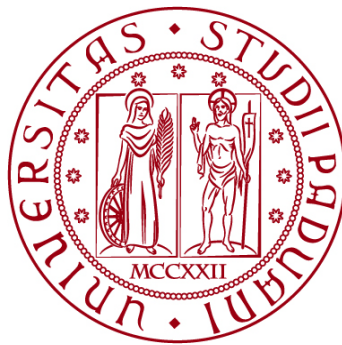


**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE**

*Department Of Civil, Environmental and Architectural Engineering*

**Corso di Laurea in Ingegneria Civile**



**TESI DI LAUREA**

**Analisi della relazione tra offerta di  
infrastrutture ciclabili e utilizzo della bicicletta**

Relatore:  
Prof. Claudio Meneguzzer

Laureando:  
Luca Frare

ANNO ACCADEMICO 2022-2023



# Indice

INTRODUZIONE	1
1. L'infrastruttura ciclabile	3
1.1 Infrastruttura ciclabile "esplicita"	4
1.1.1 Piste ciclabili	5
1.1.2 Corsie ciclabili	6
1.1.3 Piste ciclopedonali	8
1.1.4 Strade E-bis ed F-bis	9
1.2 Infrastruttura ciclabile "implicita"	10
1.2.1 Aree pedonali, ZTL, zone residenziali e zone scolastiche	10
1.2.2 Strade e zone 30	11
1.2.3 Strade a basso traffico e senza traffico	12
1.3 Infrastruttura ciclabile puntuale	12
1.3.1 Intersezioni	12
1.3.2 Parcheggi	14
2. L'utilizzo della bicicletta	17
2.1 Fattori individuali	17
2.2 Fattori fisici	19
2.3 Costi generalizzati	21
3. Relazione tra infrastruttura e utilizzo della bicicletta	23
3.1 Letteratura scientifica	23
3.2 I requisiti di una buona infrastruttura ciclabile	25
3.3 Studio su dati italiani	26
3.3.1 Il contesto italiano	27
3.3.2 Dati e metodologia	29
3.3.3 Risultati e discussione	32
Conclusione	35
Bibliografia	37



## Introduzione

L'inquinamento e la congestione delle strade sono due dei grandi problemi che affliggono le città moderne. Essi sono dovuti in larga parte al traffico motorizzato, composto principalmente da automobili private, che è la principale fonte di emissioni di particolato atmosferico e di gas nocivi (Mayer, 1999). Per risolvere questi problemi è molto importante incentivare il passaggio ad altre forme di mobilità (*modal shift*); in questo processo la bicicletta gioca un ruolo importante. La bici è un mezzo di trasporto a emissioni zero ed è molto più efficiente dell'automobile: una strada larga 9 m può trasportare circa 2100 passeggeri/h per direzione in automobile<sup>1</sup>, mentre una pista ciclabile larga 2,5 m può trasportarne 4900<sup>2</sup>. L'utilizzo della bici ha anche effetti positivi sulla salute dell'utente grazie all'attività motoria che viene compiuta (De Hartog et al., 2010); inoltre, ci sono benefici economici sia per le attività commerciali, dato che le persone che le raggiungono in bici in genere spendono di più (Decisio, 2017), sia per la comunità in generale, grazie alla minore spesa sanitaria dovuta al miglioramento delle condizioni di salute (Deenihan & Caulfield, 2014). Le amministrazioni comunali dovrebbero attuare politiche a favore della bicicletta, e in molti casi lo stanno già facendo; in Italia spiccano i casi di Milano e Bologna. In particolare, per incentivare l'uso della bici, vengono realizzate nuove infrastrutture ciclabili; è importante, quindi, conoscere il rapporto che intercorre tra l'infrastruttura che si costruisce e le potenzialità in termini di maggiore utilizzo della bicicletta.

L'obiettivo principale di questa tesi è analizzare la possibile correlazione tra la quantità e la qualità dell'infrastruttura ciclabile e il livello di uso della bici. Nel capitolo 1 verranno esaminate le possibilità offerte dalla normativa italiana alle amministrazioni comunali in termini di infrastruttura ciclabile; nel capitolo 2 si vedrà quali sono i fattori che, secondo vari studi, influenzano l'utilizzo della bicicletta; infine, nel capitolo 3, si analizzerà la relazione tra l'utilizzo della bici e le caratteristiche dell'infrastruttura,

---

<sup>1</sup> Calcolato in base a una capacità di circa 1500 veicoli/h per direzione (Highway Agency, 1999) e un coefficiente di riempimento di circa 1,4 (coefficiente di riempimento italiano medio; Isfort, 2022).

<sup>2</sup> Per Botma & Papendrecht (1991) una pista ciclabile larga 2,5 m ha una capacità di 9800 biciclette/h in due direzioni, e si assume che ogni bicicletta porti un singolo utente.

prima esaminando alcune ricerche presenti nella letteratura scientifica e, in seguito, confrontando i dati di dotazione infrastrutturale e quota modale della bicicletta riguardanti varie città italiane.

## 1. L'infrastruttura ciclabile

Non esiste una definizione precisa di infrastruttura ciclabile. Essa non si può definire come l'infrastruttura che permette il transito delle biciclette perché sarebbe una definizione troppo vaga. Infatti, qualsiasi strada dove le biciclette non siano espressamente vietate ne permette il passaggio, comprese opere che non si potrebbero certamente definire infrastrutture ciclabili, come una strada extraurbana secondaria con limite di velocità pari a 90 km/h. Essa potrebbe essere, invece, definita come l'insieme delle opere atte a favorire la mobilità ciclistica.

Queste possono essere sia opere espressamente dedicate ai velocipedi sia opere che, pur non essendolo, ne permettono la circolazione in sicurezza; il primo tipo di opere potrebbe essere chiamato infrastruttura ciclabile “esplicita” e il secondo “implicita”. Un'ulteriore distinzione può essere fatta tra infrastruttura separata dal traffico motorizzato, sia con segnaletica orizzontale sia con elementi fisicamente invalicabili, e infrastruttura promiscua, dove biciclette e autoveicoli condividono lo stesso spazio. L'infrastruttura ciclabile può anche essere suddivisa in lineare e puntuale al pari dell'infrastruttura per gli altri modi di trasporto (Meneguzzer, 2022); lineare è quella che connette due punti, sia come connessione a sé stante sia come parte della rete stradale, mentre quella puntuale, oltre all'infrastruttura presente agli incroci, riguarda anche i servizi di parcheggio e altri servizi come docce e armadietti che possono trovarsi a destinazione. Infine, si può classificare l'infrastruttura in base al ruolo che essa svolge nella rete ciclabile, anche se ciò è possibile solo se quest'ultima esiste.

Questa classificazione è importante se si vuole creare una buona rete ciclabile, perché per progettare correttamente una determinata infrastruttura è necessario prima determinarne il ruolo. Nei Paesi Bassi, ad esempio, dove la rete è molto sviluppata, si distinguono tre livelli: le autostrade ciclabili, ovvero connettori di livello sovracomunale pensati per coprire distanze fino a 30 km e che devono garantire l'efficienza e la comodità di utilizzo; la rete principale, che collega fra loro i quartieri e le funzioni principali<sup>1</sup> all'interno della città e che deve offrire la massima qualità con riferimento a

---

<sup>1</sup> Scuole, ospedali, stazioni, ecc.

tutti gli aspetti<sup>2</sup>; infine la rete di base, che connette le varie origini e destinazioni alla rete principale e che offre una qualità di base<sup>3</sup> (CROW, 2016).

Nei prossimi paragrafi verranno analizzate le varie tipologie di infrastruttura così come identificate dalla normativa italiana.

### **1.1 Infrastruttura ciclabile “esplicita”**

Fanno parte di questa categoria le infrastrutture dove sia presente una segnaletica verticale od orizzontale che ne indichi esplicitamente la destinazione ad uso ciclabile, sia in modo esclusivo sia condiviso con altri utenti della strada. La Convenzione di Vienna sulla circolazione stradale del 1968 identifica due tipi di infrastruttura di questo tipo: la corsia per velocipedi, che “indica la parte di carreggiata riservata ai velocipedi” ed “è delimitata dalla restante carreggiata da segnaletica stradale orizzontale”, e la pista per velocipedi, che “indica una strada indipendente o la parte di strada riservata ai ciclisti e contrassegnata da appositi segnali stradali” ed “è delimitata dalle altre strade o dalle altre parti della medesima strada da dotazioni infrastrutturali”. Come si vedrà in seguito, la normativa italiana differisce dalla Convenzione sotto alcuni aspetti e identifica cinque infrastrutture che possono rientrare in questa categoria: piste ciclabili<sup>4</sup>, corsie ciclabili<sup>5</sup>, piste ciclopedonali<sup>6</sup>, strade E-bis ed F-bis<sup>7</sup>. Pista ciclabile e pista ciclopedonale sono classificabili come infrastruttura separata, strade E-bis ed F-bis come infrastruttura promiscua e corsia ciclabile come una via di mezzo tra separata e promiscua, per ragioni che si vedranno in seguito.

---

<sup>2</sup> Coesione, “dirittura”, sicurezza, comfort e attrattività; *vedi* §3.2.

<sup>3</sup> Intesa come minimo livello accettabile di qualità.

<sup>4</sup> Codice della Strada, art. 3, comma 39.

<sup>5</sup> Codice della Strada, art. 3, comma 12-bis e 12-ter.

<sup>6</sup> Non esiste in realtà una definizione precisa all’interno della normativa; ci sono tuttavia disposizioni sulla realizzazione nel D.M. 557/99.

<sup>7</sup> Codice della Strada, art. 2, comma 2.



### 1.1.1 Piste ciclabili

Il Codice della Strada e il D.M. 557/99 definiscono le piste ciclabili come “parte longitudinale della strada, opportunamente delimitata, riservata alla circolazione dei velocipedi”. Esse sono delle infrastrutture separate che possono essere realizzate:

- In sede propria (*figura 1*), ovvero separate fisicamente dalla strada con uno spartitraffico di larghezza minima 0,5 m, a senso unico (monodirezionale) oppure a doppio senso di marcia (bidirezionale);
- Su corsia riservata sulla carreggiata stradale (*figura 2*), separata dalla corsia contigua da due strisce, una bianca e una gialla, con quest’ultima sul lato della pista. Questa tipologia è necessariamente monodirezionale con senso concorde a quello della corsia stradale contigua, ed è posta a destra di quest’ultima. Questo tipo di infrastruttura, definita dalla normativa come “pista ciclabile” sarebbe in realtà definita come corsia per la Convenzione di Vienna, dato che è separata dal resto della strada tramite segnaletica orizzontale;
- Su corsia riservata ricavata dal marciapiede (*figura 3*), mono- o bidirezionale, posta sul lato adiacente alla strada.

