclista percepisce il rischio maggiore nel caso in cui stia percorrendo l'anello e un'autovettura compia una svolta a destra per uscirne. La medesima indagine inoltre evidenziava come l'assenza di pista ciclabile in una rotatoria fosse fonte di maggior pericolo. Ma l'analisi dei sinistri nei medesimi nodi della rete rivelava come nella maggior parte degli incidenti il ciclista stesse percorrendo l'anello e l'automobilista ne entrava, contrariamente a quanto sostenuto nei questionari. Variabili come l'età, il sesso, la frequenza di utilizzo o esperienze pregresse hanno evidentemente influenzato il giudizio degli intervistati. Ciò può avere inoltre conseguenze sul comportamento degli stessi ciclisti, che possono sottostimare una situazione realmente rischiosa e viceversa. La

separazione fra veicoli a motore e biciclette unitamente ad una regolamentazione delle precedenza possono diminuire il livello di rischio percepito.

Le principali soluzioni a favore di sicurezza nelle rotatorie possono essere classificate come segue [BERTONI (25)]:

- a) *corsia ciclabile e attraversamento ciclabile in anello* (**Figura 48**). È la soluzione da preferire su strade residenziali, con limite di velocità in prossimità della rotatoria di 25 km/h e portate non superiori agli 8000 veicoli/giorno (per valori maggiori è stato provato un aumento di sinistri). La rotatoria deve essere inoltre di modeste dimensioni (diametro < 25 m) e costituita da un'unica corsia. In presenza di tale configurazione, la pista ciclabile può essere realizzata anche solo nell'anello; pista che al contrario deve essere presente prima e dopo la rotatoria nel caso di attraversamento ciclabile, che costituisce un elemento di continuità della stessa. Il ciclista che impegna l'intersezione deve dare la precedenza a chi già circola nell'anello, successivamente transitare all'interno della corsia preposta, infine segnalare l'uscita a destra.

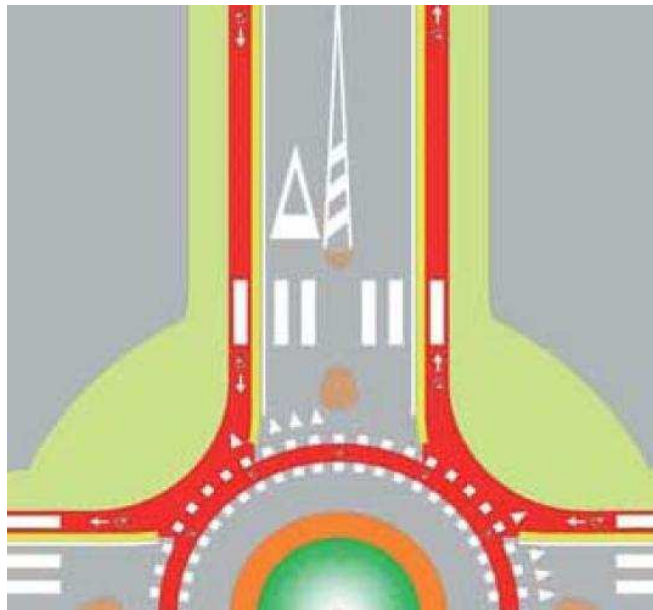


Figura 48 Corsia ciclabile e attraversamento ciclabile in anello

In **Figura 49** vengono mostrati due esempi.



Figura 49 Esempi di corsia ciclabile e attraversamento ciclabile in anello

b) *pista ciclabile contigua al marciapiede con precedenza all'intersezione (Figura 50)*. È adatta a flussi ciclabili e soprattutto veicolari più consistenti (> 8000 veicoli/giorno) e a rotatorie di diametri maggiori (≥ 25 m), anche a multipla corsia di attraversamento.

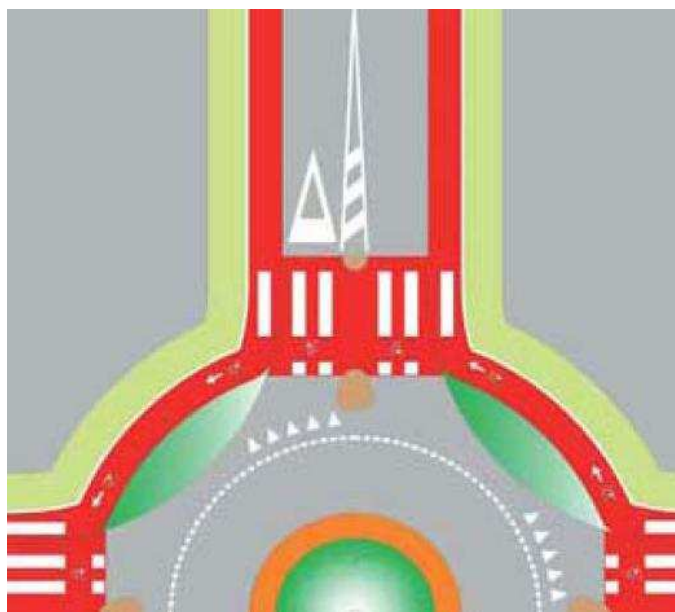


Figura 50 Pista ciclabile contigua al marciapiede con precedenza all'intersezione

Il ciclista, nell'attraversare i rami afferenti a fianco dei passaggi pedonali, ha la precedenza, salvo il veicolo abbia già impegnato l'attraversamento stesso. È comunque prudente prestare attenzione prima ai mezzi in uscita dall'anello, poi a quelli in ingresso.

In **Figura 51** due realizzazioni di questa tipologia di rotatoria.



Figura 51 Esempi di pista ciclabile contigua al marciapiede con precedenza all'intersezione

c) *pista ciclabile contigua al marciapiede senza precedenza all'intersezione (Figura 52)*. Questa soluzione è efficace in aree extraurbane con modesto flusso ciclabile, in presenza di rotatorie anche a più corsie e con velocità d'ingresso di 50 km/h. Geometricamente molto simile alla tipologia precedente, in questo caso però il ciclista non ha la precedenza nell'attraversare i rami; è tenuto quindi a fermarsi se vi sono veicoli in uscita o in entrata nell'anello.

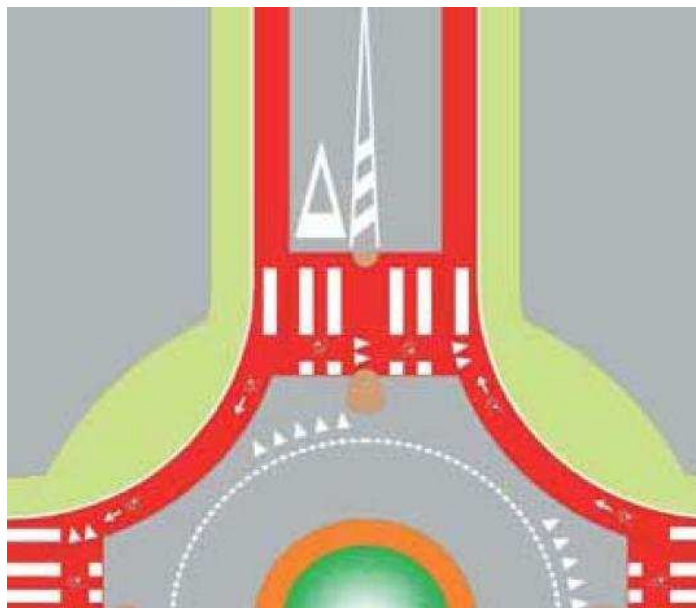


Figura 52 Pista ciclabile contigua al marciapiede senza precedenza all'intersezione

In base allo spazio a disposizione, esistono ulteriori soluzioni, seppure meno frequenti. In aree urbane e in presenza di rotatorie con diametro ridotto, si può porre la corsia ciclabile al centro della sezione circolare, in modo da costringere gli automobilisti transitanti nell'anello ad attendere che i ciclisti abbiano terminato la loro manovra. Esempi di questo tipo sono stati realizzati in Olanda, Francia e Svizzera (**Figura 53**).



Figura 53 Esempi di pista ciclabile centrale

Nelle zone suburbane ed extraurbane è possibile realizzare una netta separazione tra la pista ciclabile, generalmente a doppio senso di marcia, e la rotatoria. Come mostra l'immagine sottostante (**Figura 54**), nel caso di un'intersezione con quattro bracci i ciclisti ne attraversano soltanto due, ortogonalmente.



Figura 54 Rotatoria nei Paesi Bassi

Naturalmente nessuna rotatoria può considerarsi sicura in assoluto, in quanto il tasso d'incidentalità dipende fortemente anche dal rispetto del Codice della Strada e, in particolare, delle regole relative alla precedenza. Per ridurre numero e gravità dei sinistri è importante che la velocità dei veicoli che giungono in prossimità della rotatoria non sia troppo elevata; obiettivo che può essere raggiunto evitando che l'asse dei rami afferenti sia rettilineo, mediante inserimento di chicane.

Le rotatorie sono particolarmente diffuse in Europa, decisamente meno negli Stati Uniti, ragione per cui oltreoceano questo tipo di intersezione non gode di grande attenzione nell'ambito della pianificazione dei trasporti.

1.4.4 | Rischio percepito in relazione alla presenza di ostacoli

Il rischio percepito da parte dei ciclisti non dipende solo dalla discontinuità della pista, dalla presenza di intersezioni o dalla velocità delle altre componenti veicolari, ma da ulteriori fattori, solo apparentemente meno importanti, classificabili come ostacoli. Primo fra tutti l'intralcio costituito dai *pedoni*. In determinati percorsi, classificati come ciclopedonali, la loro presenza è ammessa; in tali situazioni è compito del ciclista regolare la propria velocità in funzione dell'entità del flusso pedonale. Al contrario, lungo gli archi in cui è prevista una separazione, la presenza di persone che procedono a piedi, talvolta anche distrattamente, può costituire un serio pericolo per i ciclisti (Figura 55).



Figura 55 Intralcio costituito da pedoni

La probabilità d'interferenze è più elevata qualora la separazione fra pista ciclabile e marciapiede sia realizzata mediante una semplice striscia longitudinale (facilmente valicabile), rispetto ad un cordolo o ad una barriera (Figura 56).



Figura 56 Differenti soluzioni progettuali per la separazione fra pista ciclabile e marciapiede

In alcune città, ad esempio Bologna, un ulteriore pericolo connesso con i pedoni è costituito dai *portici*. Se la pista ciclabile è disposta lungo le colonne di un portico, la cui pavimentazione è allo stesso livello della sede stradale (**Figura 57**), la probabilità che le persone attraversino la strada anche in assenza di un passaggio pedonale è molto alta, con l'aggravante, per il ciclista, di assenza di visibilità dovuta proprio alle colonne. E per evitare l'urto tenderà a spostarsi alla sua sinistra, rischiando una collisione con gli altri veicoli, soprattutto se la carreggiata stradale è stretta.



Figura 57 Rischio costituito da un portico

È quindi opportuno eliminare le sopracitate situazioni mediante due possibili accorgimenti (**Figura 58**):

- realizzando la pista ciclabile sul lato di un portico solo nel caso in cui la pavimentazione di quest'ultimo sia sopraelevata rispetto alla carreggiata;
- in caso contrario, provvedendo a proteggere i ciclisti mediante l'inserimento, tra una colonna e l'altra, di barriere o muretti.

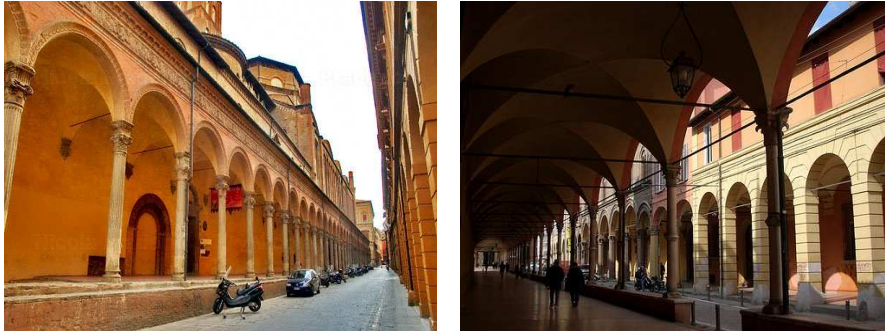


Figura 58 Esempi di portici sicuri per i ciclisti

Un altro elemento che può contribuire ad un aumento del rischio percepito sono i *passaggi a livello* o, in alcune aree urbane (esempio Milano), le rotaie del tram. A seconda dell'angolo compreso fra la direzione di marcia del ciclista e i binari, il pericolo di caduta può essere molto elevato. Per scongiurare tale eventualità, è opportuno che la pista ciclabile o la strada in generale intersechino le rotaie perpendicolarmente, come mostrano gli esempi di **Figura 59**.



Figura 59 Esempi di passaggi a livello non pericolosi

In alcuni casi la percezione del rischio può dipendere da ostacoli di varia natura, come *pannelli pubblicitari, lampioni, barriere, alberi* (Figura 60), posti al centro della pista ciclabile e non adeguatamente segnalati, la cui visibilità può risultare ancora più ridotta nelle ore notturne.



Figura 60 Quattro esempi di ostacoli alla marcia in sicurezza del ciclista

Può risultare pericolosa anche una pista ciclabile dal *tracciato* troppo tortuoso o comunque *non riconoscibile*. Al contrario, i percorsi dovrebbero essere lineari, altrimenti il ciclista preferirà utilizzare la normale carreggiata ad uso promiscuo, come è mostrato nelle seguenti immagini (Figura 61).



Figura 61 Piste ciclabili poco riconoscibili

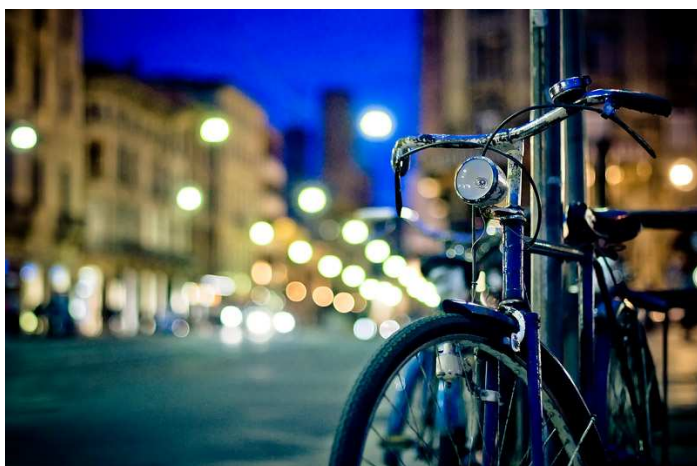
In conclusione, ulteriore disorientamento nel ciclista può essere provocato da interruzioni, seppur temporanee, del tracciato, causate ad esempio da lavori in corso; frequentemente il ciclista non ha a disposizione una pista ciclabile provvisoria ma è costretto ad inserirsi nel flusso veicolare (**Figura 62**).



Figura 62 Disagi provocati da lavori in corso

CAPITOLO 2

STUDIO PILOTA NEL COMUNE DI BOLOGNA



2.1 | La mobilità ciclabile a Bologna

Vi sono due aspetti che dovrebbero indurre a considerare la bicicletta come un modo di trasporto competitivo, soprattutto nei centri urbani: la lunghezza degli spostamenti e la velocità media dei veicoli a motore. In Italia il 30,8% degli spostamenti effettuati con mezzi privati è inferiore ai 2 km, il 22% è compreso fra 2 e 5 km, infine il 20,6% tra 5 e 10 km. Dati sostanzialmente in linea con gli altri paesi europei. Inoltre, la velocità sia dei mezzi pubblici su gomma che dei veicoli privati è modesta: in base ad un rapporto del 2009, nelle sei principali città italiane i primi procedono ad una media di 12,4 km/h, i secondi a 22,8 km/h (**Tabella XIX**) [CITTALIA (29)]. A Milano, ad esempio, nei primi tre mesi del 2012, nella fascia oraria 9-10 la velocità del trasporto collettivo su gomma si è attestata a 10,7 km/h [E. D. C. (30)].

	Roma	Milano	Napoli	Torino	Palermo	Genova
Velocità in auto	23	22	21	26	20	25
Velocità con i mezzi pubblici	12	12	10	13	n.d	15
Scarto di velocità auto-mezzi pubblici	45%	45%	51%	49%	n.d	42%

Nota: per i mezzi pubblici non sono considerate le metropolitane

Tabella XIX Velocità medie (espresse in km/h) in alcune città italiane nel 2009 [CITTALIA (29)]

Ciò nonostante, e pur essendo aumentata, dal 2000 ad oggi, l'estensione della rete di piste ciclabili cittadine (da 1000 km a circa 3300), la percentuale degli spostamenti urbani effettuati in bicicletta si attesta ad un modesto dato nazionale del 5%. La città con la quota più alta è Piacenza (il 33% degli spostamenti urbani è effettuato in bici), seguita da Bolzano (29%), Pesaro (28%) e Ferrara (27%), come mostrato in **Tabella XX**.

MODAL SPLIT 2011									
	BICI	PIEDI	TPL	TOT. SOSTENIBILE	AUTO	MOTO	TOT. INSOSTENIBILE	TOTAL E GEN.	ANNO *
<i>città medie</i>									
BOLZANO	29	30	8	67	27	7	34	101	2009
VENEZIA (Mestre)	20	23	13	56	42	3	45	101	2008
LA SPEZIA	4	22	21	47	44	9	53	100	2010
PESARO	28	9	9	46	39	15	54	100	2009
TRENTO	8	28	9	45	52	4	56	101	2007
SIENA	7	8	30	45	35	20	55	100	2009
PARMA	19	6	16	41	53	6	59	100	2009
FERRARA	27	8	5	40	56	3	59	99	2008
PIACENZA	33	0	6	39	56	5	61	100	n.d.
RIMINI	21	10	8	39	55	6	61	100	2005
VERONA	9	19	8	36	55	9	64	100	2002
REGGIO EMILIA	15	11	9	35	58	6	64	99	2005
PRATO	23	0	10	33	60	7	67	100	2003
BRESCIA	6	13	10	29	66	5	71	100	2001
MODENA	10	Nv	7		75	Nv	75	75	2010
LECCE	3	19	6	28	62	11	73	101	2006
<i>città grandi</i>									
GENOVA	0	20	44	64	25	11	36	100	2001
PALERMO	0	35	16	51	44	5	49	100	2006
MILANO	4	10	38	52	42	6	48	100	2009
TORINO	2	24	19	45	53	1	54	99	2010
FIRENZE	7	20	17	44	30	26	56	100	2001
NAPOLI	1	18	24	43	48	8	56	99	2001
PADOVA	17	0	24	41	48	11	59	100	2010
VERONA	9	19	8	36	55	9	64	100	2002
ROMA	0	6	28	36	66	0	66	102	2010

Fonte: Ecosistema Urbano 2011

*= si fa riferimento all'anno nel quale ogni singola amministrazione ha fatto il "censimento" in merito agli spostamenti modali, che non sempre viene effettuato annualmente.

Tabella XX Percentuali degli spostamenti urbani effettuati in bici

Secondo i dati relativi al 2010 [ISTAT (19)], i comuni capoluogo di provincia dispongono in media di 15,5 km di piste ciclabili per 100 km² di superficie comunale, pari ad un aumento del 10,9% rispetto al 2009 (Figura 63). Sono 91 le città ad avere realizzato infrastrutture ciclabili. La più alta densità spetta a Padova (157,2 km per 100 km² di superficie comunale), seguita da Torino (134,4), Brescia (132,3), Treviso (107,2), Mantova (98,0), Bolzano (95,5) e Modena (91,6). Un quarto dei comuni non dispone invece di alcuna pista, come Napoli e Catania.

In particolare l'Emilia-Romagna dispone di oltre 1100 km di piste ciclabili urbane e con il PRIT 2010-2020 si è posta l'obiettivo di incrementare la quota modale regionale della bicicletta dal 10 al 15% [REGIONE EMILIA-ROMAGNA (31)]. Inoltre, fra i primi dieci

comuni capoluogo di provincia troviamo Modena (settimo posto), mentre fra i primi venti ci sono anche Reggio Emilia, Bologna e Rimini.



Figura 63 Estensione di piste ciclabili per 100 km² di superficie comunale (2010) [ISTAT (19)]

Se nel 2008 Bologna contava circa 80 km di piste ciclabili, negli ultimi anni l'estensione è costantemente cresciuta, per merito sia della realizzazione di nuove infrastrutture che della concessione al transito delle bici di alcune corsie preferenziali. Come mostra la **Tabella XXI**, entro il 2013 si prevede di raggiungere 143 km di piste e percorsi ciclabili.

	2004	2011	2012-13
piste ciclabili	60	97	+ 11 km
percorsi naturalistici	16	31	
corsie preferenziali bus + bici	1	4	
TOTALE	77	132	143

Tabella XXI Stato di attuazione delle infrastrutture nel territorio comunale [COMUNE DI BOLOGNA (20)]

Per far fronte a problematicità quali inquinamento e congestione, soprattutto in alcune fasce orarie, dovute ad un ancora troppo elevato uso del mezzo privato, la promozione della bicicletta ha infatti assunto sempre più un ruolo chiave nella politica di mobilità urbana del capoluogo emiliano, come risulta dall'ammontare degli investimenti economici, che comprendono anche bike sharing e piano di promozione della sicurezza ciclabile (Tabella XXII). Inoltre, con l'adesione alla Carta di Bruxelles, Bologna si è impegnata a raggiungere entro il 2020 la quota del 15% di spostamenti effettuati in bicicletta sul territorio comunale, ferma attualmente a circa l'8%.

