



Politecnico  
di Torino

# APPROCCIO SISTEMICO

per la progettazione di  
una mobilità urbana sostenibile



## RELATORI

Amina Pereno  
Andrea Strippoli

## CANDIDATI

Francesco Di Bello  
Enrico Leon





**Politecnico  
di Torino**

**POLITECNICO DI TORINO**

**Corso di Laurea Magistrale in Design Sistemico "Aurelio Peccei"**

A.a. 2024/2025

Sessione di Laurea Febbraio 2025

**Approccio sistemico per la progettazione  
di una mobilità urbana sostenibile**

Relatori:

Amina Pereno  
Andrea Strippoli

Candidati:

Francesco Di Bello  
Enrico Leon

A hand holding a fountain pen, with the word 'ABSTRACT' overlaid in white serif font.

# ABSTRACT

---

La seguente tesi si propone di esplorare il panorama attuale della mobilità urbana sostenibile, partendo dal macro-tema delle *Smart Cities* applicato al contesto italiano e ponendolo in relazione con gli scenari internazionali ed europei.

L'obiettivo è quello di valutare l'applicabilità e il potenziale impatto di un veicolo di categoria L7e, sviluppato dalla startup torinese *ToMove* e dotato di tecnologie di guida autonoma, come soluzione innovativa da integrare alla rete di trasporto esistente.

La ricerca si articola in una prima fase di analisi *desk*, finalizzata a delineare lo stato dell'arte nazionale e internazionale nel campo della mobilità urbana sostenibile, seguita dallo studio di due ambiti principali.

In primo luogo, il caso tecnologico della guida autonoma, dettagliato nei suoi aspetti funzionali e normativi, e, secondariamente, il caso territoriale della Città Metropolitana di Cagliari, selezionato come contesto sperimentale ottimale.

L'analisi del territorio locale è stata ulteriormente arricchita da colloqui con stakeholder locali, determinanti per la creazione di una visione completa delle dinamiche urbane, dei flussi e delle abitudini di spostamento.

Lo *use case* progettuale, che include uno studio accurato del tessuto urbano e infrastrutturale dell'intera Città Metropolitana di Cagliari, mira allo sviluppo di un sistema di collegamento integrato tra il centro urbano e i comuni limitrofi. Inoltre, il caso applicativo ha permesso la definizione di linee guida universali applicabili allo studio futuro di contesti urbani più complessi, adottando un principio di scalabilità.

# INDICE

## 01

### MOBILITÀ SOSTENIBILE

<b>1.1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>9</b>
1.1.1	Smart Cities	10
1.1.2	Il concetto di Smart Mobility	17
<b>1.2</b>	<b>Trasporto di persone</b>	<b>20</b>
1.2.1	Cambio di paradigma: dal privato al condiviso	20
1.2.2	I servizi di Sharing Mobility	24
1.2.2.1	Vehicle sharing	27
1.2.2.2	Ride sharing	44
1.2.3	Analisi critica dei servizi di sharing	54
<b>1.3</b>	<b>Trasporto di merce</b>	<b>56</b>
1.3.1	Cambio di paradigma: una nuova logistica	56
1.3.2	Physical Internet	60
1.3.3	Consegna all'ultimo miglio	63
<b>1.4</b>	<b>Intermodalità</b>	<b>70</b>
1.4.1	Trasporto multimodale	70
1.4.2	Piattaforme multiservizio	72
1.4.2.1	I livelli dei servizi MaaS	72
1.4.2.2	Le SuperApp per le città del futuro	74

## 02

### METODOLOGIA PROGETTUALE

<b>2.1</b>	<b>Esplorazione dell'ambito</b>	<b>82</b>
<b>2.2</b>	<b>Identificazione del caso tecnologico</b>	<b>84</b>
<b>2.3</b>	<b>Identificazione del caso territoriale</b>	<b>86</b>
<b>2.4</b>	<b>Matrice di analisi</b>	<b>88</b>

## 03

### IL CASO TECNOLOGICO

<b>3.1</b>	<b>Le nuove frontiere di guida</b>	<b>91</b>
3.1.1	La guida autonoma	92
3.1.1.1	Quadro storico: le prime sperimentazioni	92
3.1.1.2	La classificazione dei livelli di autonomia	94
3.1.2	La guida remota	98
3.1.2.1	Connettività e latenza	101
3.1.2.2	I feedback	102
3.1.3	Shared Automated Vehicles	108
3.1.3.1	Definizione e tassonomia	108
3.1.3.2	Fattori comportamentali e TAM	110
3.1.4	Normative sulla guida autonoma	112
3.1.4.1	Normativa europea	112

	3.1.4.2	Normativa italiana	115
	3.1.4.3	Normativa UNECE	115
	3.1.4.4	Normativa svizzera	116
<b>3.2</b>	<b>ToMove</b>		<b>118</b>
	3.2.1	La compagnia	118
	3.3.2	Il veicolo	119
	3.3.3	Il servizio	123

## 04

### IL CASO TERRITORIALE

<b>4.1</b>	<b>La Città di Cagliari</b>		<b>131</b>
	4.1.1	L'Area Metropolitana	131
	4.1.2	La Città Metropolitana	138
<b>4.2</b>	<b>La mobilità di Cagliari</b>		<b>140</b>
	4.2.1	Trasporto privato	142
	4.2.2	Trasporto pubblico	146
		4.2.2.1 Il Trasporto Pubblico Locale	146
		4.2.2.2 Sharing Mobility: PlayMoove	156
<b>4.3</b>	<b>Approccio sistemico per il territorio</b>		<b>158</b>
	4.3.1	Variabili del territorio: criticità ed esigenze	158
	4.3.2	Variabili di ToMove: opportunità	164
	4.3.3	Le variabili a confronto: soluzioni e benefici	165
	4.3.4	Roadmap	170
		4.3.4.1 Analisi dell'utenza	172
		4.3.4.2 L'aeroporto Cagliari-Elmas	173

## 05

### CONCLUSIONI

<b>5.1</b>	<b>Risultati del progetto</b>		<b>181</b>
<b>5.2</b>	<b>Scalabilità del progetto</b>		<b>185</b>
	5.2.1	La matrice come strumento di crescita	185
	5.2.2	Use case futuri	187

## 06

### APPENDICE

<b>6.1</b>	<b>Intervista a SOGAER</b>		<b>191</b>
<b>6.2</b>	<b>Intervista a PlayMoove</b>		<b>194</b>

## 07

### BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

<b>7.1</b>	<b>Sezione A: fonti del testo</b>		<b>201</b>
<b>7.2</b>	<b>Sezione B: fonti delle immagini</b>		<b>208</b>
<b>7.3</b>	<b>Sezione C: fonti dei casi studio</b>		<b>210</b>

# MOBILITÀ SOSTENIBILE

- 
- 1.1 Introduzione
  - 1.2 Trasporto di persone
  - 1.3 Trasporto di merce
  - 1.4 Intermodalità

## 1.1 Introduzione

Il settore dei trasporti riveste un ruolo significativo all'interno della società contemporanea, costituendo una componente essenziale per il funzionamento di un'economia urbana dinamica. Negli anni ha subito notevoli trasformazioni ed evoluzioni, permettendo di ottenere numerosi benefici a livello di inclusione sociale e di progresso economico, specialmente in paesi tecnologicamente avanzati e in via di sviluppo. Questi progressi, allo stesso tempo, hanno comportato un costo elevato, provocando gravi impatti sulla salute umana, sia fisica che mentale, e sull'ambiente. Dalla sua progressiva diffusione, iniziata con la seconda rivoluzione industriale di fine XIX secolo, il nuovo paradigma della mobilità ha innescato lo sviluppo di un circolo vizioso che ha reso indispensabile l'impiego di una quantità sempre maggiore di combustibili fossili per alimentare i veicoli. Questo fattore, con il susseguirsi degli anni, ha raggiunto livelli insostenibili, spingendo intellettuali, scienziati e movimenti ambientalisti a sollevare la questione, fino a portarla all'attenzione dei più alti livelli decisionali.

### Agenda 2030

---

Un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità, firmato nel 2015 dai 193 Paesi membri dell'ONU. Esso comprende 17 obiettivi (SDGs) che hanno il fine di guidare i Paesi per raggiungere lo sviluppo sostenibile entro il 2030 [3A]:

1. Sconfiggere la povertà
2. Sconfiggere la fame
3. Salute e benessere
4. Istruzione di qualità
5. Parità di genere
6. Acqua pulita e servizi igienico-sanitari
7. Energia pulita e accessibile
8. Lavoro dignitoso e crescita economica
9. Imprese, innovazione e infrastrutture
10. Ridurre le disuguaglianze
11. Città e comunità sostenibili
12. Consumo e produzione responsabili
13. Lotta contro il cambiamento climatico
14. La vita sott'acqua
15. La vita sulla terra
16. Pace, giustizia, istituzioni solide
17. Partnership per gli obiettivi

Il punto di svolta si ebbe con la Conferenza di Stoccolma sull'Ambiente Umano del 1972, il primo evento convocato dalle Nazioni Unite per affrontare la crisi ambientale globale. Da allora, sono stati avviati numerosi programmi d'azione mirati al benessere delle persone, alla tutela del pianeta e alla promozione della prosperità, come l'**Agenda 2030**, l'Accordo di Parigi e i progetti sulle *Smart Cities*. Queste iniziative, pur riguardando ambiti diversi, condividono un principio cardine: il perseguimento dello sviluppo sostenibile [1A].

Nel 1987, in seguito ai risultati della Conferenza e all'appello urgente dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite, la Commissione Mondiale sull'Ambiente e sullo Sviluppo, all'epoca presieduta dalla politica norvegese Gro Harlem Brundtland, ha prodotto un Rapporto destinato a diventare il caposaldo delle questioni mondiali legate all'ambiente, in quanto, al suo interno, delinea in maniera netta il legame indissolubile tra l'Ambiente (*"il luogo in cui noi tutti viviamo"*) e lo Sviluppo (*"quello che facciamo nel tentativo di migliorare la nostra sorte all'interno della nostra dimora"*, G. H. Brundtland, 1987).

Il Rapporto Brundtland, com'è meglio conosciuto, introduce la nozione di sviluppo sostenibile, definito, sotto il capitolo delle Sfide Globali, come lo sviluppo che:

*soddisfa le esigenze del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze*

(G. H. Brundtland, 1987)

Questo concetto, divenuto un mantra per progettisti e policy maker, continua a ispirare approcci innovativi nei diversi ambiti della società, incluso quello della mobilità [2A].

È proprio questo l'approccio su cui si fonda la presente tesi, volta a esplorare un nuovo paradigma per la mobilità del futuro. Partendo dal macrotema delle *Smart Cities*, l'analisi si concentrerà sugli obiettivi e sulle prospettive della mobilità sostenibile, tracciando un percorso verso soluzioni innovative e resilienti per affrontare le sfide del nostro tempo.

### 1.1.1 Smart Cities

Il concetto di città ha attraversato profonde trasformazioni nel corso della storia, modellato dai mutamenti nei contesti storici e dalle peculiarità delle diverse aree geografiche. In epoca preindustriale, la città si configurava come un "organismo terziario" (Treccani), concepito principalmente per soddisfare la domanda di consumo dei beni agricoli prodotti nelle aree rurali e per la produzione di beni e servizi aggiuntivi. La sua struttura, ereditata dalla modesta configurazione delle città-stato dell'antica Grecia, risultava però inadeguata a rispondere alle crescenti esigenze legate allo sviluppo demografico e territoriale delle epoche successive.

Le città, come le conosciamo oggi, sono il risultato di un processo evolutivo, che ha raggiunto l'apice durante la rivoluzione industriale europea tra il XVIII e il XIX secolo. Questo periodo, che ha segnato un profondo distacco rispetto all'influenza dell'età classica, ha dato origine alla città moderna, caratterizzata da un significativo incremento delle attività

industriali e dall'espansione dei servizi destinati alla classe operaia [4A].

Le trasformazioni spaziali e strutturali delle città sono strettamente correlate alle dinamiche economiche. Nel corso della storia, i processi di urbanizzazione e le modifiche nella conformazione dei centri urbani si sono ripetuti ciclicamente, trovando il loro culmine nell'era dell'economia globalizzata. Quest'ultima ha dato vita a città sempre più complesse, caratterizzate da strutture elaborate e articolate [5A].

Oggi, le agenzie internazionali sottolineano con forza come il XXI secolo possa essere definito il *"secolo delle città"*; secondo quanto riportano le Nazioni Unite, attualmente il *"55% della popolazione mondiale vive in aree urbane"* (Nazioni Unite, 2019) con una previsione di crescita fino al 68% entro il 2050. In questo contesto, il continente europeo si distingue in modo particolare; come evidenziato da Neodemos, foro indipendente di osservazione e analisi del cambiamento demografico, l'Europa può essere considerata il *"continente delle città"* per eccellenza. Il suo sistema urbano, infatti, ha avuto un ruolo cruciale nel plasmare i cambiamenti sociali, economici e culturali nel corso dei secoli, un processo intensificato dall'avvento della rivoluzione industriale [5A].

fig. 1.1.1

#### CRYSTAL PALACE, 1851

Grande Esposizione Universale di Londra, simbolo di prosperità economica e progresso tecnologico [1B].



Il tema della città in quanto fattore di crescita, prosperità e qualità di vita, tuttavia, a partire dagli ultimi anni dello scorso secolo, è stato messo in seria discussione in tutto il mondo; le comunità globali, insieme alla forza di numerosi attivisti, scienziati ed economisti, si sono rese conto che, ormai, non si trattava più di un semplice sviluppo graduale e controllato verso il meglio, ma, piuttosto, di una crescita smisurata, illimitata e incontrollata verso un futuro incerto del pianeta. Proprio in questo contesto storico, pieno di insicurezze e dubbi verso il destino della Terra, è nato l'ormai celebre tema dello sviluppo sostenibile; un concetto che spazia nei più diversi rami dell'attività umana, e che concerne anche – e soprattutto – il tema delle città.

Dagli anni '70, infatti, con l'avvento dell'era digitale, sono nati progetti urbani pionieristici, che prevedevano l'introduzione del digitale come strumento a vantaggio del benessere urbano.

Il primo vero progetto digitale funzionante prese il nome di *De Digitale Stad* (trad. *The Digital City*) e fu messo in atto nel 1994 dalla Città di Amsterdam; per la prima volta nella storia, è stato reso disponibile l'accesso a internet per più di 100.000 cittadini della capitale olandese, la prima vera comunità online a essere mai esistita [6A] [7A].

Da quel momento, soprattutto dalla maggiore diffusione e sensibilizzazione sul tema dei limiti del nostro pianeta a cavallo dell'inizio del nuovo millennio, si sono susseguite molteplici strategie di pianificazione e di implementazione delle nuove tecnologie digitali, volte a ottimizzare le emissioni inquinanti e a migliorare i servizi urbani per il cittadino.

A queste nuove strategie la Commissione Europea decise di assegnare un nome: dal 2011, infatti, si parla in maniera sempre più insistente delle cosiddette Città Intelligenti (meglio conosciute come *Smart Cities*), progetti di sistemi urbani innovativi, trainati dall'introduzione di servizi digitali avanzati a favore dell'uso ottimizzato di flussi di energia, materiali, servizi e finanziamenti per catalizzare un'economia sostenibile, dove gli abitanti acquisiscono l'opportunità di giocare un

ruolo attivo per la prosperità della collettività in quanto parte integrante del processo e fonti affidabili di dati e informazioni (fig. 1.1.2) [8A].

Il tema, però, è molto più ampio di una semplice questione climatica e sociale. Si tratta di un connubio tra più fattori, che, come definito dalla Commissione Europea stessa

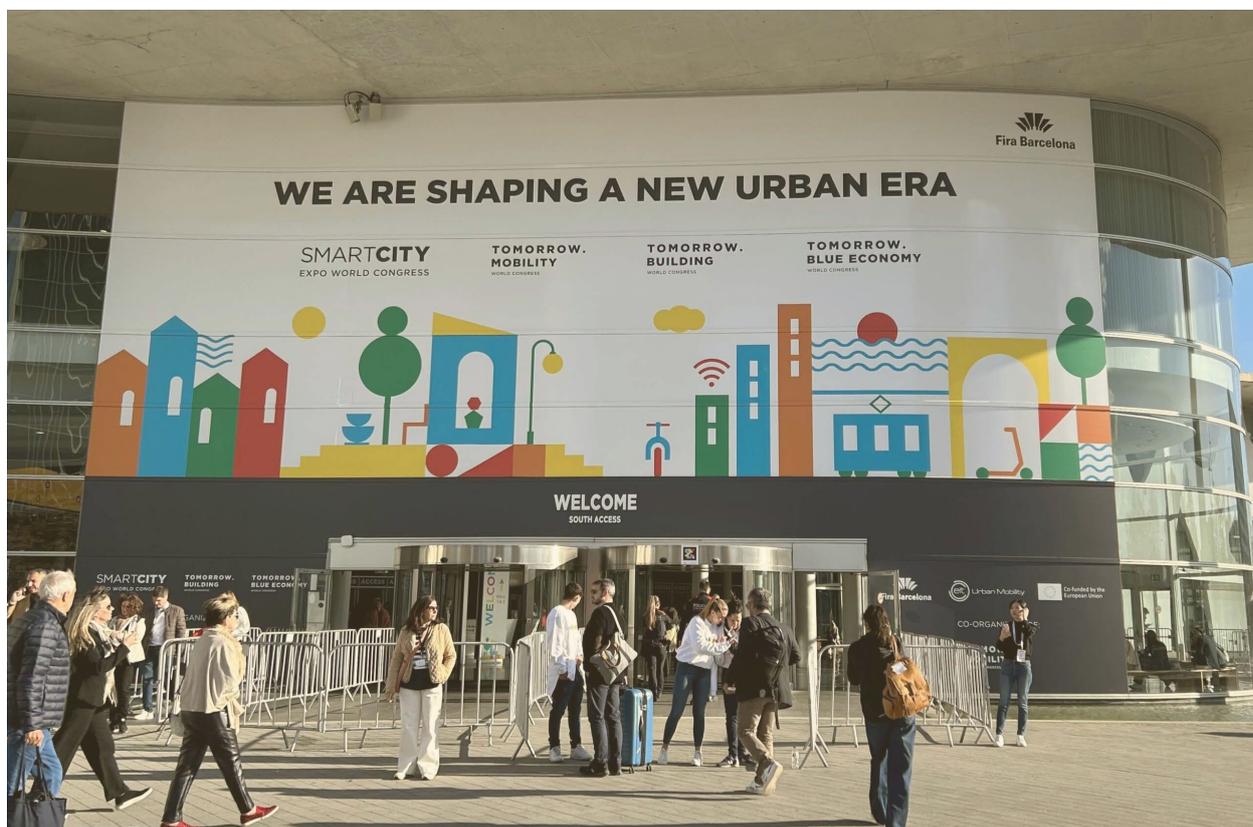
fig. 1.1.2

### SMART C. WORLD CONGRESS

Smart City Expo World Congress, tenuto a Barcellona dal 2011, è il più grande evento mondiale dedicato alle città e all'innovazione urbana. Riunisce ogni anno leader di aziende, governi e organizzazioni per promuovere città più sostenibili, efficienti e inclusive [2B].

*[...] va oltre l'uso delle tecnologie digitali per un migliore utilizzo delle risorse e minori emissioni. Significa reti di trasporto urbano più intelligenti, strutture migliorate per l'approvvigionamento idrico, lo smaltimento dei rifiuti e modi più efficienti per illuminare e riscaldare gli edifici [...] un'amministrazione cittadina più interattiva e reattiva, spazi pubblici più sicuri e la possibilità di soddisfare le esigenze di una popolazione che invecchia.*

(Commissione Europea)



Il ruolo delle città nello sviluppo sostenibile è riflesso negli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) dell'Agenda 2030 del Dipartimento degli affari economici e sociali delle Nazioni Unite (DESA U.N.). Questo concerne il “rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili” [9A].

In diversi studi, specialmente in [10A], si evidenzia un'importante, seppur sottile, differenza tra il concetto di Città Intelligente e di Città Sostenibile: nella definizione più recente, una città si può definire sostenibile nel momento in cui

*raggiunge un equilibrio tra lo sviluppo delle aree urbane e la protezione dell'ambiente, tenendo conto della parità di reddito, occupazione, alloggio, servizi di base, infrastrutture sociali e trasporti nelle aree urbane.*

(Commissione Europea)

Sebbene non esista una definizione standardizzata e globalmente riconosciuta del concetto di Città Intelligente, alla definizione precedente la Commissione Europea attribuisce un elemento fondamentale, ovvero il mezzo per cui tale sostenibilità si può raggiungere: la **tecnologia ICT** [10A].

Si tratta di una visione più olistica, per la quale una Smart City

*[...] riunisce tecnologia, governo e società per consentire un'economia intelligente, una mobilità intelligente, un ambiente intelligente, persone intelligenti, vita intelligente e governance intelligente*

(IEEE, 2014)

Al tema della sostenibilità, dunque, vengono attribuiti nuovi obiettivi: dall'*Intelligent Community Forum*, avvenuto nell'ottobre del 2014 a New York, le *Smart Cities* si ergono su questi nuovi 6 pilastri, che creano nell'insieme un sistema d'azione a 360 gradi (fig. 1.1.3) [11A].

### Tecnologia ICT

dall'inglese Information and Communication Technologies, un insieme di “sistemi integrati di telecomunicazione [...] che permettono agli utenti di creare, immagazzinare e scambiare informazioni” (def. Treccani).

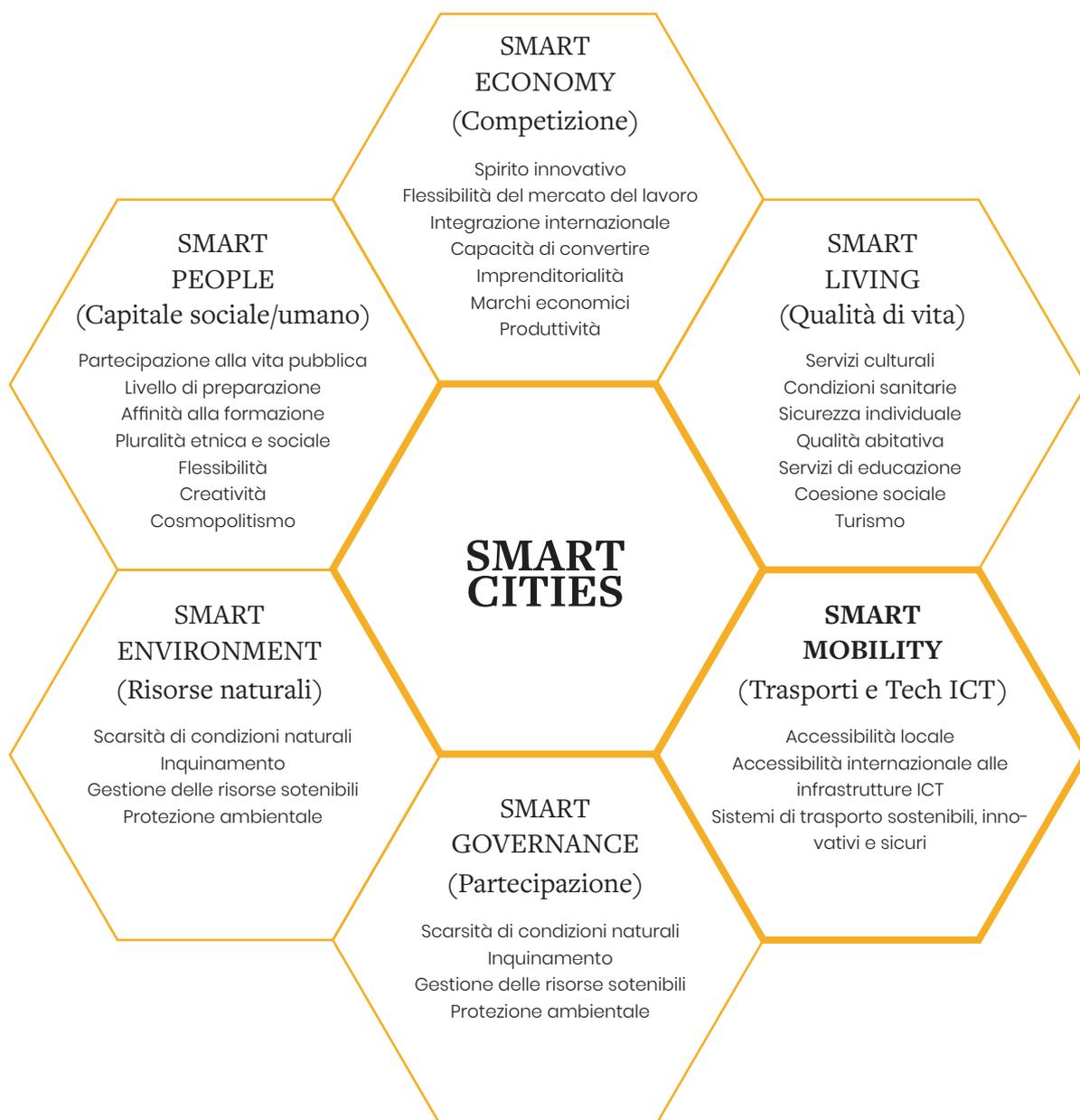


fig. 1.1.3

**SMART CITIES DIAGRAM**

Pilastrini cardine su cui si fonda una Smart City [3B].