Per quanto riguarda le larghezze, una singola corsia<sup>8</sup> deve rispettare un minimo di 1,50 m se facente parte di una pista a senso unico e di 1,25 m se parte di una pista a doppio senso di marcia, che risulterà quindi larga almeno 2,5 m. La normativa, inoltre, prevede quale tipo di pista ciclabile sia da realizzare sulle varie strade: su quelle di tipo C e D le piste ciclabili devono essere in sede propria o sul marciapiede; su quelle di tipo E ed F extraurbane possono essere di qualsiasi tipo; sulle F urbane, infine, devono essere su corsia riservata (D.M. 557/99).

Le piste ciclabili devono essere segnalate con segnaletica orizzontale (simbolo della bicicletta e freccia opzionale che indica il senso di marcia, come in *figura 2*) e verticale (cartello tondo blu con il simbolo della bicicletta, da solo o affiancato al simbolo del pedone diviso da una striscia bianca, come in *figura 1*). È anche possibile colorare il fondo di rosso per una maggiore riconoscibilità (come in *figura 3*).

---

<sup>8</sup> In questo caso si intende la porzione di pista dedicata alla circolazione di una sola fila di biciclette.



*Figura 1: Pista ciclabile in sede propria*  
(fonte: google maps).



*Figura 2: Pista ciclabile in corsia riservata*  
(fonte: bikeitalia.it).



*Figura 3: Pista ciclabile su marciapiede*  
(fonte: comune.lecce.it).

### **1.1.2 Corsie ciclabili**

Le corsie ciclabili, così come intese dalla normativa italiana, sono uno strumento abbastanza recente, essendo state introdotte per la prima volta nel Codice della Strada nel 2020<sup>9</sup>. Esse sono parte della carreggiata, di solito poste a destra, consentono un unico senso di marcia nella stessa direzione della corsia contigua e sono delimitate da una striscia bianca che può essere continua, nel caso di una corsia dedicata esclusivamente alla circolazione delle biciclette, oppure discontinua (CdS). La prima si può realizzare solo se la larghezza della strada consente di assegnare adeguati spazi

---

<sup>9</sup> Decreto Legge 34/2020 convertito dalla Legge 77/2020.

separati ad autoveicoli e biciclette ed è funzionalmente identica alla pista ciclabile in corsia riservata (*vedi* §1.1.1); l'ultima, la più comune, prevede che la corsia ciclabile faccia parte della corsia veicolare, non ne riduca la larghezza e possa essere impegnata da altri veicoli per effettuare brevi manovre occasionali. Ad esempio, un veicolo potrebbe impegnarla per effettuare manovra di incrocio con un altro veicolo che procede in senso opposto se la strada non è abbastanza larga per evitare di impegnare la corsia; alternativamente, se la corsia ciclabile è posta tra la corsia per autoveicoli e una fila di parcheggi, essa può essere valicata per effettuare le manovre di ingresso e uscita dal parcheggio. Per questo motivo, le corsie ciclabili, se ad uso non esclusivo, possono essere considerate una via di mezzo tra un'infrastruttura separata e una promiscua.

Un secondo tipo di corsia ciclabile è quella definita “corsia ciclabile per doppio senso ciclabile”. Essa è simile in tutto e per tutto alla precedente con l'eccezione che si trova su strade a senso unico, sulla sinistra rispetto al senso di marcia, e che permette la circolazione delle biciclette in senso opposto; può essere inserita su strade E, E-bis, F o F-bis con limite di velocità minore o uguale a 30 km/h (MIMS, 2022).

Le corsie ciclabili sono segnalate con il simbolo della bicicletta in vernice; non sono invece indicate da segnaletica verticale. Possono avere il fondo colorato di rosso, consigliato in particolare nei tratti più pericolosi; inoltre, la normativa non prevede una larghezza minima, il che è vantaggioso perché offre più flessibilità di realizzazione, ma, d'altro canto, ne riduce la fruibilità da parte dei ciclisti (*vedi* §3.1).



Figura 4: Corsia ciclabile (fonte: fiabverona.it).

### 1.1.3 Piste ciclopedonali

Con questo termine si indicano i percorsi promiscui per pedoni e ciclisti, di solito realizzati sul marciapiede. Questo tipo di infrastruttura, sebbene molto diffuso, non è definito dal Codice della Strada o da altra normativa. Le uniche indicazioni in merito si trovano nel D.M. 557/99, il quale specifica che questi percorsi possono essere realizzati all'interno di zone adibite principalmente al traffico pedonale con scarsa frequentazione da parte dei ciclisti oppure su “parti della strada esterne alla carreggiata, rialzate o altrimenti delimitate e protette, usualmente destinate ai pedoni”, ovvero principalmente marciapiedi, se la larghezza di queste parti non permette di realizzare una pista ciclabile separata dal percorso pedonale. Per di più, il decreto specifica che questi percorsi dovrebbero essere realizzati quando sono necessari per collegare parti della rete ciclabile altrimenti separate. Infine, si indica che è opportuno (ma non obbligatorio) che questi percorsi abbiano larghezze maggiori di quelle minime per le piste ciclabili e che non siano realizzati in presenza (o in previsione) di un rilevante traffico pedonale. La normativa non specifica se queste piste debbano essere bidirezionali o anche monodirezionali e non stabilisce larghezze minime obbligatorie. La pista ciclopedonale è indicata dalla segnaletica verticale con un cartello tondo blu con il simbolo del pedone e della bici disposti in verticale e senza separazione.



Figura 5: Piste ciclopedonali (fonti: ilterritorio.net; google maps).

### 1.1.4 Strade E-bis ed F-bis

Le strade E-bis (*figura 6*), dette “strade urbane ciclabili” sono state introdotte, come le corsie ciclabili, nel 2020<sup>10</sup> e sono strade urbane a singola carreggiata con limite di velocità di 30 km/h<sup>11</sup> o meno dove le biciclette hanno la precedenza; esse sono indicate sia da segnaletica orizzontale che verticale. Per queste strade è prevista la presenza di un marciapiede ed è quindi garantita la separazione dei flussi pedonali e ciclabili; il traffico veicolare, invece, è tenuto a condividere la carreggiata con i ciclisti, ponendo particolare attenzione nei loro confronti. Le strade E-bis, comunque, sono da realizzarsi in contesti di viabilità locale dove non sia possibile realizzare corsie ciclabili o garantire la marcia parallela in sicurezza di velocipedi e autoveicoli (es. per vincoli di larghezza) e dove non si possa neppure chiudere la strada al traffico veicolare.

Le strade F-bis (*figura 7*), dette “itinerari ciclopedonali”, sono invece state introdotte nel 2003 e sono strade locali, sia urbane che extraurbane, destinate prevalentemente a pedoni e ciclisti che possiedono una “sicurezza intrinseca” a protezione degli stessi, ovvero scarso traffico e basse velocità (CdS).

Non è ancora stata definita la segnaletica da utilizzare per indicare questi due tipi di strade; tuttavia, il “*Piano generale della mobilità ciclistica*” (MIMS, 2022) indica per le strade E-bis la segnaletica orizzontale visibile in *figura 6*.



*Figura 6: Strada E-bis; è presente una corsia ciclabile per doppio senso ciclabile (fonte: tuttincbici.org).*



*Figura 7: Strada F-bis (fonte: it.linkedin.com).*

<sup>10</sup> Decreto Legge 76/2020 convertito con Legge 120/2020.

<sup>11</sup> Il rispetto del limite di velocità deve essere garantito sia con misure infrastrutturali sia con controlli e sanzioni (Circolare del Servizio Polizia Stradale del Ministero dell’Interno, prot. 300/A/7923/20/101/3/3/9 del 10/10/2020, *Direttive attuative delle disposizioni in tema di circolazione stradale*); vedi §1.2.2.

## **1.2 Infrastruttura ciclabile “implicita”**

Fanno parte di questa categoria quelle strade o zone che non riportano in segnaletica un’indicazione di destinazione specifica alla circolazione ciclabile, ma che presentano condizioni favorevoli alla mobilità ciclistica. Nella normativa italiana si distinguono aree pedonali, zone a traffico limitato, zone residenziali, zone scolastiche, strade 30, zone 30 e strade a basso traffico e senza traffico. Ad eccezione delle aree pedonali, che sono classificabili come infrastruttura separata, queste sono tutte infrastrutture promiscue.

### **1.2.1 Aree pedonali, ZTL, zone residenziali e zone scolastiche**

L’area pedonale è una zona dove è vietata la circolazione di quasi tutti i veicoli, esclusi i velocipedi, i veicoli per servizio di emergenza e i veicoli a servizio di persone con disabilità motoria. Non consentendo l’ingresso delle automobili nelle strade facenti parte di un’area pedonale si elimina il principale ostacolo alla ciclabilità, che viene di conseguenza favorita. Eventualmente, i comuni possono ammettere all’interno delle aree pedonali anche alcuni veicoli a emissioni zero assimilabili ai velocipedi. Alternativamente, essi possono estendere le restrizioni alla circolazione anche ad altre categorie, tra cui le biciclette; in tal caso non si può considerare l’area pedonale come infrastruttura ciclabile ed essa va anzi considerata come ostacolo alla mobilità ciclabile.

Una zona a traffico limitato è un’area in cui è consentito l’accesso solo ad alcune categorie di veicoli o di utenti, di solito i residenti, oppure solo in alcune fasce orarie, come può capitare per i veicoli adibiti al recapito delle merci alle attività commerciali. Anche se la circolazione veicolare non è del tutto vietata, comunque essa è abbastanza contenuta da non essere problematica per l’utenza ciclabile.

Una zona residenziale è una zona dove, secondo il Codice della Strada, vigono delle “regole di circolazione a protezione dei pedoni e dell’ambiente”. Non essendo queste regole specificate dalla normativa, la zona residenziale è, in realtà, di scarso utilizzo pratico.

Una zona (o strada) scolastica è una zona in prossimità di edifici scolastici nella quale “è garantita una particolare protezione dei pedoni e dell’ambiente” tramite la chiusura al traffico veicolare nelle ore di entrata e uscita degli studenti; questa misura è utile nell’ottica di incentivare l’uso della mobilità alternativa all’automobile, tra cui la bicicletta, per l’accompagnamento dei figli a scuola.