	IMPORTO TOTALE (€)	di cui Regione	di cui Ministero dell'Ambiente
2004	240.000		
2005	777.000	200.000	
2006	1.250.000	650.000	
2007	520.000	250.000	
2008	1.211.000		795.000
2009 - 2011	2.263.000	540.000	723.000
2012 - 2013	1.500.000		1.000.000
Bike sharing (investimento)	2.170.000 (*)	500.000 (*)	700.000
Piano promozione sicurezza ciclabile	427.000		427.000

(*) contributo regionale in attesa di conferma

Tabella XXII Investimenti in infrastrutture ciclabili nel Comune di Bologna
[COMUNE DI BOLOGNA (20)]

I 97 km di piste ciclabili attualmente realizzati si snodano prevalentemente in direzione radiale, collegando il centro con la periferia, o a servizio di singoli quartieri, costituendo 12 itinerari (Figura 64):

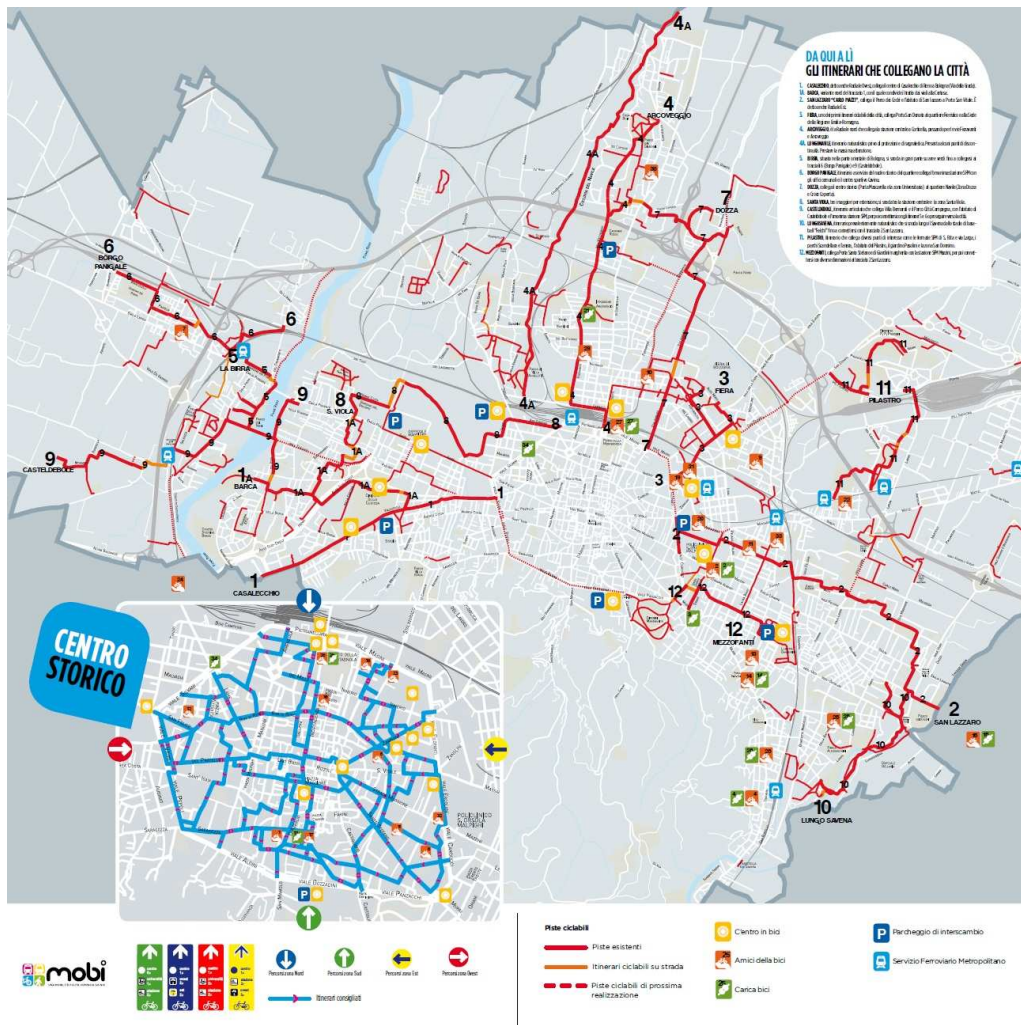


Figura 64 Rete ciclabile del territorio comunale [COMUNE DI BOLOGNA (21)]

Itinerario 1 (“radiale ovest”): Casalecchio di Reno (centro) – Bologna (Via della Grada);

variante 1A: Barca – Via della Grada;

Itinerario 2 (“radiale est”): San Lazzaro (Parco dei Cedri) – Bologna (Porta S. Vitale);

Itinerario 3: Fiera – Porta S. Donato;

Itinerario 4 (“radiale nord”): Corticella – Stazione Centrale;

variante 4A: LungoNavile (itinerario naturalistico);

Itinerario 5: La Birra (a ovest del Reno), collega gli itinerari 6 e 9;

Itinerario 6: Borgo Panigale (Stazione SFM – centro sportivo Cavina);

Itinerario 7: Navile (zona Dozza) – polo universitario (Via Zamboni, Porta Mascarella);

Itinerario 8: Santa Viola – Stazione Centrale;

Itinerario 9: Casteldebole/S. Viola – Barca (itinerario 1A);

Itinerario 10: LungoSavena (stazione S. Ruffillo – itinerario 2);

Itinerario 11: S. Vitale (stazione SFM) – Pilastro;

Itinerario 12: Mazzini (stazione SFM) – Giardini Margherita.

Per quanto concerne il centro storico di Bologna (Figura 65), sono presenti differenti percorsi, che per la maggior parte sono su corsia riservata (caratterizzati da notevoli discontinuità) o in sede promiscua (incluse anche le corsie preferenziali).



Figura 65 Rete ciclabile del centro storico [COMUNE DI BOLOGNA (21)]

Ciò nonostante, come si accennava prima la percentuale di chi utilizza la bici è ancora troppo bassa, oggi all'8%. Dai dati del Censimento 2001 e di altre indagini [COMUNE DI BOLOGNA (32)] risultava che circa la metà degli spostamenti interessanti il Comune di Bologna fossero interni; di questi, la bicicletta

incideva per il 6,9%, rispetto al 35,6% dell'automobile, al 25,6% del trasporto pubblico, al 10,6% dei motoveicoli.

Ne consegue che non è sufficiente realizzare nuove piste per incentivare l'uso della bici, se questo mezzo non viene realmente integrato nel sistema del trasporto urbano attenuandone le criticità, ad esempio regolando la circolazione nel suo complesso e riducendo i punti di conflitto tra le diverse correnti veicolari: creando, in altri termini, una rete di trasporto ciclabile organica ed efficiente. Per poter pianificare interventi futuri e raggiungere tale obiettivo diviene fondamentale analizzare la situazione attuale, in particolare il grado di funzionamento delle piste già realizzate. In questo modo è possibile stabilire quali siano le infrastrutture ciclabili più efficienti (sia in termini di flussi che di velocità) ma anche il livello di soddisfazione dei ciclisti che le utilizzano. Da tre anni il dipartimento DICAM (Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali) della facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna è impegnato in campagne di rilievi per le strade del capoluogo emiliano: monitoraggio dei flussi su pista e su strada, studio pilota delle preferenze dei ciclisti in merito alla scelta del percorso e al rischio percepito, e misurazioni delle velocità e delle interferenze con gli altri utenti della strada. Per il monitoraggio dei flussi si rimanda il lettore alla relazione conclusiva relativa al 2011 [DICAM (16)]; in questo capitolo verranno invece illustrate le modalità di raccolta dei dati e l'elaborazione dei risultati dello studio pilota (paragrafi 2.2 e 2.3), nel successivo l'analisi sia delle velocità che delle interferenze (capitolo 3).

2.2 | Raccolta dati

Come già discusso in precedenza, in materia di scelta dell'itinerario e di rischio percepito da parte dei ciclisti, l'Italia, come altri stati europei, non ha prodotto finora un'ampia letteratura, nonostante l'esistenza di realtà virtuose, come ad esempio numerosi comuni dell'Emilia-Romagna. Proprio per ottenere dati riferiti al nostro paese, la facoltà di Ingegneria di Bologna, in collaborazione con quella di Psicologia di Cesena, ha realizzato uno studio-pilota con l'obiettivo di ottenere informazioni su quali siano i fattori che influenzano la percezione del rischio e la scelta dell'itinerario da parte dei ciclisti. I due luoghi designati per le interviste, che si sono svolte nella fascia 8:00-11:00 di alcuni giorni feriali nel mese di Novembre 2011, sono state le intersezioni semaforizzate tra Via G. Matteotti e Viale P. Pietramellara (**Figura 66**) e tra Via Sabotino e Viale G. Vicini (**Figura 67**).



Figura 66 Intersezione tra Via G. Matteotti e Viale P. Pietramellara



Figura 67 Intersezione tra Via Sabotino e Viale G. Vicini

La decisione degli operatori di posizionarsi in corrispondenza di intersezioni deriva anche dalla necessità di aver a disposizione un certo intervallo di tempo, pari alla durata del rosso semaforico (in questi due casi piuttosto cospicua), per porre le domande ai ciclisti approfittando della loro attesa. Inoltre questi incroci hanno una geometria tale da permettere l'intervista senza costituire intralcio per gli altri ciclisti in transito.

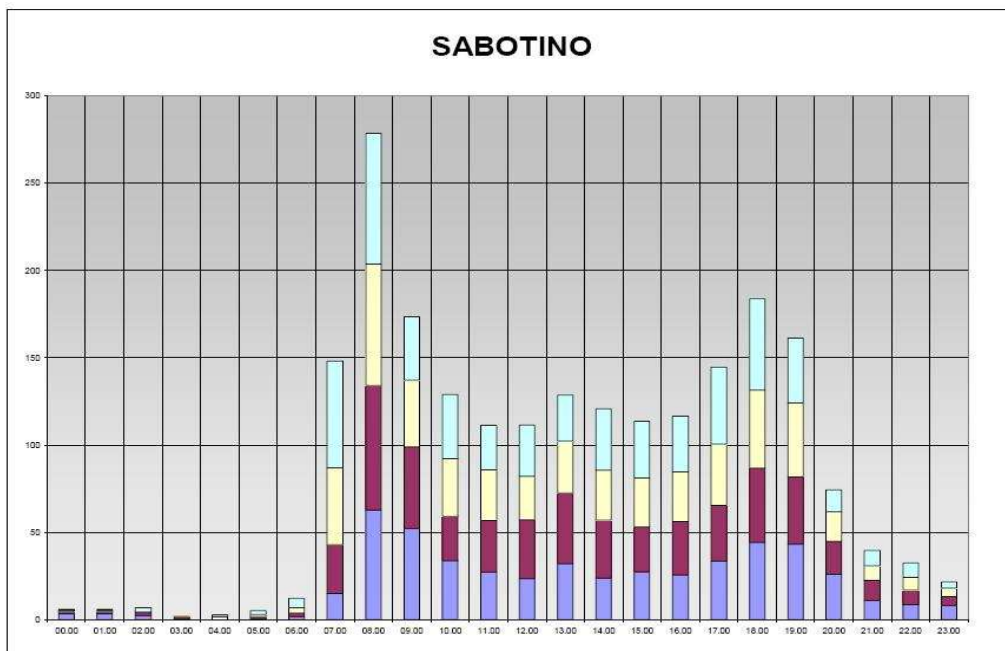


Figura 68 Flussi orari complessivi bidirezionali medi feriali sulla pista ciclabile di via Sabotino, ottobre 2011 [DICAM (16)]

La scelta tanto delle sezioni quanto della fascia oraria è dipesa dalla necessità di poter intercettare il maggior numero di ciclisti, in particolare quelli diretti in centro e che transitavano su pista. Tra le 26 postazioni sulle quali sono stati monitorati i flussi ciclabili nel capoluogo emiliano, le due intersezioni sopracitate presentavano i valori più alti [DICAM (16)]. Nel grafico della pagina precedente sono mostrati i flussi orari bidirezionali medi della sezione di via Sabotino (Figura 68), rilevati strumentalmente nei giorni lavorativi non di pioggia e suddivisi per quarti d'ora. Trattandosi di spostamenti effettuati in bicicletta, i festivi e le giornate con condizioni meteorologiche avverse presentano variazioni consistenti nell'entità dei flussi e sono state perciò escluse.



Figura 69 L'itinerario "Radiale Ovest" [COMUNE DI BOLOGNA (21)]

Via Sabotino appartiene all'itinerario 1, noto come "Radiale Ovest" (Figura 69), come risulta dalla classificazione riportata a pag. 101. Il tracciato, lineare e ben riconoscibile, collega Casalecchio di Reno ai viali di Bologna senza discontinuità, in parte attraverso aree verdi, in parte ricavato da marciapiedi (a volte ad uso esclusivo dei ciclisti, come nel caso della sezione di Via Sabotino compresa fra Via del Carso e Viale Vicini). Inoltre in molti settori il numero di intersezioni e passi carrai risulta modesto. Risultano così ridotti i rischi connessi sia al flusso pedonale che al traffico motorizzato, dal quale la sede ciclabile è spesso separata. A conferma di queste buone caratteristiche vi è l'elevato grado di utilizzo della pista, scelta dal 91% dei ciclisti diretti in centro e dal 99% nell'opposto senso di marcia.

Via Matteotti, i cui flussi orari medi bidirezionali sono mostrati in Figura 70, appartiene invece all'itinerario 4, "Radiale Nord" (Figura 71 e pag. 101).

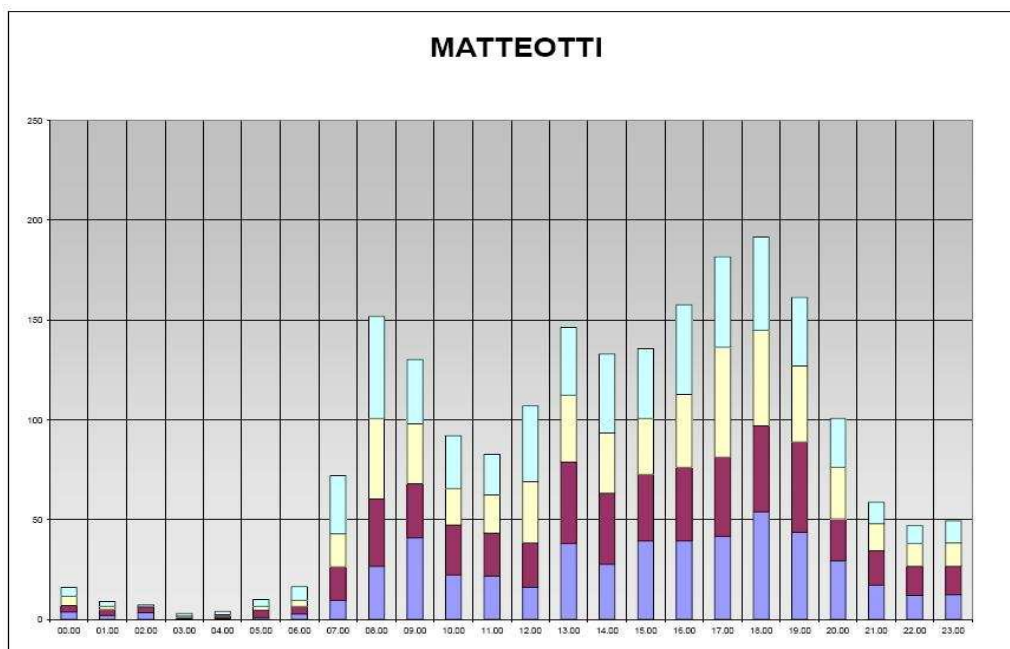


Figura 70 Flussi orari complessivi bidirezionali medi feriali sulla pista ciclabile di via Matteotti [DICAM (16)]

Quest'ultimo, che collega il quartiere dell'Arcoveggio al centro storico, pur essendo per buona parte del tracciato ricavato da marciapiedi, presenta differenti criticità: lungo Via Fioravanti e Via dell'Arcoveggio esistono numerose intersezioni a T e passi carrai, che, oltre ad aumentare la pericolosità, impediscono ai ciclisti di mantenere a lungo velocità costanti; a causa dei cantieri dell'Alta Velocità, sul lato sud di Via de' Carracci la pista bidirezionale esistente è provvisoria, la quale, essendo ciclopedonale, risulta decisamente stretta; infine sul ponte di Via Matteotti il flusso pedonale è consistente e in alcune fasce orarie è causa di intralcio alla circolazione dei ciclisti su pista.

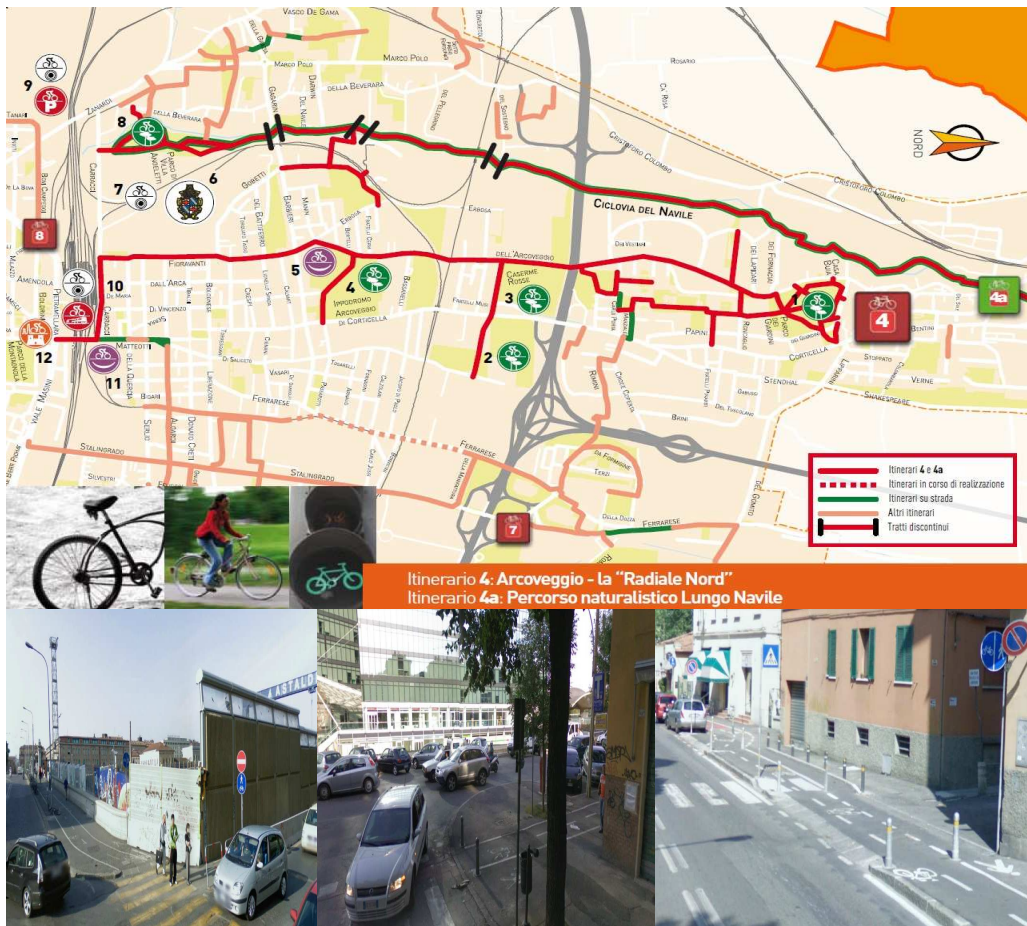
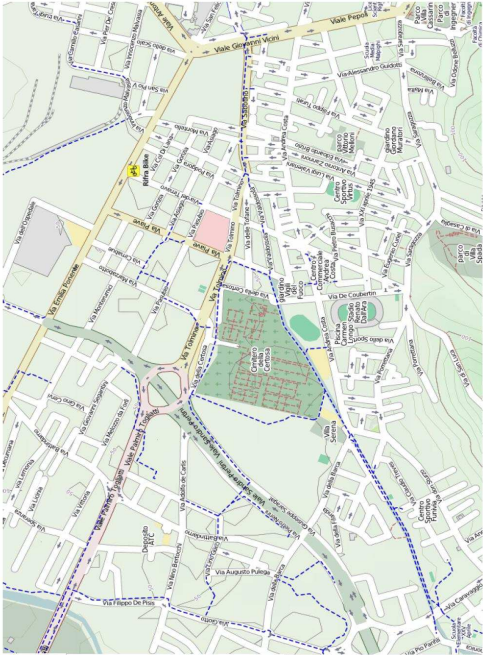


Figura 71 L'itinerario "Radiale Nord" [COMUNE DI BOLOGNA (21)]

Queste criticità possono indurre questi ultimi a preferire la carreggiata stradale adiacente o perfino itinerari differenti. A conferma di queste scelte vi sono i dati sul grado di utilizzo delle piste ciclabili monitorato a Bologna [DICAM (16)], decisamente inferiori a quelli della precedente sezione: in Via Matteotti i ciclisti che prediligono la pista alla strada sono il 47% del totale; considerando separatamente i sensi di marcia, il grado di utilizzo dell'infrastruttura ciclabile è pari al 52% in direzione centro e al 34% verso la periferia. Si può concludere che, nonostante le analogie strutturali fra le piste ciclabili di Via Matteotti e Via Sabotino, le differenze funzionali incidono notevolmente sulla scelta fra strada e pista da parte dell'utente. Dai risultati dello studio-pilota sarà quindi interessante appurare eventuali divergenze inerenti anche alla scelta dell'itinerario e al rischio percepito fra i due campioni di intervistati. Il questionario, perfezionato dopo la prima giornata (in seguito a difficoltà riscontrate dagli operatori in merito ad alcuni punti), può essere suddiviso in due parti (Figura 72):



Quanti minuti ha impiegato ad arrivare fino qui?
 Che via raggiungerà con la bicicletta?
 Indipendentemente dalle condizioni meteo, generalmente quanto spesso utilizza la bicicletta?
 QUASI OGNI GIORNO SALTUARIAMENTE

RIGUARDO AL PERCORSO CHE STA EFFETTUANDO		
quanto è soddisfatto da 1 a 10 di:		
POCHISSIMO	CONTINUITA' DELLA PISTA CICLABILE	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	CONDIZIONE PAVIMENTAZIONE STRADALE	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	VELOCITA' SULLA PISTA	MOLTISSIMO
quanto hanno influito nella scelta del percorso:		
POCHISSIMO	RAPIDITA' DI SPOSTAMENTO	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	SICUREZZA	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	LUNGHEZZA DEL PERCORSO	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	PRESENZA PISTA CICLABILE	MOLTISSIMO
IN GENERALE		
quanto considera rischioso da 1 (per niente) a 10 (moltissimo)		
POCHISSIMO	TRAFFICO INTENSO SULLA STRADA	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	ELEVATA VELOCITA' AUTOMOTO	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	PRESENZA DI ROTATORIE	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	PRESENZA INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	PRESENZA INTERSEZIONI A PRECEDENZA	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	PRESENZA PEDONI SULLA PISTA	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	PRESENZA PASSI CARRAI	MOLTISSIMO
POCHISSIMO	PRESENZA PARCHEGGI LATO PISTA	MOLTISSIMO
in generale quanto ritiene rischioso per la sua incolumità spostarsi in bicicletta?		
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		

Sarebbe disposto ad aumentare il tragitto per usufruire di una o più piste ciclabili?
 SI' NO se sì, di quanti minuti? _____

Conosce la rete ciclabile del Comune di Bologna?
 MOLTO ABBASTANZA POCO

SESSO F M
 ETA' RAGAZZO/A ADULTO ANZIANO
 PORTA BORSE O ZAINO SI NO
 TRASPORTA PASSEGGERO SI NO
 INDOSSA CASCO SI NO
 MOUNTAIN BIKE/BICI SPORTIVA SI NO

Figura 72 Il layout del questionario

- 1) una prima parte di tipo RP (preferenze rivelate). Al ciclista è richiesto di indicare, su una mappa dell'area urbana di Bologna, il tracciato dello spostamento in corso fino al momento dell'intervista, oltre al tempo impiegato e alla destinazione finale. Per snellire le operazioni, la piantina a colori mette in evidenza i nomi delle principali arterie stradali, le piste ciclabili esistenti e alcuni edifici e luoghi di particolare interesse per la comunità;
- 2) una seconda parte di tipo SP (preferenze dichiarate). In questa sezione il ciclista è chiamato ad esprimere le proprie valutazioni su un insieme di 16 variabili concernenti sia il proprio itinerario che, più in generale, alcuni fattori di rischio. La scala di valutazione adottata, uguale per tutti gli attributi, è in decimi: da 1 ("pochissimo"), corrispondente ad un giudizio molto negativo, a 10 ("moltissimo"), equivalente invece ad un giudizio molto positivo. Le 16 variabili, inseribili in tre gruppi, sono:

(in merito all'itinerario effettuato)

- il grado di soddisfazione in relazione alla continuità della pista ciclabile
- il grado di soddisfazione in relazione alla condizione della pavimentazione stradale
- il grado di soddisfazione in relazione alla velocità sulla pista ciclabile

(nella scelta del proprio itinerario)

- quanto ha influito la rapidità di spostamento
- quanto ha influito la sicurezza
- quanto ha influito la lunghezza del percorso
- quanto ha influito la presenza della pista ciclabile

(quanto è rischioso in generale)

- il traffico intenso sulla strada
- l'elevata velocità di autovetture e motocicli
- la presenza di rotatorie

- la presenza di intersezioni semaforizzate
- la presenza di intersezioni a precedenza
- la presenza di pedoni sulla pista ciclabile
- la presenza di passi carrai
- la presenza di parcheggi a lato della pista
- spostarsi in bicicletta (in generale)

Inoltre, l'intervistatore ha posto ai ciclisti ulteriori quesiti, come la frequenza di utilizzo del velocipede (quasi ogni giorno o saltuariamente), il livello di conoscenza della rete ciclabile di Bologna (molto, abbastanza o poco) e l'eventuale disponibilità ad aumentare la lunghezza del percorso per poter usufruire di nuove piste e, in caso di risposta affermativa, di quanti minuti.