Uno dei pilastri cardine, fondamentale per lo sviluppo della presente tesi, è quello relativo alla Mobilità Intelligente, un sistema di trasporti innovativo che si basa sull'impiego delle tecnologie ICT per garantire un'ottimizzata accessibilità e un migliorato sistema di mobilità urbana e di infrastrutture per lo sviluppo di processi più integrati, specialmente relativo al settore dei trasporti. Per i pianificatori urbani, le tecnologie e i mezzi per la mobilità più richiesti saranno quelli in grado di plasmare gli ecosistemi della circolazione urbana e di risolvere **wicked problems**, quali la congestione, l'inquinamento atmosferico, la gestione degli spazi e gli incidenti stradali [12A].

Analizzando il contesto italiano, secondo lo studio dell'Osservatorio *Smart City* del Politecnico di Milano, l'89% delle amministrazioni comunali nazionali intende continuare gli investimenti per lo sviluppo delle *Smart Cities*, puntando specialmente sulla *Smart Mobility*, sullo *Smart Building* e sull'analisi dei dati legati a turismo e mobilità. La nostra nazione si sta dimostrando essere uno dei sistemi di traino principali al mondo per la scoperta e la creazione di un nuovo paradigma di vita, specialmente grazie al lavoro dei comuni più grandi che, spesso poli di riferimento, fungono da motori per i territori circostanti [13A].

Una fra tutte la città di Torino, proclamata "Capitale europea dell'Innovazione 2024" al Web Summit di Lisbona, un riconoscimento epocale attribuito dalla Commissione Europea alla città che si è dimostrata essere in grado di integrare l'innovazione nella vita quotidiana, affrontando le sfide urbane e creando ecosistemi dinamici e inclusivi. Il Torino City Lab, insieme alla Casa delle Tecnologie Emergenti (CTE Next), ha giocato un ruolo cruciale, sviluppando e ideando progetti specialmente rivolti al settore della *Smart Mobility* [14A].

Tra le principali aree di operatività trasversale del mercato delle *Smart Cities*, lo sviluppo di soluzioni innovative per il settore della mobilità possiede un ruolo cruciale, configurandosi come uno dei pilastri fondamentali per la realizzazione di città più sostenibili, connesse e vivibili.

## Wicked problems

---

Sono problemi con molteplici fattori interdipendenti che li rendono molto difficili da risolvere. Per farlo, data l'incompletezza dei fattori, in evoluzione e senza una definizione precisa, è necessaria una profonda comprensione degli stakeholder coinvolti tramite un approccio di Design Thinking [15A]. La Scuola di Ulm ha definito dieci criteri che descrivono i wicked problems:

- Non hanno una formula definitiva.
- Non hanno regole di soluzione, come non c'è nessun modo per sapere che la soluzione sia quella definitiva.
- Le soluzioni non sono giuste o sbagliate; possono essere solo positive o negative.
- Non esiste una prova immediata per verificare una soluzione.
- Ogni soluzione è una "operazione unica"; perché non c'è alcuna possibilità di imparare con prove ed errori, ogni tentativo conta in modo significativo.
- Non hanno un numero stabilito di soluzioni potenziali.
- Ogni problema è essenzialmente unico.
- Ogni problema può essere considerato un sintomo di un altro problema.
- C'è sempre più di una spiegazione per un problema perché le spiegazioni variano notevolmente secondo la prospettiva individuale.
- I pianificatori e i progettisti non hanno il diritto di sbagliare e devono essere pienamente responsabili delle loro azioni [16A].

### 1.1.2 Il concetto di Smart Mobility

Il problema della mobilità urbana rappresenta una delle sfide più rilevanti del nostro tempo. Se analizzato in profondità e scomposto nella sua complessità attraverso diverse aree di studio, può diventare il fulcro di un cambiamento epocale. L'evoluzione verso prospettive più progressiste, in grado di rispondere alle esigenze reali delle persone e del pianeta, potrebbe infatti rivoluzionare il concetto di sostenibilità globale. Un cambio radicale nell'attuale paradigma di trasporto non è più soltanto auspicabile, ma rappresenta un imperativo dettato sia dall'urgenza ambientale sia dalla necessità di salvaguardare la salute umana, sia fisica che psicologica. Il trasporto rappresenta una necessità fondamentale e condivisa, assumendo così un ruolo centrale nella società contemporanea. Da un lato, l'evoluzione del settore ha permesso di ottenere enormi benefici sociali ed economici; tra cui la facilitazione della circolazione delle merci all'interno del Mercato Unico Europeo, istituito nel 1993. Secondo quanto riporta il Consiglio dell'Unione Europea, il Mercato Unico garantisce la libera circolazione di beni, servizi, persone e capitali, consentendo il trasporto delle merci dal produttore al consumatore finale e offrendo alle imprese l'opportunità di espandere la produzione e ottimizzare le economie di scala [17A].

Tuttavia, il settore dei trasporti risulta essere tra i più inquinanti del pianeta. Secondo la sesta relazione di valutazione del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (in inglese *Intergovernmental Panel on Climate Change*, o IPCC), circa un terzo del consumo energetico mondiale, responsabile per il 77,1% delle emissioni di gas serra, è attribuibile alla mobilità.

I dati disponibili dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) evidenziano che, nonostante i progressi nell'adozione di energie rinnovabili abbiano portato a una riduzione del 21% dell'uso di combustibili fossili rispetto agli anni '90, le emissioni del settore dei trasporti continuano a crescere. Solo a livello italiano (dati estratti dal Comunicato Stampa dell'ISPRA riferito al 2021-2022), la mobilità di persone e merci determina emissioni nazionali di gas climalteranti per il 26%, superando il settore di produzione energetica (23%),

quello residenziale (18%) e l'industria manifatturiera (13%) [18A].

Di fronte a questi dati, emerge la necessità di ripensare profondamente il sistema dei trasporti, adottando un approccio orientato alla sostenibilità. Il Consiglio Europeo del 2006, come evidenziato all'interno della strategia europea in materia di sviluppo sostenibile, ha attribuito alla mobilità del futuro, o mobilità sostenibile, uno scopo preciso, quello di

*garantire che i sistemi di trasporto corrispondano ai bisogni economici, sociali e ambientali della società, minimizzando contemporaneamente le ripercussioni negative sull'economia, la società e l'ambiente.*

(Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, 2024)

Rendere il trasporto realmente "sostenibile", allo stesso tempo, richiede più della semplice identificazione delle criticità; la sostenibilità nel settore della mobilità è da perseguirsi seguendo un **approccio sistemico**, che consideri le interazioni tra ambiente, economia e società [19A].

Il CST, *Centre for Sustainable Transportation*, definisce come sostenibili i trasporti che:

- Consentono di soddisfare in modo sicuro le esigenze di base delle persone e delle società, rispettando la salute umana e degli ecosistemi, nonché l'equità tra le generazioni;
- Sono economicamente convenienti, efficienti e offrono una varietà di modalità di trasporto sostenendo un'economia dinamica;
- Limitano le emissioni e i rifiuti entro le capacità di assorbimento del pianeta, minimizzano l'uso di risorse non rinnovabili e promuovono il riciclo, riducendo al contempo il consumo di suolo e l'inquinamento acustico [20A].

### Approccio sistemico

“Approccio progettuale e metodologia adattata alla progettazione di prodotti, servizi, strategie, esperienze e sistemi, volti a collegare economie, persone, territori e risorse in un’ottica di sostenibilità sociale, ambientale ed economica”

(L. Bistagnino, 2011, a destra).

Queste linee guida si applicano alle due principali sfere della mobilità: il trasporto di persone e il trasporto merci. Pur appartenendo allo stesso ambito, i due settori presentano finalità e impatti differenti. Il trasporto urbano, legato agli spostamenti di persone, rappresenta uno dei campi di ricerca che desta più interesse e preoccupazione a causa dei livelli d'inquinamento e di congestione cittadina, che compromettono la qualità di vita, specialmente in contesti urbani di alta densità abitativa. Il trasporto merci, d'altra parte, genera emissioni in rapporto persino superiori a quelle di dei mezzi di trasporto privato e pubblico.

Questa distinzione suggerisce una macro-categorizzazione del settore, basata non sul mezzo, ma sul fine dello spostamento. Nei capitoli successivi, saranno analizzati in dettaglio i due principali sistemi di mobilità.



**Luigi Bistagnino**

Fondatore del corso di Laurea Magistrale  
in Design Sistemico, Politecnico di Torino

## 1.2 Trasporto di persone

### 1.2.1 Cambio di paradigma: dal privato al condiviso

Il tasso di motorizzazione, come si evince dall'analisi riportata in precedenza, delinea uno degli elementi principali per il confronto e la conseguente strutturazione gerarchica del livello economico e del progresso delle nazioni di tutto il mondo. A contendersi il primato sono specialmente i paesi sviluppati e in via di sviluppo, in quanto gli unici attori, nello scenario attuale, in grado di decretare il futuro della sostenibilità e della qualità di vita su scala internazionale [1A].

Secondo un'analisi svolta dall'*International Organization of Motor Vehicles Manufacturers* (OICA), la somma dei veicoli in uso a livello internazionale è cresciuta del 4% nel lustro 2015-2020, con un totale di auto circolanti di 1,59 miliardi.

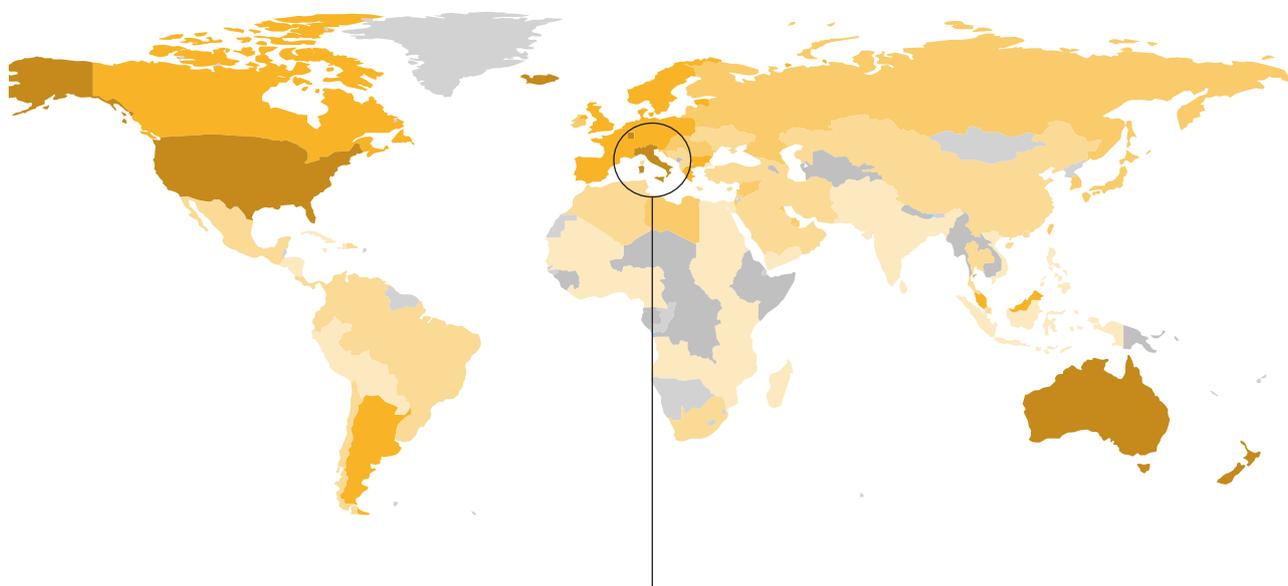
Un trend decisamente in aumento, contando che nel decennio precedente lo stesso valore ammontava a circa 0,9. La classifica mondiale vede la Nuova Zelanda nell'apice, con una densità 869 veicoli ogni mille abitanti, seguita dagli Stati Uniti d'America (860) al secondo posto e dalla Polonia (761) al terzo. L'Italia, nello scenario mondiale analizzato dall'OICA 2020, occupa il quarto posto con 756 auto ogni mille abitanti (fig. 1.2.1) [2A].

Sono dati che rispecchiano a pieno la storia della nazione, anche se non, tuttavia, le tendenze riguardo le distanze e le modalità di spostamento dei cittadini; secondo diverse analisi statistiche, infatti, queste ultime contrastano con l'aumento delle immatricolazioni registrato negli ultimi dieci anni. L'utilizzo del veicolo privato, oltre ad essere divenuto, negli anni, strumento per alimentare lo status e il posizionamento sociale, è stato tradizionalmente associato alla percorrenza di lunghi spostamenti, specialmente per i lavoratori pendolari che, abitando in zone periferiche delle città, sono costretti a spostarsi quotidianamente verso i centri urbani. Questo legame è ulteriormente rafforzato dai progressi tecnologici nei combustibili e nei motori, progettati per garantire alte prestazioni e bassi consumi; ne sono un esempio il diesel, considerato ideale per lunghi viaggi e alte velocità, che

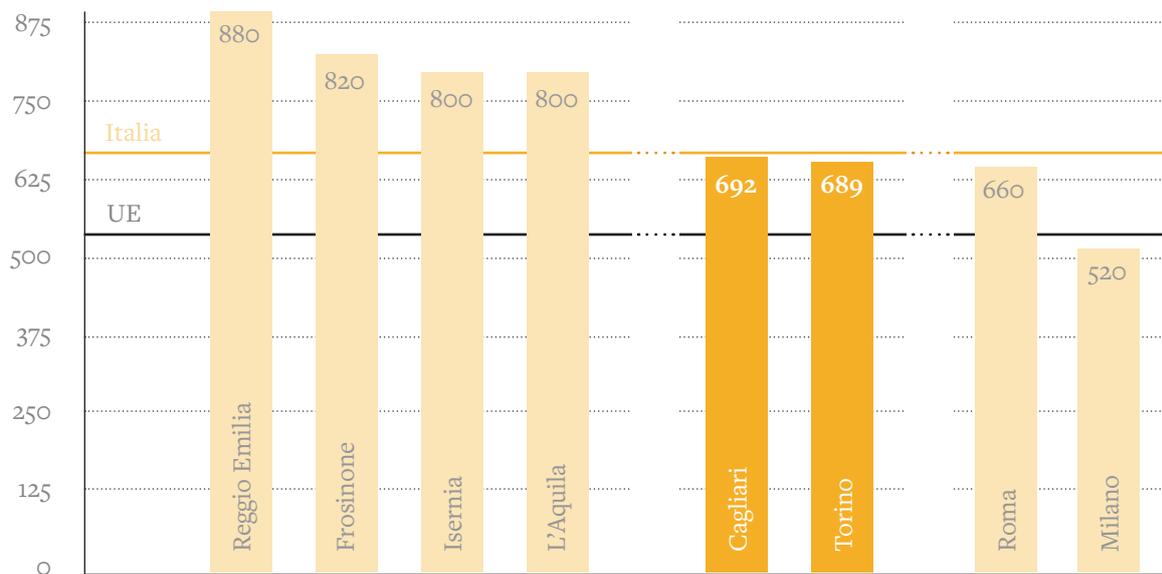
fig. 1.2.1

**DENSITÀ DI VEICOLI**

Mappa mondiale e dati sulle medie italiane, confrontate con la media UE, di veicoli ogni 1000 abitanti nel 2023 [1B] [2B] [3B].



**ITALIA**



Autovetture ogni 1.000 abitanti (2023)

rappresenta il 45,9% delle motorizzazioni dei veicoli nell'ottobre 2024 - nonostante un decremento notevole nelle vendite pari all'11,2% rispetto all'anno precedente (Eurostat, 2024) - e i motori elettrici, che stanno ottenendo risultati sempre più competitivi in termini di efficienza e autonomia.

Un'analisi dell'Osservatorio Audimob sulla mobilità degli italiani, tuttavia, mostra che, nonostante il predominio dell'automobile, che si attesta in media intorno al 70% dei viaggi e all'80% dei passeggeri per chilometro (Rapporto ISFORT 2023) [4A], gli spostamenti si sono ridotti significativamente, sia in termini di quantità che di distanza. Questo fenomeno è legato ai processi di urbanizzazione intensiva avviati nell'epoca dell'industrializzazione e al conseguente sviluppo urbano.

Secondo lo stesso rapporto di analisi statistica, attualmente, sul totale degli spostamenti all'interno del nostro paese, quelli che avvengono all'interno del perimetro urbano pesano per i due terzi del totale; di fatto, fino al 75% di questi avviene entro il raggio dei dieci chilometri e oltre la metà (51,9%) richiede meno di 15 minuti (Osservatorio Audimob, 2024) [2A]. Emergono, dunque, una serie di contraddizioni: da un lato, la distanza media degli spostamenti è notevolmente diminuita, favorita dalla collocazione strategica dei servizi nel tessuto urbano e dall'aumento di nuove modalità di spostamenti, sia di persone che di merci, (i.e. *delivery* e *vehicle sharing*) e il miglioramento di quelle esistenti (i.e. trasporto pubblico urbano); dall'altro, il numero di immatricolazioni di veicoli privati, progettati per percorrere lunghe distanze e per trasportare un numero maggiore di persone, è in costante aumento.

La mobilità si trova quindi al centro di un'evoluzione che coinvolge diversi fronti e che è guidata da cambiamenti paradigmatici, spesso promossi da normative e iniziative europee. Tuttavia, queste trasformazioni non sempre risolvono le criticità delle aree urbane ad alta densità abitativa. Per quanto, di fatto, le percentuali di utilizzo di metodi alternativi di viaggio all'interno dei contesti urbani sia in aumento costante - con un incremento dell'offerta annuale del 3,9% nelle città in via di sviluppo negli ultimi trent'anni [5A] - i dati sul traffico non sembrano diminuire e rimangono una questione irrisolta.

A Torino (fig. 1.2.2), per esempio, la gravità del problema è emersa nell'inchiesta per inquinamento ambientale che il Comitato Torino Respira ha esposto nei confronti della Regione Piemonte e della Città di Torino nel 2017, per i ripetuti superamenti dei limiti imposti dalle soglie UE 2030 sulla quantità di polveri sottili (PM10) presenti nell'aria - attualmente fissati a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per le polveri sottili - soglie che, tutt'ora, vengono ripetutamente superate (Rapporto MobilitAria, 2024) [6A].

Le attuali pratiche lineari in materia di mobilità urbana, caratterizzate da un'elevata dipendenza dal possesso di automobili e dai combustibili fossili, comportano elevati livelli di congestione e di conseguente inquinamento, sia ambientale che acustico, sprechi di tempo e perdite di produttività. Inoltre, numerosi studi hanno evidenziato come la dipendenza dalle singole auto nelle città porti all'utilizzo sproporzionato di terreno urbano per la realizzazione di parcheggi (Ellen McArthur Foundation, 2021) [7A].

fig. 1.2.2

**VISTA DA SUPERGA (TO), 2018**

Cappa di smog sulla Città di Torino vista dal punto più alto, la basilica di Superga [4B].



Alla luce di queste criticità, sono nate numerose realtà che, integrando i principi su cui si fondano i progetti delle *Smart Cities* (cap. 1.1), hanno applicato i criteri e i principi dell'economia circolare sui contesti di mobilità urbana. Come definisce l'*Ellen McArthur Foundation* all'interno della raccolta di ricerche e casi esemplificativi riguardo la **Circular Economy** nelle città del 2021, un sistema circolare di mobilità urbana si concentra su

[...] *l'adattamento efficace delle esigenze di mobilità dell'utente, diversificando i modi di trasporto*

(Ellen McArthur Foundation, 2021)

In questa prospettiva, a partire dai primi anni del XXI secolo, si sono sviluppati numerosi servizi di mobilità alternativa, progettati per sovvertire l'attuale paradigma dell'auto privata con l'idea di una condivisione dell'uso. Questi servizi, comunemente noti come sistemi di sharing, saranno approfonditi nei capitoli successivi, dove verranno delineati i loro principi di funzionamento.

### 1.2.2 I servizi di Sharing Mobility

Come delineato nel capitolo precedente, una diversificazione dei metodi di trasporto è essenziale per garantire un sistema circolare e sostenibile di mobilità urbana, in grado di consentire un adattamento efficace alle esigenze dei cittadini.

Uno studio su scala mondiale realizzato dal *Boston Consulting Group*, società di consulenza globale che collabora con i leader del mondo per affrontare le sfide più complesse, ha dimostrato che, nonostante le numerose criticità legate all'utilizzo dell'auto privata – quali la congestione stradale, che solo nel 2018 ha causato una perdita economica globale di circa 87 miliardi di dollari (BCG, 2020), o l'espansione incontrollata dei parcheggi e delle infrastrutture veicolari a scapito degli spazi pubblici – la maggioranza degli intervistati sia ancora favorevole alla proprietà di un veicolo personale [9A].

### Circular economy

Un'economia dove i materiali sono sempre una risorsa, mai un rifiuto, e dove la natura ha il potere di rigenerarsi. I prodotti rientrano in un processo di manutenzione, riuso, ricondizionamento e compostaggio (i.e. 9R dell'Economia Circolare).

Lo scopo è quello di affrontare i cambiamenti climatici e i wicked problems globali, quali la perdita di biodiversità e l'inquinamento, sviluppando processi industriali dalla culla alla culla (approccio from Cradle to Cradle) e non dalla culla alla tomba [5A] [6A].

## Sharing economy

Anche conosciuta come economia peer-to-peer, economia collaborativa, gig economy o economia on-demand, si può definire come un “fenomeno economico e sociale” sostenuto sui principi di “scambio, prestito e sull’uso di beni e servizi tra privati”, sovente tramite l’utilizzo di piattaforme online o per smartphones [8A].



fig. 1.2.3 Logo Airbnb [5B]



fig. 1.2.4 Logo Fiverr [6B]



fig. 1.2.5 Logo Vinted [7B]

## Mobility as a Service

“Mobility as a Service è un innovativo sistema user-centric, per la gestione e la distribuzione della smart mobility, nel quale in cui una piattaforma riunisce offerte di mobilità di diversi fornitori di servizi e fornisce agli utenti finali l’accesso a tali servizi attraverso un’interfaccia digitale, che consente loro di pianificare e pagare lo spostamento” [11A].

Negli ultimi anni, per sovvertire il paradigma solido dell’auto privata, pur mantenendo i vantaggi e le abitudini consolidate, sono stati sviluppati innovativi modelli di spostamento, appositamente progettati per un funzionamento nei centri urbani. Tra questi, si sono affermati i servizi di mobilità condivisa, noti come *sharing mobility*.

Questo approccio, i cui principi si integrano nell’ambito più ampio della **sharing economy**, promuove la condivisione di mezzi di trasporto e/o di tragitti tra più utenti.

Si parla di un modello economico alternativo, che ha lo scopo di ottimizzare l’utilizzo delle risorse in modo più efficiente ed ecologico, generando valore sia per i consumatori che per i fornitori [11A].

L’approccio dell’economia collaborativa si è integrato rapidamente in molteplici settori di gestione urbana, presentando diversi campi di applicazione, tra cui:

Le abitazioni, con servizi nati per lo sfruttamento degli alloggi inutilizzati per affitti di breve durata, come alternativa più economica agli alberghi (e.g. *Airbnb*, fig. 1.2.3);

Il lavoro, con piattaforme digitali che raccolgono e aggregano l’offerta di numerosi professionisti in diversi campi, semplificando l’incontro tra domanda e offerta (e.g. *Fiverr*, fig. 1.2.4);

Il consumo, con servizi che favoriscono lo scambio e la condivisione di beni, riducendo gli sprechi e promuovendo un consumo più sostenibile e consapevole (e.g. *Vinted*, fig. 1.2.5).

Analogamente, il sistema di mobilità condivisa rientra all’interno della *gig economy*, in quanto si fonda sul concetto di utilizzo partecipato di differenti metodologie di trasporto, al di là dei consueti servizi di Trasporto Pubblico Locale, tramite l’integrazione in un unico luogo delle molteplici soluzioni esistenti di mobilità, sia privata che pubblica.

I servizi di **Mobility as a Service** (*MaaS*) rappresentano un esempio chiave, in quanto permettono agli utenti di pianificare, prenotare e pagare i loro spostamenti all’interno di una sola piattaforma.