### **1.2.2 Strade e zone 30**

Le strade 30 sono vie nelle quali vige il limite di velocità di 30 km/h o inferiore (in tal caso si possono chiamare, ad esempio, “strade 20”, se il limite è di 20 km/h) (Legge 2/2018). Qualora questo limite sia esteso a più vie interconnesse tra loro, si può definire l’insieme di queste “zona 30”. Una zona 30, per essere efficace, deve garantire il reale rispetto del limite sia tramite interventi di natura infrastrutturale, ovvero dissuasori di velocità, porte d’accesso, restringimenti della carreggiata, attraversamenti rialzati, intersezioni rialzate ecc. sia tramite controlli e sanzioni (Ministero dell’Interno, 2020).

L’introduzione di una zona 30 produce vari benefici in termini di maggiore sicurezza stradale e minore inquinamento. Uno studio condotto a Londra ha dimostrato che all’interno delle “zone 20” (ovvero 20 mph, corrispondenti all’incirca a 30 km/h) c’è stata nel corso degli anni una riduzione del 42% delle vittime di incidenti a fronte di una diminuzione media dell’1,7%; in particolare si è ridotto il numero di vittime con meno di 15 anni. Le zone a velocità ridotta hanno anche avuto un effetto positivo, seppure ridotto, sull’incidentalità nelle zone adiacenti (Grundy et al, 2008). Uno studio condotto a Madrid ha mostrato come la presenza di zone 30 non influisse sulla velocità media dei veicoli; le emissioni, invece, risultavano essere minori in zona 30 a causa della minore accelerazione necessaria al veicolo per raggiungere la velocità di crociera (Casanova & Fonseca, 2012).

Da questi due studi si evince che le zone 30 migliorano la sicurezza e la salute degli utenti della strada, compresi i ciclisti, incentivando l’uso della bicicletta; inoltre, almeno nel caso di Madrid, esse non hanno effetti negativi sui tempi di percorrenza di chi viaggia in automobile.

### **1.2.3 Strade a basso traffico e senza traffico**

Queste sono strade che, in virtù dei bassi livelli di traffico, come indicati dalla Legge 2/2018, sono adatte al transito dei ciclisti in quanto la frequenza con la quale essi incrociano veicoli motorizzati è ridotta. I livelli di traffico che definiscono questi due tipi di strade sono indicati dalla Legge 2/2018 e sono pari a una media annua di 50 veicoli al giorno per le strade “senza traffico” e di 500 veicoli al giorno per le strade “a basso traffico”, che, inoltre, non devono avere volumi di punta superiori ai 50 veicoli/h.

## **1.3 Infrastruttura ciclabile puntuale**

L’infrastruttura ciclabile puntuale è intesa come l’insieme delle opere presenti alle intersezioni per permetterne un utilizzo sicuro da parte dei velocipedi e delle attrezzature preposte al parcheggio degli stessi.

### **1.3.1 Intersezioni**

In generale non esiste un modo standard di realizzare infrastruttura alle intersezioni; per le piste ciclabili su corsia riservata si suggerisce di accostarle al lato interno degli attraversamenti pedonali in modo da far circolare i velocipedi a rotatoria all’interno dell’incrocio: un ciclista che deve svoltare a sinistra attraverserà la strada sulla sua destra, svolterà di 90° a sinistra, attraverserà la strada che stava percorrendo in precedenza e continuerà infine sulla nuova strada (DM 557/99). Per le corsie ciclabili, invece, le regole di circolazione agli incroci sono le stesse che valgono per i veicoli motorizzati (MIMS, 2022). Ci sono, tuttavia, due infrastrutture significative: una esplicita, la casa avanzata, e una implicita, l’intersezione rialzata, a cui si era accennato al §1.2.2.

La casa avanzata fa parte di quelle misure introdotte nel 2020 di cui si è già discusso nei paragrafi precedenti ed è una linea di arresto per le biciclette ai semafori posta 3-4 metri più avanti rispetto alla linea d’arresto per i veicoli, estesa per tutta la



larghezza della corsia o delle corsie afferenti all'incrocio. Deve essere, inoltre, presente una corsia ciclabile lunga almeno 5 metri per permettere l'accesso alla casa avanzata (MIMS, 2022).



Figura 8: Casa avanzata (fonte: comune.parma.it).

L'intersezione rialzata è un'intersezione nella quale il piano stradale è rialzato rispetto al livello normale della carreggiata, con rampe di collegamento in tutte le strade che convergono sull'intersezione. Essa ha la duplice funzione di rallentare i veicoli in approccio all'incrocio, incrementando la sicurezza dei pedoni in attraversamento, e di ridurre o eliminare il dislivello tra il marciapiede e il piano stradale, facilitando l'attraversamento pedonale. Il rallentamento dei veicoli rende inoltre più sicure le manovre di svolta degli stessi, inclusi i velocipedi, e per questo motivo le intersezioni rialzate sono qui incluse nell'infrastruttura ciclabile (Osservatorio Città Sostenibili, Linee guida NISS 2.08).



Figura 9: Intersezione rialzata (fonte: google maps).

### 1.3.2 Parcheggi

Premesso che la sosta della bicicletta può, in linea generale, avvenire in qualsiasi luogo dove essa non sia espressamente vietata, è comunque utile per il ciclista avere a disposizione apposite attrezzature; esse, al pari dei parcheggi per le autovetture, devono essere dimensionate sulla base della domanda. Le attrezzature per la sosta possono trovarsi all'aperto, in spazi coperti o scoperti, o all'interno di edifici; possono, infine, assumere varie forme, elencate di seguito (*Linee guida cicloposteggi*, 2018):

- Superficie libera (*figura 10*): si tratta di un'area pavimentata indicata dalla segnaletica come dedicata alla sosta. Non sono presenti strutture particolari per tenere la bicicletta in posizione verticale; è pertanto utilizzabile solo da velocipedi provvisti di cavalletto.
- Archetto (*figura 11*): arco metallico più o meno squadrato, ancorato a terra, al quale legare il telaio. Questa è l'attrezzatura in genere più indicata per gli stalli di sosta in quanto la sua funzionalità è indipendente dalla larghezza delle gomme delle ruote o dai sistemi di frenatura; inoltre, per via della possibilità di legare il telaio e la ruota all'attrezzatura ancorata a terra, è la più sicura contro i furti.
- Palo con anello (*figura 12*): palo metallico con anello o fessura per legare il veicolo; del tutto simile in funzione e caratteristiche alla precedente attrezzatura.
- Rastrelliera (*figura 13*): questo è il tipo di attrezzatura più diffusa. Consiste in strutture metalliche dove inserire e fissare la ruota della bicicletta; eventualmente può essere dotato di una struttura aggiuntiva per il fissaggio del telaio. È l'infrastruttura più economica e semplice da installare e da mantenere; tuttavia, è funzionalmente carente in quanto la possibilità di utilizzo dipende dalle dimensioni della ruota della bici in rapporto alla larghezza delle rastrelliere e, per di più, non è adatta a tutti i sistemi di frenatura. Inoltre, se sprovvista di struttura aggiuntiva per il fissaggio del telaio, permette unicamente il fissaggio della ruota, con evidenti ricadute negative in termini di sicurezza contro i furti.

- Su due livelli (*figura 14*): struttura che permette il parcheggio di due biciclette su due livelli posti ad altezze differenti, ognuno dotato di canaletta per le ruote e di supporto per legare ruota o telaio. È particolarmente adatta per strutture coperte adibite alla sosta dei velocipedi, perché permette di ottimizzare l'uso dello spazio a disposizione.
- *Bikebox* (*figura 15*): struttura chiusa, metallica o in legno, dotata di un sistema di chiusura e, al suo interno, di un sistema di fissaggio. Può ospitare da una a tre biciclette; offre la massima sicurezza contro i furti e protezione dagli agenti atmosferici.



*Figura 10: Parcheggio a superficie libera*  
(fonte: linee guida cicloposteggi).



*Figura 11: Parcheggio ad archetto*  
(fonte: cycle-works.com).



*Figura 12: Parcheggio a palo con anello*  
(fonte: linee guida cicloparcheggi).



*Figura 13: Parcheggio a rastrelliera*  
(fonte: linee guida cicloparcheggi).



*Figura 14: Parcheggio su due livelli*  
(fonte: velopa.com).



*Figura 15: Bikebox* (fonte: [ingruliasco.it](http://ingruliasco.it)).

## **2. L'utilizzo della bicicletta**

La bicicletta viene usata sia come mezzo per raggiungere una destinazione d'interesse, cioè come un tipico mezzo di trasporto, sia come strumento di svago, sia per il puro scopo di compiere attività fisica. Nei Paesi Bassi, dove viene data una attenzione particolare a questo mezzo di trasporto, è stimato che circa un quinto dei chilometri totali percorsi in bici è per motivi ricreativi (CROW, 2016).

Queste due modalità di utilizzo della bicicletta sono molto differenti, e di conseguenza i fattori che le influenzano potrebbero essere diversi. Per esempio, per chi deve compiere uno spostamento da A a B sarà importante minimizzare i tempi dello spostamento, mentre per chi usa la bici per svago questo fattore sarà meno rilevante (Heinen et al., 2010).

Le scelte individuali, ovvero uso o non uso della bici, si tramutano a livello macroscopico nella quota modale della bicicletta, che può essere intesa sia come percentuale dei chilometri totali percorsi sia come percentuale degli spostamenti effettuati. La variabile più indicativa è in questo caso la seconda; il motivo è che in genere la bicicletta non viene utilizzata per spostamenti di medio-lungo raggio a causa dello sforzo fisico e del tempo che ciò richiede (Heinen et al. 2010), ed è quindi atteso che i chilometri totali percorsi in auto o con i mezzi pubblici siano sempre maggiori di quelli percorsi in bicicletta.

Ci sono vari fattori che influenzano la scelta della bicicletta come mezzo di trasporto: fattori individuali, fattori fisici e costi generalizzati (Rietveld & Daniel, 2004).

### **2.1 Fattori individuali**

Possesso di un'automobile, genere, abitudini, atteggiamento nei confronti della bici e attenzione all'ambiente sono tutti fattori correlati con un maggiore o minore uso della bicicletta (Heinen et al., 2010).