Al termine dell'intervista, l'operatore ha completato la scheda con alcune caratteristiche dell'individuo: fascia d'età (ragazzo, adulto o anziano), sesso, tipologia di bicicletta, eventuali uso del casco e trasporto di borsa/zaino o passeggero. A seconda della velocità di risposta, il questionario ha richiesto mediamente due minuti di tempo.

2.3 | Elaborazione dati

Per il trattamento dei dati raccolti durante le interviste è stato utilizzato il software SPSS (Statistical Package for Social Sciences), solitamente impiegato in psicologia. In totale sono stati intervistati 285 ciclisti, con una leggera prevalenza di donne (51,2%) e quasi equamente distribuiti fra le sezioni di Via Matteotti e Via Sabotino. Dalle tabelle di frequenza è interessante mettere in luce il profilo del campione, che risulta costituito in larga parte da ciclisti abituali: 266 (pari a quasi il 94% del totale)

dichiarano infatti di utilizzare la bicicletta quasi ogni giorno (**Figura 73**).

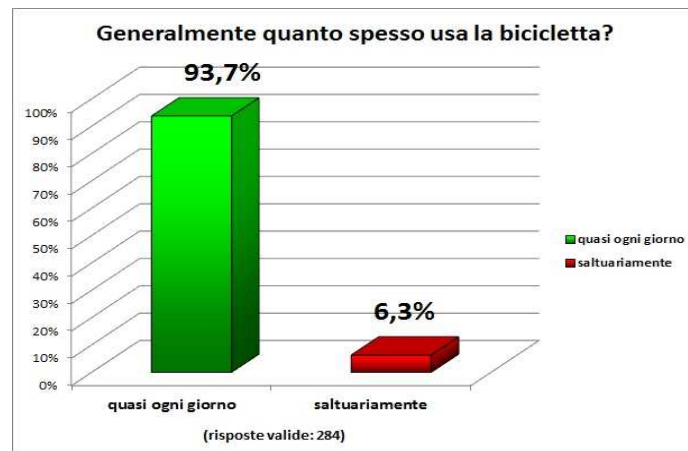


Figura 73 Frequenza d'utilizzo della bicicletta

Per quanto riguarda le fasce d'età, gli adulti rappresentano oltre la metà del campione, mentre i ragazzi superano gli anziani (28,4% contro 15,8%). Molti intervistati (oltre l'80%) hanno borse o zaini, a conferma che la maggioranza degli spostamenti ha come destinazione scuole o uffici. Al contrario, solo in un caso è stato riscontrato un passeggero a bordo. La quota di coloro che indossano il casco è modesta (3,5%), mentre il 14,7% possiede una mountain bike.

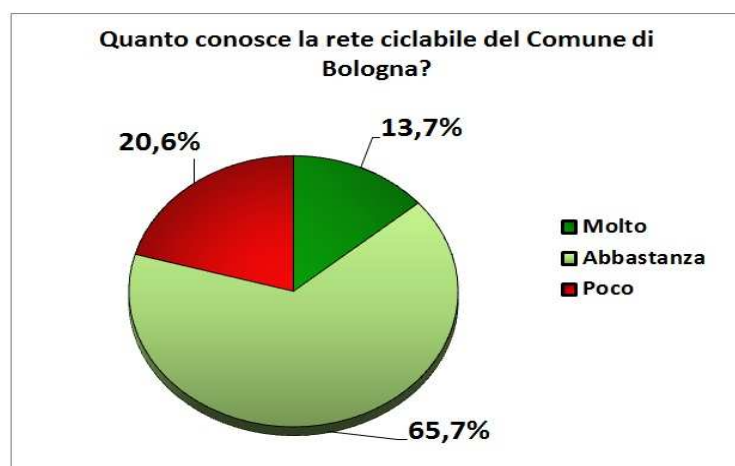


Figura 74 Conoscenza della rete ciclabile comunale

Sebbene molti intervistati dichiarino di spostarsi in bicicletta quotidianamente, solo il 13,7% afferma di conoscere molto bene la rete ciclabile di Bologna (**Figura 74**); sono invece più numerosi gli utenti che la conoscono poco o nulla (20,6%).

Quasi nove individui su dieci sarebbero disposti ad aumentare la lunghezza del proprio tragitto per poter usufruire di future piste ciclabili (**Figura 75**); il valore medio dell'ipotetica deviazione, tradotta in termini temporali, si attesta a 9,36 minuti.



Figura 75 Predisposizione a prolungare il proprio itinerario

Il primo gruppo di domande era focalizzato sul *grado di soddisfazione* del ciclista in merito a tre caratteristiche relative all'itinerario appena compiuto, da esprimere mediante un punteggio compreso fra 1 e 10. Come mostrato in **Figura 76**, la variabile che ottiene il responso migliore, sulla base delle 272 risposte valide, è la velocità di percorrenza dell'utente (6,46 punti su 10), seguita dalla continuità della pista ciclabile (6,24) e dallo stato della pavimentazione stradale (5,59). Nessuno degli elementi in esame ottiene dunque una valutazione superiore alla sufficienza. Se si calcola la media dei punteggi relativi a ciascun attributo, il grado di soddisfazione complessivo dei ciclisti nei

confronti del loro percorso è dunque appena sufficiente, 6,09 su 10; per quanto riguarda la pavimentazione, la sua condizione è giudicata persino insufficiente.

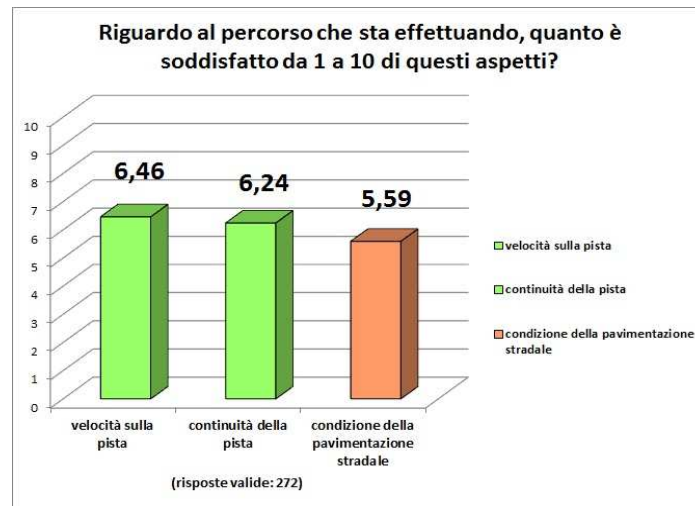


Figura 76 Soddisfazione per alcuni aspetti relativi all’itinerario

Il test parametrico noto come t-test consente poi di appurare se il gap fra le valutazioni medie ottenute da due campioni indipendenti è statisticamente significativo, in modo da potere stabilire se gli elementi geometrico-funzionali delle piste ciclabili e quelli socio-economici degli intervistati hanno degli effetti sulle variabili in esame. Se invece i gruppi da confrontare sono più di due, si ricorre al test dell’analisi della varianza (ANOVA).

Si considerino come primi due gruppi i campioni corrispondenti alle sezioni in cui si sono svolte le interviste, Via Sabotino e Via Matteotti. Il risultato del t-test stabilisce che non vi sono differenze sostanziali nella valutazione numerica sulla qualità della pavimentazione, che rispettivamente si attesta a 5,61 e 5,57 su 10. Al contrario, i ciclisti di Via Sabotino attribuiscono un punteggio decisamente migliore sia alla continuità dell’infrastruttura (7,17 contro 5,35), sia alla propria velocità (7,26 contro 5,68). In generale emerge dunque che i ciclisti di Via

Matteotti sono meno soddisfatti del proprio tracciato, come evidenziano le medie dei punteggi delle tre variabili (Figura 77).

Come è facile prevedere, ad influire sul gradimento relativo alla continuità della pista è anche la predisposizione dell'utente ad effettuare in futuro deviazioni per includerne di nuove. Il ciclista che si dichiara più propenso in tal senso è mediamente meno soddisfatto della continuità dell'infrastruttura ciclabile (5,88 contro 7,32). Altre caratteristiche degli utenti quali il sesso, l'età, il grado di conoscenza della rete ciclabile di Bologna, la tipologia (sportiva o non) e la frequenza d'utilizzo di bicicletta non condizionano significativamente nessuna delle variabili.

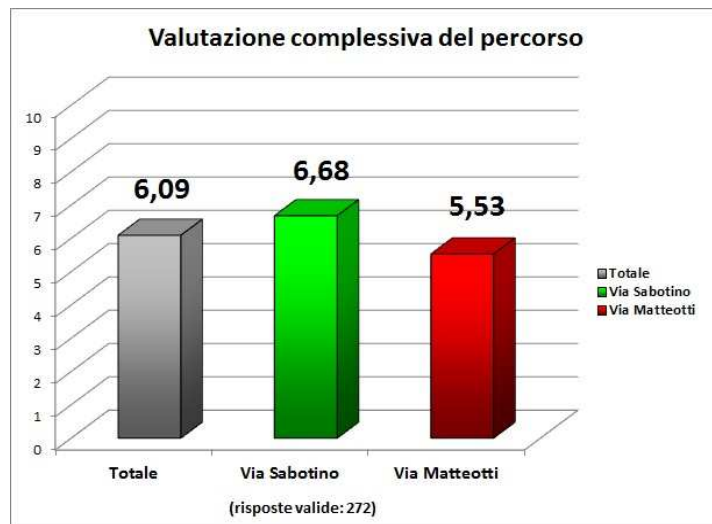


Figura 77 Valutazione media del proprio tracciato

Le domande del secondo set vertevano sull'*influenza* di quattro elementi *nella scelta dell'itinerario* del ciclista. I risultati dimostrano che l'individuo è fortemente influenzato, e quasi in egual misura, dalla presenza della pista ciclabile e dalla rapidità di spostamento lungo quel determinato percorso, con punteggi rispettivamente di 7,79 e 7,74 su 10, seguiti dalla sicurezza e dalla lunghezza del tracciato (Figura 78). Gli intervistati preferiscono dunque un itinerario veloce ad uno corto.

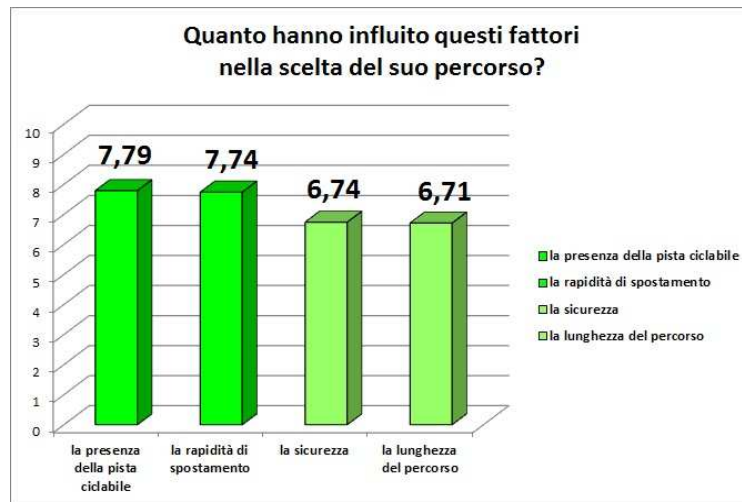


Figura 78 Peso di alcuni fattori nella scelta dell'itinerario

Il t-test mette in luce che due variabili sono più rilevanti per il campione di Via Sabotino rispetto a quello di Via Matteotti: la sicurezza (7,42 a 6,13) e la presenza della pista (8,74 a 6,96). In merito agli altri fattori di scelta, le risposte invece risultano all'incirca paragonabili. Contrariamente alle tre variabili di soddisfazione, l'età dell'intervistato influisce in modo significativo sul peso che ha l'esistenza dell'infrastruttura ciclabile al momento della scelta l'itinerario. Infatti lo scarto tra i punteggi è significativo non tanto fra adulti (8,13 su 10) ed anziani (8,79), quanto fra queste due fasce con i più giovani, che ne sono nettamente meno condizionati (6,57). Inoltre, i ciclisti che non sarebbero disposti a prolungare il tragitto abituale conferiscono maggior importanza alla lunghezza del percorso (8 a 6,5).

L'unica variabile su cui incide il sesso degli utenti è la rapidità dello spostamento. Le donne infatti preferiscono percorsi più veloci rispetto agli uomini (8,01 a 7,44). La frequenza di utilizzo del mezzo, il grado di conoscenza della rete ciclabile di Bologna e la tipologia di velocipede non condizionano in maniera significativa il peso dei fattori dai quali dipende la scelta dell'itinerario.

Per quanto concerne il *rischio percepito*, i due elementi considerati più insidiosi per l'incolumità del ciclista sono il volume del traffico (punteggio di 8,86 su 10) e la velocità dei veicoli a motore (8,65). In ordine decrescente di pericolo percepito troviamo le rotatorie, le intersezioni a precedenza, i pedoni sulla pista ciclabile, i passi carrai, le autovetture in sosta a lato della pista e, infine, le intersezioni semaforizzate (Figura 79). In particolare, i passi carrai e i veicoli parcheggiati lungo il percorso ottengono un punteggio relativamente modesto, mentre le intersezioni semaforizzate sono considerate poco rischiose (5 su 10).

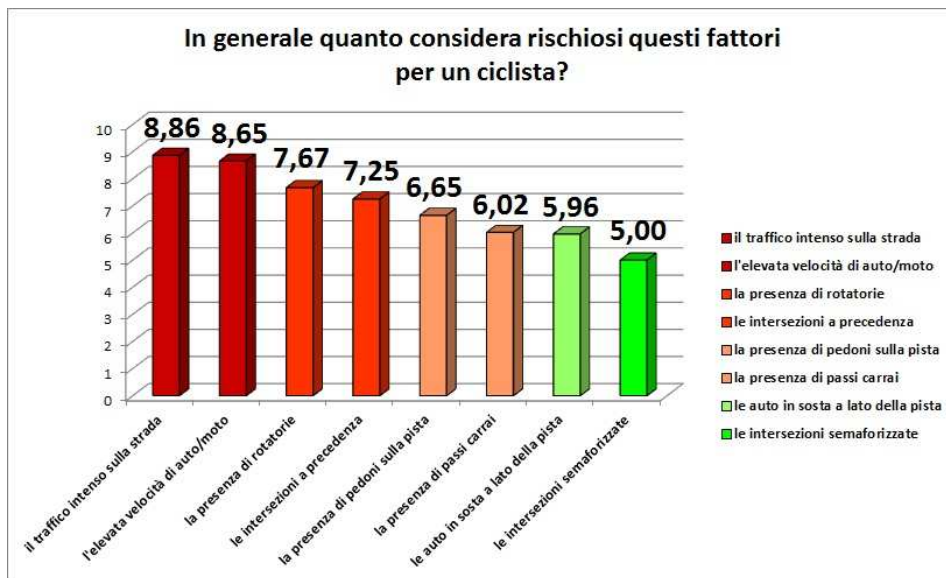


Figura 79 Rischio percepito in relazione ad alcuni fattori

La maggior parte di questi fattori sono percepiti dannosi allo stesso livello sia dal campione di Via Matteotti che da quello di Via Sabotino. La sola eccezione è costituita dalla presenza di veicoli a lato della pista ciclabile, rispetto alla quale i punteggi medi risultano significativamente diversi: 6,32 su 10 per i ciclisti di Via Matteotti, 5,54 per quelli di Via Sabotino.

L'utente disposto ad effettuare deviazioni considera più pericolosi sia l'elevata velocità di autovetture e motocicli (8,86 a 7,71 su 10)

che l'attraversamento di un'intersezione semaforizzata (5,09 a 3,62), nonostante quest'ultima possieda in ogni caso una valutazione piuttosto bassa. Oltre a questi due, anche gli altri fattori di rischio, eccetto la presenza di pedoni sulla pista, ottengono punteggi più elevati da parte dei ciclisti disponibili ad incrementare la lunghezza del proprio tragitto, sebbene nessuno degli scarti in questione sia statisticamente significativo.

Per quanto riguarda l'influenza del sesso degli intervistati, tre sono le variabili per le quali i risultati differiscono notevolmente se a rispondere sono le donne o gli uomini. Le prime temono di più rispetto ai secondi il volume di traffico (9,05 a 8,65 punti su 10), l'elevata velocità dei veicoli a motore (8,87 a 8,39) e gli attraversamenti di incroci privi di semaforo (7,64 a 6,84). Esiste un legame anche fra il grado di conoscenza delle rete ciclabile di Bologna e alcuni dei parametri di rischio. I ciclisti che dichiarano di possederne un buon livello di conoscenza reputano più insidiosa la velocità di autovetture e motocicli rispetto a coloro che la conoscono poco (9,39 a 8,25 su 10). Sempre gli utenti appartenenti al primo gruppo, questa volta nei confronti di quelli che affermano di conoscere abbastanza la rete ciclabile, associano un pericolo maggiore ai veicoli in sosta nei pressi della pista (punteggi rispettivamente pari a 7,00 a 5,78), ma in questo caso la differenza è, seppur di poco, non significativa. Infine, i ragazzi, sia rispetto agli adulti che agli anziani, ritengono meno rischioso il volume di traffico: 8,40 punti su 10, inferiore sia all'8,95 degli adulti e al 9,42 degli anziani. I fattori socio-economici che non hanno alcuna influenza sulla percezione del pericolo sono la frequenza d'utilizzo e il tipo di bicicletta.

La valutazione generale del rischio connesso a questo modo di trasporto è pari ad un punteggio di 6,51 su 10, e non è influenzata da alcuna caratteristica propria del ciclista o dell'arco. Per curiosità, dalla media aritmetica degli otto fattori presi singolarmente si otterrebbe un valore più alto (7,01). Si può dunque ipotizzare che la percezione del rischio in bicicletta sia più

elevata se nei questionari vengono esplicitate le molteplici situazioni di pericolo che possono essere incontrate lungo il percorso, mentre alla richiesta di una valutazione complessiva il ciclista tende ad essere meno severo.

In conclusione, sono due le caratteristiche socio-economiche che non condizionano significativamente nessuna delle 16 variabili oggetto di studio: la tipologia di velocipede, sportivo o no, e la sua frequenza di utilizzo. Volendo cercare comunque l'attributo per il quale ci si avvicina maggiormente alla soglia di significatività, si scopre che l'utente che possiede una mountain bike è meno soddisfatto della propria velocità su pista. I ciclisti che scelgono la bicicletta per i loro spostamenti sistematici reputano più insidioso il traffico intenso, mentre sono più tolleranti nei confronti dei pedoni.

A questo punto è interessante soffermarsi anche sugli altri risultati che riguardano il percorso compiuto dai ciclisti fino al momento dell'intervista. La durata media del viaggio si attesta a poco meno di 8 minuti; l'elevata varianza prova la consistente dispersione delle risposte (il minimo è un minuto, il massimo 45). La valutazione media in termini temporali della deviazione che gli utenti sarebbero disposti ad intraprendere è pari a 9,36 minuti, anch'essa caratterizzata da una varianza piuttosto alta (da 1 a 35 minuti). Se ci si attendesse a questi valori medi, si potrebbe pensare che un ciclista è propenso ad aumentare di oltre il doppio il suo tempo di viaggio, qualora ci fosse un tracciato con un maggior numero di piste ciclabili. In realtà devono essere fatte due considerazioni: 8 minuti non è il tempo totale, ma si riferisce solamente allo spostamento già effettuato. Inoltre, tenendo conto che 5 dei 182 intervistati disponibili al prolungamento dell'itinerario non ne hanno saputo fornire una quantificazione temporale e che 23 si dichiarano contrari, i sopracitati 9,36 minuti si riducono a 8,08.

Il t-test mette in luce che le medie delle deviazioni temporali relative ai campioni di Via Sabotino e Via Matteotti sono

significativamente differenti: gli intervistati appartenenti al primo accetterebbero di incrementare il tempo di viaggio di 10,51 minuti, due minuti in più rispetto a quelli del secondo (Figura 80). Questa propensione più elevata dei ciclisti di Via Sabotino è coerente con il maggior peso che attribuiscono, nella scelta dell'itinerario, tanto alla presenza di una pista quanto alla sicurezza. È lecito ipotizzare quindi che gli utenti che dispongono attualmente di un'infrastruttura con caratteristiche migliori siano ancora più sensibili a futuri ampliamenti della rete. La predisposizione alle deviazioni è maggiore per i ciclisti che usano la bicicletta abitualmente (9,49 minuti contro 7,27) ma questo scarto non risulta significativo.