La *Sharing Mobility* si suddivide in due macrocategorie, le quali comprendono diverse tipologie di veicoli e servizi associati:

## VEHICLE SHARING

Condivisione di veicoli

## RIDE SHARING

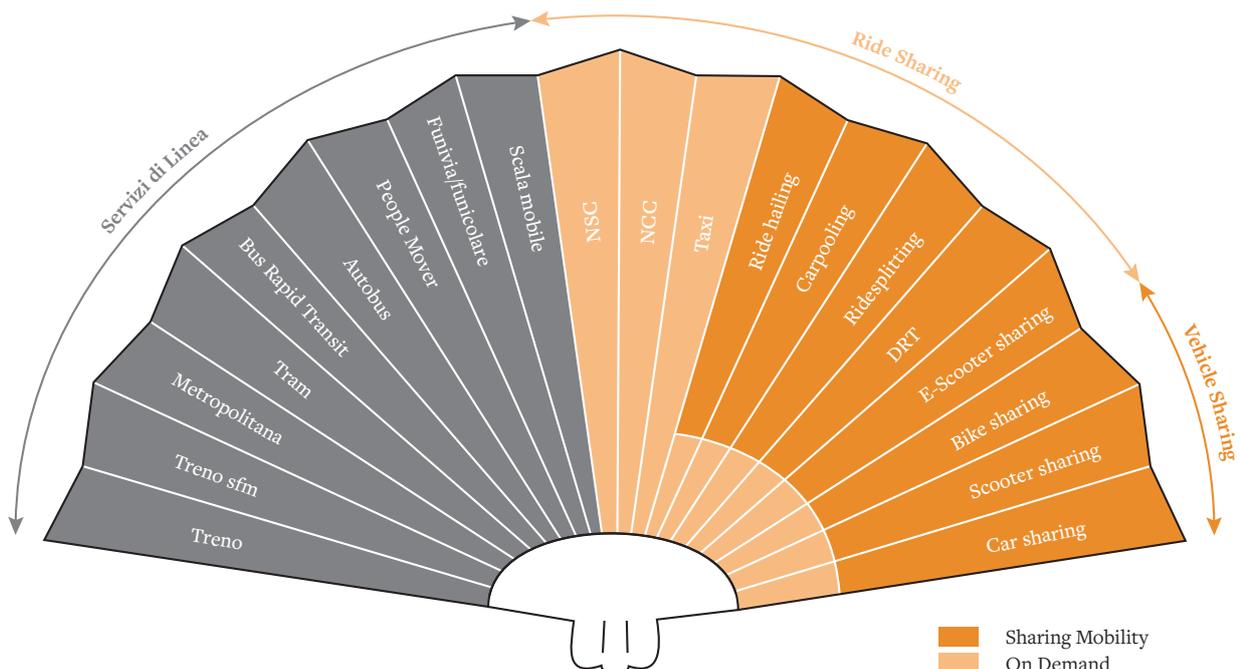
Condivisione di corse

La mobilità condivisa, oggi articolata in un'ampia gamma di soluzioni già operative e in costante evoluzione, rappresenta una valida alternativa alla proprietà di un veicolo privato. Nonostante l'esistenza di queste opzioni innovative, molti utenti, come visto a inizio capitolo, continuano a preferire l'utilizzo dell'auto privata, probabilmente per la mancata divulgazione mediatica che non consente di riporvi sufficiente fiducia. La diversificazione dei servizi offerti, come illustrato in fig. 1.2.6, dimostra comunque il potenziale di queste alternative nel rispondere alle esigenze di spostamento in modo più sostenibile ed efficiente.

fig. 1.2.6

### LA MOBILITÀ CONDIVISA

Ventaglio dei servizi complessivi di mobilità condivisa attualmente esistenti, Osservatorio Nazionale sulla Sharing Mobility [8B].



### 1.2.2.1 Vehicle sharing

La Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile, definita dal presidente Edoardo Ronchi come un

*autorevole punto di riferimento per i principali settori e protagonisti della green economy*

(E. Ronchi, 2024, fig. 1.2.7)

collabora con numerose realtà italiane attive sui temi della sostenibilità e dell'economia circolare (e.g. *Circularity*, *Edison Next*, i consorzi per il recupero di materiali etc.).

Da otto anni, grazie al lavoro dell'interna Sezione di Mobilità, si occupa di redigere un Rapporto annuale che analizza e valuta lo stato della mobilità condivisa a livello nazionale, specialmente ponendo attenzione sul *vehicle sharing*. Questo concetto, che rappresenta una delle due principali macro-categorie della mobilità condivisa, riguarda la possibilità di utilizzare veicoli, come automobili, ciclomotori, biciclette e monopattini, attraverso un sistema di condivisione che riduce la necessità di possedere un mezzo privato.

Il vehicle sharing consente agli utenti di accedere a una flotta di mezzi, offrendo un'alternativa sostenibile, economica e flessibile all'utilizzo privato dei veicoli. Il Rapporto si avvale di una banca dati sviluppata in collaborazione con l'Osservatorio Nazionale della *Sharing Mobility*, ed è promosso dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica e dal Mini-

fig. 1.2.7

**EDOARDO RONCHI, 2023**

ex Ministro dell'Ambiente italiano e attuale Presidente della Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile [9B].



stero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Analizzando le valutazioni dei più recenti Rapporti Nazionali – rispettivamente il 7° e l'8°, relativi all'anno 2023 e 2024 [12A] [14A] – emerge un quadro generale positivo circa il progresso in termini sociali ed economici del settore. Nello specifico, confrontando le variazioni tra l'anno 2021 e 2022 nel territorio italiano, periodo di ripresa in seguito agli effetti della pandemia Covid 19, si osserva un aumento del numero di servizi attivi (da 190 a 211 totali), dei quali circa il 76% sono di micro-mobilità. Al contempo, si registra un incremento del numero di veicoli in flotta messi a disposizione dei cittadini (da 89 mila a 113 mila).

È interessante notare come si riscontri una maggiore crescita nei mezzi “leggeri” – i.e. monopattini e biciclette – che nel 2022 hanno rappresentato l'87% dei viaggi dell'intero settore della mobilità condivisa. Un'evoluzione che, a dimostrazione dell'effettivo soddisfacimento dell'esigenze degli utenti in termini di mobilità, ha portato un incremento complessivo del fatturato nel settore del *vehicle sharing* pari al 38%.

Un'analisi geografica su tutto il territorio italiano, invece, evidenzia una distribuzione disomogenea dei servizi, con maggiore concentrazione nelle regioni settentrionali dove la copertura è passata dal 60% nel 2019 al 77% nel 2022. Al contrario, nelle regioni centrali e meridionali la copertura è rimasta più contenuta, rispettivamente al 50% e al 48% nel 2022. Di conseguenza, la domanda di noleggi dei veicoli in flotta risulta più elevata nelle aree settentrionali del Paese (fig. 1.2.8) [12A].

Questi risultati, che testimoniano una crescita costante nell'utilizzo dei servizi di mobilità condivisa, delineano una trasformazione evidente nei modelli di business dei servizi di trasporto urbano, i quali rispondono alla crescente domanda di soluzioni di mobilità più sostenibili ed inclusive, in grado di soddisfare segmenti di utenza sempre più diversificati.

Di seguito saranno analizzati in dettaglio i nuovi paradigmi della mobilità condivisa, al fine di comprenderne i principi di funzionamento, i punti di forza e il loro sviluppo cronologico, fornendo una lettura critica e olistica per l'individuazione di futuri casi di utilizzo.

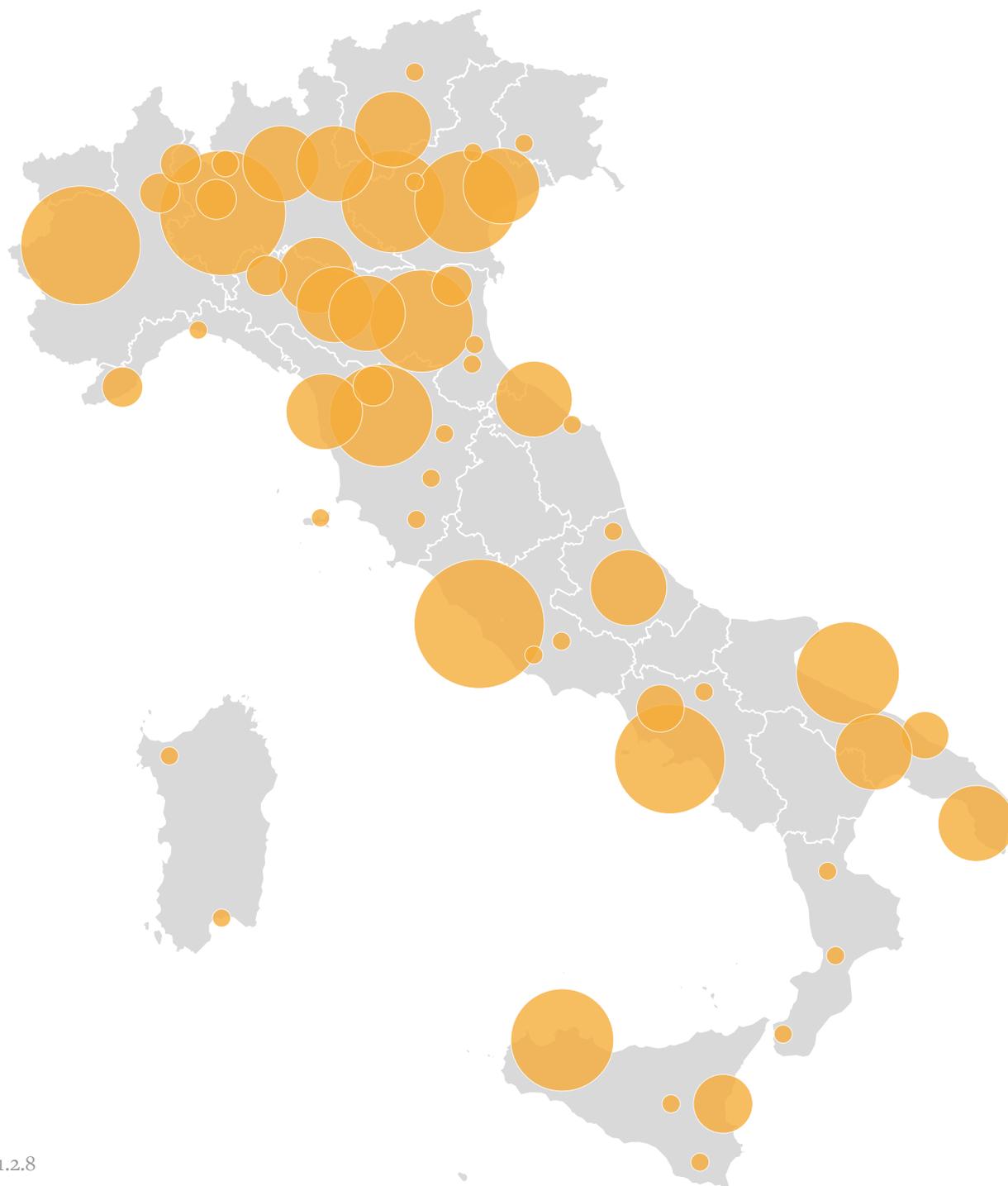


fig. 1.2.8

**NOLEGGI TOTALI IN ITALIA**

Distribuzione italiana dei noleggi totali di vehicle sharing nel 2023 [10B].

## CAR SHARING

L'evoluzione della mobilità e l'espansione urbana, nonostante i notevoli progressi tecnologici nel settore dei trasporti avvenuti negli ultimi decenni, continuano a risultare insostenibili; l'utilizzo dell'auto privata risulta essere ancora massivo, dati i benefici e le comodità che offre rispetto alle alternative meno inquinanti, come andare a piedi, utilizzare la bicicletta o i mezzi pubblici.

Partendo da questi presupposti, già a partire dagli ultimi decenni dello scorso secolo si iniziò ad analizzare il problema da una nuova prospettiva. Non potendo sostituire il mezzo di trasporto, che evidentemente veniva – e tutt'ora viene – incontro alle esigenze dei cittadini in maniera più completa, si è pensato di agire sul suo uso; al posto di tentare la riduzione delle unità circolanti di veicoli, che, come evidenziato nel cap. 1.2.1, risulta essere tutt'oggi in costante aumento, si è sviluppata l'idea di rendere più proporzionata la percentuale di automobili per persona, tramite un nuovo principio, all'epoca di ideazione, avanguardistico: la condivisione.

Le prime fasi di sperimentazione, seppur senza ottenere grande successo, avvennero nei primi anni '70 in Francia, Regno Unito e Germania, seguite da anni di maturazione tecnologica in altri paesi europei, quali Svizzera e Paesi Bassi, con progetti sempre più sofisticati seppur senza ottenere profitti. In Italia i primi sistemi di *car sharing* appaiono nei primi anni 2000, in particolar modo grazie all'emanazione del Decreto "Interventi per la mobilità sostenibile" del Ministero dell'Ambiente, all'epoca presieduto dal Ministro Ronchi; all'interno dell'articolo 4 si invitano, infatti, i comuni italiani a

I primi servizi di *car sharing*, dunque, prendono vita in Italia nei

*[...] sostenere forme di multiproprietà delle autovetture destinate ad essere utilizzate da più persone, dietro pagamento di una quota proporzionale al tempo d'uso ed ai chilometri percorsi (carsharing).*

(Art. 4, Decreto del Ministero dell'Ambiente, 1998)

primi anni 2000, grazie all'iniziativa *Car Sharing* (ICS) promossa dal Ministero dell'Ambiente. Questa iniziativa si propose di



fig. 1.2.9

### VEICOLO CAR SHARING

500e del servizio Free2Move [11B].

avviare i servizi di mobilità condivisa nelle più importanti città italiane, con il fine ultimo di contribuire al miglioramento ambientale e di proporre una valida alternativa al possesso dell'auto privata [14A].

Attualmente, sul territorio si possono contare un totale di circa 43 servizi di *car sharing* attivi [15A]. Allo stesso tempo, la distribuzione e la copertura geografica di questi servizi è fortemente sbilanciata verso le regioni settentrionali; di fatto, il numero complessivo di veicoli in flotta presenti nelle città di Torino, Milano, Bologna e Genova è più del doppio rispetto a quello delle principali città del resto d'Italia (pari a 2.855 auto), evidenziando una significativa disparità nella diffusione di queste soluzioni di mobilità (fig. 1.2.10).

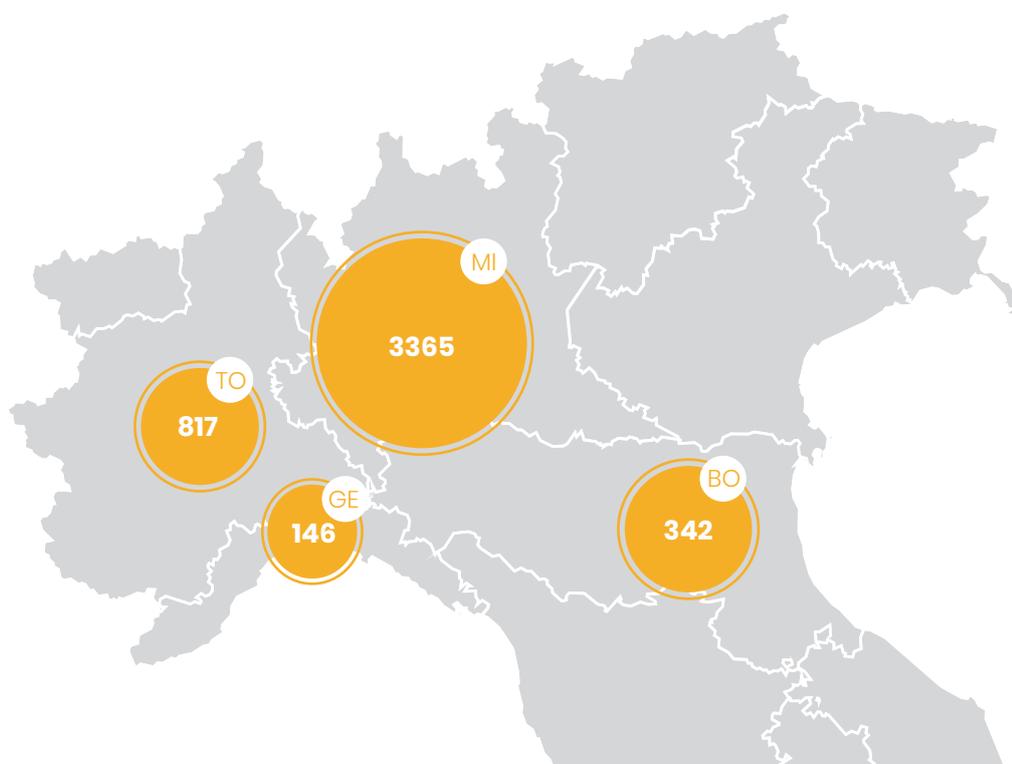
#### *Come funziona?*

Il *car sharing* rappresenta una soluzione per promuovere la mobilità sostenibile, offrendo agli utenti l'accesso a un veicolo condiviso come alternativa al possesso di un'auto privata. Questo sistema di basa su una rete di auto condivise, che possono essere facilmente prenotate dagli utenti in qualsiasi momento. Il principale vantaggio del sistema risiede nella possibilità di utilizzare un'auto senza sostenere le spese di proprietà, contribuendo – secondo uno studio di *Chen e Kockelman* [17A] – a una significativa riduzione del consumo di energia, delle emissioni e del carburante, evitando gli spostamenti e riducendo le esigenze di parcheggio [18A].

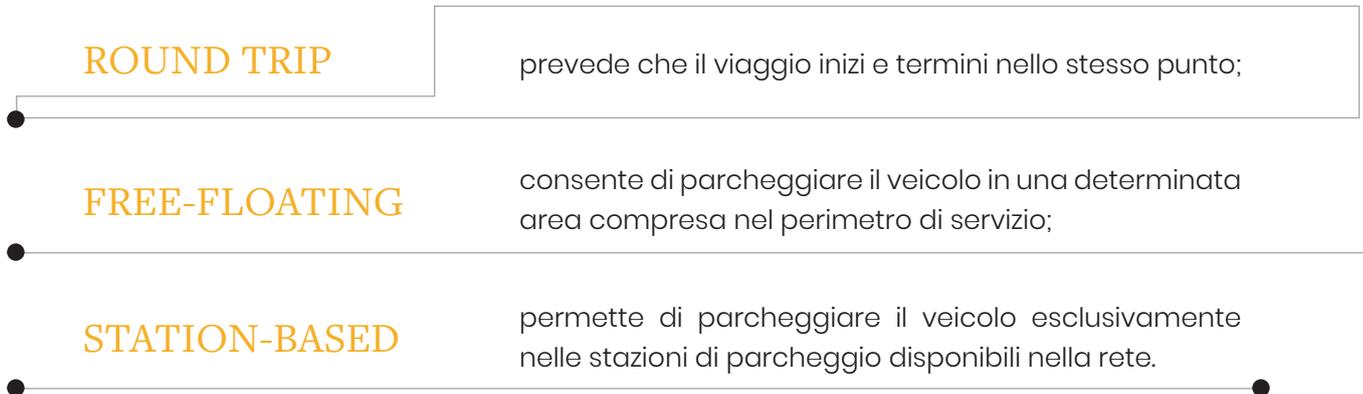
fig. 1.2.10

#### VEICOLI IN ITALIA

Numero di veicoli a disposizione nelle città di Milano, Torino, Genova e Bologna [12B].



I servizi di *car sharing* si articolano in tre principali tipologie operative:



In Italia, le più diffuse tipologie di servizio sono il *free-floating* e lo *station-based*. Come mostrano i grafici (fig. 1.2.11, 1.2.12), entrambi hanno subito un drastico calo nell'utilizzo, specialmente durante la crisi pandemica del 2020. Il sistema *station-based* ha, infatti, risentito di un calo del 16% nel biennio successivo, mentre quello a flotta libera ha riscontrato una contrazione più marcata, pari al 49%. Nonostante questo, negli ultimi anni il *free floating* ha mostrato segnali di ripresa, stabilizzandosi a circa 6 milioni di noleggi annuali, un valore simile a quello registrato nel decennio precedente [12A].

Negli ultimi cinque anni, il *car sharing* ha vissuto significativi cambiamenti, spinti da un contesto di mercato sempre più complesso, in particolare per il modello a flusso libero.

Tali trasformazioni si sono manifestate su due fronti principali:

- L'offerta del servizio, che attualmente affianca ai noleggi di breve durata delle tariffe per utilizzi prolungati (e.g. *ShareNow* ed *Enjoy*);
- Le tipologie di veicolo, con l'introduzione di micro-car 100% elettriche, che per la loro compattezza risultano essere ideali per l'utilizzo nei centri urbani ad alta densità abitativa (e.g. *Enjoy* ha introdotto la *XEV Yoyo*, la *Pikyrent* e *ShareNow* la *Citroen Ami*).

Il *car sharing*, in conclusione, rappresenta una delle soluzioni più consolidate e innovative nell'ambito della mobilità condi-

fig. 1.2.11

**NOLEGGI FREE-FLOATING**

Cronologia dei noleggi del *car sharing free-floating* (pagina destra, in alto) [8B].

fig. 1.2.12

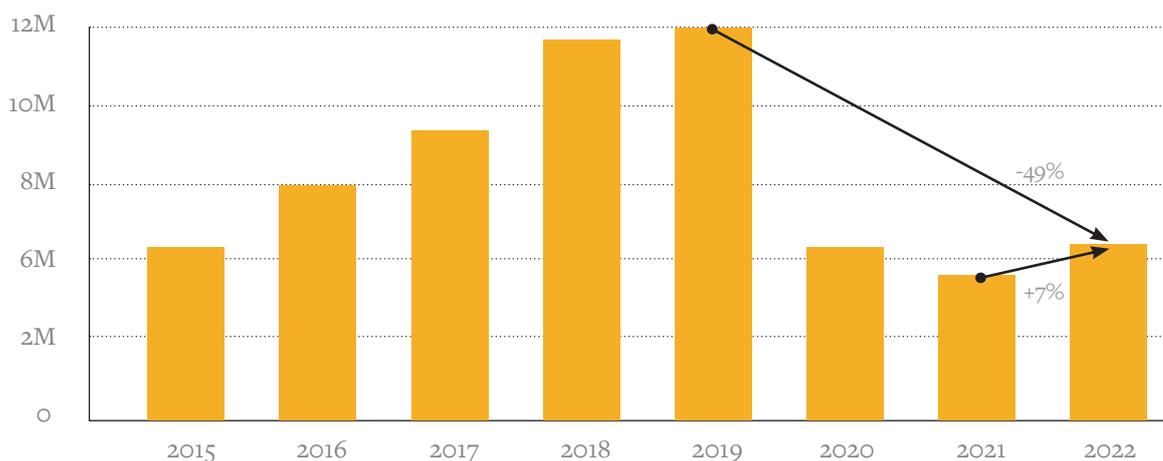
**NOLEGGI STATION-BASED**

Cronologia dei noleggi del *car sharing station-based* (pagina destra, in basso) [8B].

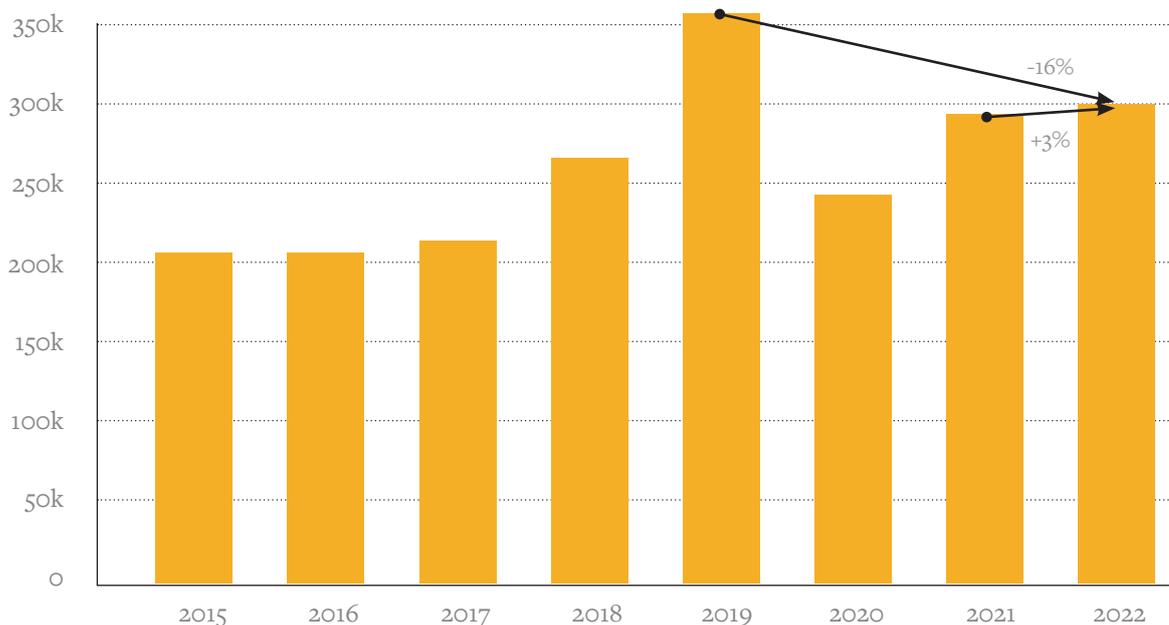
visa, offrendo un ampio ventaglio di valide alternative all'auto privata. Nonostante le difficoltà incontrate negli ultimi anni, infatti, il settore ha saputo diversificare l'offerta, introducendo veicoli sempre più adatti ai contesti urbani.

In quest'ottica, per rispondere in modo completo alle esigenze di sostenibilità e flessibilità, il *car sharing* si integra con altre soluzioni di mobilità condivisa, come la micromobilità, che si distingue per la capacità di coprire brevi tragitti con mezzi agili ed ecologici, costituendo una risposta complementare alle sfide della mobilità urbana contemporanea.

**NOLEGGI FREE-FLOATING**



**NOLEGGI STATION-BASED**





**Azienda:** Zipcar, Inc

**Luogo:** USA

**Anno di lancio:** 2000

**Sito web:** <https://www.zipcar.com/>

Zipcar è stato uno dei primi servizi di *car sharing station-based* a svilupparsi su larga scala. Gli utenti possono noleggiare auto a ore o per periodi più lunghi, prenotandole tramite app o sito web. La flotta è composta principalmente da auto a combustione interna, ma negli anni si è ampliata per includere veicoli elettrici in alcune città. Il servizio si rivolge sia a privati che a aziende, promuovendo la riduzione dell'uso di auto private [1C].



- Elevata copertura urbana
- Decongestionamento stradale
- Riduzione auto privata
- Piattaforma digitale
- Veicoli elettrici
- Esempio internazionale



**Azienda:** Eni

**Luogo:** Italia

**Anno di lancio:** 2013

**Sito web:** <https://enjoy.eni.com/it>

Enjoy è un servizio di *car sharing* a flusso libero attivo in diverse città italiane. La flotta iniziale era composta principalmente da Fiat 500, a cui si sono aggiunti successivamente quadricicli elettrici come XEV Yoyo. Il servizio è completamente gestibile tramite un'app e include anche opzioni per noleggi a lungo termine. Enjoy si distingue per la sua attenzione alla sostenibilità e alla facilità d'uso, integrando tariffe trasparenti e opzioni di parcheggio gratuito in determinate aree [2C] [3C].