Il possesso dell'auto (e quindi, in scala macroscopica, il tasso di motorizzazione) influenza negativamente la scelta della bici (Parkin et al., 2008; Stinson & Bhat, 2004); questo è un dato atteso, visto che possedere un'automobile significa averla disponibile in ogni momento e quindi essere incentivato a usarla anche quando ci sarebbero alternative valide. Chi non la possiede, invece, assocerà un costo aggiuntivo al suo utilizzo (se per esempio deve chiederla in prestito a un conoscente motorizzato o noleggiarla) e quindi è più probabile che scelga mezzi alternativi, tra cui la bicicletta.

Per quanto riguarda il genere, è stato trovato che i maschi pedalano più delle femmine (Stinson & Bhat, 2004). La differenza, tuttavia, varia di Paese in Paese, ed in particolare è maggiore là dove la bicicletta è meno utilizzata, mentre nei Paesi più "ciclisti" (Paesi Bassi, Danimarca, Germania, ecc.) le donne rappresentano circa la metà dei ciclisti totali; inoltre, la differenza si riduce fra gli utenti esperti. C'è quindi una correlazione tra l'utilizzo generale della bici e questo divario di genere. Il motivo potrebbe essere una maggiore percezione di insicurezza sulla strada da parte delle donne, sia per quanto riguarda l'infrastruttura ciclabile (o l'assenza di essa) sia per altri fattori sociali sui quali tuttavia non è stata fatta abbastanza ricerca (Battiston et al., 2023).

Le abitudini giocano un ruolo molto importante nelle scelte che si fanno tutti i giorni, compresa la scelta dei modi di sportarsi. Più propriamente si potrebbe dire che le abitudini sono un modo per non dover fare scelte in ogni momento della giornata. Avere un'abitudine significa fare sempre la stessa scelta; se un'abitudine è presente, verrà data meno attenzione ai fattori che guidano la scelta e quindi anche se questi indicano un'alternativa migliore essa non verrà considerata e si continuerà invece a fare ciò a cui si è abituati (Verplanken et al., 1997). Questo è naturalmente valido anche nel campo dei sistemi di trasporto, e in particolare nelle scelte compiute dall'utente quando decide di effettuare uno spostamento, compresa la scelta del modo di trasporto. Una persona che va ogni giorno in macchina al lavoro può continuare a farlo anche se andare in bici dovesse diventare più comodo. Tuttavia, può essere sufficiente per l'utente abitudinario sperimentare positivamente un altro modo di trasporto per considerare il cambiamento, ad esempio grazie ad un evento organizzato di "bike to work" (Rose & Marfurt, 2007). Viceversa, un utente abituato a muoversi in bici sarà più propenso a sceglierla quando deve effettuare uno spostamento (Stinson & Bhat, 2004).

L'atteggiamento nei confronti della bicicletta, che può essere positivo o negativo, fa in modo che le persone siano più o meno portate a considerarla come mezzo di trasporto. Sono positivamente influenti, sotto questo aspetto, l'importanza data alle conseguenze negative dell'utilizzo dell'automobile e ai vantaggi in termini di benessere fisico legati all'attività motoria derivata dall'utilizzo della bici (Stinson & Bhat, 2004).

L'attenzione alle questioni ambientali è un forte incentivo a fare uso di mezzi di trasporto sostenibili. Ad esempio, una ricerca in merito ha studiato la propensione all'utilizzo della metropolitana (Huneke et al., 2001); in generale, possiamo ritenere che le conclusioni siano valide anche per altri mezzi alternativi all'auto privata, inclusa la bicicletta (Heinen et al., 2010).

Infine, ci sono altri fattori come l'età o il reddito per i quali non è stata trovata ancora una chiara correlazione con l'utilizzo della bici. Le ricerche in merito o non trovano una correlazione o trovano risultati contrastanti (Heinen et al., 2010).

## **2.2 Fattori fisici**

Rientrano in questa categoria i fattori legati al contesto orografico, meteorologico e urbano. Il singolo fattore più significativo in questa categoria è la distanza tra l'origine e la destinazione del viaggio, principale elemento che determina il tempo di percorrenza (Parkin et al., 2008; Pucher & Buehler, 2006).

Il tempo di percorrenza è una delle principali componenti del costo generalizzato dell'uso di un mezzo di trasporto, in particolar modo per chi va in bici: per questa modalità di trasporto, infatti, il tempo di percorrenza conta tre volte tanto che nelle altre modalità (Wardman et al., 2007).

Più aumentano le distanze, quindi, meno competitiva diventa la bicicletta rispetto ad altri mezzi, che possono coprirle in minor tempo. Inoltre, percorrere grandi distanze in bici richiede una notevole quantità di energia da parte dell'utente, il che naturalmente comporta un ulteriore costo che svantaggia l'uso del mezzo.

Questi due fattori contribuiscono a rendere la bicicletta un mezzo di trasporto poco attrattivo per le lunghe percorrenze. Nei Paesi Bassi, per esempio, solo circa il 7% degli spostamenti in bici supera i 7,5 km di lunghezza (CROW, 2016). Nel corto raggio,

invece, la bicicletta ha un ruolo molto più importante: l'olandese medio compie infatti in bici un terzo degli spostamenti sotto i 7,5 km e il 43,6% degli spostamenti compresi tra 1 e 2,5 km (Rietveld & Daniel, 2004).

La distanza è inoltre collegata con le dimensioni urbane. Più è estesa una città più le distanze aumentano; per questo si osserva una correlazione negativa tra numero di abitanti e quota modale della bicicletta (Rietveld & Daniel, 2004). Anche la densità ha un ruolo: in città più dense, ovvero dove abitazioni e attività sono più vicine tra loro, le distanze diminuiscono, e di conseguenza aumenta l'utilizzo della bici (Pucher & Buehler, 2006).

L'orografia, come ci si può aspettare, ha un impatto non trascurabile. Affrontare una salita è particolarmente oneroso in termini di sforzo necessario, un fattore di costo generalizzato che nelle bici ha un impatto considerevole (Rietveld & Daniel, 2004). Quanto detto si riflette nel fatto che città collinari hanno una quota modale della bici più bassa rispetto alle città di pianura (Rietveld & Daniel, 2004). Questo dato sembra essere però contraddetto da una ricerca condotta da Stinson e Bhat la quale trova che gli utenti inesperti non hanno una particolare preferenza per percorsi piani o collinari, mentre gli utenti esperti hanno addirittura una preferenza per i percorsi collinari. Questo può essere spiegato con il fatto che la discesa dalla collina, che non richiede alcuno sforzo, compensa lo sforzo moderato necessario per la salita. Una spiegazione alternativa potrebbe essere trovata nel campione utilizzato: essendo il ciclismo negli USA un'attività principalmente sportiva, i ciclisti esperti potrebbero essere più interessati proprio all'aspetto sportivo e quindi sarebbero più portati ad affrontare le salite. Entrambi i gruppi comunque preferiscono evitare percorsi montuosi (Stinson & Bhat, 2005).

Infine, le condizioni meteorologiche giocano un ruolo importante. Pioggia, neve, temperature troppo alte o troppo basse così come il vento contrario scoraggiano gli utenti dall'usare la bici (Stinson & Bhat, 2004; Pucher & Buehler, 2006; Rietveld & Daniel, 2004).



### 2.3 Costi generalizzati

Il costo generalizzato della bicicletta ha due componenti principali: una è il tempo di percorrenza, a cui si è accennato nel sotto-capitolo precedente; l'altra è la sicurezza.

Come si è già detto, il tempo di percorrenza dipende fondamentalmente dalla distanza tra l'origine e la destinazione; c'è tuttavia un altro elemento che può aumentarlo considerevolmente, ovvero i ritardi in corrispondenza delle intersezioni. Questi ritardi possono essere dovuti a incroci e attraversamenti semaforizzati oppure a punti in cui i ciclisti devono dare la precedenza. Fermarsi e ripartire, oltre a causare un ritardo, provoca un aumento dello sforzo fisico necessario per compiere il viaggio (Fajans & Curry, 2001).

Ci sono due tipi di sicurezza, quella oggettiva e quella soggettiva. La sicurezza oggettiva è un fattore che si ricava dai dati sulla frequenza e sulla gravità degli incidenti, e dovrebbe fare da guida per la progettazione di spazi sicuri. La sicurezza soggettiva è invece la percezione di sicurezza da parte dell'utente, ed è ciò che influisce sulla sua scelta modale o di percorso (Hull & O'Holleran, 2014; Gössling & McRae, 2022).

Le principali preoccupazioni per un ciclista sono la quantità e la velocità dei veicoli motorizzati sulla strada, oltre alla presenza di auto parcheggiate a lato (Gössling & McRae, 2022). Uno studio condotto in California (Watchel & Lewiston, 1994) ha trovato che la maggior parte (85%) degli incidenti in bicicletta erano dovuti a uno scontro con un veicolo motorizzato; di questi, il 74% avveniva ad un incrocio, mentre il resto era principalmente dovuto all'apertura improvvisa di una porta di una macchina parcheggiata sul lato della strada.

La sicurezza percepita aumenta grazie alla presenza di infrastrutture ciclabili (Klobucar & Fricker, 2007) e all'aumentare del numero di persone che vanno in bici (Gössling & McRae, 2022). Anche la sicurezza oggettiva migliora quando alla bicicletta viene dato un posto di rilievo nel campo dei trasporti. Infatti, il tasso di mortalità in bici (inteso come vittime ogni 100 milioni di km percorsi) è più basso in Paesi dove l'uso della bicicletta è più diffuso: nel periodo 2002-2005 era pari a 5,8 negli USA e a 3,6 nel Regno Unito, mentre era 1,7 in Germania, 1,5 in Danimarca e 1,1 nei Paesi Bassi (Pucher & Buehler, 2008).

Una buona infrastruttura ciclabile<sup>1</sup> incoraggia l'uso della bicicletta (Hull & O'Holleran, 2014; Klobucar & Fricker, 2007). Questo è probabilmente dovuto al fatto che essa aumenta la sicurezza percepita tenendo al minimo i tempi di viaggio. La relazione tra infrastruttura e uso della bicicletta verrà vista con maggior dettaglio nel prossimo capitolo.