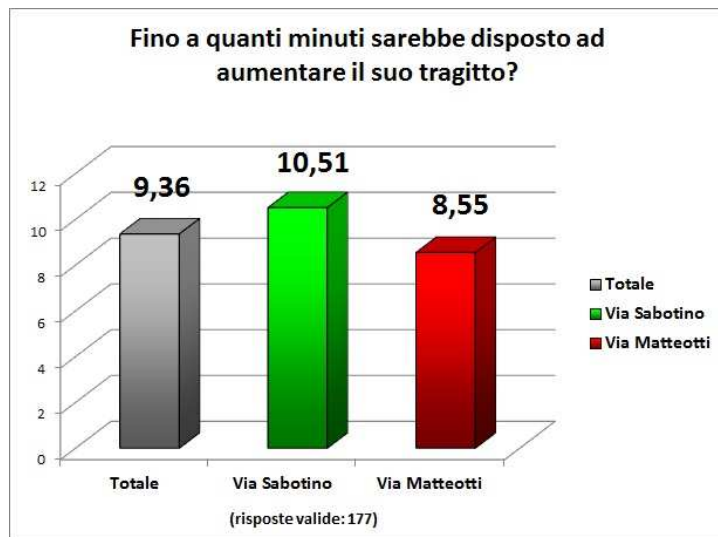


Figura 80 Durata dell'ipotetica deviazione (minuti)

Oltre alle statistiche descrittive e ai test parametrici utili a determinare quali caratteristiche dell'arco e dei ciclisti influiscano significativamente su ciascuna delle 16 variabili oggetto di valutazione, esiste un'ulteriore analisi dei dati emersi dallo studio-pilota. Dalla matrice di correlazione bivariata è infatti possibile individuare anche le eventuali corrispondenze fra gli stessi 16 attributi. Trattandosi di variabili quantitative (ad intervallo), il

coefficiente considerato è quello di Pearson, solitamente indicato con r . Per ogni coppia x,y di variabili, esso esprime se e quanto sono correlate, sia in termini di intensità che di direzione:

$r > 0$ (correlazione positiva): y cresce all'aumentare di x

$r < 0$ (correlazione negativa): y diminuisce all'aumentare di x

Il legame fra le due variabili è tanto più forte quanto maggiore è il valore assoluto di r . Le correlazioni sono biunivoche, per cui la matrice è simmetrica. Se si escludono i casi in cui $r=1$, ovvero quando x e y coincidono, tra le 120 possibili correlazioni solo 57 sono risultate statisticamente *significant*; quelle negative sono soltanto sei. Nella **Tabella XXIII** sono riportate le 15 coppie di variabili maggiormente correlate, insieme al coefficiente r di Pearson e alla direzione (▲ positiva, ▼ negativa).

Le 15 correlazioni più significative (▲ positiva , ▼ negativa)		
	Coppie di variabili correlate	r
▲	Rischio per elevati volumi / Rischio per elevate velocità auto	0,594
▲	Soddisfazione per continuità pista / Soddisfazione per velocità	0,552
▲	Importanza della sicurezza / Importanza presenza della pista	0,451
▲	Soddisfazione continuità / Soddisfazione per pavimentazione	0,450
▲	Soddisfazione per velocità / Soddisfazione per pavimentazione	0,449
▲	Rischio per elevate velocità auto / Rischio generico bicicletta	0,442
▲	Rischio per passi carrai / Rischio per intersezioni a precedenza	0,424
▲	Soddisfazione per continuità pista / Importanza della sicurezza	0,423
▲	Soddisfazione per continuità / Importanza presenza della pista	0,415
▲	Rischio intersezioni a precedenza / Rischio inters. semaforizzate	0,412
▲	Rischio per presenza pedoni / Rischio per presenza passi carrai	0,399
▲	Soddisfazione per velocità / Importanza presenza della pista	0,381
▲	Rischio per passi carrai / Rischio parcheggi a lato della pista	0,380
▲	Rischio presenza di rotatorie / Rischio intersezioni a precedenza	0,360
▲	Rischio intersezioni a precedenza / Rischio parcheggi lato pista	0,341

Tabella XXIII Le correlazioni più significative tra le 16 variabili prese in considerazione dallo studio-pilota

Le correlazioni fra le variabili non sono in generale particolarmente forti, in quanto il coefficiente r non supera mai il valore 0,6. Inoltre, in termini assoluti, quelle negative sono molto

più deboli: la più significativa è infatti caratterizzata da un coefficiente di Pearson pari a $-0,163$, quindi trascurabile.

La connessione positiva più forte ($r=+0,594$) indica come al crescere del rischio percepito nei confronti del traffico intenso, aumenti anche quello per l'elevata velocità dei mezzi a motore (e viceversa, per la sopracitata biunivocità). Questi due fattori sono anche quelli considerati più insidiosi dai ciclisti, come mostravano le statistiche descrittive riportate in precedenza. Inoltre, maggiore è il pericolo associato all'elevata velocità dei veicoli, più elevato è quello generico attribuito a questo modo di trasporto (0,442). Soffermandoci ora sulle tipologie di incroci stradali, il rischio percepito in corrispondenza di intersezioni a precedenza è correlato con quello relativo sia alle intersezioni semaforizzate (0,412) che alle rotatorie (0,360). Anche l'esistenza di passi carrai lungo la pista possiede alcune connessioni significative: con le intersezioni a precedenza (0,424), con i pedoni sulla pista (0,399) e con i veicoli in sosta (0,380). In ogni caso quasi tutte le variabili di pericolo sono correlate fra loro positivamente, anche se in alcuni casi l'intensità è molto debole.

Come emerge dalla **Tabella XXIII**, tutti gli attributi del set di domande sul grado di soddisfazione sono connessi fra loro. L'apprezzamento degli intervistati per la continuità della pista è proporzionale sia a quello per la velocità che hanno potuto mantenere lungo il tracciato (0,552) che a quello per la qualità della pavimentazione (0,450). Inoltre più alto è il gradimento per lo stato della pavimentazione stradale, maggiore è quello per la propria velocità (0,449).

È interessante gettare uno sguardo anche su altre correlazioni, seppure non particolarmente forti. Al crescere del peso che la sicurezza (0,423) e la presenza di una pista ciclabile (0,415) hanno nella scelta dell'itinerario, maggiore è la soddisfazione del ciclista per la continuità della medesima infrastruttura. Inoltre, più l'individuo è influenzato dell'esistenza di una pista, più elevato è

il suo gradimento per la velocità con la quale vi si può muovere (0,381).

Il grado di soddisfazione non è invece connesso, se non in modo impercettibile, con i fattori di rischio. Si ha invece un debole legame fra questi ultimi e il peso di alcune variabili nella scelta dell'itinerario. All'aumentare infatti della percezione del pericolo per elevati volumi di traffico, cresce l'importanza sia della lunghezza del tracciato (0,184) che della presenza della pista ciclabile (0,176).

Non si riscontra invece alcuna correlazione significativa fra la sicurezza e gli attributi di rischio. Infatti l'importanza della sicurezza nella scelta dell'itinerario aumenta proporzionalmente al peso sia dell'esistenza dell'infrastruttura ciclabile (0,451) che della lunghezza del tragitto (0,270), ma anche quanto più alte sono la soddisfazione per la continuità della pista (0,423) e per la velocità di percorrenza (0,323). Esistono, ma sono trascurabili, i legami fra l'importanza della sicurezza sia con il gradimento nei confronti della condizione della pavimentazione stradale che con gli elementi che possono essere insidiosi per l'incolumità dei ciclisti.

In conclusione può risultare interessante classificare i singoli fattori di rischio in base al loro grado di connessione con la percezione generica di rischio (Tabella XXIV).

▲ Rischio percepito generico associato all'uso della bicicletta		
	Variabile correlata	r
▲	Rischio percepito per elevata velocità dei veicoli a motore	0,442
▲	Rischio percepito per elevati volumi di traffico motorizzato	0,312
▲	Rischio percepito per presenza di intersezioni a precedenza	0,261
▲	Rischio percepito per veicoli parcheggiati lungo la pista	0,228
▲	Rischio percepito per la presenza di passi carrai lungo la pista	0,202
▲	Rischio percepito per la presenza di pedoni sulla pista	0,178
▲	Rischio percepito per presenza di intersezioni semaforizzate	0,170
▲	Rischio percepito in corrispondenza di rotatorie	0,169
▼	Soddisfazione per la qualità della pavimentazione	- 0,152

Tabella XXIV Le correlazioni con la valutazione generica del rischio in bicicletta

In ordine decrescente troviamo l'elevata velocità dei veicoli, il volume di traffico, la presenza di intersezioni a precedenza, le auto in sosta lungo la pista, la presenza di passi carrai, l'intralcio costituito dai pedoni, le intersezioni semaforizzate e infine le rotatorie. È stata inoltre inserita un'ulteriore correlazione, in questo caso negativa e molto debole: al crescere della soddisfazione per la qualità della pavimentazione stradale, cala leggermente la percezione del pericolo. Il valore modesto dei coefficienti di Pearson nella precedente tabella dimostra che non esiste una forte connessione tra la valutazione dei singoli elementi e quella complessiva. Inoltre si è già visto che il punteggio assegnato dagli intervistati al rischio generico (6,51 su 10) è inferiore alla media che si ricaverebbe dalle valutazioni dei singoli fattori (7,01). In altri termini, si può ipotizzare che lo stesso ciclista tenda ad essere più severo nell'attribuire il punteggio ai fattori considerati separatamente rispetto a quello che conferisce al modo di trasporto in generale.

2.4 | Conclusioni

Lo studio-pilota appena illustrato fornisce risultati interessanti sugli spostamenti urbani effettuati in bicicletta. È utile sottolineare che il campione di quasi 300 ciclisti non rispecchia l'intera popolazione del Comune di Bologna. Dopotutto la scelta è ricaduta su interviste dirette ad una parte degli individui transitanti

attraverso due particolari sezioni ciclabili, intercettando in questo modo soprattutto ciclisti abituali. Infatti, quasi il 94% dei soggetti dichiara di utilizzare la bicicletta quasi tutti i giorni, anche se meno del 14% ha una buona conoscenza della rete ciclabile del capoluogo emiliano. Non sorprende inoltre, come riscontrato anche in altre campagne d'indagini internazionali, che gli anziani costituiscano una piccola porzione del campione, circa il 15%. In questo modo non si hanno informazioni né su una parte dei ciclisti, abituali e non, né su quella parte di popolazione che attualmente utilizza altri modi di trasporto ma che potrebbe costituire la già citata *domanda potenziale*, nel caso fossero realizzate nuove infrastrutture ciclabili o migliorate quelle esistenti.

Nonostante questi limiti, è possibile fare alcune significative considerazioni in modo da tracciare un profilo del campione bolognese e di ipotizzare il comportamento dei ciclisti in funzione dei fattori esterni con cui si trovano ad interagire durante i loro spostamenti.

- Quasi 9 ciclisti su 10 sarebbero disposti ad effettuare deviazioni rispetto al tracciato abituale, per includere nuove piste ciclabili; la ragione potrebbe risiedere anche nel giudizio appena sufficiente sull'itinerario attuale, penalizzato dalla modesta condizione della pavimentazione stradale. I ciclisti di Via Sabotino sono i più soddisfatti, soprattutto per la continuità della pista e la velocità con la quale ci si può muovere, ma anche i più disponibili a prolungare il proprio viaggio (due minuti in più rispetto a quelli di Via Matteotti).
- I ciclisti disposti ad effettuare deviazioni sono più critici nei confronti della continuità della pista che percorrono attualmente.
- Nella scelta del proprio percorso, l'individuo è influenzato più dalla presenza dell'infrastruttura ciclabile e dalla rapidità di spostamento che dalla

sicurezza. Quest'ultimo fattore e la stessa presenza della pista sono tenuti in maggior considerazione dagli individui interrogati in Via Sabotino.

- In generale la lunghezza del tracciato ha un peso minore rispetto alla rapidità che garantisce, soprattutto per le donne. Per i ciclisti che non modificherebbero l'itinerario attuale la lunghezza assume maggior importanza.
- I due elementi ritenuti più pericolosi per la propria incolumità sono il volume del traffico e la velocità dei veicoli a motore, quest'ultima soprattutto dalle donne e da coloro che sono disposti ad effettuare deviazioni, in particolare se possiedono un buon livello di conoscenza della rete comunale. In altre parole, fra gli altri utenti della strada sono più temuti i conducenti dei veicoli a motore rispetto ai pedoni.
- La tipologia di intersezione percepita come la più insidiosa è la rotatoria, seguita da quella a precedenza. Diversamente, l'attraversamento di un incrocio semaforizzato non crea particolare preoccupazione, la quale è ancora più trascurabile per coloro contrari a prolungare l'itinerario.
- La presenza di veicoli in sosta lungo il percorso è giudicata più pericolosa dai ciclisti che possiedono una buona conoscenza della rete comunale, meno da quelli di Via Sabotino, probabilmente perché ne incontrano meno. È infatti ipotizzabile che, nonostante le domande sul rischio si riferissero al trasporto ciclabile in generale, la percezione degli intervistati sia influenzata dalla propria esperienza.
- In generale la percezione del rischio associata a qualsiasi elemento sottoposto a valutazione è inferiore per gli utenti che si dichiarano contrari a prolungare il tracciato e per gli uomini. Differenze significative con

le donne si segnalano per il volume del traffico, l'elevata velocità dei veicoli e l'attraversamento di intersezioni non semaforizzate.

- I ciclisti più giovani attribuiscono un peso minore alla presenza o meno della pista ciclabile nella scelta dell'itinerario e associano un rischio più basso al volume di traffico.
- Per l'intralcio generato da pedoni, non pare che gli intervistati delle due sezioni siano stati influenzati dalle rispettive esperienze, dato che il punteggio è pressoché identico, nonostante la pista di Via Sabotino sia caratterizzata da un flusso pedonale decisamente modesto.
- Il grado di soddisfazione non ha legami significativi con gli fattori di rischio, bensì con l'influenza di alcune variabili nella scelta dell'itinerario. Maggiore è l'importanza della sicurezza e della presenza della pista, maggiore è il gradimento per la continuità della stessa e per la velocità di percorrenza. Inoltre, più alto è il rischio percepito per il traffico intenso, più alto è il peso che la presenza della pista e la lunghezza del tracciato hanno nello scegliere il tracciato da percorrere.
- La sicurezza influisce tanto più sulla scelta dell'itinerario del ciclista quanto più elevati sono l'influenza sia della presenza della pista che della lunghezza del percorso, la soddisfazione per la continuità dell'infrastruttura e per la propria velocità.
- Infine, sono due i fattori socio-economici degli intervistati che non comportano effetti significativi, almeno dal punto di vista statistico, su nessuna delle variabili oggetto di studio: la tipologia di velocipede e la sua frequenza di utilizzo. Sesso, età e grado di conoscenza della rete ciclabile bolognese influiscono sul peso delle variabili proposte nella scelta

dell'itinerario e su determinati fattori di rischio, mentre in nessun caso condizionano la soddisfazione per alcuni aspetti del percorso.

Partendo da queste riflessioni, si ritiene quindi opportuno ripetere l'esperienza di questo studio-pilota pianificando future indagini, che prestino maggior attenzione alla numerosità del campione e caratteristiche degli intervistati.

A conclusione del capitolo, può essere interessante dare uno sguardo ai risultati di analoghe indagini di paesi esteri per confrontarli con quella bolognese.

Lo *studio statunitense* di TORRANCE ET ALII (14) ha coinvolto alcune città del Texas, come Dallas, Austin, Houston, El Paso e Waco (in totale oltre 5 milioni di abitanti). Il 70% dei quasi 1900 ciclisti intervistati ritiene che viaggiare in bici sia abbastanza o molto pericoloso (Figura 81), soprattutto a causa dell'assenza o inadeguatezza delle piste ciclabili: infatti soltanto un intervistato su cinque le giudica soddisfacenti o eccellenti (Figura 82).

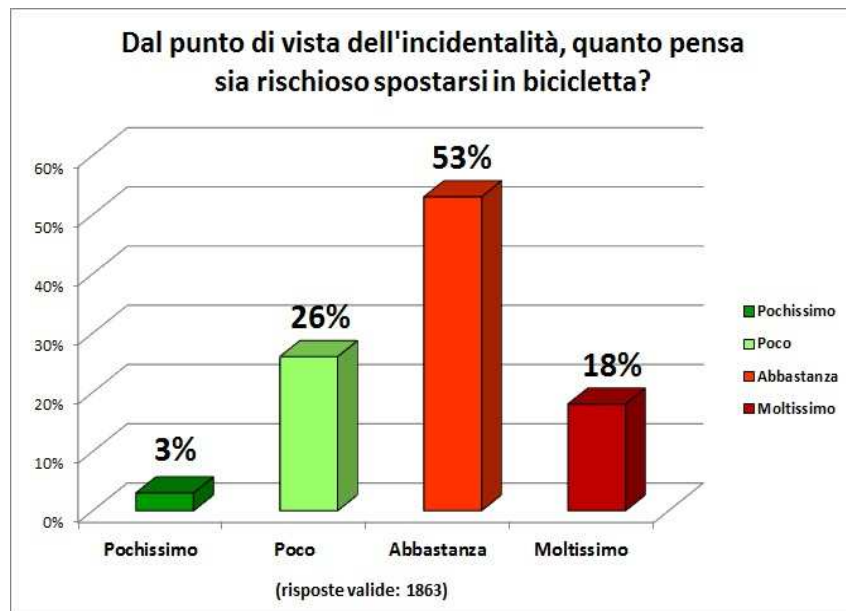


Figura 81 Rischio percepito per i ciclisti del Texas [TORRANCE ET ALII (14)]

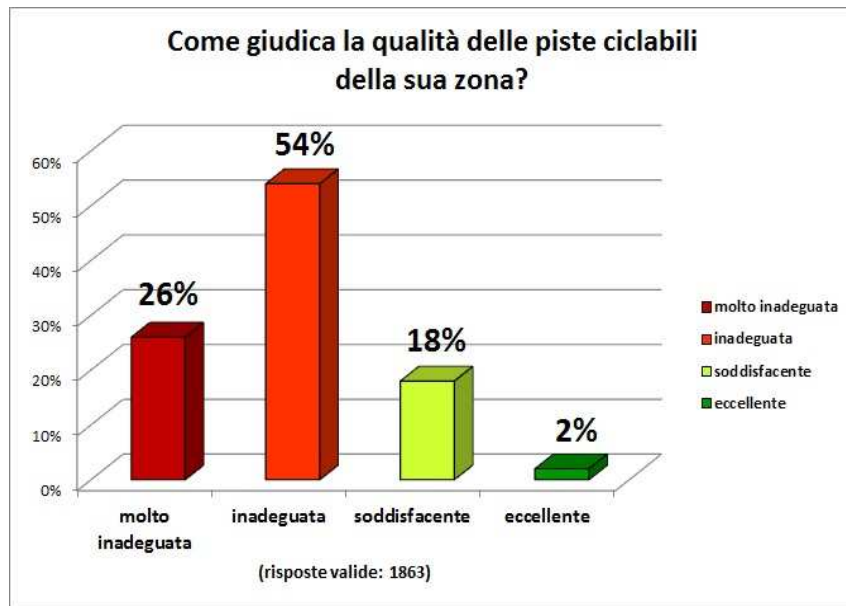


Figura 82 Giudizio sulla qualità delle infrastrutture ciclabili [TORRANCE ET ALII (14)]

In *India*, a seconda delle aree urbane considerate dall'indagine SP di JAIN E TIWARI (15), tra il 5 e il 10% degli incidenti stradali vede coinvolti velocipedi, mentre fra il 20 e il 32% dei ciclisti è stato vittima di sinistri con lesioni più o meno gravi). Nel caso del campione della città di Pune (150 km a SE di Mumbai, 2,5 milioni di abitanti), i due terzi dei 280 intervistati dichiarano di essere stati coinvolti in un incidente. I risultati mostrano che il rischio percepito deriva principalmente dall'interazione con i veicoli a motore (30%), da strade troppo strette (22%) e dalle intersezioni (18%). Il 26,3% dei ciclisti non sceglie l'itinerario più breve, soprattutto a causa di sensi unici o altre limitazioni della circolazione (50%), di pavimentazione di scarsa qualità (20%) e di elevati volumi di traffico motorizzato (8%), mentre l'intralcio prodotto dai pedoni non ha effetti significativi.

In *Francia* nella primavera del 2010 è stato realizzato un sondaggio sulla sicurezza in bici, il Diagnostic Citoyen Vélo [D.C.V. (23)], che ha visto coinvolti circa 1100 ciclisti nell'area delle città di Bayonne e Anglet, due città del dipartimento dei

Pirenei Atlantici (650 mila abitanti), 190 km a sud di Bordeaux. Un intervistato su tre dichiara di utilizzare la bicicletta per spostamenti sistematici, uno su cinque per lavoro. Un'ampia maggioranza (82,7%) la usa anche, o esclusivamente, per svago o sport. Come mostra la **Figura 83** nel 54,4% dei casi si tratta di un ciclista abituale.

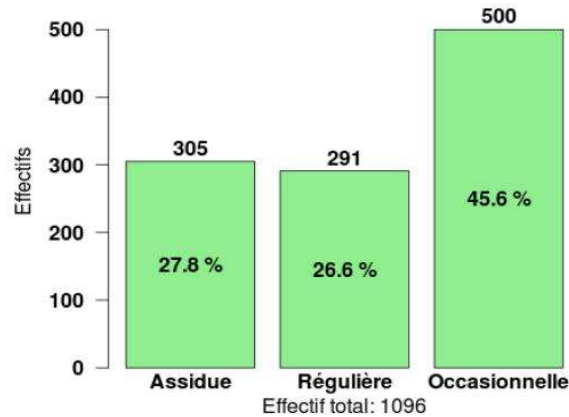


Figura 83 Frequenza di utilizzo della bicicletta [D.C.V. (23)]

Solo il 10,4% del campione si sente in sicurezza negli spostamenti in bicicletta, e tale percentuale corrisponde a coloro che dichiarano di viaggiare sempre su piste ciclabili (**Figura 84**).

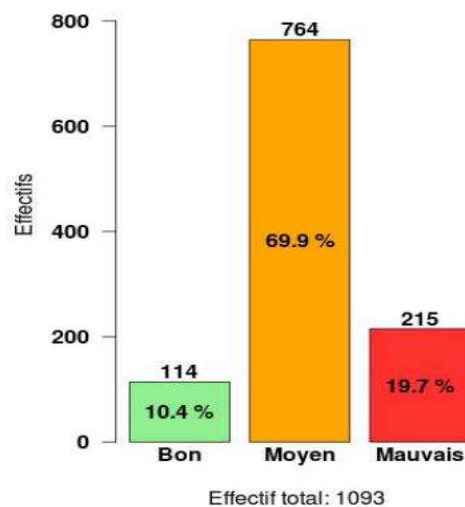


Figura 84 Livello di sicurezza percepita dai ciclisti [D.C.V. (23)]

Come emerge dalla **Figura 85**, la discontinuità di piste e percorsi ciclabili è il fattore che influenza maggiormente (76,6%) la percezione del rischio dei ciclisti francesi, anche più dell'assenza stessa di tali infrastrutture (66,8%).