- Integrazione alla rete Eni
- Flessibilità free-floating
- Micro-car elettriche in flotta
- Esempio 100% italiano
- Piattaforma intuitiva
- Piattaforma digitale



## Free2move | SHARENOW

**Azienda:** Free2Move

**Luogo:** Germania

**Anno di lancio:** 2022

**Sito web:** <https://www.share-now.com>

Elevata copertura urbana

Piattaforma molto vasta

Veicoli elettrici

Piattaforma digitale

Micro-car elettriche in flotta

Flessibilità free-floating

ShareNow, ora integrato in Free2Move del gruppo Stellantis, è nato in seguito alla *joint venture* tedesca tra BMW Group e Mercedes-Benz Mobility AG, conosciuta prima come Car2Go (2008) e poi come DriveNow (2011). Si tratta di un servizio di *car sharing* a flusso libero che consente agli utenti di noleggiare auto tramite app per brevi periodi. La flotta comprende veicoli a combustione interna ed elettrici, con una forte enfasi sull'uso sostenibile e sulla mobilità urbana. Con l'acquisizione da parte di Free2Move, il servizio è stato integrato in una piattaforma più ampia che offre noleggio a lungo termine e soluzioni di mobilità flessibile per aziende e privati [4C].

## MICROMOBILITÀ

L'utilizzo dell'automobile condivisa, sebbene offra numerosi vantaggi, non risulta essere in ogni occasione la soluzione ottimale per muoversi all'interno dei centri urbani; elevato inquinamento, imbottigliamenti stradali dovuti al traffico e difficoltà nel trovare parcheggio sono solo alcune delle problematiche che comportano l'utilizzo questo mezzo di trasporto. Per questo motivo, parallelamente allo sviluppo dei servizi di *car sharing*, sono state ideate piattaforme per la condivisione di mezzi più leggeri e agili, come biciclette, monopattini e scooter.

Questi servizi adottano principi operativi analoghi a quelli del *car sharing*, distinguendosi in due principali modelli: *station-based*, con veicoli stoccati in stazioni specifiche di raccolta dotate anche di infrastrutture per la ricarica, e *free floating*, un modello d'uso che riscuote maggiore consenso grazie alla sua flessibilità.

A differenza dei veicoli a motore, i mezzi di micromobilità – così chiamati per le loro dimensioni compatte e per il ridotto impatto ambientale – hanno registrato una crescente domanda nelle loro configurazioni a flusso libero, in quanto consentono un utilizzo più agile e svincolato, caratteristica conforme alla loro architettura [12A] [14A].

Sebbene appartenenti alla stessa categoria, i servizi presentano caratteristiche, punti di forza e criticità distintive, che meritano un'analisi approfondita per comprenderne appieno il contributo alla mobilità urbana sostenibile.

Si dividono per:

- BIKE SHARING
- E-SCOOTER SHARING
- SCOOTER SHARING



fig. 1.2.13

## VEICOLO BIKE SHARING

---

 Bici della flotta RideMovi [14B].

## BIKE SHARING

La bicicletta, sviluppata nei primi anni del XIX secolo, è diventata nel tempo il mezzo leggero per eccellenza con gli spostamenti urbani quotidiani; versatile per le sue forme, leggera ed economica grazie alla sua struttura e all'assenza di combustibile.

Superati i primi scetticismi, ottenne ampio consenso nei primi anni del '900, specialmente tra le classi meno abbienti, diventando il primo vero mezzo di trasporto popolare.

Con il boom economico, il suo utilizzo diminuì, superato dall'avvento degli autoveicoli.

Negli anni '90 del '900 iniziarono a svilupparsi nuove sensibilità riguardo alle tematiche ambientali e di salute umana, che ne favorirono la reintroduzione nella mobilità pubblica.

Il noleggio delle biciclette può essere, dunque, visto come il metodo più antico di condivisione di mezzi leggeri; di fatto, il primo servizio ad essere mai stato adottato fu lanciato nel 1995 a Copenhagen, con il nome di *Bycykler*, avviato grazie al sostegno del Comune e del Ministero del Turismo locale [19A].

Da quel momento, grazie al miglioramento delle flotte con l'introduzione dei primi motori elettrici per la pedalata assistita e alla modifica degli impianti infrastrutturali cittadini per consentire maggiore spazio alle piste ciclabili, l'utilizzo della bicicletta in condivisione è diventato il mezzo preferito dai cittadini per gli spostamenti brevi – anche in Italia, che ricordiamo essere il Paese europeo con più motorizzazioni circolanti in Europa.

Negli ultimi otto anni, infatti, si può notare una rapida crescita nel numero di noleggi di biciclette, con un valore che nel 2023 (circa 11,5 milioni) quadruplica i dati ottenuti nel 2017 (circa 2,8 milioni). Si prevede, addirittura, che tali percentuali siano destinate a crescere per l'anno 2024 [14A].

## E-SCOOTER SHARING

L'introduzione degli *e-scooter*, meglio noti come monopattini elettrici, è relativamente recente; sono stati introdotti nel mercato della mobilità condivisa nel 2019, come sperimentazione e alternativa alle già presenti biciclette; si tratta di mezzi ancora più accessibili, in quanto, in termini di conformazione e modalità di utilizzo, sono più semplici da condurre su strada e da manovrare e, in termini di guida, possono avere accesso alle infrastrutture ciclabili e pedonali, raggiungendo, grazie all'assistenza del motore elettrico, velocità significative con meno sforzi fisici (secondo l'attuale Codice della Strada, non superiori ai 20 km/h su strada e 6 km/h su percorsi pedonali, ACI 2021) [20A].

Proprio per tale ragione, in seguito alle prime introduzioni e sperimentazioni nelle flotte, i monopattini elettrici hanno rappresentato, nel biennio 2020-2022, una delle principali forze trainanti del settore del *vehicle sharing*. Tuttavia, i servizi di micromobilità attuale stanno riducendo notevolmente la quantità di *e-scooter* in circolazione, che dal 71% nel 2020 è passata al 63% nel 2024. Parallelamente, si è riscontrato un incremento significativo delle *e-bike*, il cui numero, nello stesso arco temporale, è aumentato dal 29% al 37% [14A].

Questo sviluppo pare essere guidato principalmente da valutazioni legate alla sicurezza; nel totale degli incidenti su strada registrati nel corso del 2023, infatti, tra i tre principali veicoli di micromobilità i monopattini sono coinvolti nel 52% dei casi, evidenziando dunque una maggiore vulnerabilità rispetto alle altre alternative.

Questo dato contribuisce a limitarne l'adozione come soluzione preferenziale per una mobilità sicura (fig. 1.2.16) [14A].



fig. 1.2.14

## VEICOLO E-SCOOTER SHARING

---

Monopattino della flotta Bird [15B].



fig. 1.2.15

**VEICOLO SCOOTER SHARING**

Scooter della flotta Cooltra [16B]

**SCOOTER SHARING**

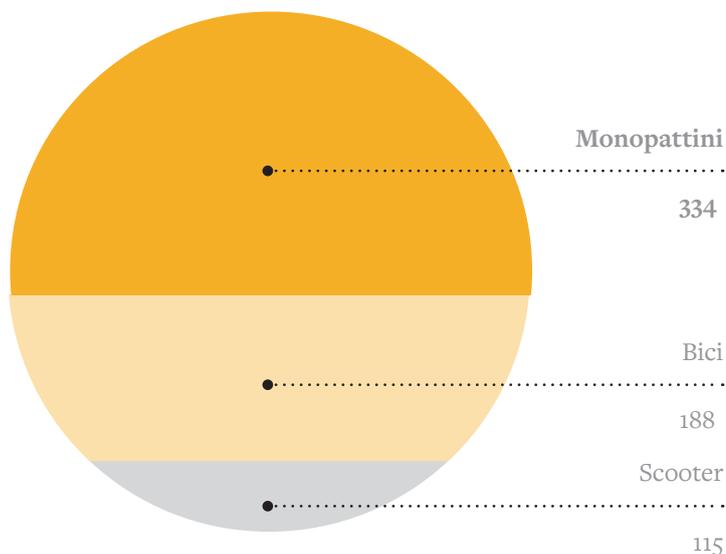
Le prospettive appaiono ancor più negative per i servizi che includono scooter elettrici nelle loro flotte. A differenza degli *e-scooter*, con i quali condividono una somiglianza terminologica, questi veicoli hanno dimensioni maggiori, prestazioni su strada superiori e target di riferimento differente; secondo l'ACI, di fatto, si classificano per la maggior parte sotto la categoria L1, ciclomotori a due ruote conducibili dall'età di 14 anni, e L3, che permettono il raggiungimento di velocità superiori ai 45 km/h. Trattandosi di veicoli più complessi rispetto agli *e-scooter*, il loro utilizzo richiede l'acquisizione di una patente di guida [21A].

Questi vincoli hanno portato ad una riduzione sostanziale della domanda, portando ad una riduzione del 42% dell'offerta tra il 2022 e il 2023. Si riscontra, inoltre, una riduzione del numero di capoluoghi italiani nei quali è presente almeno un servizio di *scooter sharing*, passando da 20 a 9 tra il 2022 e il 2023, riducendosi ulteriormente all'inizio del 2024 quando solo 7 comuni italiani dispongono di un servizio di *scootersharing* attivo [14A].

fig. 1.2.16

**INCIDENTALITÀ**

Numero di incidenti nei servizi di micromobilità in sharing, anno 2023 [17B].



## ridemovi

**Azienda:** RideMovi S.r.l.

**Luogo:** Italia

**Anno di lancio:** 2018

**Sito web:** <https://www.ridemovi.com/>

RideMovi è una delle principali piattaforme di *bike sharing* in Italia ed Europa, con una flotta di biciclette tradizionali ed elettriche disponibili in modalità *free-floating*. Il servizio punta su semplicità e sostenibilità, rendendo più accessibile l'uso delle biciclette nei contesti urbani [5C].



In più di 20 città italiane e UE

Flessibilità free-floating

Bici elettriche e tradizionali

Piattaforma intuitiva

Attenzione alla sostenibilità

Collaborazioni con enti locali



**Azienda:** Bicincittà S.r.l.

**Luogo:** Italia

**Anno di lancio:** 2004

**Sito web:** <https://www.bicincitta.com/>

Bicincittà è stato uno dei primi sistemi di *bike sharing* in Italia, sviluppato per favorire una mobilità sostenibile e condivisa nelle città italiane di medie e piccole dimensioni. Il sistema offre biciclette stazionarie posizionate in punti strategici delle città, con l'obiettivo di integrare i servizi di trasporto pubblico esistenti [6C].



Servizio 100% italiano

Focus su città medio-piccole

Servizio station-based

Bici con elevata resistenza

Collaborazioni con enti locali

Abbonamenti flessibili



## IGPDecaux

**Azienda:** IGPDecaux S.p.A.

**Luogo:** Italia

**Anno di lancio:** 2001

**Sito web:** <https://www.igpdecaux.it/>

Servizio 100% italiano

Integrazione con TPL

Attenzione alla sostenibilità

Collaborazioni con enti locali

Recupero delle componenti

Gestione di più servizi

IGPDecaux è un'azienda italiana specializzata in comunicazione esterna e servizi di mobilità, tra cui il *bike sharing*.

Ha introdotto e gestisce sistemi di *bike sharing* in diverse città italiane, promuovendo l'uso della bicicletta come mezzo di trasporto urbano sostenibile [7C].



## Lime

**Azienda:** Neutron Holdings, Inc.

**Luogo:** USA

**Anno di lancio:** 2017

**Sito web:** <https://www.li.me/>

In più di 100 città nel mondo

Veicoli 100% elettrici

Attenzione alla sostenibilità

Inclusione sociale

Programmi educativi

Collaborazioni con enti locali

Lime è una delle principali aziende globali di micromobilità, offrendo servizi di *sharing* di monopattini e biciclette elettriche in numerose città nel mondo.

Attraverso un'app mobile, gli utenti possono facilmente trovare e noleggiare veicoli per spostamenti urbani sostenibili. Il servizio è molto attento sull'esperienza dell'utente e sull'impatto ambientale, tramite sistemi di donazione (*Lime Hero*) e prezzi agevolati nelle corse (*Lime Transit Program*) [8C].

## dott

**Azienda:** Dott B.V.

**Luogo:** Paesi Bassi

**Anno di lancio:** 2018

**Sito web:** <https://ridedott.com/>

Dott è un'azienda europea che fornisce servizi di *sharing* di monopattini e biciclette elettriche in diverse città europee. Mira a offrire soluzioni di mobilità urbana sostenibile, sicura e accessibile, contribuendo a città più vivibili. Il servizio prende sempre in considerazione il contesto specifico in cui si instaura, per integrarsi al meglio con l'ecosistema urbano e ottimizzare la rete TPL [9C].



- In più di 20 città italiane e UE
- Flessibilità free-floating
- Bici elettriche e tradizionali
- Piattaforma intuitiva
- Attenzione alla sostenibilità
- Collaborazioni con enti locali

## BIRD

**Azienda:** Bird Rides, Inc

**Luogo:** USA

**Anno di lancio:** 2017

**Sito web:** <https://www.bird.co/>

Bird è una delle principali aziende di micromobilità, offrendo servizi di *sharing* di monopattini elettrici in numerose città a livello globale. Attraverso un'applicazione mobile, gli utenti possono localizzare e noleggiare monopattini per spostamenti urbani rapidi ed ecologici. Il servizio vende anche veicoli per uso aziendale [10C].



- Veicoli 100% elettrici
- In più di 100 città mondiali
- Decongestionamento stradale
- Riciclo delle componenti
- Attenzione alla sostenibilità
- Programmi educativi



In più città italiane  
 Piattaforma intuitiva  
 Servizio 100% italiano  
 Attenzione alla sostenibilità  
 Programmi educativi  
 Flotta molto ampia

## BIT Mobility

**Azienda:** BIT Mobility, Srl

**Luogo:** Italia

**Anno di lancio:** 2019

**Sito web:** <https://bitmobility.it/>

BIT Mobility è un'azienda italiana che offre servizi di *sharing* di monopattini elettrici, scooter e biciclette elettriche in diverse città italiane.

L'obiettivo è promuovere una mobilità sostenibile e ridurre il traffico urbano, fornendo mezzi agili ed ecologici per gli spostamenti quotidiani [11C].



Solo scooter 100% elettrici  
 In 50 città europee  
 Servizio privato e per aziende  
 Servizi con orari flessibili  
 Attenzione alla sostenibilità  
 Piattaforma digitale

## cooltra

**Azienda:** Cooltra

**Luogo:** Spagna

**Anno di lancio:** 2006

**Sito web:** <https://cooltra.com/>

Cooltra è un'azienda leader nel settore dello *scooter sharing* in Europa, offrendo soluzioni di mobilità sostenibile con una flotta di scooter elettrici disponibili per il noleggio a breve e lungo termine. Presente in diverse città europee, Cooltra si distingue per l'attenzione all'ambiente e la facilità d'uso tramite un'applicazione mobile intuitiva, fornendo all'utente assistenza stradale e dispositivi di protezione individuale [12C].

### 1.2.2.2 Ride sharing

Le piattaforme di mobilità *MaaS* rappresentano un'innovazione che supera il semplice concetto di condivisione dei veicoli, spesso vincolato alla capacità dell'utente di condurre un mezzo su strada. Esistono, infatti, soluzioni che permettono di usufruire degli stessi benefici, senza dover necessariamente guidare, ampliando così le possibilità di accesso ai servizi di mobilità. Seguendo il ventaglio della mobilità condivisa (fig. 1.2.6), emergono diverse offerte di trasporto on-demand, concepite per rispondere in maniera flessibile alle esigenze degli spostamenti urbani, garantendo vantaggi economici e funzionali analoghi a quelli del *vehicle sharing*, ma con modelli operativi distinti.

Sono classificate sotto *ride sharing* le soluzioni che, come riporta uno studio del *Centre for Research and Technology Hellas* [22A], riguardano

*l'uso di un veicolo a motore da parte del conducente e di uno o più passeggeri, al fine di condividere i costi (senza scopo di lucro) o per compensare il conducente (cioè servizio pagato) utilizzando le informazioni di fatturazione fornite dai partecipanti (a scopo di lucro).*

(trad. dall'ingl., Centre for Research and Technology Hellas, 2021)

Attualmente sono state sviluppate numerose soluzioni sotto quest'insieme, tuttavia la loro diffusione e l'adozione dipende altamente dalle comunità politiche mondiali.

In Italia, tra le piattaforme *ride sharing* più diffuse si annoverano principalmente quelle dedicate al *carpooling* e al *ride hailing*, due soluzioni in rapida crescita nel nostro territorio e considerate valide alternative al possesso di un'auto privata [23A]. Tali servizi si basano su sistemi tariffari dinamici, in cui il costo varia in funzione della domanda, della durata del viaggio, dei chilometri percorsi e del livello di comfort offerto a bordo. Questo modello li rende particolarmente competitivi rispetto al possesso di un'auto, che comporta costi fissi di

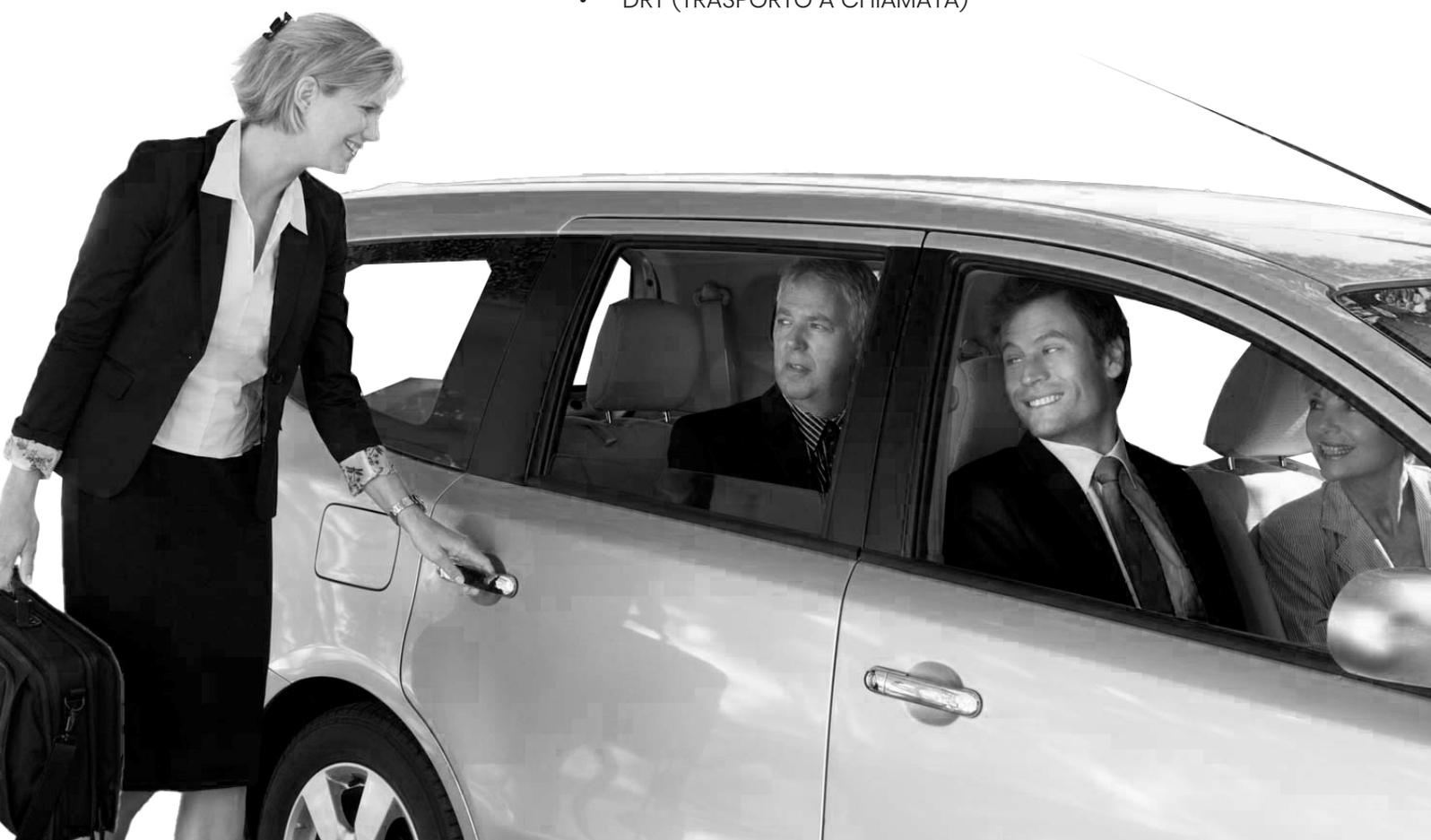
manutenzione, assicurazione e carburante, nonché rispetto ai taxi, i cui prezzi risultano generalmente più elevati.

Una soluzione particolarmente interessante e in fase di crescente sperimentazione è rappresentata dai servizi di *ride sharing* basati sul modello DRT (*Demand Responsive Transport*). Questa tipologia di trasporto, che si colloca a metà strada tra i servizi di linea tradizionali e quelli su richiesta, sta ottenendo un ampio consenso, soprattutto nei contesti urbani dove il trasporto pubblico non riesce a garantire una copertura uniforme in termini di orari e frequenze.

Il DRT si distingue per la sua capacità di offrire flessibilità e personalizzazione, rispondendo in modo efficace alle lacune del sistema di trasporto pubblico e alle esigenze mutevoli degli utenti.

Le soluzioni di *ride sharing* trattate di seguito, dunque, sono suddivise in due categorie:

- RIDE HAILING E CAR POOLING
- DRT (TRASPORTO A CHIAMATA)



## RIDE HAILING E CAR POOLING

Questi sistemi si basano sullo stesso principio: raggiungere una destinazione tramite il noleggio di un veicolo con conducente. Differiscono però dai servizi di taxi per alcune caratteristiche; entrambe le soluzioni, infatti, utilizzano piattaforme online e sistemi IoT per il tracciamento GPS dei veicoli, consentendo di selezionare il mezzo più vicino e raggiungere la meta rapidamente.

Permettono, inoltre, di configurare l'esperienza di viaggio, fornendo informazioni sugli autisti, impostando preferenze sulla socializzazione all'interno dell'abitacolo e aumentandone, di conseguenza, il livello di sicurezza.

### CAR POOLING

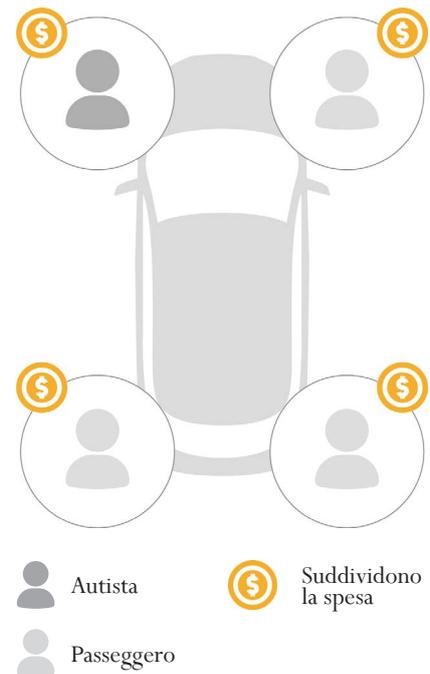
Il *carpooling* è un servizio di mobilità condivisa che consente a più utenti di condividere un'auto privata, di proprietà di uno dei viaggiatori, per percorrere un itinerario comune e raggiungere destinazioni simili o differenti.

Questo modello, riconosciuto come un'alternativa sostenibile al trasporto individuale, riduce i costi di viaggio per i partecipanti e contribuisce a limitare l'impatto ambientale, diminuendo il numero complessivo di veicoli in circolazione. Secondo la definizione fornita dall'Osservatorio Nazionale sulla *Sharing Mobility*, il *carpooling* non costituisce un'attività d'impresa. I passeggeri non pagano per un servizio professionale, ma semplicemente condividono con il conducente le spese di trasporto, come il carburante e i pedaggi [23A].

Questa modalità di condivisione è molto versatile e si adatta a diverse esigenze. Può essere utilizzata per tragitti quotidiani, come quelli per raggiungere il luogo di lavoro o la scuola, per spostamenti aziendali organizzati o per viaggi occasionali, come raggiungere mete di vacanza. Le distanze possono variare notevolmente, includendo sia tragitti urbani brevi che percorsi extraurbani più lunghi.

Attualmente, una delle forme più diffuse di *carpooling* è il *dynamic ride sharing*, noto anche come *carpooling* istantaneo.

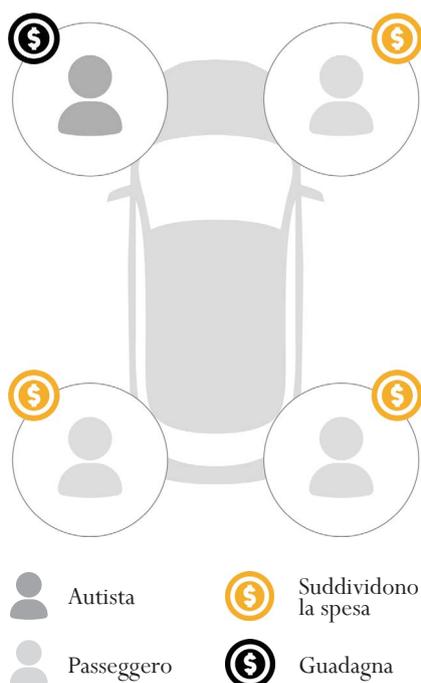
fig. 1.2.17



### CAR POOLING

Rappresentazione grafica del funzionamento del car pooling, in cui passeggeri e autista suddividono la spesa del viaggio (senza scopo di lucro).

fig. 1.2.18



### RIDE HAILING

Rappresentazione grafica del funzionamento del ride-hailing, in cui i passeggeri pagano la corsa all'autista (a scopo di lucro).