Un'ulteriore questione da considerare è la convenienza complessiva di effettuare uno spostamento in bicicletta piuttosto che con un altro mezzo di trasporto. In genere, una persona sceglie di usare il mezzo meno sconveniente, considerando un insieme di costi monetari e non. Quindi, nell'analizzare i fattori che agiscono per determinare la propensione all'uso di una certa modalità di trasporto è necessario indagare anche il costo generalizzato delle altre. In particolare, se lo scopo principale è diminuire l'uso dell'auto privata, bisogna considerarne il costo di utilizzo. Questo può essere inteso sia come costo monetario che come costo non monetario. Nel primo caso si parla principalmente di consumi di carburante e di eventuali tariffe. Nel secondo caso invece si tratta di altri fattori, come la disponibilità di parcheggio, la distanza del parcheggio dalla destinazione e il tempo di percorrenza (Meneguzzer, 2022).

Aumentare questi costi, quando è presente una valida alternativa, contribuisce a diminuire la quota modale dell'automobile e può quindi portare ad un aumento della quota modale ciclistica (Rietveld & Daniel, 2004). Quanto detto è valido a meno della presenza di altri fattori tra quelli elencati in questo capitolo che possano rendere l'uso della bici comunque sconveniente rispetto all'auto privata o al mezzo pubblico.

---

<sup>1</sup> I requisiti per una buona infrastruttura ciclabile sono: coesione, "dirittura", attrattività, sicurezza, comfort (CROW, 2016); vedi §3.2.

### **3. Relazione tra infrastruttura e utilizzo della bicicletta**

In questo capitolo si intende analizzare il modo in cui l'infrastruttura influenza la scelta dell'utilizzo della bici e del percorso da compiere, sulla base di alcuni studi riportati in letteratura; vengono poi esaminati i dati relativi ad alcune città italiane per vedere se essi confermano o meno i risultati dei suddetti studi.

#### **3.1 Letteratura scientifica**

Secondo le ricerche effettuate in questo campo, il design dell'infrastruttura è fondamentale per determinare il livello di utilizzo della bici (Hull & O'Holleran, 2014; Stinson & Bhat, 2005; Gössling & McRae, 2022). I fattori più impattanti sono la sicurezza, la continuità e il comfort; un buon livello di queste caratteristiche incentiva l'uso della bici (Hull & O'Holleran, 2014).

L'elemento più significativo da considerare è la sicurezza soggettiva, che determina l'attrattiva dell'infrastruttura per nuovi utenti, incrementando la quota modale degli spostamenti in bicicletta (Gössling & McRae, 2022). Se la strada più veloce è percepita come insicura, le persone che vanno in bicicletta sono disposte anche a utilizzare percorsi più lunghi per evitarla (Gössling et al, 2019). La percezione di sicurezza è migliore in percorsi separati, sia fisicamente sia con segnaletica, dal traffico automobilistico (Hull & O'Holleran, 2014; Stinson & Bhat, 2005; Gössling & McRae, 2022), mentre è peggiore dove la strada è condivisa, in particolare in presenza di flussi veicolari elevati, alte velocità e veicoli parcheggiati a bordo strada. La percezione di insicurezza nel traffico, comunque, diminuisce con l'aumentare dell'esperienza del ciclista (Hunt & Abraham, 2007).

La presenza di una separazione fisica e una maggiore larghezza della pista/corsia ciclabile aumentano sensibilmente la sicurezza soggettiva; la seconda risulta particolarmente rilevante nelle situazioni in cui siano presenti auto parcheggiate (Hull & O'Holleran, 2014; Gössling & McRae, 2022); laddove questi e altri aspetti presentino

delle carenze, la colorazione del fondo è parecchio influente (Gössling & McRae, 2022).

L'infrastruttura ritenuta in assoluto la più sicura è la pista ciclabile a livello del marciapiede, anche se la presenza di pedoni e attività commerciali possono ridurne la sicurezza; quest'ultima è invece incrementata nel caso in cui siano definiti in modo chiaro i confini della pista ciclabile, sia con segnaletica orizzontale sia con elementi fisici, quali una striscia di erba o una differenza di altezza tra pista ciclabile e marciapiede (Gössling & McRae, 2022).

I parcheggi longitudinali, come già esposto in precedenza, sono un grande fattore di pericolo (reale e percepito) per chi va in bici; le soluzioni volte ad aumentare la sicurezza percepita del ciclista possono essere: allargare la corsia ciclabile, colorarla oppure spostarla a destra delle macchine parcheggiate. Tuttavia, la soluzione migliore sarebbe eliminarli del tutto: questo porterebbe dei benefici anche per il traffico veicolare, dal momento che le automobili intente a fare manovra per entrare o per uscire da un parcheggio riducono la sicurezza e la fluidità della circolazione (Gössling & McRae, 2022).

Per quanto riguarda invece la sicurezza oggettiva, la ricerca di Tesche et al. (2012) assegna livelli minimi di rischio di incidente a piste ciclabili separate o in sede propria, mentre sulle strade principali il rischio diminuisce rimuovendo i parcheggi laterali e aggiungendo corsie ciclabili; un minore livello di rischio si riscontra inoltre sulle strade locali.

La continuità dell'infrastruttura, ovvero l'assenza di interruzioni, è molto importante, in particolare in corrispondenza delle intersezioni (Hull & O'Holleran, 2014). I punti dove essa termina possono essere pericolosi per i ciclisti perché essi vengono obbligati a unirsi al traffico motorizzato; questi punti sono particolarmente pericolosi in strade trafficate, nelle intersezioni oppure nei casi in cui il ciclista si trova a viaggiare contromano (Krizek & Roland, 2005).

Il comfort del ciclista è definito in modo diverso dai vari autori. Per Li et al. (2012) esso è un termine generico utilizzato per indicare il livello di soddisfazione di un ciclista riguardo a una certa infrastruttura. Per il CROW il comfort è inversamente correlato al fastidio provato dal ciclista che utilizza l'infrastruttura (*vedi* §3.2). In

entrambi i casi il comfort è strettamente legato con la sicurezza, sia oggettiva che soggettiva.

Infine, sono da considerare i servizi per i ciclisti presenti a destinazione: parcheggi, docce e armadietti. Questi ultimi due elementi sono da prendere in considerazione nel caso in cui la destinazione sia il luogo di lavoro; essi sono apprezzati da chi è abituato a recarsi in bicicletta al lavoro, ma sono meno importanti rispetto ai parcheggi (Hunt & Abraham, 2007) e non influenzano la quota modale (Stinson & Bhat, 2004).

Prendendo ancora in considerazione gli spostamenti sistematici, è stato osservato che chi si sposta in bicicletta tende a dare molta importanza alla presenza (o assenza) di luoghi in cui poter parcheggiare il mezzo, come stalli o bike lockers (“armadietti per bici”) dove lasciarlo in sicurezza (Hunt & Abraham, 2007; Stinson & Bhat, 2004). La sicurezza, intesa come protezione dai furti, è più importante per gli utenti per cui la propria bicicletta ha un valore maggiore: i giovani, che hanno minore disponibilità economica, e coloro che possiedono biciclette costose (Hunt & Abraham, 2007).

### **3.2 I requisiti di una buona infrastruttura ciclabile**

Il CROW-fietsberaad è un centro di ricerca olandese sulle politiche per la ciclabilità orientato allo sviluppo di soluzioni pratiche. La loro pubblicazione più importante è il “*Design Manual for Bicycle Traffic*” che indica le linee guida per la progettazione di una buona infrastruttura ciclabile. Essa deve soddisfare cinque requisiti: coesione, dirittezza<sup>1</sup>, sicurezza, comfort e attrattività.

Coesione significa che deve essere garantita la connessione adeguata tra tutti i tratti di infrastruttura e tra l’infrastruttura e i principali attrattori, in modo da connettere tutte le origini e le destinazioni degli spostamenti ciclistici. Ciò significa fondamentalmente che l’infrastruttura ciclabile deve formare una rete e non essere costituita da spezzoni isolati.

Dirittezza significa che l’infrastruttura deve offrire al ciclista un percorso che sia il più rapido possibile, considerando sia la distanza sia il tempo impiegato; si intende

---

<sup>1</sup> Traduzione in italiano del termine inglese *directness*.

quindi che, oltre a minimizzare la lunghezza del percorso tra due punti, vanno anche minimizzati i ritardi dovuti a semafori e precedenza, per esempio dando ai ciclisti priorità semaforica. In questo modo si diminuisce lo sforzo che il ciclista deve compiere per muoversi.

Sicurezza significa che l'infrastruttura deve salvaguardare la sicurezza stradale e la salute del ciclista e degli altri utenti della strada. L'infrastruttura deve prevenire gli incidenti, e qualora dovesse accaderne uno, diminuire la probabilità di infortunio grave. È molto importante in particolare prevenire conflitti con veicoli a motore, che generano le situazioni di maggior pericolo di infortunio; il fattore dominante per la sicurezza nell'interazione tra veicoli è la differenza di velocità, che deve essere minimizzata.

Il comfort è un parametro che tiene conto della comodità con cui un ciclista può utilizzare l'insieme dell'infrastruttura e prende in considerazione diversi fattori: la facilità con cui è possibile localizzare l'infrastruttura, l'immediatezza con cui comprendere il suo utilizzo e la presenza di intralci alla circolazione ciclabile come pendenze eccessive, conflitto con altre forme di traffico (automobili, pedoni, trasporto pubblico) e la condizione della pavimentazione.

Attrattività, infine, vuol dire che l'infrastruttura è stata progettata e inserita nel contesto ambientale in modo da attrarre i ciclisti. Questo dipende dalle preferenze individuali di ognuno; tuttavia, ci sono degli elementi che tendono ad attrarre di più. Tra questi figurano la presenza di verde, la separazione dal traffico automobilistico, l'uniformità della pavimentazione e la presenza di attività che attraggono spostamenti come negozi o luoghi di svago.

### **3.3 Studio su dati italiani**

Di seguito vengono confrontati i dati di dotazione infrastrutturale e di quota modale della bicicletta relativi a varie città italiane, per vedere se esiste o meno una correlazione significativa tra questi due elementi.

### 3.3.1 Il contesto italiano

L'Italia è un Paese in cui le auto e le moto private dominano il mondo dei trasporti: nel 2022 rappresentavano il 68,7% degli spostamenti, dato in costante aumento dal 2019<sup>2</sup>, quando la percentuale era del 65,1%. La bicicletta e la cosiddetta micromobilità (monopattini elettrici) hanno un ruolo molto marginale: appena il 4,7 %, anche se il dato è in crescita. Anche il trasporto pubblico è poco utilizzato: già prima della pandemia arrivava solo al 10,8 %, per poi dimezzarsi nel 2020 (5,4 %); da allora esso è in lenta ma costante crescita, arrivando nel 2022 al 7,6 %; gli italiani comunque compiono ben il 19% degli spostamenti a piedi, rendendo questo il “mezzo” più popolare dopo l'auto privata, anche se la quota di spostamenti pedonali nel 2022 è in diminuzione rispetto agli anni 2019-2021 (Isfort, 2022). Nei comuni capoluogo di città metropolitana l'utilizzo della bicicletta è più alto e si attesta però sempre al di sotto del 10% (Clean Cities, 2022).