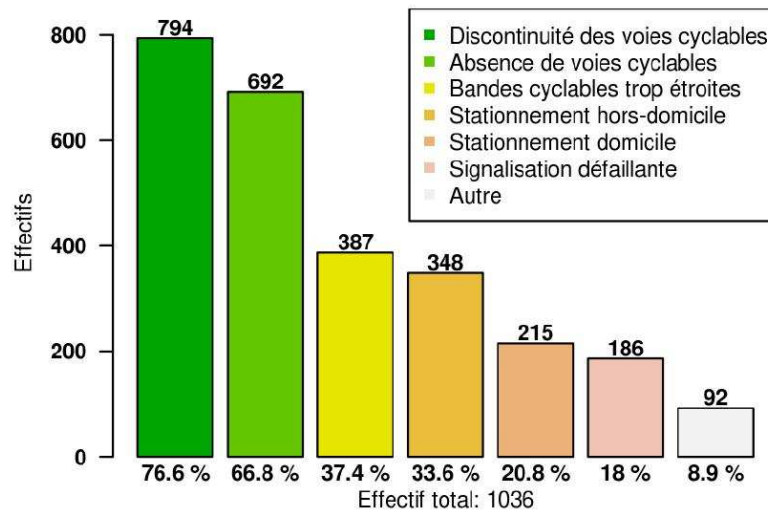


Figura 85 Fattori di rischio (risposte multiple) [D.C.V. (23)]

Inoltre, il 37,4% del campione ritiene insidiose anche le piste troppo strette, seguite dai veicoli parcheggiati su strada, i passi carrai e la segnaletica inadeguata o assente.

È stato inoltre chiesto di valutare il comportamento degli altri utenti della strada (pedoni inclusi) nei confronti dei ciclisti.

Valutazione del comportamento degli altri utenti della strada				
	Positivo	Così così	Negativo	Non risp.
Automobilisti	9,2%	52,5%	35,8%	2,6%
Conducenti autobus	25,9%	38,6%	21,9%	13,5%
Conducenti v. pesanti	10,1%	31,5%	36,1%	22,2%
Pedoni	37,3%	39,6%	15,1%	8%
Altri ciclisti	59,2%	29,7%	4,9%	6,2%

Tabella XXV Valutazione del comportamento degli altri utenti della strada nei confronti dei ciclisti [D.C.V. (23)]

Dai risultati inseriti nella **Tabella XXV**, gli automobilisti vengono considerati i più indisciplinati verso i ciclisti (meno di un intervistato su 10 è soddisfatto) seguiti dai conducenti di veicoli pesanti. Più corretti i pedoni e ancora di più gli altri ciclisti. Coerentemente con quanto emerso, un'ampia maggioranza sarebbe disposta ad utilizzare più spesso se non regolarmente la bicicletta in caso di miglioramento delle infrastrutture attuali (**Figura 86**).

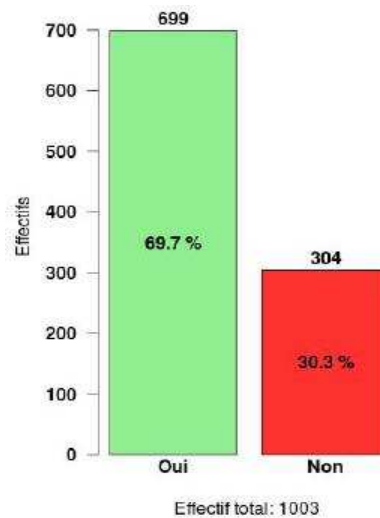


Figura 86 Ciclisti disponibili e contrari ad incrementare l'uso della bici se venissero migliorate piste e percorsi ciclabili attuali [D.C.V. (23)]

A *Londra*, nell'aprile 2012 l'associazione British Cycling ha indetto un sondaggio online a cui hanno partecipato quasi 1500 utenti. Oltre il 60% del campione dichiara che il pericolo maggiore per i ciclisti sulle strade della capitale britannica è costituito dalla guida indisciplinata dei conducenti di veicoli a motore (autovetture, autobus, veicoli pesanti...). Ottengono un risultato notevole anche la cattiva condizione della pavimentazione stradale (17%) e le intersezioni mal progettate (12%). Seguono l'intralcio causato dai pedoni, i parcheggi lungo il percorso e la presenza degli altri ciclisti (**Figura 87**).

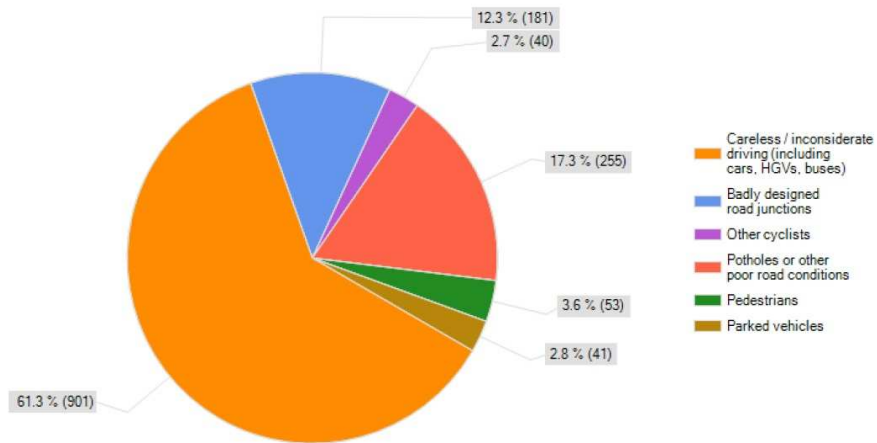


Figura 87 Rischi percepiti dai ciclisti londinesi [BRITISH CYCLING (33)]

Le soluzioni per migliorare la mobilità ciclabile londinese sono, nell'ordine, quella di realizzare nuove piste ciclabili (per il 52,2% degli intervistati), riprogettare le intersezioni (26,1%), vietare il transito ai veicoli pesanti (10,2%), ridurre a 20 miglia orarie il limite di velocità nelle zone residenziali (9,2%) ed estendere il bike sharing (2,3%) [BRITISH CYCLING (33)].

In conclusione, si riportano alcuni risultati dell'indagine telefonica svolta in *Québec* nel 2005, nelle città di Montréal, Gatineau e Québec [Vélo Québec Association (24)].

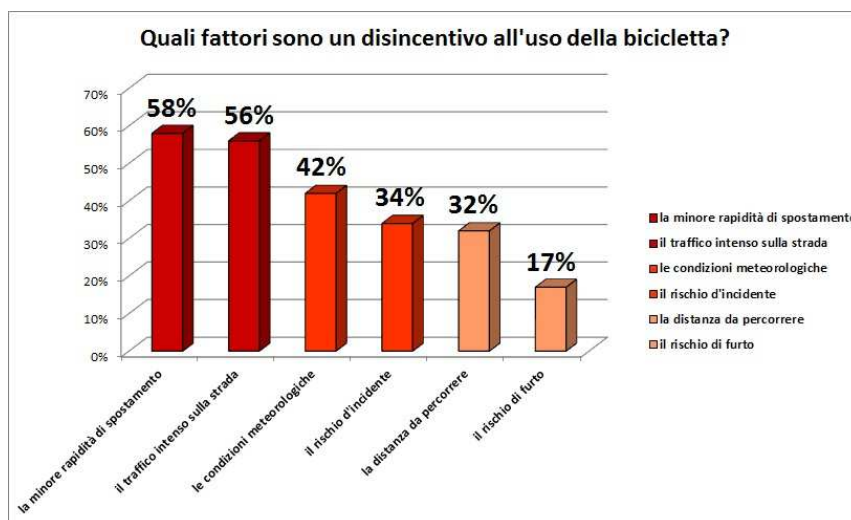


Figura 88 Fattori che disincentivano gli spostamenti sistematici in bici [V.Q.A. (24)]

La dimensione del campione è pari a 1935 unità. I ciclisti preferiscono circolare su piste ciclabili o strade con modesti volumi di traffico. I due fattori che disincentivano l'uso della bicicletta per spostamenti sistematici (**Figura 88**) sono la minore rapidità rispetto agli altri mezzi (per il 58% del campione) e l'elevato volume di traffico (56%). Seguono le condizioni meteorologiche, il rischio d'incidente, la distanza da percorrere e il rischio di furto.

Nonostante le differenti metodologie di indagine appena presentate e le differenze fra i territori e le popolazioni coinvolte, si può affermare che in genere i ciclisti non sono particolarmente soddisfatti della rete ciclabile attuale; d'altra parte aumenterebbero la frequenza d'utilizzo della bicicletta se la rete venisse migliorata, realizzando nuove piste di larghezza adeguata, eliminando le discontinuità e riprogettando le intersezioni più pericolose. Molti utenti, pur di sentirsi più sicuri, sono infatti propensi ad effettuare deviazioni rispetto al tracciato che abitualmente percorrono, anche perché ha un peso maggiore la rapidità rispetto alla lunghezza dell'itinerario. Con più piste ciclabili inoltre verrebbe garantita una separazione più netta con i flussi veicolari motorizzati, che per la maggioranza degli intervistati rappresentano il primo pericolo per la loro incolumità; seguono i pedoni e gli altri ciclisti.

CAPITOLO 3

STUDIO DELLA VELOCITÀ E DELLE INTERFERENZE DEI CICLISTI



Un indicatore significativo per valutare dal punto di vista funzionale gli archi che costituiscono una rete di trasporto, e di conseguenza la rete stessa, è la velocità media. Nei capitoli precedenti l'attenzione è stata focalizzata essenzialmente sulla velocità delle altre componenti veicolari, che costituisce uno degli attributi più significativi nella scelta dell'itinerario da parte del ciclista. In particolare, l'utente attribuisce una maggior utilità ad un arco in cui sia minimizzato il differenziale tra la velocità desiderata e quella dei veicoli a motore. Inoltre, i risultati dello studio pilota realizzato a Bologna evidenziano come la rapidità di spostamento sia una delle variabili che maggiormente influenzano la scelta del percorso ciclabile e di conseguenza il grado di soddisfazione. Ma difficilmente il ciclista può mantenere la velocità desiderata per lunghi tratti, a causa delle caratteristiche geometrico-funzionali dell'arco stradale e dell'interazione con gli altri utenti della strada o della pista (pedoni inclusi).

All'interno dello studio sulla mobilità ciclabile di Bologna, la Facoltà di Ingegneria ha quindi deciso di porre l'accento sulla velocità dei ciclisti. L'obiettivo è quello di stabilire se esiste una correlazione fra quest'ultima e le interferenze generate dagli altri utenti, e se questi fattori possono influire sulla scelta di circolare sulla carreggiata stradale o sulla pista ciclabile ad essa adiacente, ove presente. Per lo studio della velocità ciclabile (paragrafo 3.1) i dati sono stati raccolti sia attraverso indagini manuali che strumentali, mentre per lo studio delle interferenze (paragrafo 3.2) esclusivamente mediante indagini manuali.

3.1 | Studio della velocità dei ciclisti

I rilievi manuali delle velocità si sono svolti per sette giorni compresi fra il 3 e il 20 aprile 2012. Le sezioni scelte sono alcune delle 26 utilizzate per il monitoraggio dei flussi ciclabili del capoluogo emiliano [DICAM (16)], così da avere a disposizione anche i dati registrati dagli strumenti: Via Giacomo Matteotti, Viale Gian Battista Ercolani e Via Aristotile Fioravanti, le cui posizioni sono mostrate nella mappa di **Figura 89**. Se si considera come area di studio il centro storico di Bologna, e quindi come cordone la cerchia dei Viali, allora Via Matteotti (B) rappresenta una sezione cordonale, Viale Ercolani (C) è un tratto dello stesso cordone e Via Fioravanti (A) ne è all'esterno.



Figura 89 Localizzazione delle tre sezioni scelte per i rilievi manuali di velocità

Caratteristica comune delle tre sezioni è l'esistenza di infrastrutture ciclabili separate dalla carreggiata e ad essa adiacenti, rendendo possibile il confronto delle velocità dei ciclisti che transitano sia su pista che su strada. Contemporaneamente è fondamentale sottolinearne le differenze, geometriche e

funzionali, per verificare se e in quale misura possono influire sui risultati:

- Via Giacomo Matteotti (Figura 90) è a carreggiata unica e a doppio senso di marcia. In prossimità dell'intersezione semaforizzata con Viale P. Pietramellara sono presenti tre corsie di marcia in direzione centro storico (Via dell'Indipendenza), mentre vi è un'unica corsia in direzione periferia (Piazza dell'Unità). Nel gruppo di tre corsie, quella centrale, di lunghezza limitata, è riservata al trasporto collettivo. In realtà gli autobus, a seconda della manovra che devono effettuare in corrispondenza dell'intersezione, occupano anche le altre due corsie. Via Matteotti è infatti percorsa da numerose linee di autobus, sia urbane (11, 17, 21, 25, 27, 30, 35, 61, 62) che extraurbane. L'infrastruttura ciclabile bidirezionale è ricavata dal marciapiede sul lato ovest ed è separata dall'area destinata ai pedoni mediante semplice segnaletica orizzontale. Inoltre la pista s'interrompe bruscamente in corrispondenza della sopracitata intersezione con i Viali. Infine, il tratto oggetto di studio, essendo una frazione del cavalcavia nell'area della Stazione Centrale, è inclinato, più precisamente in discesa verso Via dell'Indipendenza;



Figura 90 Via Giacomo Matteotti

- Viale Gian Battista Ercolani (**Figura 91**) è una strada di scorrimento con asse nord/sud a carreggiate separate per senso di marcia, in generale con tre corsie ciascuna. Su entrambi i lati della sezione considerata, ovvero la carreggiata in direzione nord (Stazione Centrale), sono presenti corsie preferenziali, che invece sono assenti nella carreggiata in direzione sud (Giardini Margherita). La preferenziale lungo il perimetro dell'Ospedale S. Orsola (lato est) è percorsa dalle linee urbane del trasporto collettivo n. 14 e 33 e, con minor frequenza, da corriere extraurbane. La corsia che costeggia lo spartitraffico (lato ovest) dai bus urbani n. 19 e 27. La pista ciclabile bidirezionale è in sede propria, ricavata sullo spartitraffico centrale, e su di essa è vietata la circolazione ai pedoni, come indicato da apposita segnaletica verticale. Inoltre, il tracciato ciclabile s'interrompe in corrispondenza dell'intersezione con Via Massarenti e non prosegue lungo i Viali, anche se è collegato con la pista di Via S. Vitale;



Figura 91 Viale Gian Battista Ercolani

Via Aristotile Fioravanti (**Figura 92**) è una strada a senso unico in direzione centro (Via de' Carracci), con larghezza tale da

consentire la marcia di due file parallele di veicoli. La pista bidirezionale è ricavata da un ampio marciapiede sul lato est la quale, analogamente a Via Matteotti, è separata mediante segnaletica orizzontale dall'area riservata ai pedoni. Su questo lato esistono numerose intersezioni a T con strade secondarie, in media ogni 100 metri, oltre ad alcuni passi carrai. In particolare, il tratto monitorato per le misurazioni delle velocità è quello compreso fra gli incroci con Via A. Tiarini e Via D. Zampieri, lungo il quale non sono presenti linee del trasporto collettivo. A valle l'infrastruttura ciclabile non presenta interruzioni, continuando fino all'estremo sud di Via Fioravanti e da lì lungo Via De' Carracci.



Figura 92 Via Aristotile Fioravanti

Per intercettare il maggior numero di spostamenti sistematici e poter contare su dati significativi, la fascia oraria di riferimento è quella compresa fra le 8:30 e le 10:30 (suddivisa in sottoperiodi di 15 minuti) dei giorni lavorativi, in cui si osservano i flussi ciclabili maggiori. Per ciascuna sezione, tre operatori hanno registrato, mediante cronometro, i tempi necessari a coprire un tratto di 20 metri considerando un numero di passaggi sufficientemente rappresentativo di ciclisti diretti esclusivamente verso il centro storico di Bologna; nello specifico, Via dell'Indipendenza per Via

Matteotti, Stazione Centrale per Viale Ercolani e Via de' Carracci per Via Fioravanti. Si sono inoltre mantenuti distinti i rilievi su pista da quelli su strada. È stata infine preservata una distanza significativa con l'incrocio più vicino, con l'obiettivo di evitarne gli effetti sulla velocità.

I flussi più ridotti su Via Fioravanti hanno reso necessari tre giorni di rilievi manuali, rispetto ai due sia di Viale Ercolani che di Via Matteotti. Complessivamente il numero delle rilevazioni ammonta a 811 (343 su Matteotti, 253 su Ercolani, 215 su Fioravanti), di cui 457 (56,4%) su pista e 354 su strada (43,6%).

Per quanto riguarda le rilevazioni strumentali, nell'ambito della campagna di monitoraggio dei flussi ciclabili sono stati impiegati sia tubi pneumatici che apparecchiature radar, ma nel caso delle tre sezioni in esame esclusivamente i tubi (Figura 93).



Figura 93 Sensore a tubi pneumatici (a destra, quello posizionato in Via Matteotti)

Questi sensori erano disposti solo sulle piste ciclabili, di conseguenza non hanno rilevato le velocità dei ciclisti su strada. In ciascuna postazione, l'apparecchio contatore collegato ai tubi pneumatici aveva raccolto e memorizzato dati per 7 giorni nei mesi di settembre e ottobre 2011, successivamente scaricati su pc. Le velocità che si ottengono dall'elaborazione dei dati sono espresse in miglia orarie, dal momento che questi rilevatori sono

stati sviluppati negli Stati Uniti. I tubi sono posizionati ad una distanza reciproca compresa fra 15 e 20 cm, ma il software è calibrato su una distanza di 121,9 cm (pari a quattro piedi), di conseguenza le velocità in output risultano sovradimensionate e devono essere corrette.

Si dispone di 2378 eventi su pista, di cui 1353 su Matteotti, 606 su Ercolani e 419 su Fioravanti. Per potere confrontare i risultati ottenuti con i due differenti procedimenti, è necessario eliminare dall'insieme dei dati registrati dai tubi quelli relativi alle giornate di sabato e domenica, nelle quali si hanno altre tipologie di spostamenti. Il totale si riduce così a 2107: 1200 su Matteotti, 545 su Ercolani, 362 su Fioravanti.

A partire dai tempi registrati, sia manualmente che strumentalmente, sono state successivamente calcolate le velocità medie di transito, le relative medie e varianze, i coefficienti di variazione c_v e le distribuzioni di frequenza.

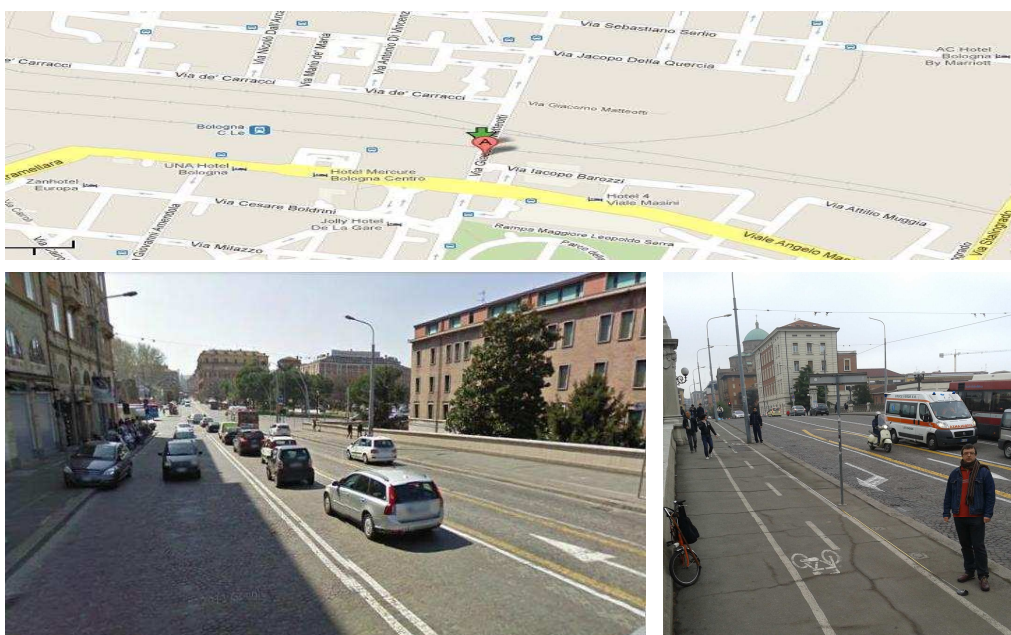


Figura 94 Sezione di Via Matteotti

Nel tratto di *Via G. Matteotti* monitorato (Figura 94), i dati manuali forniscono per i ciclisti diretti verso il centro, ovvero Via

dell'Indipendenza, una velocità media, rispettivamente su pista e su strada, di 16,0 e 17,0 km/h. Si ricordi che questi risultati si riferiscono alla fascia 8:30-10:30 di giorni lavorativi e che nella direzione in esame (Via dell'Indipendenza) la carreggiata è in discesa.

Dai dati strumentali riferiti ad un periodo di sette giorni, inclusi sabato e domenica, e alla medesima fascia oraria, si ricava invece una media su pista di 17,2 km/h. Questo valore risulta leggermente più alto, 17,3 km/h, se si restringe il campo ai soli giorni feriali. Nella **Tabella XXVI** vengono posti a confronto i risultati ottenuti nelle due modalità.

Velocità ciclabili – Sezione Matteotti			
Dati	Grandezza	Pista	Strada
Manuali (lunedì – venerdì 8:30/10:30)	Valor medio	15,97 km/h	16,99 km/h
	Varianza	8,83	19,34
	C. Variazione	0,186	0,259
Strumentali (lunedì – venerdì 8:30/10:30)	Valor medio	17,31 km/h	
	Varianza	11,88	
	C. Variazione	0,199	
Strumentali (feriali e festivi 8:30-10:30)	Valor medio	17,19 km/h	
	Varianza	13,64	
	C. Variazione	0,215	

Tabella XXVI Risultati relativi a Via Matteotti (direzione centro)

La velocità su pista misurata strumentalmente sul cavalcavia di Via Matteotti risulta quindi di 1,3 km/h superiore a quella manuale. Una discrepanza, in eccesso o in difetto, che può dipendere da più fattori:

- a) la dimensione non omogenea dei campioni. Nel caso di più ciclisti transitanti contemporaneamente nel tratto di 20 metri, manualmente poteva essere registrato solo un tempo;
- b) il differente numero di giorni di rilevamento;
- c) un piccolo spostamento reciproco dei tubi. Per velocità nell'ordine di 17 km/h, un centimetro di differenza nella distanza dei tubi può portare ad una variazione di circa 1

km/h in eccesso o in difetto. A titolo di esempio, martedì 27 settembre 2011 i tubi hanno rilevato una velocità media su pista di 16,8 km/h, venerdì 30 e domenica 9 ottobre di 18,2 km/h.