Questa tipologia sfrutta piattaforme digitali e applicazioni mobili per connettere in tempo reale conducenti e passeggeri che desiderano condividere un viaggio.

La rapidità e la semplicità di utilizzo di queste piattaforme le hanno rese una soluzione sempre più popolare nei contesti urbani e metropolitani. Questa modalità non solo rappresenta un'opzione economica per gli utenti, ma favorisce anche la costruzione di una mobilità più sostenibile, promuovendo l'ottimizzazione delle risorse e una maggiore consapevolezza ambientale [23A].

### RIDE HAILING

Il *ride hailing* risulta essere la soluzione di *ride sharing* al giorno d'oggi più diffusa e adottata, specialmente nel contesto internazionale. Il suo principio di funzionamento, infatti, non differisce molto dai sistemi di taxi e di NCC (Noleggio Con Conducente); a fronte di un pagamento, un utente – o più – può richiedere un servizio di trasporto da parte di privati che svolgono l'attività di guida mettendo a disposizione il proprio autoveicolo. La differenza più grande risiede nel mezzo d'interazione tra conducente e passeggero, che, nel caso del *ride hailing*, avviene tramite piattaforme digitali [23A].

Nel contesto internazionale, tuttavia, non è ancora stata resa a disposizione una regolamentazione comune sui servizi di *ride hailing*; nell'Unione Europea, ad esempio, la maggior parte dei membri non definisce o regola il *ride sharing*; infatti, solo 5 dei 28 paesi (cioè Francia, Germania, Paesi Bassi, Spagna e Svezia) forniscono una definizione di *ride sharing* come una soluzione di mobilità non per motivi commerciali (Centre for Research and Technology Hellas, 2021) [24A].

In Italia, non esistendo una regolamentazione precisa, il mercato della mobilità condivisa acquisisce differenti forme: i tassisti, allo stesso modo dei conducenti NCC, hanno la possibilità di utilizzare la loro licenza per fornire servizi in piattaforme digitali di *E-Hail* (un sistema che permette la prenotazione dei taxi tramite app) e di *ride hailing* [23A] [25A].

## CLACSOON

CONDIVIDI LA TUA STRADA.

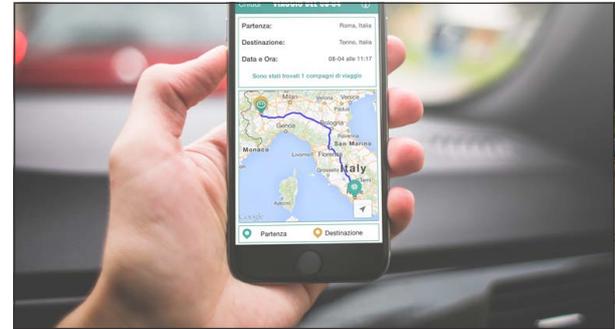
**Azienda:** The Digital Seed S.r.l. (Clacsoon)

**Luogo:** Italia

**Anno di lancio:** 2003

**Sito web:** <https://greenshare.it/clacsoon/>

Clacsoon è una piattaforma italiana di *carpooling* che consente agli utenti di condividere viaggi in tempo reale, ottimizzando gli spostamenti grazie a un'app semplice e intuitiva. L'obiettivo è ridurre il traffico urbano e abbattere i costi per i pendolari [13C].



Pianificazione in tempo reale

Pagamento tramite app

Servizio urbano e suburbano



**Azienda:** Up2Go S.r.l.

**Luogo:** Italia

**Anno di lancio:** 2016

**Sito web:** <https://www.up2go.it/>

Up2Go è un'applicazione di *carpooling* pensata per promuovere la mobilità sostenibile tra colleghi di lavoro o membri di una stessa comunità. Attraverso un'interfaccia intuitiva, gli utenti possono organizzare condivisioni di auto in tempo reale o programmare viaggi futuri, incentivando così la riduzione del traffico e delle emissioni di CO<sub>2</sub>. La piattaforma è particolarmente rivolta a imprese e organizzazioni che desiderano implementare iniziative di sostenibilità ambientale [14C].



Sistema per comunità chiuse

Monitoraggio emissioni

Incentivi per utenti attivi

Piattaforma personalizzabile



Interfaccia intuitiva  
 Itinerari ottimizzati  
 Incentivi per iscritti abituali

## strappo

**Azienda:** Inputspace S.r.l.

**Luogo:** Italia

**Anno di lancio:** 2014

**Sito web:** <https://www.strappo.xyz/index.php>

Strappo è una piattaforma di *carpooling* focalizzata su spostamenti a breve e medio raggio. Il servizio è pensato per favorire la condivisione dei costi di viaggio e promuovere la sostenibilità ambientale [15C].



Profilazione per recensioni  
 Copertura assicurativa  
 Tariffe trasparenti  
 Diffusione internazionale

## BlaBlaCar

**Azienda:** BlaBlaCar S.A.

**Luogo:** Francia

**Anno di lancio:** 2006

**Sito web:** <https://www.blablacar.com/>

BlaBlaCar è il servizio di *carpooling* leader a livello globale, che mette in contatto conducenti con posti liberi nelle loro auto con passeggeri che devono percorrere la stessa tratta. È utilizzato sia per viaggi locali che a lunga distanza [16C].

## TAXI • TORINO

**Azienda:** Consorzio Taxi Torino

**Luogo:** Italia

**Anno di lancio:** anni '60

**Sito web:** <https://www.taxitorino.it/>

Taxi Torino è il principale servizio di taxi della città di Torino, gestito dal consorzio che riunisce oltre 1.000 tassisti. Offre servizi di trasporto pubblico non di linea, con un'attenzione crescente alla sostenibilità, grazie all'introduzione di veicoli ibridi ed elettrici nella flotta. Con un'app dedicata e un numero unico per prenotazioni, il servizio mira a soddisfare le esigenze di spostamento in modo rapido, sicuro ed efficiente [17C].



- Prenotazione in app
- Veicoli per disabilità
- Flotta ibrida e full-electric
- Servizi personalizzati
- Servizio h24

## revel

**Azienda:** Revel Transit Inc.

**Luogo:** USA

**Anno di lancio:** 2021

**Sito web:** <https://gorevel.com/>

Revel è un'azienda americana specializzata in soluzioni di mobilità urbana sostenibile. Nata inizialmente come servizio di *sharing* per scooter elettrici, Revel ha successivamente lanciato un servizio di *ride hailing* 100% elettrico, utilizzando esclusivamente veicoli Tesla Model Y. Il servizio è attualmente disponibile a New York e offre un'alternativa ecologica ai tradizionali servizi di trasporto [18C].



- Veicoli 100% elettrici
- Attenzione alla sostenibilità
- Piattaforma intuitiva
- Servizio premium
- Tecnologie avanzate



Ampia gamma di servizi  
 In oltre 10.000 città mondiali  
 Servizio 24/7  
 Feedback per qualità  
 Tracciamento per sicurezza

## Uber

**Azienda:** Uber Technologies Inc.

**Luogo:** USA

**Anno di lancio:** 2009

**Sito web:** <https://www.uber.com/>

Uber è un servizio che collega autisti e passeggeri tramite un'app mobile. Gli utenti possono richiedere un'auto e seguire il percorso in tempo reale fino al punto di prelievo e di destinazione, pagando digitalmente. Il servizio è noto per la facilità d'uso e la disponibilità, operando in numerose città a livello globale, e ha ampliato le sue funzionalità per includere opzioni come *UberPool* (condivisione del viaggio con altri passeggeri) e *UberXL* (per gruppi numerosi) [19C].



Attenzione alla sostenibilità  
 Veicoli elettrici in flotta  
 Tariffe trasparenti  
 Esperienza personalizzabile

## cabify

**Azienda:** Cabify SA

**Luogo:** Spagna

**Anno di lancio:** 2011

**Sito web:** <https://www.cabify.com/>

Cabify è un servizio progettato per connettere passeggeri e autisti tramite un'app mobile, offrendo diverse categorie di veicoli, dalla gamma base ai veicoli premium, per coprire diverse esigenze di mobilità urbana e interurbana. Cabify è attivo in numerosi Paesi dell'America Latina e in Spagna e si distingue per il suo impegno nella sostenibilità, compensando le proprie emissioni di CO<sub>2</sub> per ridurre l'impatto ambientale del trasporto su richiesta [20C].

## DRT: TRASPORTO A CHIAMATA

Grazie ai progressi nelle tecnologie IT e alla diffusione delle piattaforme digitali, i servizi di trasporto pubblico flessibile, noti come *Microtransit* o *Demand Responsive Transit* (DRT), stanno guadagnando popolarità.

Questi servizi, che rappresentano un'ibridazione tra servizi autobus e di *ridesharing*, utilizzano piccoli mezzi come minivan per offrire un trasporto **Door To Door** collettivo adattabile in tempo reale alle richieste degli utenti. La flessibilità del DRT permette di modificare percorsi, fermate e frequenze, superando le rigidità dei tradizionali servizi di linea e colmando le lacune del trasporto pubblico convenzionale. Questa configurazione intermedia è particolarmente efficace in contesti in cui la domanda di trasporto pubblico è troppo bassa per giustificare economicamente un servizio di linea, come nelle aree rurali, periferiche o durante fasce orarie a bassa frequentazione, come la sera e la notte.

In Italia, i servizi DRT offrono soluzioni flessibili ed economicamente vantaggiose rispetto ai taxi, combinando la convenienza del biglietto del bus con la personalizzazione del servizio. Inoltre, risultano particolarmente utili per categorie di utenti con esigenze specifiche, come persone con disabilità, anziani, studenti e abitanti di zone poco servite dal trasporto pubblico tradizionale.

Un altro aspetto innovativo del DRT è la sua capacità di integrarsi con le piattaforme *MaaS*, promuovendo l'intermodalità e semplificando gli spostamenti grazie a tecnologie avanzate di informazione e comunicazione. Questa integrazione consente di offrire un servizio più efficiente sia per gli utenti sia per le amministrazioni cittadine, migliorando l'accessibilità e l'efficienza della mobilità urbana [23A].

### Door-To-Door

---

“Servizio porta (del mittente) a porta (del ricevitore). Trasporto nel quale un unico soggetto si assume la responsabilità di eseguire (o far eseguire) l'intero ciclo di trasporto dal mittente al ricevitore, anche con più mezzi di trasporto” [24A].



Percorsi personalizzati  
 Prenotazione intuitiva in app  
 Decongestionamento stradale  
 Attenzione al confort  
 Attenzione alla sostenibilità



**Azienda:** Wayla S.r.l.  
**Luogo:** Italia  
**Anno di lancio:** 2021  
**Sito web:** <https://www.wayla.it/>

Wayla è un servizio di *van pooling* operativo a Milano, progettato per offrire una soluzione di trasporto condiviso e sostenibile per i pendolari. Attraverso l'app Wayla, gli utenti possono prenotare un posto a bordo di van condivisi, che seguono percorsi ottimizzati per ridurre i tempi di viaggio e l'impatto ambientale. L'obiettivo del servizio è favorire una mobilità più efficiente e conveniente, integrando le opzioni di trasporto urbano [21C].



Servizio per zone rurali  
 Prenotazione in app e chiamata  
 Percorsi ottimizzati  
 Complementare con TPL



**Azienda:** MeBus  
**Luogo:** Italia  
**Anno di lancio:** 2020  
**Sito web:** <http://www.mebus.it/>

Me Bus è un servizio di trasporto a chiamata (DRT) attivo in Piemonte, progettato per migliorare l'accessibilità nelle aree a bassa densità di popolazione. Gli utenti possono prenotare corse tramite app o chiamando un numero verde, scegliendo punti di partenza e destinazione predefiniti [22C].

### 1.2.3 Analisi critica dei servizi di sharing

Il panorama attuale dei servizi di *sharing mobility* è, come descritto nel capitolo precedente, ricco di soluzioni alternative al mezzo privato, le quali variano e si adattano alle esigenze più specifiche delle persone che si spostano all'interno di un contesto urbano. Si tratta, di certo, di possibilità più sostenibili e vantaggiose rispetto all'auto, il cui utilizzo, come ormai noto, provoca numerose problematiche per chi si muove in città (cap. 1.2.1).

L'adozione di queste alternative, oltre a garantire numerosi benefici per l'ambiente e per la società, comporta, allo stesso tempo, alla comparsa di notevoli criticità, le quali è dovere riconoscere e affrontare per permettere un progresso continuo delle tecnologie e per raggiungere la soluzione ottimale a livello di sostenibilità.

Osservando il grafico riportato nella pagina destra, si possono categorizzare i benefici e le criticità sotto alcuni aspetti principali:

#### **TEMPO**

L'unica tipologia di servizio di *sharing* ad apportare benefici riguardo i tempi di percorrenza è la micromobilità, in quanto gli altri servizi sono soggetti alle stesse problematiche legate al traffico stradale e alla saturazione dei parcheggi.

.....

#### **SPAZIO**

Le alternative di *sharing* che permettono una riduzione degli spazi occupati dai veicoli sulle strade delle città sono quelli di *ride sharing*, in quanto non favoriscono lo stallo di veicoli nel tessuto urbano ma ottimizzano le corse degli utenti.

.....

#### **COSTI**

Tutte le tipologie di *sharing* garantiscono un'alternativa più economica rispetto all'utilizzo dell'auto privata (*vehicle sharing*) e rispetto ai servizi di taxi nazionali (*ride sharing*).

.....

#### **EMISSIONI**

Tutte le tipologie di *sharing* favoriscono la riduzione delle emissioni attualmente provocata dai veicoli privati. Nonostante questo, molti di questi utilizzano ancora veicoli inquinanti, per cui non rappresentano nella totalità una soluzione ottimale.

## VEHICLE SHARING

**CAR SHARING****VANTAGGI E BENEFICI**

- Riduzione del fenomeno di privatizzazione dell'auto
- Riduzione dei costi d'uso: eliminati i costi di manutenzione e mantenimento dell'auto privata
- Utilizzo di mezzi efficienti e periodicamente controllati

**SVANTAGGI E CRITICITÀ**

- ◊ Favorisce il congestionamento stradale
- ◊ Favorisce il congestionamento dei parcheggi
- ◊ Tempi di viaggio in città uguali all'auto privata
- ◊ Inquinamento pari all'auto privata, data la maggioranza di veicoli a motore termico

**MICRO MOBILITÀ**

- Agilità e rapidità dei tragitti in città
- Elevata sostenibilità ambientale: veicoli 100% elettrici
- Riduzione del congestionamento stradale
- Riduzione del congestionamento dei parcheggi

- ◊ Incidentalità stradale molto elevata
- ◊ Tessuto infrastrutturale attualmente ancora inadatto
- ◊ Alternativa soggetta a fenomeni di vandalismo

**RIDE HAILING**

- Alternativa più economica del servizio di taxi nazionale
- Suddivisione della spesa tra più utenti
- Riduzione del congestionamento dei parcheggi

- ◊ Favorisce il congestionamento stradale
- ◊ Tempi di viaggio in città uguali all'auto privata
- ◊ Inquinamento pari all'auto privata, data la maggioranza di veicoli a motore termico
- ◊ Costi di servizio per l'operatore alla guida

**CAR POOLING**

- Alternativa più economica del servizio di taxi nazionale
- Suddivisione della spesa tra più utenti
- Riduzione del congestionamento dei parcheggi
- Assenza di costi per l'operatore alla guida: suddivisione equa della spesa

- ◊ Favorisce il congestionamento stradale
- ◊ Tempi di viaggio in città uguali all'auto privata
- ◊ Inquinamento pari all'auto privata, data la maggioranza di veicoli a motore termico

**DRT**

- Alternativa più economica del servizio di taxi nazionale
- Suddivisione della spesa tra più utenti
- Riduzione del congestionamento dei parcheggi
- Copertura oraria e territoriale più ampia

- ◊ Favorisce il congestionamento stradale
- ◊ Tempi di viaggio in città uguali all'auto privata
- ◊ Inquinamento pari all'auto privata, data la maggioranza di veicoli a motore termico

## RIDE SHARING

## 1.3 Trasporto di merce

### 1.3.1 Cambio di paradigma: una nuova logistica

Il trasporto merci rappresenta un elemento centrale della logistica territoriale ed è composto da diversi elementi interconnessi. In primo luogo, ci sono le merci che sono organizzate in unità in modo tale che si possa avere una facile movimentazione e trasporto. Le modalità di trasporto delle merci comprendono il trasporto su:

Strada



Ferrovia



Mare



Aria



Le merci circolano attraverso le diverse reti infrastrutturali che si dividono nell'insieme delle strade, dei porti, degli aeroporti e di altre infrastrutture logistiche che consentono il flusso delle merci.

Le decisioni dietro le scelte di trasporto sono a discrezione o del mittente che quindi in quanto produttore delle merci decide come trasportarle. In alternativa si occupa direttamente il destinatario a decidere come ricevere le merci, in alternativa, le scelte possono essere demandate a uno spedizioniere, un intermediario che si occupa di organizzare e gestire il trasporto per conto delle aziende coinvolte. Lo spedizioniere, in questo caso, assume tutte le decisioni relative alla scelta della modalità di trasporto più idonea.

All'interno del sistema del trasporto merci sono presenti diversi attori che organizzano e gestiscono i meccanismi che

fanno funzionare l'intero sistema.

- **Vettore:** chi esegue materialmente il trasporto delle merci. Il vettore è vincolato ad un contratto che lo impegna al completamento del trasporto merci dal punto di origine al punto di destinazione. Il suo ruolo è essenziale per la realizzazione fisica del trasporto;
- **Agente:** rappresenta il vettore in ambiti locali dove non dispone di infrastrutture proprie. Il ruolo dell'agente funge da punto di riferimento per il vettore, facilitando le operazioni logistiche;
- **Spedizioniere** (o *Operatore Multimodale*, MTO): si occupa di organizzare il trasporto per conto del committente e può svolgere attività come il consolidamento delle merci e l'assicurazione. Con l'evoluzione dei servizi intermodali, è emersa la figura dell'Operatore del Trasporto Multimodale (MTO), che si distingue in quanto stipula contratti multimodali e di assumere la responsabilità dell'intero processo di trasporto, indipendentemente dai vettori coinvolti;
- **Gestore del nodo merci:** responsabile della gestione di nodi logistici strategici, come centri di consolidamento, porti, aeroporti o interporti. Qui avvengono operazioni di trasbordo, consolidamento e deconsolidamento delle merci, fondamentali per ottimizzare i flussi logistici;
- **Operatore Logistico (LO):** fornisce servizi di logistica integrata, occupandosi di tutto il ciclo distributivo, dalla gestione dei magazzini fino alla distribuzione finale, garantisce un approccio olistico alla gestione della *supply chain*;
- **Corriere:** si specializza nel trasporto di piccoli colli e buste, spesso gestendo molteplici consegne in modalità **"many-to-many"** attraverso operazioni di raccolta e smistamento.

#### Many-to-many

---

Sistema di trasporto merci distribuito e flessibile, in cui più mittenti spediscono a più destinatari contemporaneamente.

Le merci rappresentano i beni materiali e immateriali prodotti, scambiati e distribuiti all'interno dei mercati globali. Di seguito si riportano le influenze del loro trasporto nelle tre

sfere della sostenibilità.

Per affrontare queste sfide, è necessario adottare approcci

### **Economica**

Le merci sono alla base delle attività economiche e costituiscono una parte essenziale della vita quotidiana, garantendo accesso a risorse, tecnologia, cibo, abbigliamento e altri beni necessari per il benessere umano.

Il commercio delle merci favorisce l'interconnessione economica tra nazioni, sostiene l'occupazione e promuove l'innovazione. Il loro trasporto ha un ruolo rilevante, dal momento in cui permettono la crescita economica e lo scambio di merci creando opportunità di lavoro in vari settori, dalla produzione alla logistica.

### **Sociale**

Nell'ambito sociale le merci soddisfano i bisogni umani fondamentali e contribuiscono a migliorare il tenore di vita di vita delle persone, facilitando l'accesso a beni essenziali e di lusso. Tutto questo influisce la sfera culturale perché attraverso lo scambio di merci, si diffondono idee, stili di vita e tradizioni, favorendo un arricchimento culturale reciproco tra le comunità. Il commercio delle merci favorisce l'interconnessione economica tra nazioni, sostiene l'occupazione e promuove l'innovazione. Il loro trasporto ha un ruolo rilevante, dal momento in cui permettono la crescita economica e lo scambio di merci creando opportunità di lavoro in vari settori, dalla produzione alla logistica.

### **Ambientale**

Nonostante la loro importanza, la produzione, il trasporto delle merci genera numerosi problemi di natura ambientale. La maggior parte delle merci viene trasportata su gomme, attraverso l'utilizzo di camion e furgoni. La logistica delle merci, basata in gran parte sui combustibili fossili, contribuisce in modo significativo alle emissioni di gas serra.

In Europa, il settore dei trasporti contribuisce significativamente alle emissioni di CO<sub>2</sub> e ai gas a effetto serra, rappresentando circa il 25% del totale generato nell'Unione Europea.

Tra queste emissioni, il 72% è attribuibile al trasporto su strada. Le modalità di trasporto delle merci comprendono il trasporto su strada, via mare, per via aerea e ferroviaria. In particolare, all'interno del trasporto stradale, si registra una suddivisione tra il trasporto passeggeri, responsabile del 62% delle emissioni, e il trasporto merci, che incide per il restante 38%.

## Lean e green

---

due concetti apparentemente diversi ma con un focus comune: la riduzione degli scarti attraverso un processo snello (*lean*) e il rispetto dell'ambiente grazie al concetto di *green*.

innovativi, come la transizione verso modelli di economia circolare e il miglioramento delle catene di fornitura attraverso pratiche **lean e green**.

Questi approcci mirano a ridurre gli sprechi, ottimizzare l'uso delle risorse e minimizzare gli impatti negativi, garantendo una gestione più equa e sostenibile delle merci nel contesto globale.

Il trasporto delle merci prevede diverse fasi che fanno parte dell'intero processo che poi porta a compimento una consegna.

Queste sono:

- La pianificazione
- Il caricamento e primo miglio
- Il trasbordo
- La lunga percorrenza e ultimo miglio
- La consegna e rimessa

Esistono diverse soluzioni che possono essere adottate per rendere il processo del trasporto di merci più sostenibile.

Ce ne sono diverse che differiscono per tipologia di intervento all'interno del processo. Una di queste è l'adozione della multimodalità di cui ne parleremo più approfonditamente in seguito, ma possiamo anticipare che va a modificare i processi e lo scambio di informazioni necessarie per il compimento del trasporto di merci.

Altre soluzioni simili sono la digitalizzazione che serve ad abbandonare sistemi analogici in favore, per esempio, di sistemi di gestione flotte, monitoraggio ed intelligenza artificiale.

Ci sono anche soluzioni che vanno a rendere più sostenibile il processo ma perché intervengono sui veicoli stessi e la gestione di essi.

Queste soluzioni si concentrano sull'uso di carburanti alternativi, sul miglioramento della logistica urbanistica e la riduzione di trasporti inutili [1A] [2A] [3A] [4A].

### 1.3.2 Physical Internet

Il *Physical Internet* vuole essere una soluzione alle problematiche presenti nel modello tradizionale della logistica e dei trasporti. Si presenta come una visione di sistema logistico aperto, globale, iperconnesso e sostenibile. Lo scopo del *Physical Internet* è quello di contribuire all'efficientamento e alla sostenibilità delle consegne, rendendo la merce disponibile in prossimità della zona di consegna, ottimizzando la rete di trasporto e delle infrastrutture esistenti, con impatti fortemente positivi sull'intero settore. Il principio è simile a quello del traffico di dati su Internet.

In questo sistema, il trasporto delle merci viene standardizzato e ottimizzato attraverso reti collaborative, connessi e modulari, in cui il movimento di beni fisici (prodotti, pacchi, merci) avviene in modo coordinato e trasparente tra diversi operatori logistici. Il tutto si basa su standard e sistemi di container modulari e intelligenti, progettati per essere facilmente movimentati e trasportati lungo l'intera rete intermodale di trasporto.

Lo scopo è di rendere la *supply chain* più efficiente e sostenibile dal punto di vista ambientale, sociale ed economico.

La connessione tra *Physical Internet* e *MaaS* risiede nella loro comune visione di ottimizzazione delle risorse e condivisione.

#### PHYSICAL INTERNET

#### MAAS

##### Ottimizzazione

Condivisione e collaborazione tra operatori

Uso dei mezzi di trasporto condivisi, riducendo la congestione e l'uso di risorse in eccesso

##### Interconnessione

Reti interconnesse per facilitare il movimento delle merci

Rete integrata per spostare persone in modo fluido e coordinato

##### Riduzione

Logistica per diminuire le emissioni e i consumi energetici

Riduce la dipendenza dall'auto privata e promuove mezzi di trasporto più sostenibili.

Dal punto di vista ambientale, il trasporto di merci costituisce una delle principali fonti di emissioni di gas a effetto serra, contribuendo per il 28% al totale delle emissioni nell'Unione Europea.

Nonostante ciò, in generale, le emissioni in UE stanno diminuendo, quelle derivanti dal trasporto sono aumentate circa dello 0,9% nel 2018 e di un ulteriore 0,8% nel 2019.