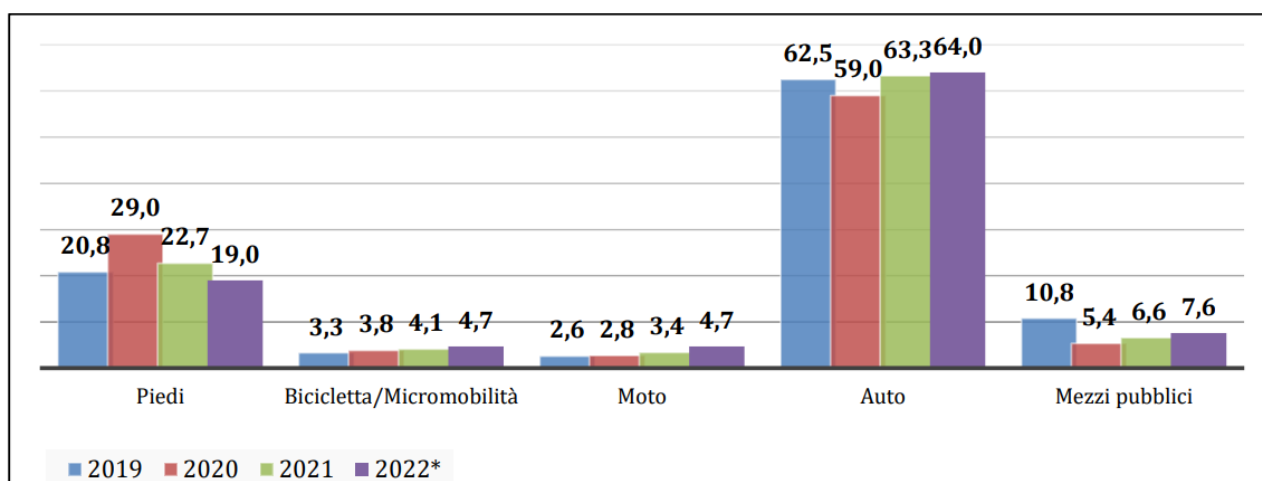


Figura 16: Quota modale degli spostamenti in Italia nel periodo 2019-2022. Fonte: Isfort, 2022.

Questo basso utilizzo è probabilmente dovuto alla scarsa dotazione infrastrutturale. Nei capoluoghi di provincia, in media, ci sono 2,8 km di piste o corsie ciclabili ogni 10'000 abitanti. Sono presenti, comunque, grandi differenze da una città

<sup>2</sup> Fatta eccezione per il 2020, in cui la percentuale era comunque di 61,8 punti percentuali.

all'altra: alcune, come Reggio Emilia e Modena, hanno 12-15 km/10'000 ab., mentre in vari capoluoghi del Sud ce ne sono meno di 1; la maggior parte dei capoluoghi italiani ha in media 1,5 km/10'000 ab. Per avere un confronto con le città in cui si osserva il maggior utilizzo della bicicletta a livello europeo, si nota che città come Helsinki e Gent ne hanno 20, Amsterdam e Anversa 15 e Copenaghen 9; è possibile notare, a questo punto, come alcune città italiane (es. Reggio Emilia e Modena) si collochino allo stesso livello di altre città europee in cui lo sviluppo infrastrutturale ciclistico è più avanzato (es. Amsterdam e Anversa).

Negli anni dal 2015 al 2020 la dotazione infrastrutturale è cresciuta (+20,8 % nei comuni capoluogo); l'aumento è stato maggiore a Roma e Milano, dove l'infrastruttura è complessivamente cresciuta del 31,3 % mentre nelle città sotto i 50'000 abitanti l'incremento è stato il minore (13,4 %) (Clean Cities, 2022).

	n.	Popolazione Gennaio 2022	Superficie (Kmq)	Ciclabili esistenti (km, dati ISTAT 2020)	Differenza Piste ciclabili (km) 2020/2015	Differenza Piste ciclabili (%) 2020/2015	Ciclabili esistenti km / 10.000 abitanti	Ciclabili esistenti / 100 kmq
fino a 50mila abitanti	24	901.447	2.231	380	45	13,4%	4,2	17,0
fra 50 e 100mila abitanti	39	2.854.344	7.135	873	150	20,7%	3,1	12,2
fra 100 e 200mila abitanti	27	3.779.561	5.749	1.969	333	20,4%	5,2	34,2
fra 200 e 500mila abitanti	11	2.960.411	2.303	878	147	20,2%	3,0	38,1
fra 500mila e 1 milione di abitanti	4	2.955.159	650	295	44	17,7%	1,0	45,3
oltre 1 milione di abitanti	2	4.133.130	1.469	578	138	31,3%	1,4	39,3

Figura 17: Piste ciclabili nei comuni capoluogo di provincia e città metropolitana per dimensione (2020), (Clean Cities, 2022).

Nel frattempo, la quota modale, in Italia, è rimasta sostanzialmente invariata: dal 3,6 % nel 2015 (Legambiente, 2017) al 3,8 % nel 2020 (Isfort, 2022). C'è da dire, però, che questo ultimo dato considera anche la micromobilità e quindi la quota della bici



potrebbe essere un po' più bassa. Anche prendendo in considerazione il periodo dal 2008 al 2015, si osserva una crescita del 50 % dei chilometri di piste ciclabili a fronte di una quota modale rimasta fissa a 3,6 %. L'assenza di un aumento potrebbe essere dovuta a infrastrutture di scarsa qualità oppure realizzate "a spezzoni" senza formare una rete coesa o ancora alla presenza di discontinuità nei punti critici.

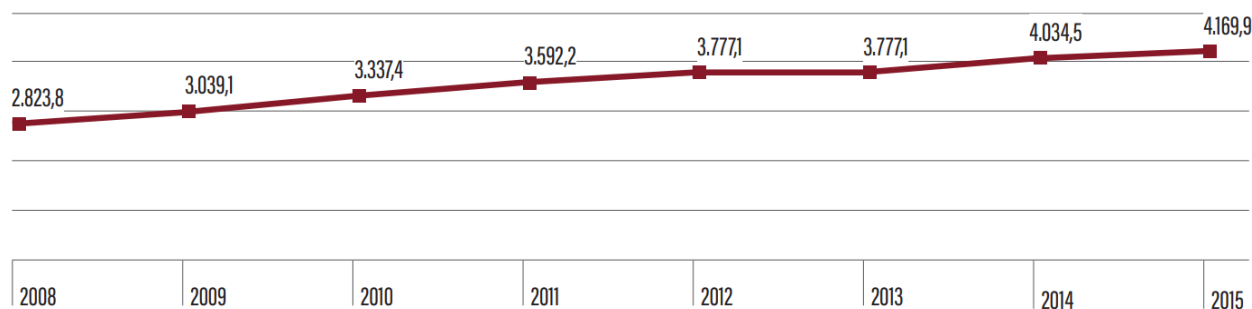


Figura 18: Km di ciclabili nei comuni capoluogo - anni 2008-2015. Fonte: Istat (Legambiente, 2017).

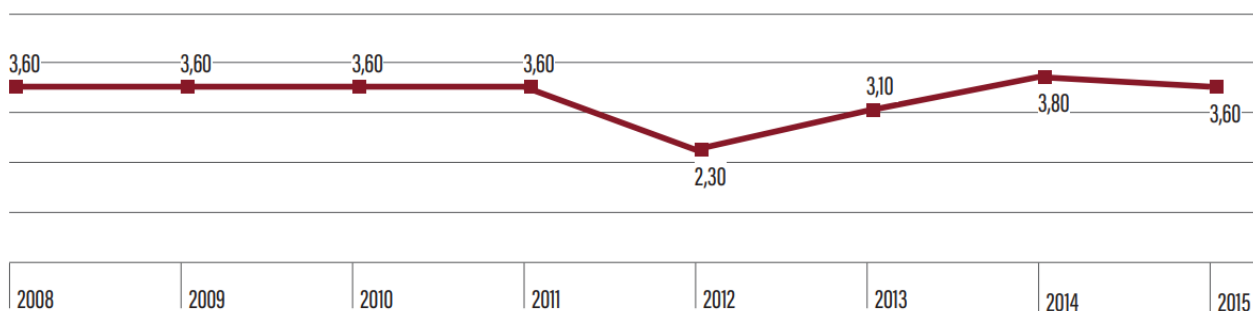


Figura 19: Quota modale degli spostamenti in bici - anni 2008-2015. Fonte: Isfort (Legambiente, 2017).

### 3.3.2 Dati e metodologia

Per analizzare la possibile relazione tra dotazione infrastrutturale e quota modale della bicicletta sono stati utilizzati due set di dati molto diversi sotto vari aspetti. Il primo set proviene dal "1° rapporto sull'economia della bici in Italia e sulla ciclabilità nelle città" pubblicato da Legambiente nel 2017: in esso sono contenute due tabelle, entrambe elaborate da Legambiente in base a dati comunali risalenti al 2015<sup>3</sup>. Una

<sup>3</sup> Fa eccezione la quota modale a Reggio Emilia, presa dal PUMS del comune. Per Legambiente era 18 %, ma è stato ritenuto più affidabile il dato nel PUMS.

tabella contiene i dati sulla quota modale della bicicletta negli spostamenti per le varie città che li hanno forniti; l'altra contiene, invece, la dotazione infrastrutturale espressa in “metri equivalenti di pista ciclabile” per 100 abitanti. Quest'ultima grandezza è vagamente descritta come una somma pesata di metri di piste ciclabili, corsie ciclabili, piste ciclopedonali, zone 30 e zone pedonali. Non sono però stati specificati i coefficienti di equivalenza.

In *tabella 1* sono indicati, per ogni città, i dati precedentemente descritti, in ordine decrescente di quota modale. Sono state omesse le città per cui mancava uno dei due dati.