Escludendo d'ora in avanti le giornate di sabato e domenica, la varianza della velocità sulla pista ciclabile ottenuta strumentalmente risulta maggiore di quella relativa ai rilievi manuali, 11,88 contro 8,83. Come riportato sempre nella **Tabella XXVI**, in ogni caso per i ciclisti su strada è più alta, 19,34. Un indicatore adimensionale più efficace della varianza per la misura della dispersione attorno al valor medio, in particolare quando quest'ultimo è sensibilmente diverso, è il *coefficiente di variazione* (c_v). Esso è dato dal rapporto fra la radice quadrata della varianza, cioè lo scarto quadratico medio, e la media. Come si può notare, il gap tra i due coefficienti relativi alla pista, e quindi fra le dispersioni, è ben più modesto (18,6% manuale, 19,9% strumentale) di quanto apparisse dalle varianze.

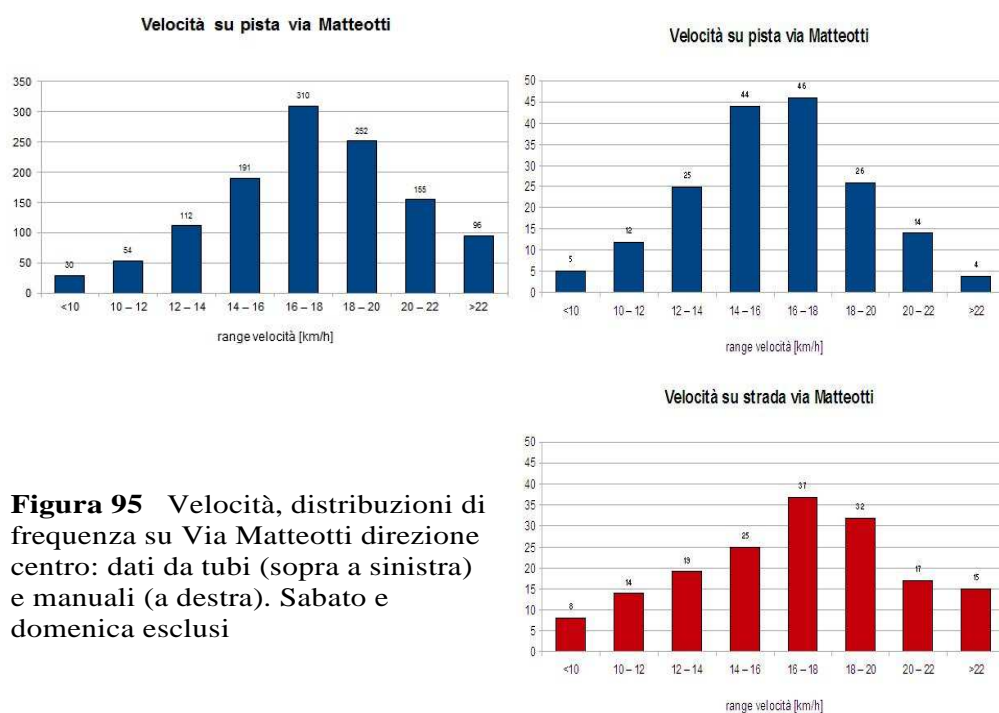


Figura 95 Velocità, distribuzioni di frequenza su Via Matteotti direzione centro: dati da tubi (sopra a sinistra) e manuali (a destra). Sabato e domenica esclusi

Nella precedente **Figura 95** vengono messe a confronto le *distribuzioni di frequenza assolute* che si ottengono dai dati manuali e strumentali su pista (in blu) e su strada (in rosso), con velocità raggruppate in classi di ampiezza costante pari a 2 km/h, eccezion fatta per la prima (minore di 10 km/h) e l'ultima (maggiore o uguale a 22 km/h).

Visto il minor numero di eventi rilevati dagli operatori rispetto a quelli registrati dai tubi pneumatici, gli assi delle ordinate presentano scale diverse, facilitando in tal modo il raffronto visivo. Come si può osservare, le distribuzioni delle velocità su pista sono abbastanza simili: entrambe unimodali (la classe modale è 16-18 km/h) e con tendenza alla normale, anche se quella ottenuta mediante le apparecchiature presenta una leggera asimmetria negativa.

Più schiacciata la distribuzione relativa alla strada, a conferma della maggior dispersione, che in comune con le altre possiede però la classe modale, 16-18 km/h. Da un'analisi complessiva dei flussi diretti verso il centro storico (Via dell'Indipendenza) nella fascia oraria 8:30-10:30, lungo la rampa sud del cavalcavia di Via Matteotti, emerge dunque che valor medio e dispersione delle velocità siano maggiori per i ciclisti che scelgono la strada la cui quota, come già esposto nel capitolo 2 (pag. 109), è pari al 48% del totale. Il ramo in esame presenta infatti gradi di utilizzo dell'infrastruttura ciclabile relativamente modesti (**Tabella XXVII**) e comunque inferiori al valor medio di Bologna, pari circa al 60% [DICAM (16)].

Grado di utilizzo della pista ciclabile (8:30-10:30)			
	Dir. periferia	Dir. centro	Bidirezionale
Via G. Matteotti	34%	52%	47%

Tabella XXVII Grado di utilizzo della pista ciclabile di Via G. Matteotti

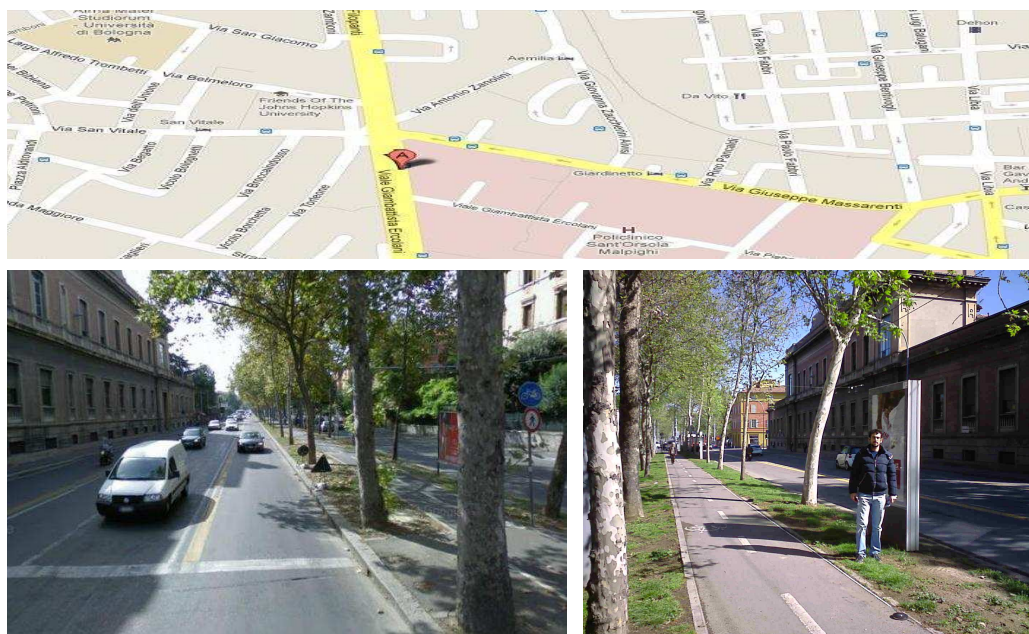


Figura 96 Sezione di Viale Ercolani

Viale G. B. Ercolani (Figura 96), fra le tre sezioni monitorate, è quella in cui si registrano le velocità ciclabili più elevate sia su pista che su strada, quantomeno in base ai dati manuali: in direzione nord, Stazione Centrale, rispettivamente 16,1 e 18,8 km/h (Tabella XXVIII). Infatti, al contrario di Via Matteotti, il valore fornito dai dati strumentali per l'infrastruttura ciclabile è più basso, 14,6 km/h.

Velocità ciclabili – Sezione Ercolani			
Dati	Grandezza	Pista	Strada
Manuali (lunedì – venerdì 8:30/10:30)	Valor medio	16,12 km/h	18,78 km/h
	Varianza	7,31	18,56
	C. Variazione	0,168	0,229
Strumentali (lunedì – venerdì 8:30/10:30)	Valor medio	14,63 km/h	
	Varianza	6,99	
	C. Variazione	0,181	
Strumentali (feriali e festivi 8:30-10:30)	Valor medio	14,61 km/h	
	Varianza	7,04	
	C. Variazione	0,182	

Tabella XXVIII Risultati relativi a Via Ercolani (direzione nord)

Risultano invece paragonabili le varianze (6,99 strumentale e 7,31 manuale) e i coefficienti di variazione (18,1% e 16,8%) riferiti alla pista, in tutti i casi inferiori ai corrispettivi indicatori della precedente sezione.

Come mostra la successiva **Figura 97**, anche le distribuzioni di frequenza assoluta non hanno lo stesso andamento. Relativamente alla pista ciclabile e sempre in direzione Stazione Centrale, le distribuzioni derivanti dai dati strumentali e manuali presentano due distinte classi modali, 12-14 e 14-16 km/h rispettivamente; la prima è caratterizzata inoltre da un'evidente asimmetria positiva, mentre la seconda tende maggiormente ad una gaussiana.

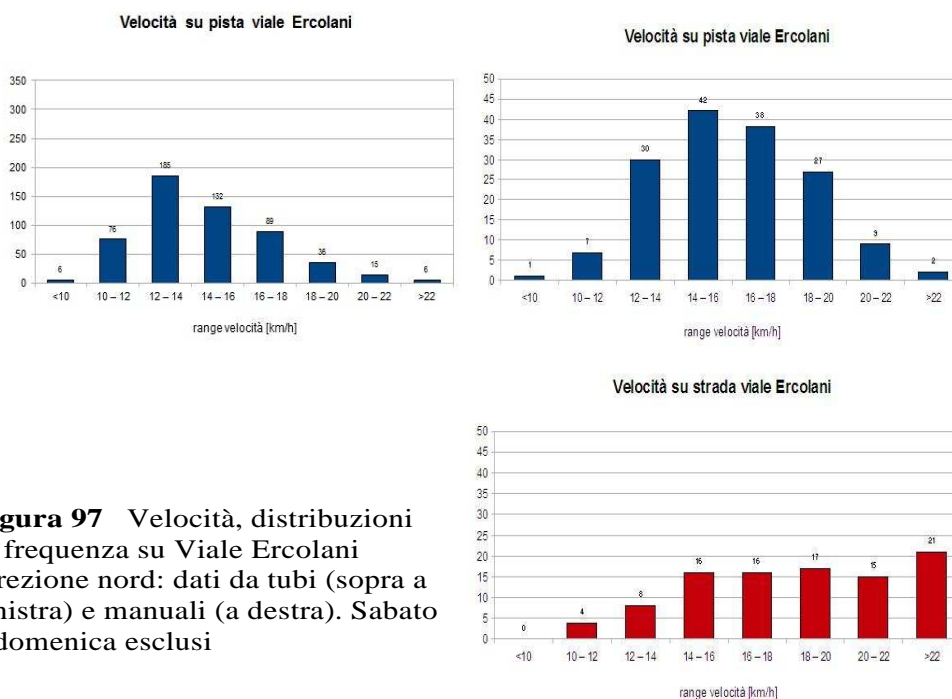


Figura 97 Velocità, distribuzioni di frequenza su Viale Ercolani direzione nord: dati da tubi (sopra a sinistra) e manuali (a destra). Sabato e domenica esclusi

Analogamente a Via Matteotti, la velocità media dei ciclisti su strada è superiore a quella su pista. Le distribuzioni di frequenza presentano invece una notevole discrepanza: quella di Viale Ercolani risulta infatti più uniforme ma con asimmetria negativa e la classe modale è quella all'estremo destro, dai 22 km/h in su; considerando la soglia dei 20 km/h, viaggia ad una velocità

maggiore il 37% degli utenti diretti a nord. Questo andamento particolare può dipendere dal fatto che Viale Ercolani sia l'unico nell'ambito della presente indagine in cui i ciclisti hanno a disposizione due ampie corsie preferenziali, quindi con volumi di traffico decisamente modesti.

I ciclisti diretti a nord utilizzano soprattutto la preferenziale che costeggia l'Ospedale S. Orsola (lato est), in quanto è solitamente libera dal traffico anche in prossimità dell'intersezione semaforizzata con Via Massarenti, per tre motivi: la durata del verde relativa a Viale Ercolani è sufficientemente ampia e tale da evitare la formazione di lunghe code; gli autobus, nell'effettuare le loro manovre, non devono dare la precedenza ad altre correnti veicolari; dal momento che la svolta a destra su Via Massarenti è consentita solo ai mezzi pubblici, gli automobilisti non ricavano vantaggi nell'occupare la sopracitata corsia preferenziale. Sempre in corrispondenza della medesima intersezione, per i ciclisti risulta più critica la situazione della preferenziale sul lato ovest, in cui gli autobus diretti in centro, nell'effettuare la manovra di svolta a sinistra su Via San Vitale, sono costretti a dare la precedenza ai veicoli che circolano sulla carreggiata opposta. Oltre a questa criticità, si deve aggiungere che il tracciato della pista su Viale Ercolani non prosegue oltre l'intersezione con Via Massarenti, mentre è collegato con quello di Via S. Vitale. Di conseguenza si può ipotizzare che i ciclisti che devono imboccare via S. Vitale utilizzino la pista, mentre quelli che sono diretti alla Stazione Centrale transitino sulla corsia preferenziale lato est.

La pista, sia per la presenza della segnaletica verticale che ne vieta l'accesso sia, soprattutto, per la sua collocazione all'interno dello spartitraffico, è caratterizzata da ridotti flussi pedonali. Ragione che potrebbe spiegarne sia la velocità media che il grado di utilizzo più elevati rispetto a Via Matteotti; nella direzione monitorata (Stazione), la quota di ciclisti che scelgono la pista si attesta infatti al 61% (Tabella XXIX).

Grado di utilizzo della pista ciclabile (8:30-10:30)			
	Dir. G.Margherita	Dir. Stazione	Bidirezionale
Viale G. B. Ercolani	48%	61%	57%

Tabella XXIX Grado di utilizzo della pista ciclabile di Viale G. B. Ercolani

Via A. Fioravanti fa parte dell'itinerario radiale nord (numero 4) che collega il quartiere periferico dell'Arcoveggio col centro di Bologna e che termina all'intersezione tra Via Matteotti e Viale Pietramellara. Come si evince dalla **Figura 98**, per quanto riguarda la pista, il tratto in esame presenta molte similitudini geometrico-funzionali con Via Matteotti ma, nonostante si trovi di fronte alla nuova sede degli uffici comunali di Piazza Liber Paradisus, è caratterizzato da flussi pedonali, ciclabili e veicolari decisamente inferiori.

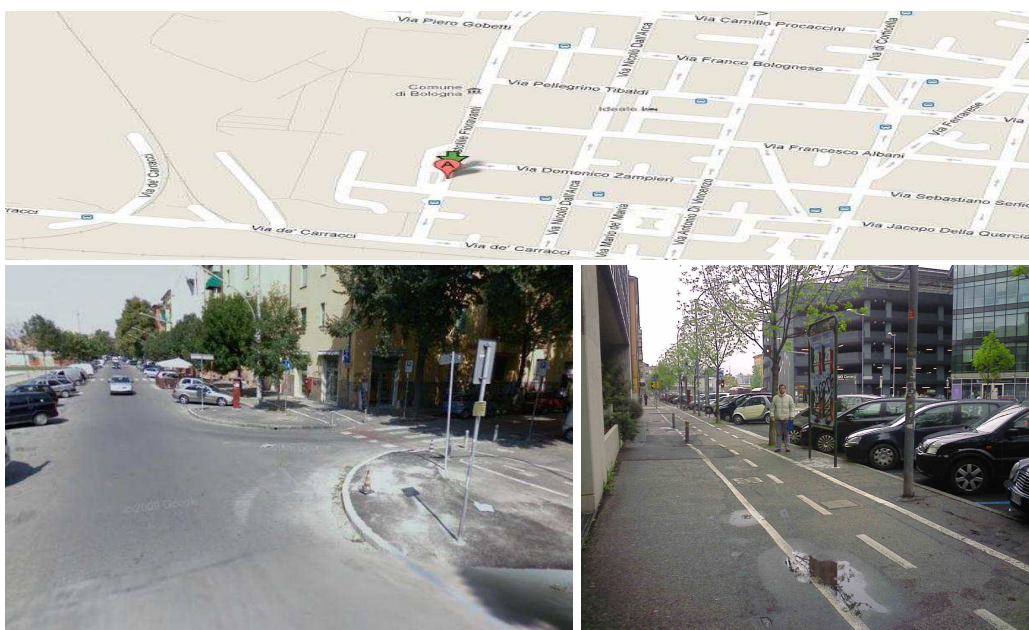


Figura 98 Sezione di Via Fioravanti

Via Fioravanti, nella direzione centro (Via de' Carracci), è la sezione che registra le velocità medie più basse (**Tabella XXX**),

indipendentemente se si considerano i rilievi manuali o quelli strumentali; ciò spiega perché, pur avendo varianze in linea con le due precedenti sezioni, i coefficienti di variazione siano più alti. È ipotizzabile che la causa, come già accennato nel profilo della sezione all’inizio del capitolo, risieda nell’elevato numero di intersezioni a T sul lato est, proprio quello in cui è ricavata la pista, in corrispondenza delle quali il ciclista, pur avendo la precedenza, potrebbe percepire un certo rischio.

Velocità ciclabili – Sezione Fioravanti			
Dati	Grandezza	Pista	Strada
Manuali (lunedì – venerdì 8:30/10:30)	Valor medio	14,64 km/h	16,84 km/h
	Varianza	9,75	17,96
	C. Variazione	0,213	0,252
Strumentali (lunedì – venerdì 8:30/10:30)	Valor medio	12,80 km/h	
	Varianza	7,15	
	C. Variazione	0,209	
Strumentali (feriali e festivi 8:30-10:30)	Valor medio	12,74 km/h	
	Varianza	7,04	
	C. Variazione	0,208	

Tabella XXX Risultati relativi a Via Fioravanti (direzione centro)

Infatti non sono rare, da parte degli automobilisti, le brusche svolte a sinistra da Via Fioravanti su una delle strade laterali (ad esempio Via Zampieri). Oltretutto in questa situazione la visibilità è ridotta sia dalle auto in sosta che dagli alberi posti tra la pista ciclabile e la carreggiata di Via Fioravanti. Diversi fattori di pericolo sono presenti anche nel caso in cui il senso unico delle strade laterali sia opposto (ad es. Via F. Albani): veicoli in sosta, alberi e le stesse abitazioni impediscono agli automobilisti impegnati nella svolta a sinistra su Via Fioravanti di vedere il ciclista con sufficiente anticipo. Come risulta da alcune interviste effettuate nell’ambito dello studio pilota illustrato nel capitolo 2, questo aspetto probabilmente è una delle ragioni per cui alcuni ciclisti provenienti dall’area gravitante attorno all’ippodromo Arcoveggio scelgano di attraversare Piazza dell’Unità e percorrere

l'intera Via Matteotti (opzione che, al contrario di Via Fioravanti, non presenta continuità di pista).

Le distribuzioni di frequenza assoluta su pista riflettono questa situazione e come emerge dalla **Figura 99** sono asimmetriche positive, entrambe con classe modale 12-14 km/h; in altre parole con una netta prevalenza delle basse velocità su quelle alte. A conferma dell'elevata dispersione, la distribuzione di frequenza su strada è decisamente irregolare.

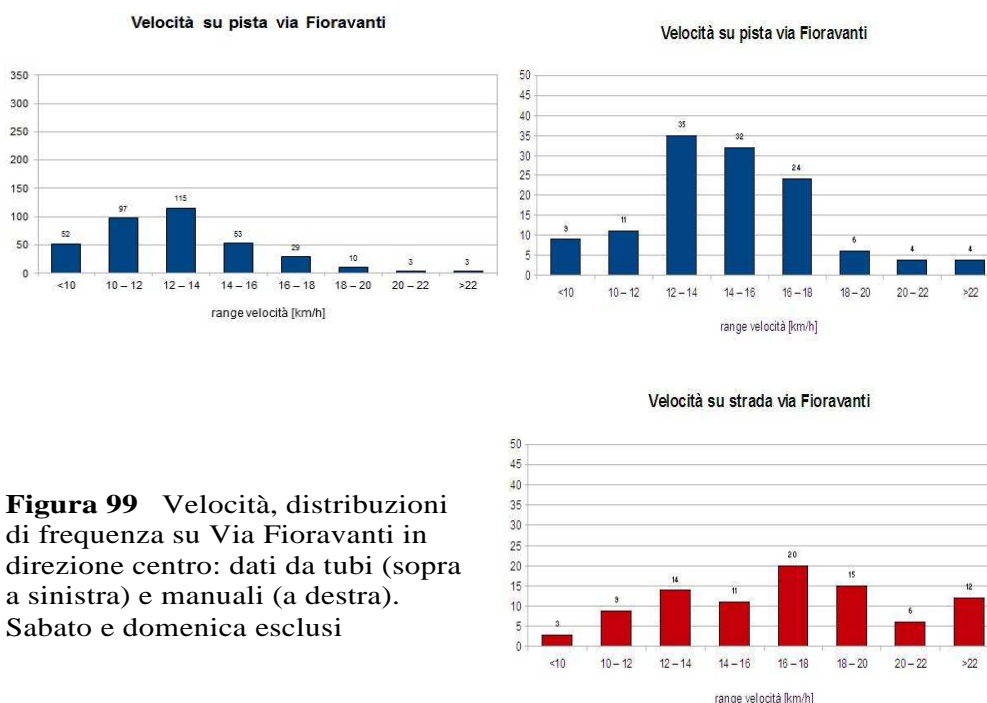


Figura 99 Velocità, distribuzioni di frequenza su Via Fioravanti in direzione centro: dati da tubi (sopra a sinistra) e manuali (a destra). Sabato e domenica esclusi

La maggiore larghezza del marciapiede in cui è ricavata la pista e i modesti flussi pedonali e ciclabili determinano il maggiore grado di utilizzo dell'infrastruttura stessa fra le tre sezioni monitorate, pari ad un complessivo 64% per la direzione in esame (Tabella XXXI).

Grado di utilizzo della pista ciclabile (8:30-10:30)			
	Dir. periferia	Dir. centro	Bidirezionale
Via A. Fioravanti	99%	64%	78%

Tabella XXXI Grado di utilizzo della pista ciclabile di Via A. Fioravanti

Confrontando le tabelle precedenti (da **Tabella XXVI** a **Tabella XXXI**), emergono alcune considerazioni valide per tutte le sezioni:

- la velocità media sull'infrastruttura ciclabile è leggermente più bassa includendo anche i giorni festivi, a causa del minor numero di spostamenti sistematici che hanno luogo il sabato e la domenica;
- i rilievi manuali evidenziano come il valor medio della velocità dei ciclisti su strada sia generalmente superiore a quello su pista, soprattutto dove è presente un'ampia corsia preferenziale (Viale Ercolani);
- la velocità su pista è più alta se essa è in sede propria (Viale Ercolani);
- la dispersione dei singoli valori di velocità attorno al valor medio è sempre maggiore su strada, a dimostrazione che il ciclista è solitamente più libero di mantenere la velocità desiderata;
- in merito al grado di utilizzo delle piste ciclabili limitatamente alle direzioni monitorate (centro storico), il più elevato si riscontra in Via Fioravanti (64%), seguito da quello di Viale Ercolani (61%) e di Via Matteotti (52%). E' opportuno ricordare che, a differenza degli altri due, il tratto di Via Fioravanti registra flussi ciclabili modesti e che è l'unico a non presentare interruzioni della pista immediatamente a valle.