Creare un Internet Fisico aiuterebbe ad affrontare diverse problematiche:

- La **capacità del trasporto** disponibile è sottoutilizzata; carri merci, camion e contenitori sono spesso mezzi vuoti, in gran parte a causa dell'uso di imballaggi inefficienti e sovradimensionati.
- I **flussi di ritorno** sono insufficienti, dato che gli operatori di trasporto non sfruttano i viaggi di ritorno. Di conseguenza, un quarto dei viaggi su strada viene realizzato senza carico.
- Le **installazioni logistiche** risultano frequentemente sottoutilizzate durante gran parte dell'anno, a causa della stagionalità dei prodotti e delle dinamiche del mercato.

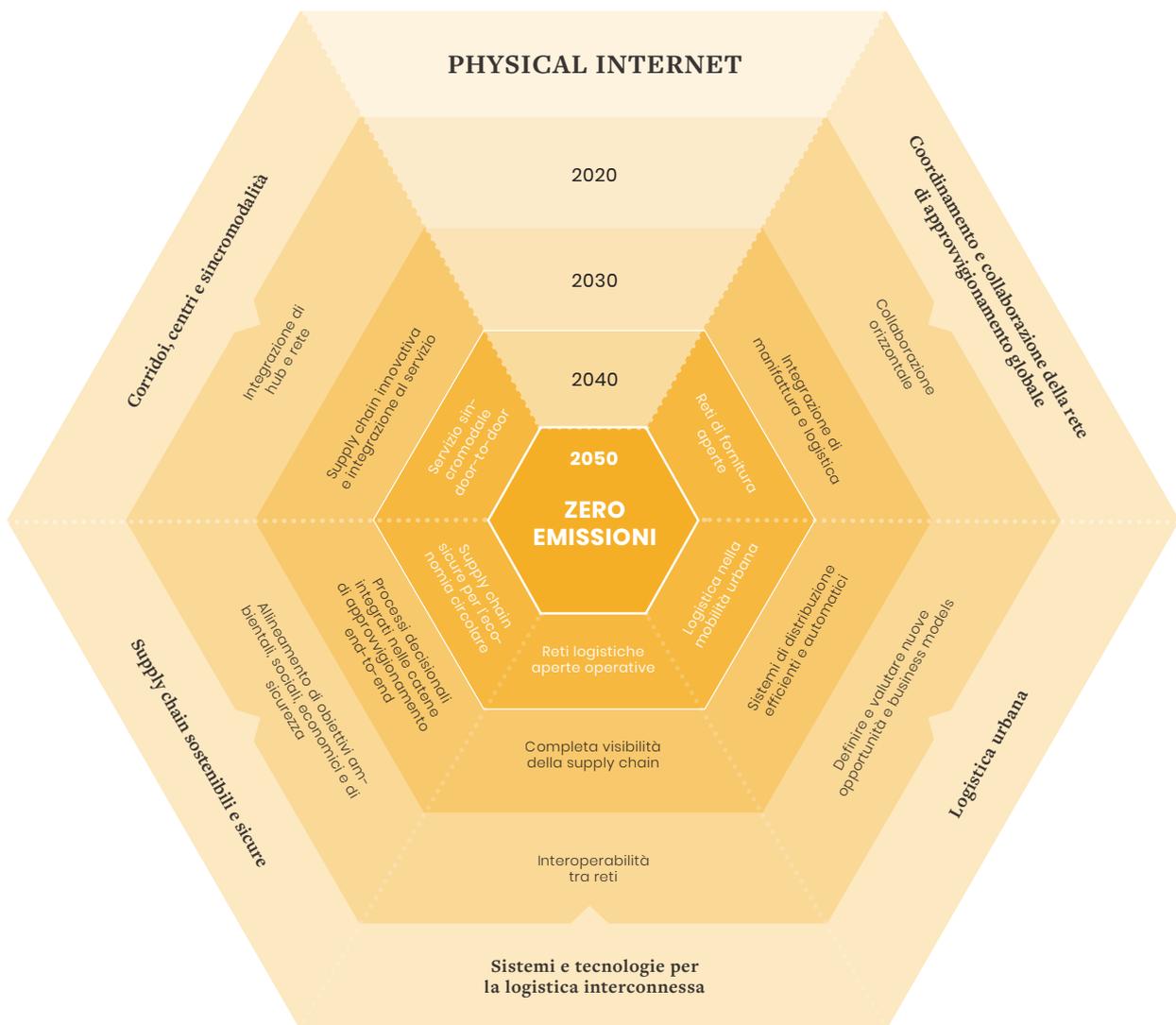
Nonostante il suo significativo impatto ambientale, il trasporto su strada continua a rappresentare la modalità di trasporto predominante. Nel 2019, ha rappresentato il 76,3% dei movimenti e, nonostante scarseggino i camionisti, ci si aspetta una crescita annuale del 3% nel periodo 2021-2025. Le inefficienze operative si confrontano con alternative più sostenibili e desiderabili, ma al momento i diversi mezzi di trasporto non risultano adeguatamente sincronizzati. Il trasbordo delle merci tra le varie modalità continua a essere caratterizzato da notevoli inefficienze, sia in termini di costi che di tempi. Nonostante ciò, i treni si dimostrano una soluzione più efficiente: essi sono quattro volte più efficaci rispetto ai camion e consentono una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra del 75%. Un ulteriore margine di miglioramento riguarda la logistica nelle consegne dell'ultimo miglio, specialmente nelle aree urbane, dove si genera circa il 40% dei costi com-

plexivi di trasporto per ogni prodotto. Inoltre, la logistica urbana contribuisce significativamente agli ingorghi stradali, essendo responsabile del 70% delle congestioni nelle grandi città. Inoltre, l'espansione dell'e-commerce implica sempre più consegne con meno prodotti ma più destinazioni. Si stima che l'attuale domanda di trasporto merci possa triplicarsi entro il 2050, una prospettiva che risulta chiaramente insostenibile dal punto di vista sociale, economico e ambientale. È imprescindibile cercare soluzioni innovative nella logistica e nel trasporto di merce [1A] [2A].

fig. 1.3.1

**PHYSICAL INTERNET ROADMAP**

Roadmap del progresso del Physical Internet verso una logistica a zero emissioni entro il 2050, sviluppata da ALICE (Alliance for Logistic Innovation through Collaboration in Europe) [1B]



### 1.3.3 Consegna all'ultimo miglio

Per “*ultimo miglio*” si intende l'ultimo tratto del trasporto di un prodotto, che tipicamente coinvolge la consegna a domicilio, in uffici, o in punti di ritiro designati.

Con la crescita dell'*e-commerce* e delle aspettative dei consumatori in termini di velocità, precisione e flessibilità, le consegne dell'ultimo miglio sono diventate un elemento centrale per differenziare i servizi logistici e costruire la fedeltà del cliente. Esistono diverse sfide da affrontare in questa fase del sistema di trasporto merci:

**1**

#### **COSTI ELEVATI**

L'ultimo miglio rappresenta una quota significativa dei costi complessivi della logistica, stimata tra il 40% e il 50%. Ciò è dovuto alla frammentazione delle consegne, alla bassa densità di ordini per area e alla necessità di personalizzazione delle operazioni.

**2**

#### **COORDINAMENTO**

Un gran numero di consegne in aree urbane densamente popolate o, al contrario, in zone rurali scarsamente servite, sono logisticamente complesse da gestire.

**3**

#### **EMISSIONI**

Il problema ambientale è principalmente dovuto all'aumento delle consegne che comporta una crescita delle emissioni di gas serra e della congestione urbana, ponendo sfide significative per la sostenibilità.

**4**

#### **RICHIESTA**

I clienti si aspettano consegne rapide (spesso in giornata o entro poche ore), notifiche in tempo reale e opzioni di personalizzazione come fasce orarie specifiche o punti di ritiro alternativi.

Per affrontare queste sfide, sono emerse diverse soluzioni

innovative e approcci strategici, che mirano a risolverle o a mitigarle concentrandosi sulle tecnologie emergenti e sulla digitalizzazione:

### **PIANIFICAZIONE INTELLIGENTE**

L'uso di algoritmi di ottimizzazione per pianificare percorsi e carichi aiuta a migliorare l'efficienza e ridurre i costi.

### **SISTEMI GPS E IOT**

Il tracciamento in tempo reale con sistemi GPS e IoT (*Internet of Things*) permette una visibilità totale delle spedizioni, migliorando l'affidabilità delle consegne.

### **CONSEGNE COLLABORATIVE**

Si tratta di strategie che seguono modelli logistici - quali il *crowdsourcing* o l'uso di reti condivise - riducendo i costi e migliorando la copertura delle consegne.

Le soluzioni non derivano solo dall'ottimizzazione della logistica ma anche da interventi diretti sui veicoli impiegati nel trasporto, tramite l'adozione di veicoli elettrici e sostenibili (e.g. biciclette cargo) volta a ridurre l'impatto ambientale.

La consegna diretta a domicilio è sempre meno frequente a causa della diffusione dei punti di ritiro e dei *locker* (fig. 1.3.2); questi offrono soluzioni flessibili che consentono di concentrare le consegne in pochi punti, migliorando l'efficienza e riducendo il traffico.

Allo stato dell'arte, la ricerca sta sviluppando progetti per l'adozione di robot autonomi o droni per le consegne a corto raggio, tecnologie emergenti che potrebbero rivoluzionare il settore. Inoltre, l'implementazione di piccoli spazi di smistamento nei centri città, come i *microhub* urbani, permette di ridurre la distanza media delle consegne e velocizzare le operazioni.

Il successo nelle consegne dell'ultimo miglio richiede un bilanciamento tra efficienza economica, sostenibilità ambientale e soddisfazione del cliente. Le aziende che sapranno

integrare tecnologia avanzata, strategie collaborative e innovazioni verdi avranno un vantaggio competitivo nel mercato della logistica in continua evoluzione.

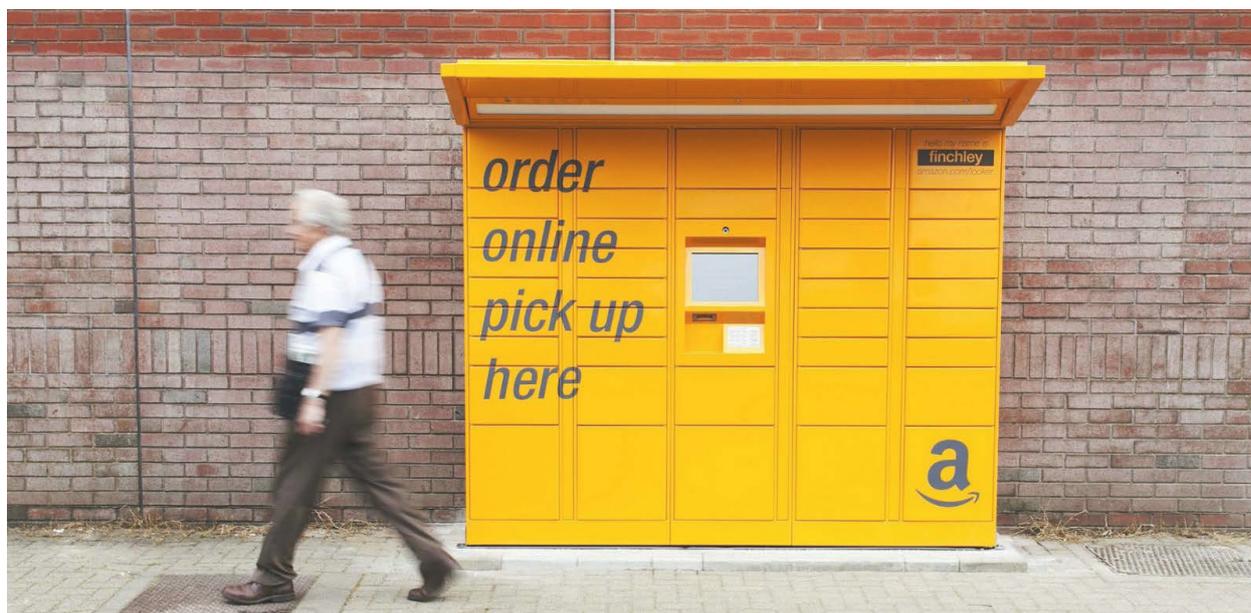
La consegna all'ultimo miglio può essere realizzata in differenti modi, attraverso:

- **Veicoli tradizionali** per consegne in aree urbane e suburbane, tramite camion e furgoni;
- **Veicoli elettrici**, per garantire una riduzione dell'impatto ambientale;
- **Motocicli e scooter**, ideali per il traffico intenso e per le consegne di ridotte dimensioni.
- **Micromobilità urbana**, che comprende l'impiego di *cargo bike*, adatte per le consegne in contesti urbani molto trafficati, e di monopattini elettrici, adeguati per piccole consegne in città densamente popolate.
- **Locker**, che consentono ai clienti di ritirare i pacchi in punti predefiniti, riducendo i costi di consegna diretta, o i **punti di raccolta** dove locali o tabacchi diventano luoghi di ritiro.

fig. 1.3.2

#### AMAZON LOCKER

Punti di ritiro di pacchi, gestito dalla multinazionale dell'e-commerce americana Amazon [2B].



Esempi pratici di consegne dell'ultimo miglio sono quelle realizzate da compagnie come *DHL*, *Bartolini*, *GLS* o la stessa *Amazon* (fig. 1.3.3).

Il trasporto, tipicamente, parte dagli hub e dai magazzini, per poi arrivare al cliente finale o ai *lockers*. La consegna dell'ultimo miglio determina una serie di vantaggi che accelerano il processo di spedizione e potenziano l'esperienza complessiva del cliente:

- Miglioramento della logistica tale da poter velocizzare le consegne attraverso l'ottimizzazione dei percorsi e delle fasi del processo;
- Aumento della capacità di spedizione per le aziende;
- Gestione di un volume di ordini più elevato senza sforzare le proprie risorse, sfruttando i fornitori di logistica di terze parti;
- Soddisfacimento della crescente domanda dei clienti senza compromettere la qualità del servizio;
- Ritiro più agevole da parte dei clienti, potendo ritirare i propri pacchi o da punti di ritiro o facendosi recapitare a casa.

La logistica dell'ultimo miglio è in costante evoluzione, influenzata sia dall'aumento delle consegne sia dalla necessità di ridurre l'impatto ambientale del settore. Con il miglioramento delle strategie logistiche e una crescente attenzione alla sostenibilità, sono stati progressivamente introdotti mezzi a basso impatto ambientale, come biciclette e veicoli elettrici. L'innovazione più recente in questo ambito riguarda l'impiego di veicoli autonomi o teleguidati, una soluzione che sta già trovando applicazione e che è destinata a diffondersi ulteriormente. Tali veicoli si suddividono in due categorie principali: quelli progettati specificamente per operare in modalità autonoma e quelli derivati da mezzi tradizionali, opportunamente modificati per integrare sistemi di guida automatizzata.

fig. 1.3.3 (a destra)

#### FURGONI DI CONSEGNA

---

Furgoni DHL (in alto), Bartolini (in centro), Amazon (in basso).



## STARSHIP

**Azienda:** Starship

**Luogo:** United Kingdom

**Anno di lancio:** 2014

**Sito web:** <https://www.starship.xyz/>

Si tratta di un robot di consegna autonoma disposto di sei ruote e un'antenna di segnalazione che svolge le consegne per trasportare pacchi, alimenti e altri articoli direttamente ai clienti. L'obiettivo di Starship è quello di rendere la consegna dell'ultimo miglio sostenibile e conveniente. La guida autonoma di questi robot è possibile attraverso l'utilizzo della combinazione di *radar*, telecamere, sensori e apprendimento automatico per identificare gli oggetti e muoversi nel mondo che li circonda.



- Autonomia su brevi distanze
- Tecnologia avanzata
- Riduzione impatto ambientale
- Modello di business scalabile

## FedEx

**Azienda:** FedEx

**Luogo:** Stati Uniti

**Anno di lancio:** 2019

**Sito web:** <https://www.fedex.com/html>

Sam eDay è il robot a guida autonoma della compagnia di consegne FedEx. Il robot è dotato di motore elettrico ed il suo alloggiamento è progettato per trasportare oggetti ma anche cibo sia freddo che caldo. Utilizza una combinazione di sensori, dispositivi ottici e algoritmi di apprendimento automatico per essere in grado di avanzare su diversi tipi di terreno, marciapiedi, strade e anche le scale.



- Rete logistica globale
- Innovazione nel trasporto
- Sostenibilità ambientale
- Ampia gamma di servizi



Hub logistici strategici  
Automazione e tech avanzata  
Sostenibilità ambientale



**Azienda:** Amazon  
**Luogo:** Stati Uniti  
**Anno di lancio:** 2013  
**Sito web:** <https://www.aboutamazon.it>

La nuova frontiera delle consegne dell'ultimo miglio è quella aerea. Amazonair infatti è il drone progettato e messo in uso da Amazon che provvede alla consegna direttamente a casa dei clienti. Non può trasportare pacchi pesanti ma si presenta come una soluzione veloce e versatile soprattutto in territorio poco accessibili o difficili da raggiungere.



Negozi mobile autonomo  
Tecnologia di guida autonoma  
Modello "Grab-and-Go"  
Acquisto on-demand



**Azienda:** Robomart  
**Luogo:** Stati Uniti  
**Anno di lancio:** 2017  
**Sito web:** <https://robomart.ai/>

I Robomart sono veicoli hackerati che funzionano come negozi intelligenti, sono automatizzati e ad alta tecnologia, a basso costo, dotati di un sistema di pagamento automatico proprietario, scomparti con temperatura controllata, sensori per il funzionamento autonomo e telecamere esterne per una maggiore sicurezza.

## 1.4 Intermodalità

### 1.4.1 Trasporto multimodale

Il trasporto multimodale si definisce come il coordinamento e l'impiego di due o più modalità di trasporto differenti all'interno di un unico contratto, offrendo una soluzione integrata che copre l'intero percorso, dalla località di origine fino alla destinazione finale.

Il trasporto multimodale di persone consiste nell'integrazione di differenti modi di trasporto con l'obiettivo di facilitare e ottimizzare il trasporto dei passeggeri. Il funzionamento di questo approccio consiste nella combinazione di diversi mezzi di trasporto - come autobus, tram, metropolitane, treni, e biciclette - in modo tale da poter avere un'esperienza di viaggio più ottimizzata, efficiente e sostenibile.

L'adozione di un sistema di trasporto multimodale offre numerosi vantaggi. Tra i principali, si evidenziano:

- **Flessibilità e convenienza:** l'integrazione di più modalità di trasporto consente ai passeggeri di scegliere percorsi ottimali, riducendo i tempi di viaggio e migliorando l'accessibilità.
- **La sostenibilità ambientale:** l'incentivazione dell'utilizzo dei mezzi pubblici contribuisce a limitare la dipendenza dall'auto privata.
- **La riduzione del traffico:** un minor numero di veicoli privati in circolazione si traduce in una minore congestione stradale.

Tuttavia, il trasporto multimodale presenta alcune sfide da affrontare per garantirne un'efficace implementazione. Una delle principali criticità è il coordinamento, spesso complesso, poiché richiede un'attenta pianificazione per integrare orari e servizi tra le diverse modalità di trasporto. Un altro ostacolo riguarda le infrastrutture, la cui adeguatezza è essenziale per il corretto funzionamento del sistema. Come ultima criticità c'è la necessità di implementazione di sistemi

integrati di bigliettazione e informazione, in quanto richiedono soluzioni tecnologiche avanzate e interoperabili per garantire un'esperienza d'uso fluida ed efficiente.

Comprendere le differenze tra trasporto combinato, intermodale e multimodale è fondamentale per analizzare come ciascun approccio integri diverse modalità di trasporto nella catena di approvvigionamento. Sebbene il trasporto combinato e quello multimodale rappresentino strategie con punti di contatto, si distinguono per caratteristiche specifiche.

### **TRASPORTO COMBINATO**

Il trasporto combinato si basa sull'impiego di mezzi differenti senza un coordinamento centrale, con ogni tratto gestito separatamente.

### **TRASPORTO INTERMODALE**

Il trasporto intermodale prevede l'utilizzo di unità di carico intercambiabili, che transitano tra le varie modalità con un unico contratto e un coordinamento centralizzato.

### **TRASPORTO MULTIMODALE**

Integra due o più modalità di trasporto sotto un unico contratto, con un unico responsabile per la gestione e il coordinamento dell'intera operazione. In sintesi, mentre il trasporto combinato si caratterizza per la mancanza di una gestione unificata, il trasporto intermodale e quello multimodale offrono soluzioni più strutturate, differenziandosi soprattutto per il livello di integrazione e responsabilità nella gestione.

Il trasporto multimodale consente di trasportare senza problemi le merci tra le diverse modalità di trasporto fornendo ai clienti soluzioni di spedizione complete e semplici, che sono garantite da scelta dei percorsi e riduzione dei tempi di transito in modo tale che possa essere adattato a diverse esigenze logistiche e geografiche [1A] [2A] [3A] [4A].

## 1.4.2 Piattaforme multiservizio

### 1.4.2.1 I livelli dei servizi MaaS

La multimodalità dei trasporti raggiunge il suo apice con lo sviluppo delle piattaforme multiservizio, uno strumento che supera i tradizionali confini tra i gli attuali sistemi di spostamento, combinando elementi come autobus, treni, taxi, car sharing, bici e scooter in un'unica soluzione e, in alcuni casi specifici, di aggiungervi la possibilità di gestire la consegna delle merci.

Grazie ad applicazioni digitali, l'utente può gestire l'intero viaggio all'interno di un'unica piattaforma, scegliendo percorsi ottimizzati e mezzi convenienti sulla base delle proposte offerte dal servizio. Questo approccio non solo promette di migliorare la vita quotidiana dei cittadini, ma anche di offrire benefici tangibili a livello economico, sociale e ambientale.

Dal rapporto di *Boston Consulting Group* [5A] emerge l'identificazione di quattro livelli di sofisticazione del *MaaS* (fig. 1.4.1):

#### **LIVELLO 1**

Il primo permette la **pianificazione**, attraverso piattaforme che aiutano la personalizzazione di itinerari utilizzando dati in tempo reale (e.g. *Google Maps*).

#### **LIVELLO 2**

Il secondo permette la **pianificazione con bigliettazione**, consentendo l'acquisto di biglietti per diversi operatori, aggregando offerte in un unico luogo e rivendendo i biglietti degli operatori ai singoli privati e addebitando commissioni agli operatori (e.g. *Free2Move*).

#### **LIVELLO 3**

Il terzo accorpa i biglietti di trasporto in pacchetti di mobilità *all-inclusive*, offrendo **prezzi dinamici** e abbonamenti che combinano vari mezzi di trasporto (e.g. *Whim* di Helsinki, che offre piani mensili per l'uso illimitato di vari mezzi).

### LIVELLO 4

Il quarto permette la **combinazione tra pianificazione, bigliettazione, prezzi e incentivi**. Questo è il livello più avanzato, dove il sistema incoraggia comportamenti sostenibili fornendo, per esempio, sconti per viaggi durante le ore di punta o l'uso di trasporti pubblici.

Questo livello richiede una stretta collaborazione tra città e privati per raggiungere la sostenibilità economica. Il *MaaS* ha un grande potenziale, ma ha un impegnativo peso sulla sostenibilità economica, perché i costi di interazione tra i diversi operatori è elevato e le piattaforme devono bilanciare le preferenze degli utenti con l'ottimizzazione dei costi.

fig. 1.4.1

#### LIVELLI PIATTAFORME MAAS

Suddivisione gerarchica dei livelli dei servizi MaaS per la mobilità urbana, definiti dal BCG [5A].

	Servizio online e app	Info e pianificazione	Acquisto biglietti	Tariffe e incentivi multimodali	Caso studio
L1	●	●			 Google Maps
L2	●	●	●		 Free2move
L3	●	●	●	●	
L4	●	●	●	●	/

### 1.4.2.2 Le SuperApp per le città del futuro

Con il paradigma del *Mobility as a Service* le città possono ottimizzare gli investimenti infrastrutturali, ridurre l'uso delle auto private e aumentare l'inclusività, garantendo a tutti l'accesso a soluzioni di trasporto efficienti.

In quest'ottica, nel panorama mondiale sono nate numerose iniziative volte all'integrazione delle piattaforme multiservizio - anche conosciute come *SuperApp* - all'interno della rete di circolazione urbana.

In Italia questo nuovo approccio è stato declinato attraverso il progetto *Mobility as a Service for Italy*, iniziativa appartenente alla più ampia strategia dell'Italia Digitale 2026, la quale ha previsto tre linee d'intervento nelle reti urbane nazionali per la mobilità del futuro, come riportato dal Dipartimento per la Trasformazione Digitale [6A]:

#### ***Sperimentare il MaaS nei territori***

*attraverso l'introduzione di piattaforme digitali, nuovi modelli di business, la condivisione di dati e l'interazione tra i differenti soggetti che offrono servizi di mobilità, valutando l'impatto sull'ambiente e sul contesto socio-economico.*

#### ***Creare una piattaforma aperta per i dati di mobilità***

*ossia un'infrastruttura tecnologica in grado di garantire un'efficace interazione tra i vari operatori di settore, e realizzare un unico punto di accesso nazionale all'insieme dei dati di offerta di trasporto e mobilità disponibili [...] di realizzare una serie di servizi tra cui abilitare la scelta di possibili opzioni di viaggio e facilitarne la prenotazione e il pagamento.*

#### ***Potenziare la dimensione digitale del trasporto pubblico***

*per la diffusione del MaaS nei territori selezionati, abilitando servizi di pagamento digitale, sistemi di informazione agli utenti e servizi per la prenotazione dei viaggi.*

Dipartimento per la Trasformazione Digitale, Governo Italiano [6A]

Affinché il *MaaS* possa funzionare è necessario che le città

si uniformino e si adeguino ad un servizio come questo ed il pubblico e il privato necessitano di collaborare in modo efficiente e produttivo.