*Tabella 1: Dotazione infrastrutturale e quota modale della bicicletta per varie città italiane (Legambiente, 2017).*

	m eq./100 ab.	quota modale [%]		m eq./100 ab.	quota modale [%]
Bolzano	16,8	28	Vicenza	12,79	9
Pesaro	18,38	28	Grosseto	5,13	9
Ferrara	19,97	27	Verona	12,05	9
Treviso	13,77	25	Monza	2,83	9
Reggio Emilia	41,06	24	Trento	5,55	8
Ravenna	17,67	22	Siena	3,18	7
Rimini	14,61	21	Bologna	10,76	7
Piacenza	15,82	20	Milano	3,66	6
Sondrio	20,16	20	Catania	1,36	5
Venezia	12,82	20	La Spezia	2,61	4
Pordenone	14,43	19	Brescia	13,14	3
Biella	4,73	18	Bergamo	9,78	3
Pavia	10,1	18	Potenza	0	3
Novara	4,82	17	Nuoro	0,37	2
Padova	18,76	17	Torino	4,88	2
Pisa	11,67	17	Perugia	3,16	1
Cremona	26,31	16	Bari	1,48	1
Forlì	14,93	13	Trieste	1,66	1
Vercelli	15,45	13	Aosta	5,85	1
Udine	11,12	12	Caltanissetta	0	0
Modena	17,03	10	Ragusa	1,28	0

Il secondo set di dati (*tabella 2*) proviene dal rapporto “Non è un Paese per bici” di Clean Cities (2022). Qui sono presenti solo i dati dei comuni capoluogo delle città metropolitane, aggiornati al 2020. In questo caso il dato sull’infrastruttura riguarda i chilometri di piste e corsie ciclabili ogni 10'000 abitanti.

*Tabella 2: Dotazione infrastrutturale e quota modale della bicicletta per varie città italiane (Clean Cities, 2022).*

	km/10k ab	quota modale [%]		km/10k ab	quota modale [%]
Venezia	6,4	9	Messina	0,3	2
Bologna	3,9	6	Napoli	0,2	2
Firenze	2,5	5	Roma	1	2
Milano	2,1	5	Cagliari	2,4	1
Torino	2,3	4	Palermo	0,8	1
Bari	1	3	Reggio Calabria	0,6	1
Catania	0,3	2	Genova	0,5	0

Nei due set precedenti ci sono delle incongruenze nei dati relativi ad una medesima città. La prima riguarda l’infrastruttura, ma ciò è probabilmente dovuto a tre motivi:

1. I dati si riferiscono ad anni diversi (2015 vs. 2020)
2. I dati usano unità di misura diverse (m/100 ab. vs. km/10'000 ab.)
3. I dati misurano cose diverse (piste ciclabili equivalenti vs. piste/corsie ciclabili)

La seconda riguarda la quota modale, che per le città presenti in entrambe le tabelle mostra valori spesso molto diversi<sup>4</sup>; le ragioni plausibili sono le seguenti:

1. Come prima, i dati si riferiscono ad anni diversi
2. Il metodo di calcolo potrebbe essere diverso, considerando gli spostamenti in bici sul totale degli spostamenti oppure solo sugli spostamenti interni all’area considerata.

---

<sup>4</sup> Il dato più incongruo nelle quote modali è quello di Venezia, che nel 2015 registra 20% e nel 2020 9%. Non è stato possibile reperire le fonti primarie di questi dati e di conseguenza ipotizzare una spiegazione più dettagliata.

Queste incongruenze non sono comunque rilevanti ai fini della ricerca, che si concentra sul verificare l'esistenza o meno di una relazione: l'esatta formula della relazione è un aspetto secondario. Usando questi due set di dati sono state eseguite due regressioni lineari, una per ogni set, dove l'asse delle ascisse rappresenta la dotazione infrastrutturale e l'asse delle ordinate rappresenta la quota modale.

### 3.3.3 Risultati e discussione

Dal primo set di dati si ottiene una linea di tendenza con coefficiente +0,748, intercetta +3,92, coefficiente di determinazione  $R^2$  pari a 0,5167,  $t$ -value 6,54 e  $p$ -value minore di 0,0001

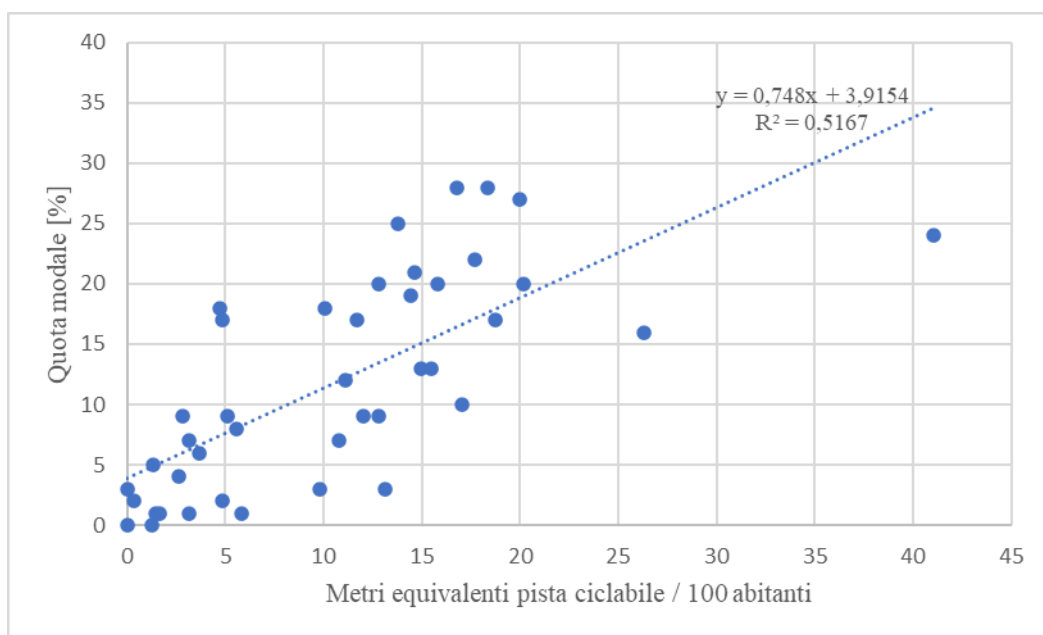


Grafico 1: Regressione lineare del primo set di dati.

Dal secondo set si ottiene una linea di tendenza con coefficiente +1,25, intercetta +0,902, coefficiente di determinazione  $R^2$  pari a 0,7754,  $t$ -value 6,44 e  $p$ -value minore di 0,0001.

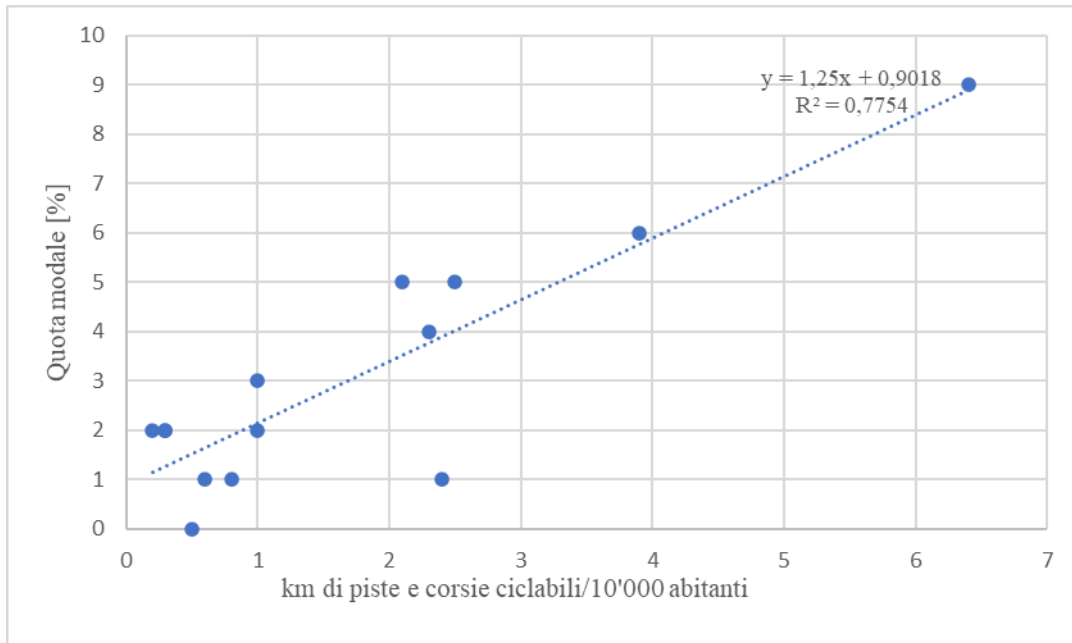


Grafico 2: Regressione lineare del secondo set di dati.

I risultati ottenuti sono chiari: la relazione tra dotazione di infrastruttura ciclabile e uso della bici esiste. Le città che offrono un'infrastruttura più estesa sono quelle che in genere hanno anche una quota modale della bicicletta più alta; al contrario, le città con minor dotazione non riescono, in gran parte, a raggiungere un alto livello di utilizzo. Ci sono, tuttavia, notevoli variazioni di quota modale per una dotazione infrastrutturale simile, con differenze che superano anche il 20%; ad esempio, Brescia ha 13,14 metri equivalenti ogni 100 abitanti e una quota modale del 3%, mentre a Treviso, con 13,77 m eq./100 ab., il 25% degli spostamenti viene fatto in bicicletta.

Il grafico 2 mostra una migliore capacità del modello lineare di riprodurre i dati rispetto al grafico 1 ( $R^2=0,78$  vs.  $R^2=0,52$ ). Questo potrebbe essere dovuto a due fattori: il primo è la ridotta dimensione del campione, il secondo la maggiore uniformità delle città prese in considerazione, tutte di dimensioni superiori ai 300'000 abitanti.

Si osserva chiaramente, nel *grafico 1*, la presenza di alcuni *outliers*, ovvero città isolate dal *cluster* centrale, in particolare Reggio Emilia e Cremona, le due città con la maggiore dotazione infrastrutturale ma con una quota modale al di sotto delle aspettative. Questo potrebbe essere dovuto a vari fattori non rilevabili dai dati utilizzati; tuttavia, si può ipotizzare che la qualità dell'infrastruttura non sia tale da incentivare un maggiore utilizzo della bicicletta. È da considerare, comunque, che in queste due città, seppure abbiano una quota modale inferiore rispetto a quanto atteso, più del 15 % degli spostamenti viene effettuato in bicicletta; questo è un valore rispettabile se confrontato con le città più "ciclistiche" d'Europa come Amsterdam, dove si arriva al 22 %, o Berlino, dove si arriva al 9 %<sup>5</sup> (Clean Cities, 2022).