3.2 | Studio delle interferenze

Si può ipotizzare a questo punto che velocità e grado di utilizzo della pista non siano indipendenti ma in qualche modo legati da una “funzione” rappresentata da numerosità e tipologia di interferenze subite dai ciclisti, a loro volta dipendenti in parte anche dalle caratteristiche dell’arco. Come già accennato, un ulteriore segmento dell’indagine qui esposta si pone come obiettivo quello di verificare se e quanto la velocità dei ciclisti dipenda dal numero e dalla tipologia di interferenze con altri veicoli e utenti. Per questa fase si sono rese necessarie due ore di misurazioni per ciascuna delle tre sezioni in oggetto, che hanno coinvolto due operatori nel mese di giugno 2012: il primo doveva percorrere in bicicletta un tratto di 20 metri, sia su pista che su strada, il secondo ne registrava i tempi impiegati. Per l’infrastruttura ciclabile sono state considerate entrambe le direzioni, per la strada al contrario solo quella verso il centro storico di Bologna. Per ciascun evento è stato contemporaneamente annotato anche il tipo, il numero e la direzione di marcia degli altri veicoli o pedoni incontrati in quello spazio dal ciclista-operatore. Per quanto riguarda la pista ciclabile, le interferenze sono state classificate come segue:

- assenza di qualsiasi interferenza (*classe b*);
- assenza di pedoni, presenza di sole biciclette nella stessa direzione (*classe c*);
- assenza di pedoni, presenza di sole biciclette in direzione opposta (*classe d*);
- presenza di almeno un pedone (*classe e*);
- presenza di almeno quattro pedoni (*classe f*).

Dal momento che la presenza simultanea nei 20 metri di pista di altri ciclisti in entrambe le direzioni, in assenza di pedoni, si è

rivelata molto rara e non è stata riscontrata in tutte le sezioni, questa classe di intralci è stata denominata “n.c.”. Per le rilevazioni su strada le categorie sono le seguenti:

- assenza di qualsiasi interferenza (*classe b*);
- senza interferenze oppure presenza di soli veicoli a due ruote come bici o moto (*classe c*);
- presenza di almeno un'autovettura (*classe d*);
- presenza di almeno un autobus (*classe e*);
- presenza di veicoli pesanti e in generale di tutti i mezzi più ingombranti delle autovetture, come ad esempio le differenti categorie di autocarri e autocaravan (*classe f*).

In entrambi i casi la *classe a* identifica la totalità degli eventi registrati e dunque non una vera e propria tipologia di interferenza. Per ogni classe è stata successivamente calcolata la velocità media dell'operatore in bicicletta, così da permetterne il confronto con quella che ha potuto mantenere in condizioni ideali (cioè in assenza di intralci), espresso in termini di variazione percentuale. Da quanto appena detto appare evidente la scarsa importanza del dato relativo alla classe a; per un valor medio della velocità ciclabile su ciascuna sezione sono più significativi i valori esposti nel paragrafo precedente. Per come sono state definite le categorie di interferenze, può accadere che un evento appartenga a più di una classe: ad esempio la presenza di almeno un autobus non esclude la presenza di almeno un'autovettura.

Nel caso del cavalcavia di *Via G. Matteotti*, la vicinanza di punti nevralgici come la stazione ferroviaria e l'autostazione, nonché la stessa *Via dell'Indipendenza*, comporta un elevato flusso pedonale; ad esso contribuisce anche una rampa d'accesso alla Stazione Centrale che si trova proprio sulla sommità del cavalcavia in questione. E dal momento che la pista ciclabile è ricavata dal marciapiede e delimitata a mezzo della semplice segnaletica orizzontale, gli intralci causati dai pedoni (oltre che dagli altri ciclisti) sono frequenti. A tal proposito, si introducono i risultati ottenuti dall'indagine sulle interferenze descritta sopra,

raccolti nella **Tabella XXXII**. Il numero totale di passaggi rilevati, nella fascia oraria 9-10 di due giorni feriali e nel tratto di 20 metri, ammonta a 125, di cui 87 su pista e 38 su strada.

Sezione: MATTEOTTI (tot rilevazioni: 125)										
Direzioni: < PIAZZA UNITA' (salita) INDIPENDENZA (discesa) >										
MEDIE PISTA 87					MEDIE STRADA 38					
<i>t (s)</i> <i>v (m/s)</i> <i>v (km/h)</i>					<i>t (s)</i> <i>v (m/s)</i> <i>v (km/h)</i>					
a) COMPLESSIVA					a) COMPLESSIVA					
n. eventi 87 / freq. 100,0%					n. eventi 38 / freq. 100,0%					
>	4,87	4,11	14,79	>	5,17	3,87	13,94			
<	6,27	3,19	11,49							
b) SENZA ALCUNA INTERFERENZA					b) SENZA ALCUNA INTERFERENZA					
n. eventi 8 / freq. 9,2%					n. eventi 16 / freq. 42,1%					
>	4,07	4,92	17,70	>	4,07	4,92	17,70			
<	5,99	3,34	12,03							
c) SENZA PEDONI, SOLO BICI STESSA DIREZ.					c) SENZA INTERFERENZE OPPURE CON BICI O MOTO					
n. eventi 4 / freq. 4,6%					n. eventi 18 / freq. 47,4%					
>	4,63	4,32	15,55	>	4,16	4,81	17,31			
<	N.D.	#####	#####							
d) SENZA PEDONI, SOLO BICI DIR. OPPOSTA					d) CON ALMENO UN'AUTOVEETTURA					
n. eventi 5 / freq. 5,7%					n. eventi 18 / freq. 47,4%					
>	5,08	3,94	14,17	>	6,05	3,31	11,91			
<	5,49	3,64	(*) 13,12							
e) CON ALMENO UN PEDONE					e) CON ALMENO UN AUTOBUS					
n. eventi 70 / freq. 80,5%					n. eventi 8 / freq. 21,1%					
>	5,07	3,95	14,21	>	6,48	3,09	11,11			
<	6,35	3,15	11,33							
f) CON ALMENO 4 PEDONI					f) CON ALMENO UN VEICOLO PESANTE					
n. eventi 15 / freq. 17,2%					n. eventi 1 / freq. 2,6%					
>	5,58	3,58	12,90	>	10,95	1,83	6,58			
<	6,82	2,93	10,56							
n.c.) SENZA PEDONI, CON BICI IN 2 DIREZ.										
n. eventi 0 / freq. 0,0%										
>	N.D.	#####	#####							
<	N.D.	#####	#####							
< bici >					bici >		moto >		auto >	
pedoni >					bus >		v. pes. >			
Somme 2 gg					4		5		36	
11					37		51		124	
Num. Eventi					3		4		18	
8					29		35		52	
% (su 87) >					8%		11%		47%	
9%					33%		40%		60%	
% (su 38) >					8%		11%		47%	
9%					33%		40%		60%	

Tabella XXXII Interferenze a cui sono soggetti i ciclisti su Via Matteotti

Limitatamente alla *pista*, solo nel 9% dei casi l'operatore in bicicletta ha avuto via libera; in questa condizione ideale ha realizzato una velocità media di 17,70 km/h verso il centro (Via dell'Indipendenza), direzione nella quale il ciclista si trova in

discesa, e di 12,03 km/h nel salire la rampa verso la periferia (Piazza dell'Unità).

Per quanto riguarda l'intralcio prodotto dalla stessa classe di utenti, sono state rilevate biciclette dirette in Via dell'Indipendenza nel 33% degli 87 casi, verso Piazza dell'Unità nel 9%. Come emerge dalla tabella, se il ciclista diretto in centro non incontra pedoni ma soltanto bici nel suo stesso senso di marcia, quindi sempre in discesa, la velocità cala dal valore ideale di 17,70 km/h a 15,55 km/h, pari ad una flessione negativa del 12,5%. Se al contrario le altre bici procedono nel verso opposto, dunque in salita, la velocità si attesta a 14,17 km/h (-20%). Si può dunque asserire che per il ciclista diretto in Via dell'Indipendenza il disturbo maggiore è generato da chi procede in direzione opposta, anche se va sottolineato che l'ultimo valore è ottenuto da un solo evento. A causa del dislivello che caratterizza questo tratto di Via Matteotti e di conseguenza del forte differenziale di velocità (quasi 6 km/h) che sussiste fra ciclisti procedenti in direzioni opposte, colui che scende la rampa potrebbe percepire un determinato rischio nel dovere incrociare un utente che viaggia molto più lentamente. Al contrario, sempre dalla **Tabella XXXII** emerge che per colui che percorre la rampa in salita l'incrocio con altri ciclisti in direzione contraria costituirebbe persino un beneficio (+9%). Un risultato che può dipendere da fattori specifici dei singoli casi che in generale è però difficilmente ammissibile, ragione per cui è opportuno trascurarlo.

Nell'80,5% degli eventi registrati (70 su 87) vi era almeno un pedone; in totale ne sono stati conteggiati 175, a conferma dell'elevato flusso che caratterizza la sezione di Via Matteotti. Dato il forte differenziale di velocità fra ciclista e pedone, la direzione di marcia di quest'ultimo può essere trascurata nella presente analisi. Se sulla pista o nelle immediate vicinanze vi è almeno un pedone, la velocità media del ciclista è pari a 14,21 km/h, cioè il 19,7% in meno rispetto alla condizione ideale. La

riduzione percentuale è ancora maggiore se le persone a piedi sono almeno quattro, 12,90 km/h (– 27%).

Spostandoci su *strada*, in 16 casi su 38 (42%) non sono state rilevate interferenze di alcun tipo, circostanza nella quale il ciclista ha fatto registrare una velocità media di 17,70 km/h, equivalente a quella su pista (Tabella XXXII).

L'eventuale presenza di altri veicoli a due ruote (bici e moto) ne ha determinato una contrazione del 2,2% (17,31 km/h), decisamente contenuta.

L'interferenza più frequente è però data dal traffico automobilistico, generalmente intenso su Via Matteotti, nonostante l'indagine si sia svolta durante giornate di bel tempo nel mese di giugno. Nel 47% dei passaggi registrati il ciclista aveva davanti o di fianco a sé almeno un'autovettura, con conseguente abbassamento della velocità a 11,91 km/h, cioè –33% rispetto alla condizione ideale.

Il tratto oggetto di studio è inoltre percorso da numerose linee di trasporto collettivo, alcune delle quali molto frequenti. Di conseguenza l'intralcio al moto del ciclista prodotto da uno o più autobus non è raro: in tal caso il valor medio della velocità è stato di 11,11 km/h, pari a –37%. Meno significativo, dal momento che l'evento registrato è uno solo, il dato relativo a mezzi pesanti (6,58 km/h, –63%), anche se è facilmente ipotizzabile che i veicoli caratterizzati da un maggior ingombro possano creare notevole disturbo al ciclista.

Si può concludere che per la sezione di Via Matteotti l'intralcio maggiore per i ciclisti diretti in centro fra le 9 e le 10 del mattino viene prodotto da autovetture e autobus, che li costringono, su strada, a ridurre mediamente la velocità del 33/37% rispetto alla condizione di via libera. Ciò nonostante, quasi la metà degli utenti preferisce la sede promiscua in quanto la probabilità di incontrare automobili e bus su strada, seppure considerevole, risulta generalmente minore rispetto a quella di incontrare pedoni sulla pista, che, a seconda del numero, comportano una diminuzione di

velocità dal 19,7% in su. Dal momento che in questa direzione il tratto in esame è in discesa, l'intralcio provocato su pista da altri ciclisti è ridotto (-12%) se anch'essi sono diretti in centro, maggiore (-20%) se sono impegnati nella salita, nonostante la migliore visibilità reciproca in caso di incrocio. Risultato che molto probabilmente è determinato dalla pendenza della sezione e quindi dal maggior differenziale di velocità.

Sezione: ERCOLANI (tot rilevazioni: 90)												
Direzioni: < STAZIONE C.LE GIARDINI MARGHERITA >												
MEDIE PISTA 61					MEDIE STRADA 29							
		t (s)	v (m/s)	v (km/h)			t (s)	v (m/s)	v (km/h)			
M E D I E T O T A L I	a) COMPLESSIVA					a) COMPLESSIVA						
			n. eventi	61 /	freq. 100,0%			n. eventi	29 /	freq. 100,0%		
	>	4,53	4,41	15,89	<	4,14	4,84	17,41				
	<	4,37	4,57	16,46								
	b) SENZA ALCUNA INTERFERENZA					b) SENZA ALCUNA INTERFERENZA						
			n. eventi	28 /	freq. 45,9%			n. eventi	16 /	freq. 55,2%		
	>	4,32	4,63	16,66	<	3,88	5,16	18,57				
	<	4,31	4,64	16,71								
	c) SENZA PEDONI, SOLO BICI STESSA DIREZ.					c) SENZA INTERFERENZE OPPURE CON BICI O MOTO						
			n. eventi	4 /	freq. 6,6%			n. eventi	19 /	freq. 65,5%		
	>	4,86	4,12	14,81	<	3,92	5,10	18,38				
	<	4,40	4,55	16,36								
	d) SENZA PEDONI, SOLO BICI DIR. OPPOSTA					d) CON ALMENO UN'AUTOVETTURA						
			n. eventi	18 /	freq. 29,5%			n. eventi	7 /	freq. 24,1%		
	>	4,46	4,49	16,16	<	4,26	4,69	16,90				
	<	4,43	4,51	16,25								
	e) CON ALMENO UN PEDONE					e) CON ALMENO UN AUTOBUS						
			n. eventi	8 /	freq. 13,1%			n. eventi	3 /	freq. 10,3%		
	>	5,05	3,96	14,25	<	5,22	3,83	13,78				
<	4,73	4,23	15,22									
f) CON ALMENO 4 PEDONI					f) CON ALMENO UN VEICOLO PESANTE							
		n. eventi	0 /	freq. 0,0%			n. eventi	0 /	freq. 0,0%			
>	N.D.	#####	#####	<	N.D.	#####	#####					
<	N.D.	#####	#####									
n.c.) SENZA PEDONI, CON BICI IN 2 DIREZ.												
		n. eventi	3 /	freq. 4,9%								
>	4,84	4,13	14,87									
<	N.D.	#####	#####									
		< bici	bici >	< pedoni	pedoni >			< bici	< moto	< auto	< bus	< v. pes.
Somme 2 gg		32	6	0	9			1	2	7	3	0
Num. Eventi		24	6	0	8			1	2	7	3	0
% (su 61) >		39%	10%	0%	13%	% (su 29) >		3%	7%	24%	10%	0%

Tabella XXXIII Interferenze a cui sono soggetti i ciclisti su Viale Ercolani

Il tratto monitorato della *pista ciclabile* di *Viale G. B. Ercolani* è contraddistinto da una percentuale di interferenze molto modesta (Tabella XXXIII): nel 46% degli eventi non si sono registrati ostacoli. Situazione che ha consentito al rilevatore in bicicletta di raggiungere una velocità pari a 16,7 km/h in entrambe le direzioni. In tal caso il valore è quasi coincidente perché il tracciato è fondamentalmente pianeggiante.

Per come si sono svolte le due ore di indagini, risultano in numero maggiore le rilevazioni su pista nelle quali l'operatore in bici procedeva verso i Giardini Margherita; e dal momento che nella fascia oraria di riferimento (9-10 di mattina) il flusso è prevalentemente orientato verso la Stazione Centrale, il numero degli eventi nei quali gli altri ciclisti viaggiano in direzione opposta è maggiore rispetto a quelli in cui si muovono nella stessa direzione.

Nel complesso si può affermare che la presenza di altri ciclisti lungo la pista influisce debolmente in termini di riduzione della velocità. Senza pedoni e con sole altre biciclette nella medesimo senso di marcia, la flessione della velocità è pari a -4,2%; in particolare a -2,5% verso la stazione (16,36 km/h) e all'11% verso i Giardini Margherita (14,81 km/h). Ma come si accennava sopra è maggiore il numero di eventi nei quali gli altri ciclisti procedevano in direzione contraria rispetto a quella dell'operatore; in questa circostanza è stata registrata una velocità media di circa 16,2 km/h in entrambe le direzioni, equivalente ad una riduzione del 3%. Contrariamente a quanto accade in Via Matteotti, il disturbo maggiore per un ciclista è prodotto da chi procede nel suo stesso senso di marcia. È ipotizzabile infatti che, in mancanza di altri ostacoli (come i pedoni) e lungo un tracciato pianeggiante, la visibilità frontale reciproca contribuisca a mantenere quasi inalterata la propria andatura. Se invece i ciclisti procedono nella stessa direzione, la velocità di quello che sta davanti può costringere chi segue ad accodarsi o a sorpassarlo, sempre che sia disponibile un sufficiente spazio per effettuare la manovra.

Essendone vietato l'accesso da apposita segnaletica verticale ma soprattutto per la particolare posizione della pista sullo spartitraffico, il flusso pedonale è decisamente esiguo. Infatti sono stati rilevati pedoni solo in 8 casi su 61 e in nessuno di questi ve ne erano più di due. Ciò nonostante, l'influenza sulla velocità prodotta da persone a piedi è maggiore di quella determinata da altri ciclisti: se l'operatore è diretto a nord (Stazione Centrale), la velocità media registrata è di 15,2 km/h (-9% rispetto all'assenza di qualsiasi interferenza), se invece procede verso i Giardini Margherita è di 14,2 km/h (-14%).

Analizzando ora la *strada*, l'uso delle sopracitate corsie preferenziali consente ai ciclisti diretti verso la Stazione Centrale di limitare il numero di interferenze (Tabella XXXIII). Quando non sussistono intralci di alcun tipo, ovvero nel 55% dei casi (16 su 29), la velocità media ha raggiunto i 18,57 km/h.

L'eventuale disturbo arrecato da altri veicoli a due ruote è quasi trascurabile: il valor medio della velocità del ciclista è di 18,38 km/h, inferiore solo dell'1% rispetto a quello rilevato in condizioni ideali. Più sensibile l'influenza prodotta dal passaggio di una o più autovetture: 16,90 km/h, -9%. Un autobus arreca un disturbo maggiore, in particolare in corrispondenza di una fermata (come quella presente nel tratto in esame), ma la frequenza di questa classe di interferenze è bassa: nei tre casi monitorati la velocità media del ciclista è scesa a 13,78 km/h (-25,77%).

Per quanto concerne *Via A. Fioravanti*, la velocità su *pista* dell'operatore in condizioni ideali è poco superiore ai 15 km/h per entrambe le direzioni (Tabella XXXIV). Trattasi di un valore piuttosto modesto, considerata la relativa scarsità di flussi ciclabili e pedonali in questa sezione.

In presenza di una o più biciclette nella stessa direzione di marcia, la velocità si riduce a 14,16 km/h, con una diminuzione pari a -7% rispetto a quella registrata in caso di pista libera. A conferma di quanto detto per l'infrastruttura ciclabile di Viale Ercolani, risulta

più contenuto il disturbo prodotto da ciclisti che provengano dalla direzione opposta: -5%, equivalente a 14,44 km/h.

Sezione: FIORAVANTI (tot rilevazioni: 107)											
Direzioni: < CARRACCI ARCOVEGGIO >											
MEDIE PISTA 75					MEDIE STRADA 32						
t (s) v (m/s) v (km/h)					t (s) v (m/s) v (km/h)						
M E D I E T O T A L I	a) COMPLESSIVA					a) COMPLESSIVA					
	n. eventi 75 / freq. 100,0%					n. eventi 32 / freq. 100,0%					
	>	5,00		4,00	14,41	<	4,29		4,67	16,80	
	<	5,04		3,97	14,28						
	b) SENZA ALCUNA INTERFERENZA					b) SENZA ALCUNA INTERFERENZA					
	n. eventi 31 / freq. 41,3%					n. eventi 12 / freq. 37,5%					
	>	4,73		4,23	15,23	<	4,24		4,72	17,00	
	<	4,77		4,19	15,09						
	c) SENZA PEDONI, SOLO BICI STESSA DIREZ.					c) SENZA INTERFERENZE OPPURE CON BICI O MOTO					
	n. eventi 10 / freq. 13,3%					n. eventi 13 / freq. 40,6%					
	>	5,08		3,93	14,17	<	4,25		4,71	16,96	
	<	5,09		3,93	14,15						
	d) SENZA PEDONI, SOLO BICI DIR. OPPOSTA					d) CON ALMENO UN'AUTOVETTURA					
	n. eventi 8 / freq. 10,7%					n. eventi 18 / freq. 56,3%					
	>	5,00		4,00	14,40	<	4,28		4,67	16,80	
	<	4,98		4,02	14,46						
	e) CON ALMENO UN PEDONE					e) CON ALMENO UN AUTOBUS					
	n. eventi 25 / freq. 33,3%					n. eventi 0 / freq. 0,0%					
	>	5,30		3,77	13,57	<	N.D.		#####	#####	
	<	5,34		3,75	13,48						
f) CON ALMENO 4 PEDONI					f) CON ALMENO UN VEICOLO PESANTE						
n. eventi 1 / freq. 1,3%					n. eventi 1 / freq. 3,1%						
>	5,33		3,75	13,51	<	4,83		4,14	14,91		
<	N.D.		#####	#####							
n.c.) SENZA PEDONI, CON BICI IN 2 DIREZ.											
n. eventi 1 / freq. 1,3%											
>	5,33		3,75	13,51							
<	N.D.		#####	#####							
		< bici	bici >	< pedoni	pedoni >		< bici	< moto	< auto	< bus	< v. pes.
Somme 2 gg	13	22	20	21		0	2	25	0	1	
Num. Eventi	10	18	17	12		0	2	18	0	1	
% (su 75) >	13%	24%	23%	16%	% (su 32) >	0%	6%	56%	0%	3%	

Tabella XXXIV Interferenze a cui sono soggetti i ciclisti su Via Fioravanti

La presenza di pedoni nei pressi o direttamente sulla pista ha un'influenza maggiore in termini di riduzione di velocità del ciclista, ma sia la larghezza del marciapiede dal quale è ricavata che l'esiguo numero di interferenze consentono di limitare l'intralcio. Indipendentemente dalla direzione di marcia

dell'operatore in bici, sono stati rilevati pedoni solo in 25 eventi sui 75 totali e in un solo caso ve ne erano più di tre. La velocità media registrata in questo caso è di 13,55 km/h, corrispondente a una variazione pari a -11% rispetto alla condizione ideale.