Nell'articolo del *Boston Consulting Group* [7A] si prevede che, entro il 2030, il numero di persone che vivranno in una megalopoli aumenterà del 35%, con un conseguente incremento della pressione sui sistemi di trasporto urbano. Sistemi inadeguati non solo aggravano il traffico e le emissioni, ma ostacolano anche l'accesso al lavoro, all'istruzione e ai servizi sanitari, contribuendo ad accrescere le disuguaglianze sociali. Sebbene all'interno delle città stiano emergendo sempre più soluzioni di mobilità, la loro semplice proliferazione non garantisce un miglioramento dell'efficienza, soprattutto in assenza di un adeguato coordinamento.

Tale orchestratore dovrebbe occuparsi di diversi aspetti chiave, tra cui la creazione di una rete di mobilità senza interruzioni, agevolata da tariffe integrate e incentivi volti a promuovere l'uso combinato di più mezzi di trasporto. Un ulteriore supporto verrebbe fornito dal monitoraggio e dall'ottimizzazione dei dati di mobilità, che consentirebbero di ridurre la congestione stradale e minimizzare i tempi di percorrenza. L'ottimizzazione, tuttavia, non dovrebbe limitarsi alla sola gestione dei flussi veicolari, ma estendersi anche alla redistribuzione della domanda tra le diverse modalità di trasporto, evitando così fenomeni di sovraccarico e colli di bottiglia.

La collaborazione tra enti pubblici e privati è la chiave affinché si possano ottenere i risultati desiderati. Emerge, tuttavia, un "*paradosso della cooperazione*" tra le città e i nuovi attori della mobilità, come le aziende tecnologiche. Le città mirano a ottimizzare l'uso delle risorse di mobilità - ad esempio, aumentare i passeggeri per veicolo - mentre le aziende tendono a promuovere un aumento del numero di veicoli e servizi per massimizzare i profitti.

Questa divergenza di obiettivi rende essenziale un nuovo modello di collaborazione. Con queste premesse, le piattaforme multiservizio hanno e potranno avere un ruolo davvero importante all'interno della gestione e del miglioramento del trasporto urbano [1A].

## Citymapper

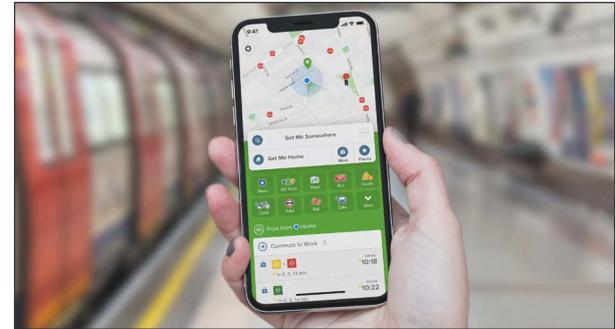
**Azienda:** CityMapper

**Luogo:** Londra, Regno Unito

**Anno di lancio:** 2011

**Sito web:** <https://citymapper.com/london>

La piattaforma *MaaS* di livello 3, a Londra, ha l'obiettivo di creare pacchetti multimodali individualizzati. Citymapper ti dice: con quali mezzi arrivi prima, tutte le combinazioni di treni della metropolitana, tutte le combinazioni di autobus, tutte le combinazioni di metro-bus, quanto tempo ci vuole per camminare dalla A alla Z, quando ci sono ritardi o traffico pesante, qual è la migliore soluzione in caso di pioggia, etc.



Integraz. multimodale avanzata

Pianificazione intelligente

Pagamenti integrati

Funzioni personalizzate

## 

**Azienda:** Urbi

**Luogo:** Chiasso, Svizzera

**Anno di lancio:** 2014

**Sito web:** <https://it.urbi.co/>

La mappa permette di scoprire le migliori soluzioni di mobilità disponibili attorno all'utente, mobilità condivisa o trasporto pubblico, sia esso urbano o extraurbano. La biglietteria offre biglietti del treno, transfer aeroportuali e biglietti del traghetto. Disponibile in molti stati d'Europa.



Aggregatore di serv. di mobilità

Copertura multi-città

Booking e pagamento unificato

Approccio sostenibile



Prezzo garantito in anticipo  
Integrazione con il TPL  
Servizi di condivisione  
Feedback per qualità  
Collaborazione con enti locali



**Azienda:** We Taxi  
**Luogo:** Italia  
**Anno di lancio:** 2015  
**Sito web:** [wetaxi.it/](http://wetaxi.it/)

Il servizio in app è nato come possibilità di gestire in maniera più personalizzata la corsa in Taxi. Attualmente il servizio si è espanso proponendo alternative di mobilità per raggiungere una meta desiderata, con mezzi pubblici, taxi e noleggio auto elettriche, permettendoti di comprare i biglietti in app (anche se per ora solo in alcuni centri urbani, come Milano).



MaaS basato su abbonamento  
Flessibilità nei pagamenti  
Copertura internazionale  
Riduzione delle auto private



**Azienda:** Whim  
**Luogo:** Finlandia  
**Anno di lancio:** 2018  
**Sito web:** <https://whimapp.com/>

Si tratta di una delle rare piattaforme di livello tre; è considerata il riferimento internazionale per la *MaaS*. Gli utenti possono sottoscrivere un piano mensile di mobilità illimitata che dà loro accesso a tutti i modi di trasporto a Helsinki e nella regione circostante. Whim app è in grado di pianificare tutte le soluzioni (bus, treno, bicicletta, taxi, *car sharing*, etc) e i loro pagamenti, che avvengono tramite Mobile. In altre parole, il servizio riunisce le offerte di diversi provider in un'unica offerta.

## Careem

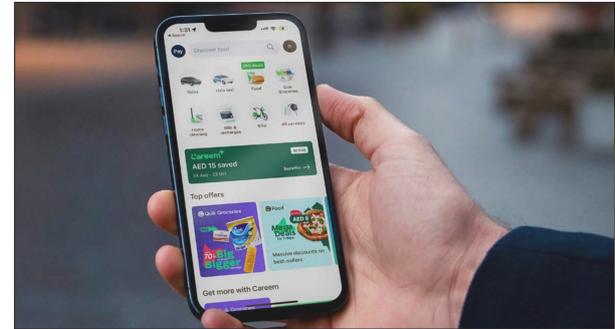
**Azienda:** Careem

**Luogo:** Emirati Arabi

**Anno di lancio:** 2012

**Sito web:** <https://www.careem.com/>

Careem è un servizio in app nato nel 2012 negli Emirati Arabi Uniti. Originariamente nato come possibilità di gestire in maniera più personalizzata la corsa in Taxi. Attualmente il servizio si è espanso proponendo alternative di mobilità per raggiungere una meta desiderata, con mezzi pubblici, taxi e noleggio auto elettriche, permettendoti di comprare i biglietti in app (anche se per ora solo in alcuni centri urbani i.e. Milano). Al suo interno ci sono diversi ulteriori servizi, tra cui *delivery* e mobilità.



Servizio con molte alternative

Forte presenza locale

Espansione oltre la mobilità

## Grab

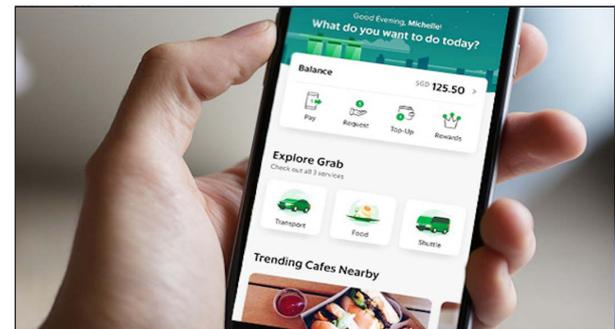
**Azienda:** Grab

**Luogo:** Singapore

**Anno di lancio:** 2012

**Sito web:** <https://www.grab.com/th/en/transport/taxi/>

Questa è una piattaforma nata a Singapore nel 2012. Grab è una delle principali piattaforme multimodali nel sud-est asiatico. Oltre a offrire servizi di *ride hailing*, Grab ha ampliato la sua offerta includendo consegne di cibo (*GrabFood*), pacchi (*GrabExpress*) e servizi di pagamento digitale (*GrabPay*). La piattaforma copre numerose città nel sud-est asiatico e integra molteplici soluzioni per la mobilità, inclusi *ride-hailing*, trasporto pubblico e *bike sharing*.



Super app della mobilità

Diversificazione dei mezzi

Sistemi di pagamento avanzati

Iniziative di sostenibilità

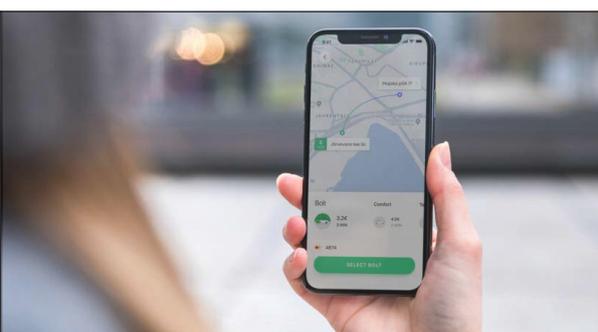


Ampia gamma di servizi  
Espansione internazionale  
Piattaforma full electric  
Prenotazione accessibile



**Azienda:** Ola  
**Luogo:** India  
**Anno di lancio:** 2019  
**Sito web:** <https://www.olacabs.com/>

Nata in India nel 2019 è una delle principali piattaforme di mobilità in India, che fornisce servizi di *ride hailing* e noleggio di auto, scooter e biciclette elettriche. Oltre a questo, Ola ha lanciato *Ola Foods* e *Ola Store*, che offrono consegne di prodotti alimentari e altri beni di uso quotidiano. Ola si sta espandendo anche nel mercato dei veicoli elettrici con *Ola Electric*.



Alternativa economica  
Focus sulla sostenibilità  
Rapida espansione



**Azienda:** Bolt  
**Luogo:** Estonia  
**Anno di lancio:** 2013  
**Sito web:** <https://bolt.eu/nl-nl/>

Questa piattaforma nata in Estonia nel 2013, è una piattaforma europea multimodale che offre una vasta gamma di soluzioni di mobilità, inclusi servizi di *ride hailing*, *scooter sharing* e *bike sharing*. Di recente, Bolt ha anche introdotto *Bolt Food*, un servizio di consegna di cibo. La piattaforma è operativa in numerosi paesi europei e africani e sta espandendo continuamente la sua gamma di servizi.

# METODOLOGIA PROGETTUALE

- 
- 2.1 Esplorazione dell'ambito
  - 2.2 Identificazione del caso tecnologico
  - 2.3 Identificazione del caso territoriale
  - 2.4 Matrice di analisi

2.1

**ESPLORAZIONE  
dell'ambito**

2.2

**IDENTIFICAZIONE  
del caso tecnologico**

2.3

**IDENTIFICAZIONE  
del caso territoriale**

2.4

**MATRICE  
di analisi**

## 2.1 Esplorazione dell'ambito

Il tema della Mobilità Sostenibile, ambito di analisi su cui si fonda la seguente tesi, ha dimostrato avere notevoli possibilità di sviluppo, coinvolgendo diversi approcci che studiano l'applicazione delle nuove tecnologie per la creazione di un futuro più efficiente, equo e ottimale per la vita umana.

Il macro-tema delle *Smart Cities*, in particolar modo, è uno dei pilastri fondamentali su cui si erge la società moderna, racchiudendo nella sua essenza tutti i principi di sostenibilità: nello specifico, come riportato in cap. 1.1.1, coinvolge la ricerca di uno sviluppo economico che possa garantire la prosperità dell'ambiente e della natura, con lo scopo finale di porre al centro la salute umana, favorendone la resilienza a lungo termine.

Il concetto di città, in quanto struttura basale della vita umana, racchiude un'ampia serie di fattori a cui dedicare specifiche valutazioni; si è resa necessaria, infatti, un'ulteriore categorizzazione, in modo tale da poter convogliare le valutazioni verso ambiti di ricerca più specifici. A tal riguardo entra in gioco la collaborazione con la startup *ToMove* (cap. 3.2), la quale, concentrata nel tema della mobilità del futuro, ha diretto l'esplorazione sul pilastro della *Smart Mobility*.

Al concetto di mobilità si attribuisce l'appellativo "intelligente" quando racchiude nel suo sviluppo l'integrazione delle nuove tecnologie per la progettazione delle infrastrutture di mobilità e delle modalità di trasporto che ne usufruiscono. Gli obiettivi a lungo termine riguardano, in primis, il raggiungimento di una completa e universale accessibilità ai servizi locali e alla rete delle strutture ICT, per, conseguentemente, poter progettare sistemi di trasporto innovativi che rispettino le esigenze effettive degli utenti, soddisfacendo tutte le sfere della sostenibilità.

Allo stato dell'arte, come si evince dal cap. 1.2.2, le uniche alternative disponibili sul mercato in grado di fronteggiare il paradigma dell'auto privata, sempre più radicato nella società internazionale, sono le soluzioni di *sharing mobility*. I servizi di condivisione dei percorsi e delle vetture sono stati, di fatto, i determinanti del nuovo millennio per un effettivo cambio di

- Smart Cities
- Mobilità sostenibile
- Sharing Mobility
- Physical Internet
- Intermodalità

rotta verso alternative più pulite ed economiche rispetto al fenomeno della privatizzazione, sempre più ramificato nell'etica moderna.

Eppure, le alternative proposte dai sistemi di *sharing mobility* non sono ancora del tutto ottimali; anch'esse, nonostante i numerosi benefici apportati alla mobilità urbana odierna, non rivoluzionano il paradigma dell'auto privata nella sua totalità (cap. 1.2.3). Esclusi i servizi di micromobilità – che attualmente risultano essere le soluzioni più disruptive all'interno del mercato – per lo spostamento in città si mantengono invariate le problematiche legate al tempo di percorrenza; l'ormai elevato livello di congestionamento delle strade coinvolge, di fatto, tutti i mezzi di trasporto su ruote, compresi i servizi di mobilità condivisa.

Pertanto, si evince l'importanza nell'esplorazione delle tecnologie emergenti, in quanto lo strumento potenziale per rivoluzionare concretamente il paradigma della mobilità.



## 2.2 Identificazione del caso tecnologico

Il settore della *Smart Mobility* è al centro di una trasformazione radicale, che sta mettendo in discussione le tradizionali strutture di funzionamento dei sistemi di spostamento urbano. Nonostante i moderni servizi di mobilità (e.g. *sharing mobility*) abbiano introdotto nuove modalità di utilizzo dei veicoli, non hanno ancora prodotto i risultati sperati in termini di riduzione dell'inquinamento atmosferico e contenimento dei tassi di motorizzazione.

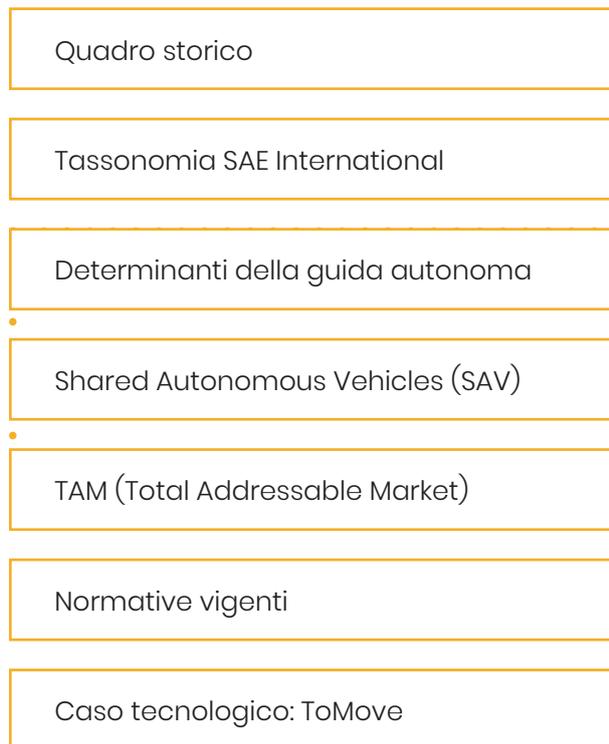
Le ragioni di questa lenta evoluzione del paradigma di mobilità sostenibile non possono essere ricondotte unicamente alla precocità o all'innovatività delle soluzioni proposte. È necessario, infatti, esplorare i fattori comportamentali che influenzano profondamente l'adozione di queste tecnologie. Le abitudini consolidate, la consapevolezza ambientale e la fiducia nei confronti delle soluzioni moderne rappresentano barriere significative che rallentano il passaggio a modelli di mobilità più sostenibili.

In questo panorama, l'esplorazione delle tecnologie emergenti ha evidenziato un caso specifico di grande rilevanza: la guida autonoma. Considerata la nuova frontiera della mobilità, questa tecnologia rappresenta uno dei principali ambiti di studio della *Smart Mobility* e sta già delineando scenari di cambiamento in molti settori del mercato.

Gli sviluppi legati ai sistemi di automazione, specialmente nel trasporto di persone e merci, sono oggi parte di un processo in rapida espansione. Nei paesi tecnologicamente più avanzati, si è ormai superata la fase del semplice "ideale", dando vita a progetti concreti e tangibili. Sebbene molti di questi siano ancora in una fase sperimentale, la loro implementazione nelle reti urbane non solo funge da banco di prova, ma svolge un ruolo cruciale nel sensibilizzare l'opinione pubblica e costruire fiducia verso un futuro basato su soluzioni autonome e sostenibili.

In questo contesto si colloca *ToMove*, caso tecnologico del progetto di tesi (cap. 3.2), il quale ha permesso un'analisi approfondita delle potenzialità della guida autonoma, consentendo di esplorare lo stato attuale della tecnologia, i progetti

esistenti e le normative che regolano il settore, sia a livello europeo che internazionale.



Il capitolo 3 sarà dedicato a una descrizione dettagliata di questa tecnologia, includendo una panoramica storica e una tassonomia riconosciuta a livello globale, fornita dalla *SAE International*, analizzando, inoltre, gli aspetti funzionali e comportamentali necessari per garantire il suo corretto funzionamento.

Questi elementi costituiranno la base per esaminare i servizi progettati, con particolare attenzione al potenziale dei veicoli autonomi condivisi (*Shared Autonomous Vehicles, SAV*), considerati come una delle applicazioni più promettenti nell'ambito della *Smart Mobility*.



## 2.3 Identificazione del caso territoriale

L'esplorazione del panorama internazionale ha permesso di strutturare una scala gerarchica dei Paesi del mondo riguardo il tema della guida autonoma, il cui posizionamento è determinato dagli avanzamenti tecnologici, dalle regolamentazioni statali e dal livello di accettazione sociale riguardo al tema.

Indagando sull'aspetto normativo, si evince una netta disparità nel grado di libertà concesso alla sperimentazione della tecnologia, in quanto presenti numerose barriere burocratiche che ne limitano il progresso. Gli organismi di governo, di fatto, dimostrano numerose perplessità; in particolare, l'incertezza dominante riguarda i livelli di sicurezza garantiti dalla nuova frontiera di guida, i quali richiedono uno studio approfondito per determinare le responsabilità legali in caso d'incidente.

Per tale ragione, nel panorama europeo esistono ancora un numero considerevole di Paesi in cui non è possibile operare o sperimentare le nuove tecnologie di AD (*Autonomous Driving*), come la Bulgaria, Croazia, Cipro o Estonia. Tuttavia, dall'altro lato, esistono altre nazioni in cui è presente una regolamentazione dedicata (i.e. Austria, Danimarca, Spagna, Svezia, etc.), la quale sta permettendo alla guida autonoma di ottenere notevoli progressi.

In questo contesto, l'Italia si pone in un livello medio alto; presenta, infatti, solide strategie e programmi di finanziamento per lo studio e la sperimentazione su suolo pubblico delle tecnologie emergenti, fattore che ha promosso la nascita di iniziative e progetti pionieristici – apertura che ha garantito a una delle sue più grandi città (i.e. Torino) il successo di essere riconosciuta come la Capitale Europea per l'innovazione nel 2024.

Di conseguenza, è stato possibile prevedere una possibile sperimentazione del sistema *ToMove* all'interno del suolo nazionale, con lo scopo di analizzare, esplorare e verificare da vicino se la tecnologia autonoma possa sul serio diventare la nuova frontiera della guida e fornire una valida alternativa

all'auto privata, integrandosi nella rete di trasporto esistente.

Il caso territoriale identificato è la Città Metropolitana di Cagliari, in quanto si è dimostrato luogo ottimale nel quale poter integrare la tecnologia della startup; la sua rinomanza a livello nazionale, in quanto capoluogo di regione sardo e meta turistica d'eccellenza, unita alle sue dimensioni relativamente ridotte rispetto alle sue controparti presenti nella penisola, sono risultate il connubio perfetto per progettare, in base alla previsione di scenari futuri possibili, una potenziale scalabilità.

L'analisi del territorio è stata arricchita da colloqui rivolti a due realtà locali: la SOGAER, ente gestore dell'aeroporto internazionale di Ca-

Analisi urbanistica

Analisi della mobilità

Analisi delle criticità

gliari, e *PlayMoove*, servizio che si occupa dei servizi di *sharing mobility* nella città (consultabili in appendice). Il loro intervento ha permesso una visione completa della situazione attuale in termini di flussi e spostamenti di persone, permettendo di convogliare la ricerca verso focus più specifici per l'identificazione delle esigenze locali.

2.1

## ESPLORAZIONE dell'ambito

2.2

## IDENTIFICAZIONE del caso tecnologico

2.3

## IDENTIFICAZIONE del caso territoriale

2.4

## MATRICE di analisi

## 2.4 Matrice di analisi

L'obiettivo principale della presente tesi è identificare e definire linee guida universali per lo studio della mobilità urbana, partendo dall'applicazione sperimentale di una tecnologia innovativa su un territorio circoscritto. Tale approccio si fonda sul principio di scalabilità, al fine di garantire che le soluzioni individuate possano essere adattate e applicate a contesti urbani più complessi.

L'analisi delle esigenze in tema di mobilità, specificamente legate al territorio preso in esame, è il risultato diretto di una fase esplorativa mirata a identificare le principali criticità che interessano i flussi di spostamento locali e il settore dei trasporti.

Per costruire una base universale utile a individuare tali criticità, sono state elaborate delle linee guida analitiche, ottenute attraverso la categorizzazione dei dati raccolti durante la ricerca preliminare (cap. 1). In particolare, sono stati individuati otto fattori chiave, il cui scopo è orientare l'indagine verso specifici ambiti dell'organizzazione urbana (cap. 4.3). Questi elementi sono stati successivamente integrati in una matrice sistemica, progettata per correlare i dati oggettivi del territorio con l'offerta e la domanda di trasporto. Tale metodologia consente di ottenere una visione complessiva e articolata delle dinamiche locali, utile per delineare soluzioni *ad hoc*.

Seguendo questo approccio, sono stati clusterizzati i principali dati riscontrati nella ricerca urbanistica su Cagliari e sui comuni limitrofi e sono stati inseriti nella matrice. La loro interconnessione ha portato al riscontro di sei criticità fondamentali, le quali hanno contribuito all'identificazione delle esigenze espresse e latenti del territorio.

La successiva individuazione delle soluzioni progettuali è stata possibile grazie all'incrocio tra i bisogni emersi e i benefici derivanti dall'integrazione del servizio di mobilità proposto da *ToMove* nella rete di trasporto locale. Un'analisi approfondita dei vantaggi previsti ha permesso di formulare scenari futuri di implementazione (cap. 4.3).

Infine, lo sviluppo progettuale culmina nella definizione di una roadmap operativa, che delinea un percorso temporale per la sperimentazione del servizio seguendo un approccio iterativo. Al suo interno sarà approfondito il caso del collegamento tra il centro di Cagliari e l'Aeroporto di Cagliari-Elmas, un modello concreto che evidenzia il potenziale di scalabilità del progetto.

La matrice analitica, elaborata in questa fase, rappresenta uno strumento versatile per l'esplorazione di altri contesti urbani. Seguendo linee comuni, consente di analizzare le abitudini di spostamento della popolazione e di progettare interventi mirati che rispondano in modo efficace alle esigenze specifiche di ogni territorio.

- Linee guida territoriali
- Fattori chiave di ToMove
- Identificazione delle soluzioni
- Caso applicativo: Cagliari-Elmas
- Roadmap di progetto
- Scalabilità



# IL CASO TECNOLOGICO

- 
- 3.1 Le nuove frontiere di guida
  - 3.2 ToMove
  - 3.3 Mappa dei casi studio

### 3.1 Le nuove frontiere di guida

L'avvento delle tecnologie avanzate di automazione e telecomunicazione ha rivoluzionato il settore della mobilità, inaugurando una nuova era di innovazioni che non riguarda solo i veicoli, ma anche le modalità d'uso degli stessi. L'intero settore dell'automotive sta attraversando un'epoca di costante evoluzione, accompagnata da numerose opportunità e sfide da affrontare; tra queste, come analizzato nella presente tesi all'interno dello scorso capitolo, spiccano la pressione mondiale nella ricerca per la riduzione delle emissioni di gas inquinanti e la gestione complessa della filiera che sta subendo continue ridefinizioni e significativi cambiamenti.

La guida autonoma sta emergendo come una delle innovazioni più promettenti, capace di ridefinire i paradigmi tradizionali del trasporto pubblico e condiviso. Come riporta un recente articolo del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, [1A]), data la crescente attenzione nei confronti della sostenibilità, la mobilità condivisa sta divenendo un tema di grande rilevanza.