---

<sup>5</sup> In realtà questi valori non sono direttamente confrontabili data la differenza di dimensioni (una città più grande avrà una minor percentuale di spostamenti in bici a causa delle distanze maggiori), tuttavia sono una buona indicazione di tendenza all'uso della bicicletta.

## Conclusione

In questa tesi si è voluto indagare sulla relazione che intercorre tra l'infrastruttura ciclabile, sia in termini quantitativi che in termini qualitativi, e l'utilizzo della bicicletta come mezzo di trasporto, sia a livello di scelta individuale sia considerando l'effetto macroscopico sulla quota modale. Non sono invece stati analizzati i fattori che influenzano l'uso ricreativo della bicicletta, che sono in genere diversi da quelli qui studiati.

Sono state descritte le tipologie di infrastruttura ciclabile in Italia e si è cercato di categorizzarle in base alle loro caratteristiche così come indicate dalla normativa; in seguito, si è affrontata la questione dei fattori che influenzano la scelta individuale di utilizzo della bicicletta, sia quelli inerenti all'infrastruttura e al costo generalizzato sia quelli di tipo individuale e fisico. Infine, è stata compiuta un'analisi statistica del rapporto tra la quantità di infrastruttura e la quota modale in diverse città italiane a partire da dati disponibili pubblicamente.

Sia per quanto riportato dagli studi qui trattati, sia per quanto ottenuto dall'analisi statistica, si può affermare che, in generale, una buona infrastruttura ha il potenziale di incentivare l'uso della bicicletta. Un fattore fondamentale risulta essere l'estensione dell'infrastruttura; infatti, si è visto che le città con maggior dotazione infrastrutturale sono anche quelle con maggiore utilizzo della bici. Tuttavia, la sola quantità di infrastruttura non è sufficiente per determinare un maggiore utilizzo della bici: il modo con cui è stata realizzata l'infrastruttura è importante per determinarne il successo. In particolare, si è visto che chi va in bici richiede soprattutto una adeguata protezione dal traffico, che può essere ottenuta con una limitazione della velocità dei veicoli a 30 km/h o meno, e, dove ciò non sia possibile, separando i percorsi per le biciclette dai percorsi per i veicoli motorizzati; in quest'ultimo caso, è bene che la separazione sia ottenuta tramite elementi fisici invalicabili.

Alla luce di quanto appena affermato, si potrebbe dare un'indicazione, in linea di massima, del tipo di infrastruttura da realizzare in Italia a seconda della strada sulla quale la si vuole costruire: sui principali assi viari cittadini sarebbe auspicabile la costruzione di piste ciclabili in sede propria, sugli assi principali di quartiere si

dovrebbe prevedere la realizzazione di corsie ciclabili (limitando la velocità a 30 km/h) e, infine, sulle strade minori sarebbe consigliabile limitare la velocità a 30 km/h consentendo la promiscuità tra biciclette e veicoli motorizzati, per esempio classificando queste strade come E-bis.

Altre caratteristiche infrastrutturali di rilievo risultano essere la minimizzazione delle deviazioni dal percorso diretto (“dirittezza”), la larghezza della pista ciclabile, l’assenza di parcheggi laterali, e, pure se di minore importanza, l’assenza di interferenze con il traffico pedonale e la colorazione del fondo; infine, la presenza di attrezzature adeguate alla sosta è importante, in particolare per chi si sposta per lavoro.

Oltre all’infrastruttura, ci sono altri fattori, sia individuali, come il possesso di un’automobile o l’atteggiamento nei confronti della bici come mezzo di trasporto, che fisici, come la presenza di molti dislivelli o condizioni meteorologiche avverse, che influenzano notevolmente la scelta della bicicletta come mezzo di trasporto e che sono difficilmente modificabili; di questi fattori bisogna tenere conto se si vuole fare una stima realistica di quanto possa essere attrattiva la bicicletta per effettuare i vari spostamenti quotidiani.

Infine, è stato osservato che non è da sottovalutare l’effetto dei costi generalizzati degli altri modi di trasporto, i quali, se minori di quelli riferiti alla bicicletta, possono disincentivare un utilizzo più diffuso della stessa.



## Bibliografia

### FONTI DIRETTE

A. Battiston, L. Napoli, P. Bajardi, A. Panisson, A. Perotti, M. Szell, R. Schifanella, “Revealing the determinants of gender inequality in urban cycling with large-scale data”, *EPJ Data Sci*, 12.9, 2023.

H. Botma, & H. Papendrecht, “Traffic operation of bicycle traffic”, *Transportation Research Record*, 1320, 1991.

J. Casanova, N. Fonseca González, “Environmental assessment of low speed policies for motor vehicle mobility in city centres”, *Global Nest Journal*, 14, 2012, pp. 192-201.

Clean Cities, *Non è un Paese per bici*, 2022.

Codice della strada.

Convenzione di Vienna sulla circolazione stradale.

CROW, *Design Manual for Bicycle Traffic*, Amsterdam, 2016.

G. Deenihan, B. Caulfield, “Estimating the health economic benefits of cycling”, *Journal of Transport & Health*, 1, 2, 2014, pp. 141-149.

J. De Hartog, H. Boogaard, H. Nijland, G. Hoek, “Do the health benefits of cycling outweigh the risks?”, *Environmental Health Perspectives*, 118, 2010, pp.1109–1116.

DM 557/99.

S. Gössling, S. McRae, “Subjectively safe cycling infrastructure: New insights for urban designs”, *Journal of Transport Geography*, 101, 2022.

C. Grundy, R. Steinbach, P. Edwards, P. Wilkinson, J. Green, *20 mph Zones and Road Safety in London: A report to the London Road Safety Unit*, London, LSHTM, 2008.

E. Heinen, B. van Wee, K. Maat, “Commuting by Bicycle: An Overview of the Literature”, *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, 30.1, 2010, pp. 59-96.

Highways Agency, *Design Manual for Roads and Bridges*, 1999.

A. Hull, C. O’Holleran, “Bicycle infrastructure: can good design encourage cycling?”, *Urban, Planning and Transport Research: An Open Access Journal*, 2.1, 2014, pp. 369-406.

M. Hunecke, A. Blöbaum, E. Matthies, R. Höger, “Responsibility and environment: ecological norm orientation and external factors in the domain of travel mode choice behavior”, *Environment and Behavior*, 33.6, 2001, pp. 830-852.

J. Hunt, J. Abraham, “Influences on bicycle use”, *Transportation*, 34, 2007, pp. 453-470.

Isfort, *19° Rapporto sulla mobilità degli italiani*, 12 dicembre 2022.

M. Klobucar, J. Fricker, “Network Evaluation Tool to Improve Real and Perceived Bicycle Safety”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2031, 2007, pp. 25-33.

Legambiente, *1° rapporto sull’economia della bici in Italia e sulla ciclabilità nelle città*, maggio 2017.

Legge 2/2018.

H. Mayer, “Air pollution in cities”, *Atmospheric Environment*, 33, 24–25, 1999, pp. 4029-4037.

C. Meneguzzer, *Flussi, code e reti: Elementi di analisi dei sistemi di trasporto*, Padova, Edizioni CLEUP, 2022<sup>2</sup>.

MIMS, *Piano generale della mobilità ciclistica*, 2022.

Osservatorio Città Sostenibili, *Linee guida NISS 2.08*, 2006.

J. Parkin, M. Wardman, M. Page, “Estimation of the determinants of bicycle mode share for the journey to work using census data”, *Transportation*, 35, 2008, pp. 93-109.

J. Pucher, R. Buehler, “Why Canadians cycle more than Americans: A comparative analysis of bicycling trends and policies”, *Transport Policy*, 13, 2006, 265-279.

Regione Piemonte, AMP, FIAB, *Linee guida ciclopiste*, 2018.

P. Rietveld, V. Daniel, “Determinants of bicycle use: do municipal policies matter?”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38.7, 2004, pp. 531-550.

G. Rose, H. Marfurt, “Travel behaviour change impacts of a major ride to work day event”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41.4, 2007, pp. 351-364.

M. Stinson, C. Bhat, “Frequency of Bicycle Commuting”, *Transportation Research Record*, 1878, 2004, pp. 122-130.

M. Stinson, C. Bhat, *A Comparison of the Route Preferences of Experienced and Inexperienced Bicycle Commuters*, Washington, DC, Transportation Research Board, 2005.

M. Wardman, M. Tight, M. Page, “Factors influencing the propensity to cycle to work”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41, 2007, pp. 339-350.

## FONTI INDIRETTE

Decisio, *Waarderingskengetallen MKBA Fiets: state-of-the-art*, 2017, Amsterdam, Decisio.

S. Gössling, A. Humpe, T. Litman, D. Metzler, “Effects of perceived traffic risks, noise, and exhaust smells on bicyclist behaviour: an economic evaluation”, *Sustainability*, 11.2, 2019, 408.

J. Fajans, M. Curry, “Why bicyclists hate stop signs”, *Access*, 9.18, 2001, pp. 28-31.

K. Krizek, R. Roland, “What is at the end of the road? Understanding discontinuities of on-street bicycle lanes in urban settings”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10, 2005, pp. 55-68.

Z. Li, W. Wang, P. Liu, D. Ragland, “Physical environments influencing bicyclists’ perception of comfort on separated and on street bicycle facilities”, *Transport Research Part D: Transport and Environment*, 17, 2012, pp. 256-261.

J. Pucher, R. Buehler, “Making cycling irresistible: lessons from the Netherlands, Denmark and Germany”, *Transport Reviews*, 28.4, 2008, pp. 495-528.

K. Tesche, A. Harris, C. Reynolds, M. Winters, S. Babulm, M. Chipman, M. Cusimano, J. Brubacher, G. Hunte, S. Friedman, M. Monro, H. Shen, L. Vernich, P. Cripton, “Route infrastructure and the risk of injuries to bicyclists: A case-crossover study”, *American Journal of Public Health*, 102, 2012, pp. 2336-2343.

B. Verplanken, H. Aarts, A. van Knippenberg, "Habit, information acquisition, and the process of making travel mode choices", *European Journal of Social Psychology*, 27, 1997, pp. 539-560.

A. Wachtel, D. Lewison, "Risk factors for bicycle-motor vehicle collisions at intersections", *ITE Journal*, 64, 1994, pp. 30-35.