In assenza di disturbi, su *strada* l'utente procede mediamente a 17 km/h (Tabella XXXIV). Dal momento che in questo tratto Via Fioravanti è a senso unico, piuttosto larga, non presenta linee e fermate del trasporto collettivo ed è contraddistinta da flussi veicolari non particolarmente elevati, l'effetto dovuto all'eventuale presenza di altri mezzi a due ruote come bici e moto è praticamente impercettibile: la contrazione della velocità rispetto alla condizione ideale è di -0,3%. Per le medesime caratteristiche di Via Fioravanti, il disturbo indotto dal transito di una o più autovetture si traduce in una diminuzione di velocità di poco più sensibile, pari a -1,2% (16,80 km/h). Meno significativo il risultato nel caso di interferenze prodotte da veicoli pesanti, in quanto è stato registrato un solo evento (14,91 km/h, -12,3%).

3.3 | Conclusioni

In conclusione, viene proposto un confronto fra le tre sezioni in esame (Via Matteotti, Viale Ercolani, Via Fioravanti), per appurare in quale misura le loro differenze fisiche e funzionali incidono sui risultati. Nella successiva Tabella XXXV vengono messi in relazione i risultati dei rilievi manuali di entrambi gli studi, quello delle velocità e quello delle interferenze, per le *piste ciclabili* in entrambe le direzioni, limitatamente ai soli giorni lavorativi. Per quanto riguarda il primo studio, evidenziato con sfondo azzurro, fanno eccezione velocità medie e coefficienti di

variazione, che si riferiscono soltanto ai ciclisti diretti nel centro storico di Bologna; nel secondo invece, tutti i valori si riferiscono ad entrambi i sensi di marcia. Sono inserite anche le percentuali di utilizzo delle piste e le loro caratteristiche fisiche e funzionali. Sempre a proposito dell'indagine sulle interferenze, si rammenta che i dati sono espressi in termini di variazioni percentuali rispetto alla velocità media registrata in loro assenza. Per ogni classe di interferenza, la variazione percentuale media rispetto alla condizione ideale è ottenuta dal confronto di due valori medi di velocità ricavati dalle tre sezioni, cioè quello in presenza dell'intralcio con quello ideale. Sul risultato finale influiscono dunque sia il peso e la frequenza che la specifica interferenza ha in ogni sezione, sia i valori assoluti delle velocità relativi a ciascun tratto. Per ciascuna postazione è poi esplicitato il numero complessivo di rilievi effettuati e, rispetto a questo, le quote percentuali (multiple) di ogni singola categoria di intralcio.

In condizioni ideali il ciclista ha fatto registrare una velocità media di 15,86 km/h. Come indicato in **Tabella XXXV**, l'influenza maggiore è prodotta dalla presenza di uno o più *pedoni*, che determina una flessione negativa del 19,39% (pari a 12,79 km/h) rispetto alla velocità mantenuta dal ciclista in assenza di interferenze. Disturbo che cresce all'aumentare del loro numero: nel caso in cui ve ne siano almeno quattro, la contrazione è pari al 27,66%. Oltretutto la probabilità di incontrare pedoni a ridosso o direttamente sulla pista non è certo remota, dal momento che ne sono stati registrati in 103 casi su 219 (47%), pari a 225 unità, nell'arco di sei ore e su tratti di 20 metri. Da questo punto di vista, la sezione in cui l'intralcio causato da pedoni è quasi trascurabile è quella di Viale Ercolani, soprattutto come frequenza. Flussi pedonali numericamente più alti si segnalano invece in Via Fioravanti, ma solo in un caso sono state conteggiate più di tre persone; ciò nonostante l'influenza sul moto del ciclista è scarsa, anche per merito della larghezza del marciapiede dal quale è ricavata la pista.

PISTA CICLABILE (2 DIREZIONI) [rilevi manuali, lunedì-venerdì]									
Sezioni	Matteotti		Ercolani		Fioravanti		Medie		
[n. rilevazioni]	83		61		75		219		
Tipologia di pista	ricavata marciapiede		sede propria		ricav. marciapiede				
Direzioni di marcia	bidirezionale		bidirezionale		bidirezionale				
Tracciato	in pendenza		pianeggiante		pianeggiante				
Studio delle interferenze									
Velocità e relative riduzioni percentuali per tipologia di interferenza									
	Velocità	Riduz. %	Velocità	Riduz. %	Velocità	Riduz. %	Velocità	Riduz. %	
Senza interferenze	15,57	0,00	16,68	0,00	15,20	0,00	15,86	0,00	
[n. rilevazioni]	8	9,6%	28	45,9%	31	41,3%	67	30,6%	
Solo bici dir. opp.	14,17	8,98	16,16	3,12	14,44	5,00	15,58	1,80	
[n. rilevazioni]	1	1,2%	18	29,5%	8	10,7%	27	12,3%	
Solo bici stessa dir.	15,55	0,14	15,98	4,23	14,16	6,82	14,87	6,24	
[n. rilevazioni]	4	4,8%	4	6,6%	10	13,3%	18	8,2%	
Pedoni (almeno 1)	12,32	20,89	14,50	13,11	13,55	10,84	12,79	19,39	
[n. rilevazioni]	70	84,3%	8	13,1%	25	33,3%	103	47,0%	
Pedoni (almeno 4)	11,34	27,19	0,00	n.d.	13,51	11,11	11,47	27,66	
[n. rilevazioni]	15	18,1%	0	0,0%	1	1,3%	16	7,3%	
Non cont. (bici 2 dir.)	0,00	n.d.	14,87	10,89	13,51	11,11	14,53	8,42	
[n. rilevazioni]	0	0,0%	3	4,9%	1	1,3%	4	1,8%	
Media con interf.	12,52	19,63	15,62	6,38	13,86	8,82	13,55	14,58	
[n. rilevazioni]	75	90,4%	33	54,1%	44	58,7%	152	69,4%	
Studio delle velocità									
Grado utilizzo pista	47%		57%		78%		61%		
Velocità media [C]	15,97		16,12		14,64		15,66		
C. variazione [C]	18,6%		16,8%		21,3%		18,7%		
velocità espresse in km/h					[C] solo direzione centro				

Tabella XXXV Comparazione degli effetti delle interferenze sulla velocità dei ciclisti su pista in Via Matteotti, Viale Ercolani e Via Fioravanti

Mentre è lungo il cavalcavia di Via Matteotti che il fenomeno assume connotazioni notevoli. Oltre ad essere molto frequente (nell'84,3% dei rilievi effettuati), ne subisce gli effetti soprattutto chi è diretto in centro, che si vede costretto a ridurre la velocità in media del 20,89 o del 27,19%, rispettivamente in presenza di almeno uno o quattro pedoni. L'intralcio in termini di diminuzione percentuale di velocità è minore per colui che impegna la pista in salita, visto che anche in condizioni ideali procede più lentamente. Da quanto detto, non è difficile comprendere la ragione per cui quasi la metà degli utenti con destinazione centro, pur avendo a

disposizione la pista sul marciapiede adiacente, preferisca la strada.

Per quanto riguarda il disturbo prodotto su pista esclusivamente da *altri ciclisti*, dunque in assenza di pedoni, in generale è minore nel caso provengano dalla direzione opposta. È ipotizzabile infatti che, in mancanza di altri ostacoli, la visibilità frontale reciproca permetta di percepire l'ostacolo a distanza e contribuisca a mantenere quasi inalterata la propria andatura. Se invece i ciclisti procedono nella stessa direzione, il differenziale tra le velocità può costringere chi segue ad accodarsi ed aspettare il momento più opportuno per effettuare il sorpasso, anche perché chi è davanti non ha visibilità sugli altri utenti.

Il valore medio piuttosto modesto della variazione di velocità associata all'incrocio con altri ciclisti ($-1,80\%$) è frutto, come ricordato precedentemente, del confronto fra due velocità medie. Dall'analisi delle singole sezioni, quella in cui questa classe di interferenze ha la frequenza maggiore (18 eventi su 61) e contemporaneamente l'influenza sulla velocità minore ($-3,12\%$) è Viale Ercolani, l'unico caso in cui la pista è in sede propria. Via Fioravanti possiede un numero di interferenze più ridotto, ma l'effetto sulla velocità del ciclista è leggermente superiore (-5%). Se invece l'intralcio è costituito da uno o più ciclisti che viaggiano nello stesso senso di marcia, la riduzione della velocità rispetto alla condizione ideale è del $6,24\%$. Via Matteotti è la sola sezione a distinguersi dai risultati appena esposti, probabilmente a causa del dislivello che la contraddistingue. Questa caratteristica ha come conseguenza un considerevole differenziale di velocità fra ciclisti che procedono nelle due direzioni, che in assenza di interferenze si attesta a quasi 6 km/h . Per l'utente diretto in Via dell'Indipendenza, dunque in discesa, l'intralcio maggiore è dato da chi proviene in senso opposto e non da chi viaggia nel suo stesso senso di marcia. Per quanto riguarda l'influenza su coloro che percorrono la rampa in salita, cioè verso Piazza dell'Unità, come precedentemente evidenziato i risultati sono poco

significativi e quindi trascurabili. In ogni caso, per la sezione di Via Matteotti si tratta di considerazioni che andrebbero verificate su un maggior numero di dati.

Si può concludere che la presenza di persone a piedi a ridosso o direttamente sull'infrastruttura ciclabile costituisca un forte deterrente per i ciclisti, soprattutto nel caso di flusso pedonale elevato e se la pista non è fisicamente separata dall'area loro riservata. A questo proposito, può essere interessante un confronto con la percezione del rischio costituito dai pedoni da parte dei ciclisti, uno dei fattori esaminati nello studio-pilota bolognese esposto nel secondo capitolo.

In modo simile possono essere confrontati i risultati relativi ai ciclisti su *strada* (Tabella XXXVI): la sola differenza rispetto all'analisi precedente è che si riferiscono esclusivamente a chi è diretto nel centro storico del capoluogo emiliano.

Il primo dato interessante è quello relativo alla quota complessiva di eventi in cui non sono state rilevate interferenze al moto del ciclista: 44,4%, superiore di circa 14 punti al corrispondente valore riferito alla pista ciclabile. Percentuale a cui contribuisce in particolar modo Viale Ercolani (55,2%, contro il 45,9% su pista), ma anche per Via Matteotti è nettamente superiore (42,1% contro 9,6%). L'unica eccezione è rappresentata da Via Fioravanti, probabilmente per due ragioni: da un lato i flussi ciclopedonali sulla pista sono modesti, dall'altro è la sola sezione il cui tratto monitorato non presenta a monte, o quantomeno a breve distanza, un'intersezione semaforizzata. Quest'ultima, nel regolare il traffico, può influenzare il tratto a valle alternando intervalli temporali in cui la circolazione è sostenuta ad altri in cui è praticamente assente.

La maggiore probabilità di non avere ostacoli sul proprio cammino può rappresentare per il ciclista un incentivo a scegliere la strada anziché la pista, contribuendo alla diminuzione del rischio percepito e, di conseguenza, ad una maggiore possibilità di mantenere l'andatura desiderata. E infatti su strada, nell'insieme

delle tre sezioni, risultano maggiori sia la velocità media che il coefficiente di variazione.

STRADA (SOLO DIREZIONE CENTRO) [rilevi manuali, lunedì-venerdì]								
Sezioni	Matteotti		Ercolani		Fioravanti		Medie	
[n. rilevazioni]	38		29		32		99	
Carregg. separate	no		si		no			
Direz. di marcia (*)	doppio		unico		unico			
Corsia preferenz.	no		si		no			
Tracciato	in discesa		pianeggiante		pianeggiante			
Studio delle interferenze								
Velocità e relative riduzioni percentuali per tipologia di interferenza								
	Velocità	Riduz. %	Velocità	Riduz. %	Velocità	Riduz. %	Velocità	Riduz. %
Senza interferenze	17,70	0,00	18,57	0,00	17,00	0,00	17,83	0,00
[n. rilevazioni]	16	42,1%	16	55,2%	12	37,5%	44	44,4%
No int. o con bici/mot	17,31	2,18	18,38	1,03	16,96	0,26	17,63	1,12
[n. rilevazioni]	18	47,4%	19	65,5%	13	40,6%	50	50,5%
Auto (almeno 1)	11,91	32,74	16,90	9,01	16,80	1,15	14,77	17,15
[n. rilevazioni]	18	47,4%	7	24,1%	18	56,3%	43	43,4%
Autobus (almeno 1)	11,11	37,22	13,78	25,77	0,00	n.d.	11,84	33,57
[n. rilevazioni]	8	21,1%	3	10,3%	0	0,0%	11	11,1%
V. pesanti (almeno 1)	6,58	62,85	0,00	n.d.	14,91	12,32	10,74	39,74
[n. rilevazioni]	1	2,6%	0	0,0%	1	3,1%	2	2,0%
Studio delle velocità								
Grado utilizzo strada	48%		39%		36%		41%	
Velocità media	16,99		18,78		16,84		17,44	
C. variazione	25,9%		22,9%		25,2%		24,9%	
velocità espresse in km/h			(*) per carreggiata					

Tabella XXXVI Comparazione degli effetti delle interferenze sulla velocità dei ciclisti su strada in Via Matteotti, Viale Ercolani e Via Fioravanti

La presenza di *altri veicoli a due ruote*, come bici e moto, ha un'influenza quasi trascurabile sul moto del ciclista, che in media subisce una contrazione di velocità pari all'1,12%.

Risulta più consistente il disagio provocato da una o più *autovetture*, che si traduce in una diminuzione di velocità del 17,15% rispetto a quella registrata in assenza di interferenze, con una punta del 32,74% in Via Matteotti. La sezione migliore relativamente alle conseguenze generate dal transito di automobili è quella di Via Fioravanti, la cui larghezza, essendo oltretutto a senso unico, consente un maggior distanziamento laterale fra

ciclisti e automobilisti, e quindi un minor disturbo. In Viale Ercolani il flusso dei veicoli a motore è elevato ma la presenza delle corsie preferenziali, soprattutto quella sul lato est, comporta una forte riduzione del numero di eventi, nonostante l'influenza sulla velocità del ciclista sia maggiore (16,90 km/h, -9,01% rispetto a quella in condizioni ideali). Contrariamente a quanto riportato nella **Tabella XXXVI**, anche in Via Matteotti vi è una corsia riservata al trasporto collettivo. Ciò nonostante, solo occasionalmente questa corsia è impegnata dai ciclisti su strada, sia perché è di breve lunghezza sia perché, essendo posizionata al centro di un gruppo di tre corsie, da un lato costringe l'utente nello spazio compreso fra due file di veicoli, dall'altro consente solo la manovra di attraversamento dell'intersezione con i Viali.

L'intralcio più consistente, come facilmente prevedibile, è provocato dai mezzi più ingombranti, come *autobus* e *veicoli pesanti*, anche se l'influenza da parte dei secondi, calcolata sulla base di due soli eventi, andrebbe stimata su una maggiore quantità di dati.

Per quanto riguarda i mezzi del trasporto collettivo, i risultati testimoniano come l'entità dell'intralcio sia direttamente proporzionale non tanto al numero complessivo di linee di autobus, quanto a quelle a maggior frequenza. In Via Fioravanti, quantomeno nel tratto monitorato, non vi è alcuna linea. Via Matteotti, al contrario, è la sezione percorsa dal maggior numero di autobus ed è quella contraddistinta dall'interferenza maggiore, sia come dimensione del fenomeno (21% degli eventi), sia come riduzione di velocità ciclabile, pari al 37,22% in meno rispetto alla condizione ideale.

Un elemento che può costituire un ulteriore disturbo per il ciclista è la presenza di una fermata dei mezzi pubblici, come quella nel tratto monitorato di Viale Ercolani, che a seconda dei casi lo può costringere al sorpasso dell'autobus fermo o all'arresto. Ciò nonostante, la sopracitata fermata crea un intralcio limitato in quanto è riservata esclusivamente al bus n. 33, che nelle ore di

punta dei giorni lavorativi ha una cadenza di otto minuti, e non al n. 14, che nelle identiche circostanze possiede una frequenza doppia. Al contrario, la sezione di Via Matteotti è sprovvista di fermate, eppure non è raro che il tempo di rosso del ciclo semaforico dell'intersezione con Viale Pietramellara sia fonte di incolonnamenti anche rilevanti su tutte e tre le corsie, situazione che in questo punto risulta ancora più problematica per i ciclisti. La causa può essere individuata sia nella larghezza, relativamente contenuta, delle corsie sia nella presenza di autobus in attesa del verde, il cui ingombro costringe il ciclista all'arresto.

Una approfondita analisi della velocità, e della sua correlazione con le interferenze, è in grado di fornire indicazioni utili sull'effettivo funzionamento degli archi di una rete ciclabile, evidenziando le situazioni con maggiori criticità che di conseguenza necessitano di interventi mirati. Migliorare quello che dopotutto altro non è che il LOS, potrebbe produrre un incremento della domanda relativa a questo modo di trasporto che, soprattutto in ambito urbano, può essere molto competitivo, dal momento che le velocità sia del mezzo privato che del trasporto collettivo sono mediamente modeste. In città vanno oltretutto valutate tutte le possibili soluzioni, inclusa quella di sfruttare meglio le corsie preferenziali, in particolare dove mancano gli spazi per realizzare una vera e propria pista. È necessario ridurre al minimo i punti di conflitto tra le biciclette e le altre categorie veicolari, in particolare (ma non solo) in corrispondenza delle intersezioni, che dovrebbero essere totalmente ripensate sulla base delle esperienze estere. In generale l'obiettivo da perseguire è quello di porre sullo stesso piano i ciclisti e gli altri utenti della strada, desiderio che emerge, ad esempio, nell'indagine di SENER ET ALII (3), i cui risultati, solo in apparenza illogici, mostrano una leggera preferenza per una ampia corsia ad uso promiscuo rispetto alla pista ciclabile. Questo dato potrebbe riflettere la loro volontà di avere maggior libertà di manovra invece di essere "costretti" in

uno spazio confinato, oltre alla speranza di essere considerati come soggetti legittimi da parte degli automobilisti.



Note bibliografiche

- 1) Tetsuro Hyodo, Norikazu Suzuki, Katsumi Takahashi, *Modelling for bicycle route and destination choice behaviour for bicycle road network plan*, Transportation Research Record 1705, paper n. 00-1434, 2000, 70-76
- 2) Hartwig Henry Hochmair, *GIS-based identification of effective bicycle level of service improvement in street networks*, University of Florida, 2009
- 3) Ipek N. Sener, Naveen Eluru, Chandra R. Bhat, *An Analysis of Bicycle Route Choice Preferences in Texas, U.S.*, University of Texas, 2008
- 4) Gianluca Menghini, Nelson Carrasco, Nadine Schussler, Kay W. Axhausen, *Route choice of cyclists in Zurich*, Transportation Research Part A 44, 2010, 754-765
- 5) J. D. Hunt, J. E. Abraham, *Influences on bicycle use*, Springer Science + Business Media, Transportation 34, 2006, 453-470
- 6) Monique A. Stinson, Chandra R. Bhat, *An analysis of commuter bicyclist route choice using a stated preference survey*, Transportation Research Record 1828, novembre 2003, 107-115
- 7) Sungwon Lee, *Stated preference analysis on bicycle user's perception on cycling safety*, 2000
- 8) *N.S.P.B.A.B., National Survey of Pedestrian and Bicyclist Attitudes and Behaviors*, 2002
- 9) *N.H.T.S., National Household Travel Survey*, 2001
- 10) A.D.E.M.E., Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie, 2009

- 11) *L'a-bici*, LEGAMBIENTE, 2010
- 12) Chris Van Houtte, Judith Y. T. Wang, Matthias Ehrgott, *Applying bi-objective shortest path methods to model cycle route-choice*, University of Auckland, 2009
- 13) Hartwig Henry Hochmair, *Assessment of latent bicycle demand in street networks*, 2009
- 14) Kristen Torrance, Ipek N. Sener, Randy Machemehl, Chandra R. Bhat, Ian Hallett, Naveen Eluru, Ian Hlavacek, Andrew Karl, *The effects of on-street parking on cyclist route choice and the operational behaviour of cyclists and motorists*, Center for Transportation Research at the University of Texas at Austin, 2009
- 15) Himani Jain e Geetam Tiwari, *Discrete route choice model for bicyclists in Pune, India*, Urban Transport Journal, Vol. 9, n. 2, dicembre 2010
- 16) *Monitoraggio dei flussi di biciclette sulle principali piste ciclabili del Comune di Bologna*, DICAM – Università di Bologna e ATC, novembre 2011
- 17) *Gli incidenti stradali a Bologna nel 2010*, pag. 9, Comune di Bologna, giugno 2011
- 18) *Incidenti stradali 2010*, ACI e ISTAT, 9 novembre 2011
- 19) *Trasporti urbani – anno 2010*, ISTAT, 3 luglio 2012
- 20) *Mobilità ciclabile – Report attività al 31 gennaio 2012*, Comune di Bologna, 2012
- 21) *Piste ciclabili. Alcune nuove realizzazioni*, <http://www.comune.bologna.it/trasporti/servizi/2:3026/3293/>, Comune di Bologna, 23 settembre 2010
- 22) http://www.comune.bologna.it/iperbole/piancont/dati_statistici/Tavole/Trasporti su dati dell'Ufficio di Statistica del Comune di Bologna, 2011
- 23) *DCV, Diagnostic Citoyen Velo*, Alternatives au Tout Voiture, giugno 2010
- 24) *État de la pratique du vélo au Québec en 2005*, Vélo Québec Association, marzo 2006

- 25) Silvia Bertoni, *Un approccio innovativo alla pianificazione della mobilità ciclabile*, Università di Bologna, 2012, 161-175
- 26) http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics/care_reports_graphics/index_en.htm; 2012
- 27) Edoardo Galatola, *Bicicletta, sicurezza stradale e mobilità sostenibile*, maggio 2008
- 28) E.T.S.C. - European Transport Safety Council, *Road safety PIN flash 19 – Background tables*, 2010
- 29) Cittalia, *Mobilità urbana – Rapporto Cittalia 2009*, <http://www.anci.it/Contenuti/Allegati/Rapporto%20Cittalia%20mobili.pdf>, 2009
- 30) *Area C aumenta la velocità dei mezzi pubblici e abbatte i ritardi. Lo dice uno studio di Amat*, <http://www.ecodallecitta.it/notizie.php?id=112029>, 14 maggio 2012
- 31) *Il trasporto pubblico locale e la mobilità sostenibile*, <http://www.atc.bo.it/sites/atc.bo.it/files/RegioneER.pdf>, Regione Emilia-Romagna
- 32) *Piano Generale del traffico urbano*, http://www.comune.bologna.it/media/files/pgtu_2006_relazione_generale.pdf, Comune di Bologna, 2006
- 33) *London cycling survey: prioritise cycle lanes*, <http://www.britishcycling.org.uk/about/article/camp20120430-about-bc-news-London-Cycling-Survey--Prioritise-Cycle-Lanes-0>, British Cycling, 30 aprile 2012
- 34) Jeffrey A. Hiles, *Listening to Bike Lanes*, <http://www.wright.edu/~jeffrey.hiles/essays/listening/ch7.html>, capitolo 7, settembre 1996