*Per commercializzare con successo il servizio di condivisione dei veicoli, potrebbe essere sviluppato un sistema di invio dei veicoli in grado di gestire una grande flotta. La guida a distanza potrebbe offrire una soluzione efficace per ridurre il costo del lavoro di spedizione, consentendo al personale di servizio di spedire i veicoli a distanza.*

*(Trad. IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, 2024)*

L'inserimento delle tecnologie di guida autonoma all'interno dei contesti urbani, secondo diversi studi, potrebbe dunque rappresentare una prospettiva speranzosa per affrontare le principali sfide che coinvolgono la mobilità all'interno delle città altamente abitate, nello specifico il congestionamento delle strade, la mancanza di parcheggi e il conseguente inquinamento dell'aria (cap. 1.1.2). Un articolo scientifico del BCG afferma apertamente che gli AV (*Autonomous Vehicles*, n.d.r.) renderanno l'ambiente urbano più vivibile e contribu-

iranno a sistemi di trasporto sostenibili (BCG, 2020).

Tramite una sperimentazione pratica dello stesso gruppo di ricerca, che coinvolge l'analisi dei cambiamenti che comporterebbe l'inserimento di veicoli a guida autonoma all'interno di differenti scenari urbani, sono emersi risultati molto interessanti; il cambiamento da mobilità privata a condivisa, comporterebbe la riduzione dello spazio necessario ai parcheggi per circa il 35%, la diminuzione del traffico del 4%, il calo degli incidenti stradali annui del 37% e molti altri benefici [2A].

Questo capitolo si propone, dunque, di analizzare i nuovi paradigmi di guida, con particolare attenzione ai livelli di automazione definiti dalle normative **SAE International**, ai requisiti fondamentali per una corretta gestione della guida autonoma e remota, e alle implicazioni sociali legate alla loro adozione, per una comprensione profonda sulle potenzialità e sulle criticità legate all'integrazione di queste tecnologie innovative nei sistemi di trasporto urbano.

La ricerca ha lo scopo di valutare l'applicabilità di un veicolo L7e a guida remota (i.e. il *TOC*, progettato dalla startup torinese *ToMove*) all'interno della rete di trasporto pubblico di Cagliari. Comprendere i requisiti tecnici, le dinamiche operative e la percezione degli utenti risulta fondamentale per garantire l'adozione di soluzioni di mobilità sostenibile che rispondano efficacemente alle esigenze del territorio.

### 3.1.1 La guida autonoma

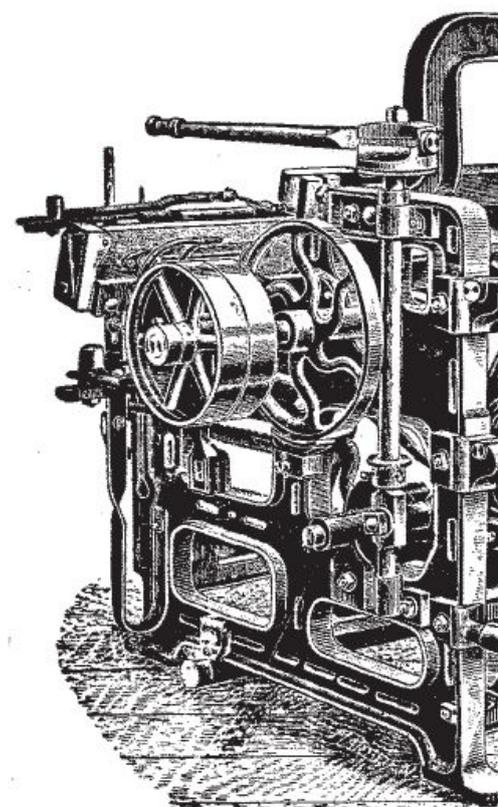
#### 3.1.1.1 Quadro storico: le prime sperimentazioni

Le origini del concetto di "automazione" risalgono alla rivoluzione industriale di fine XVIII secolo, quando il meccanico inglese Edmund Cartwright inventò il primo telaio automatico (fig. 3.1.1), aprendo la strada a una nuova era di innovazioni tecnologiche [4A].

Il termine "automazione" si riferisce, secondo la definizione

#### SAE International

La Society of Automotive Engineers (SAE) è un'associazione globale di oltre 128.000 ingegneri ed esperti tecnici del settore aerospaziale, automobilistico e dei veicoli commerciali. È leader nella connessione e formazione di professionisti della mobilità per consentire soluzioni sicure, pulite e accessibili [3A].



dell'*Oxford Languages*, al:

*[...] ricorso a mezzi e procedimenti tecnici, specialmente elettronici, diretti ad assicurare uno svolgimento o un funzionamento nel quale l'intervento dell'uomo risulti ridotto o eliminato.*

*(Oxford Languages)*

Con il progresso tecnologico, l'automazione ha assunto due forme principali: i sistemi "rigidi", che permettono, tramite apposite formule matematiche, la ripetizione continua di singole operazioni, e i quelli "flessibili", per i quali l'unità programmata è in grado di agire liberamente all'interno di un contesto spaziale [4A].

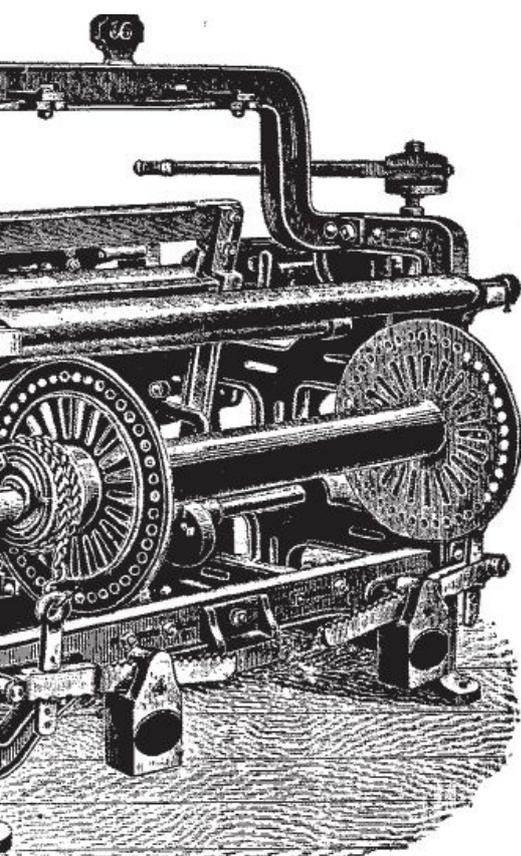
Per quanto riguarda l'applicazione di queste tecnologie avanguardiste nel settore dell'autoveicolo, le prime sperimentazioni ad emergere risalgono ai primi anni 20 dello scorso secolo; tuttavia, i primi progressi rilevanti in materia risalgono solamente agli anni '80, nei quali ricercatori di spicco, come Ernst Dickmanns, progettaron e svilupparono prototipi straordinari. Lo scienziato tedesco, nello specifico, nel 1986 lanciò il primo collaudo di un furgone senza conducente, diventando il precursore e pioniere della guida autonoma nel mondo. In seguito ai suoi studi in ingegneria aerospaziale, Dickmanns ottenne un incarico come ricercatore a scopi bellici all'interno di una delle università più prestigiose della Germania Ovest, e da quel momento iniziò, grazie al sostegno di quest'ultima, gli studi sull'automazione dei veicoli. Inserendo videocamere, sensori e computer a bordo, riuscì a modificare e a instradare un furgone Mercedes nello *skidpan* dell'università [5A].

Nonostante la scoperta avanguardista, risultò essere troppo avanzata per le potenze di calcolo disponibili all'epoca; per tale ragione, le sperimentazioni di Ernst Dickmanns passarono in secondo piano per quasi due decenni, fino a quando l'avvento dell'Intelligenza Artificiale non ha permesso a diverse compagnie mondiali di contendersi la leadership nell'automazione dei veicoli [5A].

fig. 3.1.1

#### TELAIO MECCANICO, 1785

Primo telaio meccanico automatico, ideato dall'inglese Edmund Cartwright [1B].



### 3.1.1.2 La classificazione dei livelli di autonomia

Lo sviluppo dei veicoli a guida autonoma si fonda su un'intersezione di tecnologie avanzate, tra cui l'intelligenza artificiale, il machine learning, la fusione sensoriale e la connettività. Questi sistemi complessi si avvalgono di matrici matematiche estremamente sofisticate che integrano e mettono in comunicazione i diversi apparati di rilevamento, consentendo ai veicoli di percepire e interpretare in tempo reale l'ambiente circostante.

I sensori rappresentano il cuore tecnologico di questi veicoli, ognuno con specifiche funzioni che supportano la navigazione autonoma. Tra i principali si distinguono le telecamere, utili per il riconoscimento visivo di segnali stradali, ostacoli e condizioni di guida; il Lidar (*Laser Imaging Detection and Ranging*), che utilizza impulsi laser per creare mappe tridimensionali estremamente dettagliate; i radar, ideali per rilevare oggetti a media e lunga distanza anche in condizioni meteorologiche avverse; i sensori ultrasonici, efficaci nel monitoraggio a breve raggio, come durante le fasi di parcheggio (fig. 3.1.2).

Gli algoritmi di apprendimento automatico rivestono un ruolo cruciale nell'elaborazione dei dati raccolti dai sensori, supportando il processo decisionale durante la guida. Questi sistemi sono in grado di analizzare enormi quantità di dati, riconoscere schemi ricorrenti e adattare il proprio comportamento in base all'esperienza acquisita, comunicando continuamente con altri veicoli (*V2V Communications*) o con la rete infrastrutturale (*V2I Communications*). Questo ecosistema interconnesso migliora sia la sicurezza che l'efficienza del trasporto autonomo [6A].

Per comprendere il grado di autonomia di questi veicoli, molteplici studi hanno proposto diverse tassonomie. La classificazione più diffusa e riconosciuta a livello globale è quella elaborata dalla *SAE International*, un'associazione leader nello sviluppo di standard tecnici per il settore aerospaziale e automobilistico.

Nel 2021, l'ente ha pubblicato il documento *SAE J3016* [7A] che

fig. 3.1.2

#### SENSORI IN AVs

Mappa dei sensori utilizzati nei sistemi di veicoli autonomi [2B].

##### VIDEOCAMERE

1. Frontale principale
2. Frontale stretta
3. Frontale laterale
4. Posteriore laterale
5. Riserva frontale
6. Rilevazione semafori
7. Posteriore
8. Perimetrali a stretto raggio

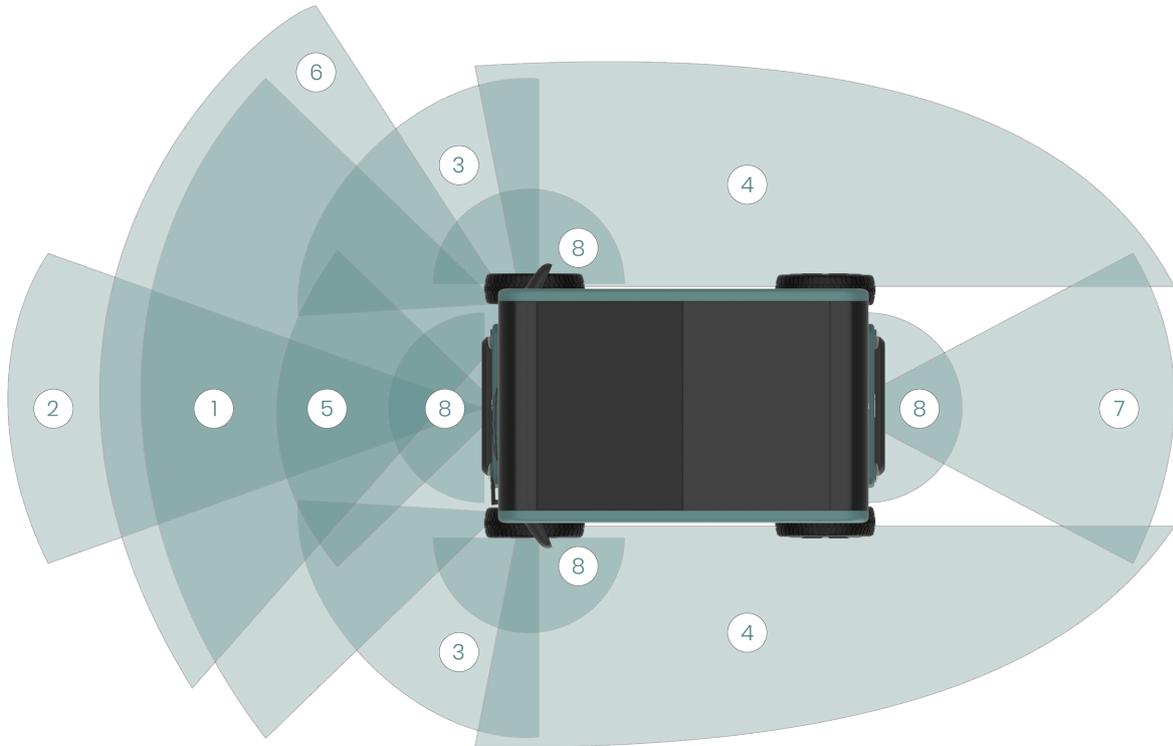
##### SENSORI LIDAR

1. Ad ampio raggio

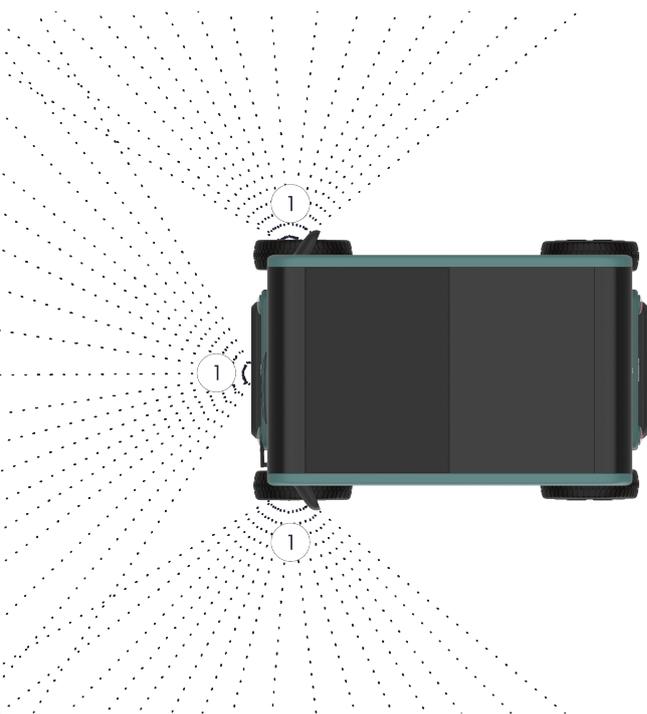
##### SENSORI RADAR

1. Ad ampio raggio
2. A corto raggio

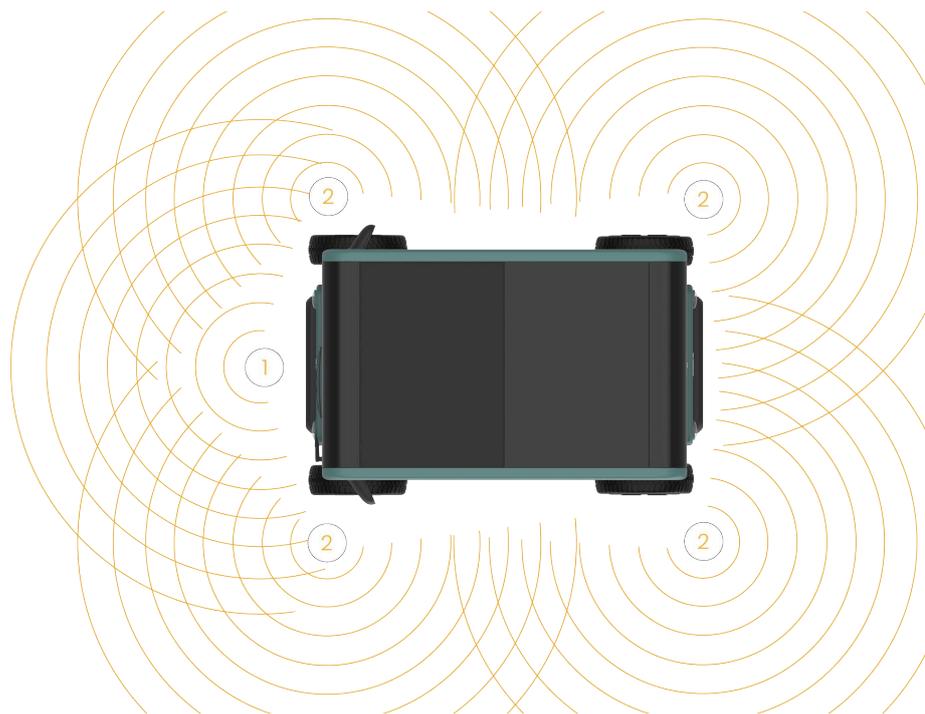
### VIDEOCAMERE



### SENSORI LIDAR



### SENSORI RADAR



fornisce una descrizione dettagliata dei sistemi di automazione per la guida su strada. Il documento è stato sviluppato con l'obiettivo di descrivere:

*i sistemi di automazione per la guida [a motore] dei veicoli che eseguono in modo continuo una parte o l'intera attività di guida dinamica*

*(SAE International, 2021)*

Secondo la SAE, dunque, tali sistemi possono assumere parte o l'intera responsabilità delle attività che coinvolgono la guida, in maniera continuativa e senza la necessità di interventi umani diretti.

La classificazione SAE (fig. 3.1.3) distingue sei livelli di automazione, definiti in base al grado di controllo umano richiesto e al livello di autonomia del sistema. Si parte dal livello 0, che rappresenta un'assenza totale di automazione, richiedendo quindi il pieno controllo da parte del conducente, per arrivare gradualmente al livello 5, che descrive una guida completamente autonoma, in cui non è necessaria alcuna assistenza o supervisione umana.

fig. 3.1.3 (pag. successiva)

#### LIVELLI DI AUTONOMIA SAE

Tassonomia, definizioni e classificazione SAE International dei livelli di autonomia dei sistemi di guida autonoma [3B] [4B].

Remote Driving

Autonomous Driving

SAE <b>00</b>	SAE <b>01</b>	SAE <b>02</b>	SAE <b>03</b>	SAE <b>04</b>	SAE <b>05</b>
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

**Ruolo dell'Operatore Remoto**

Attiva direttamente gli attuatori del veicolo

Controlla traiettoria e accelerazione

Controlla il mantenimento di corsia e la velocità impostata

Assiste la pianificazione del percorso del veicolo, inserendo riferimento e rimuovendo restrizioni

Fornisce assistenza ad ogni richiesta del computer di bordo del veicolo, in tempo reale

Monitora il veicolo e, se necessario, può attivare il freno di emergenza

**Ruolo del Veicolo**

Si ferma se la connessione si interrompe

Valida le istruzioni e controlla gli attuatori. Controlla la sicurezza e le manovre a rischio minimo

Basso livello di controllo di traiettoria e movimento. Controlla la sicurezza e le manovre a rischio minimo

Pianifica il percorso. Controlla la sicurezza e le manovre a rischio minimo

Richiede assistenza se necessario all'operatore. Controlla la sicurezza e le manovre a rischio minimo

Possiede piena responsabilità della guida

**Responsabilità dei controlli di sicurezza**



**Latenza massima**

100ms

100ms

150ms

200ms

250ms

300ms

**Applicazioni**

Frenata automatica d'emergenza

Avviso per il punto cieco

Assistenza di carreggiata

Mantenimento di carreggiata

OPPURE

Cruise Control adattivo

Mantenimento di carreggiata

E

Cruise Control adattivo

Autista in situazioni di traffico intenso

Taxi autonomo in aree locali

Pedali e volanti potrebbero non essere installati a bordo

Taxi autonomo in qualsiasi luogo

Pedali e volanti potrebbero non essere installati a bordo

### 3.1.2 La guida remota

Per raggiungere la completa autonomia dei veicoli su strada, i diversi gruppi di ricerca hanno dovuto implementare – e, nel tempo, ridurre gradualmente – l’assistenza umana, in modo da soddisfare i requisiti minimi di sicurezza richiesti dalle normative. Come per ogni nuova tecnologia innovativa, destinata a entrare in maniera disruptive all’interno di un mercato già ben consolidato, è necessaria una progressiva evoluzione verso l’obiettivo finale che passi, allo stesso tempo, attraverso molteplici step intermedi di convalida.

Negli ultimi decenni, lo sviluppo della guida autonoma e le relative sperimentazioni sulle strade pubbliche sono stati resi possibili dall’introduzione di complessi sistemi di bordo che hanno permesso la garanzia del controllo umano per il monitoraggio completo del sistema nel caso quest’ultimo si fosse dovuto interfacciare con situazioni ambigue e di difficile gestione. Nel contempo, l’introduzione di sistemi di controllo remoto all’interno di veicoli commerciali è stato l’innescò di proposte per un cambiamento dei paradigmi nei confronti del lavoro del conducente; la gestione a distanza dei veicoli è stata, infatti, proposta come alternativa valida per consentire agli autisti di prestare il proprio servizio in luoghi più confortevoli e sicuri [6A] [8A].

Numerosi studi nel campo, tuttavia, stanno tutt’ora escogitando strategie per la verifica e la convalida del funzionamento e dell’affidabilità effettiva su strada di queste nuove tecnologie, affrontando molteplici sfide che attualmente concernono la guida remota. Le principali incertezze in fase di analisi riguardano nello specifico: la fattibilità tecnologica, in quanto risulta necessario verificare se i moderni sistemi informatici risultano soddisfare i requisiti minimi per il suo impiego (specialmente riguardo la connettività ultraveloce e sistemi IoT); la componente umana, per la quale sono indispensabili approfondimenti sull’**affordance** e sulla chiarezza dei sistemi di gerenza remota, in quanto il controllo umano influenza enormemente la performance del servizio; le normative e regolamentazioni nazionali, che possono restringere considerevolmente i campi di applicazione; i business model delle aziende, le quali saranno tenute ad affrontare un

#### Affordance

---

Termine coniato da James J. Gibson, da lui definita come:

*“le possibilità di azione latenti nell’ambiente, oggettivamente misurabili e indipendenti dalla capacità dell’individuo di riconoscerle, ma sempre in relazione agli agenti e, quindi, dipendenti dalle loro capacità.”*

Secondo Gibson, l’affordance è fortemente dipendente dalla motivazione e dagli obiettivi; per tale ragione qualsiasi oggetto, seppur mantenendo le proprie qualità percepibili, può essere impiegato in maniera differente (e.g. un libro è generalmente concepito per essere letto, ma in situazioni come quella di un tavolo traballante, il libro può assumere una funzione diversa, come quella di essere utilizzato per stabilizzarlo) [9A].

cambiamento per il futuro lavorativo dei propri dipendenti [6A].

Nel dettaglio, per fornire una panoramica più completa sulla tecnologia e sulla nomenclatura, un RORV (*Remote Operation of Road Vehicles*, [10]) è definito come un sistema all'interno del quale un operatore da remoto (ROp, *Remote Operator*) effettua integralmente le operazioni DDT (*Dynamic Driving Task*).

Queste ultime consistono essenzialmente in due tipologie di funzioni: operative, relative al controllo del movimento laterale e longitudinale del veicolo, tramite il rispettivo uso di dispositivi di sterzo e di accelerazione/frenata; strategiche, riguardanti la pianificazione preventiva e dinamica del tragitto per evitare oggetti e seguire correttamente percorsi prefissati.

Seguendo la versione più recente della tassonomia standard *J3016* della *SAE International*, riportata nel capitolo precedente e approfondita nel documento disponibile pubblicamente per la consultazione (fig. 3.1.3) [7A], si può considerare l'applicazione delle tecnologie di guida remota in tutti i 6 livelli di autonomia.

L'intera classificazione si può, dunque, clusterizzare in tre macro-aree – i.e. *Remote Driving*, *Remote Assistance*, *Remote Monitoring* – come proposto da numerosi studi quali [1A], [10A], [11A] – racchiudendo i differenti livelli nel modo che segue.

## **REMOTE DRIVING**

Si parla di guida remota per i livelli 1 e 2 dello standard *SAE J3016*, poiché coinvolgono direttamente l'operatore da remoto per il controllo del veicolo in termini di accelerazione, frenata e sterzo.

Il livello 3 (fig. 3.1.3) rappresenta un ponte con la seconda macro area, in quanto la responsabilità passa dall'operatore ai computer di bordo del veicolo.

## **REMOTE ASSISTANCE**

L'assistenza da remoto si rivolge ai livelli 4 e 5 della scala, ovvero quelli in cui l'autonomia del veicolo diventa sempre più presente. In queste modalità, infatti, l'operatore remoto ha la

responsabilità di fornire consulenza al veicolo dotato di **ADS** quando si trova all'interno di una situazione di difficile gestione (e.g. un ostacolo da superare, mancanza di segnaletica stradale appropriata, etc.).

**REMOTE MONITORING**

Il monitoraggio a distanza riguarda i veicoli in grado di gestire in completa autonomia un percorso su strada e tutte le relative task che ne concernono. L'operatore da remoto non esercita più alcuna influenza diretta sul veicolo, bensì ne valuta e monitora in maniera iterativa le prestazioni svolgendo diagnosi sul sistema e sullo stato dell'attività tramite dispositivi esterni.

Per la gestione teleoperativa dei veicoli, come precedentemente anticipato, si riscontrano tutt'oggi problematiche relative all'azione umana, la quale, se non appropriatamente valutata, può comportare ad errori anche fatali. Per tale ragione, sono molteplici gli studi che attualmente sperimentano e analizzano i fattori fondamentali da tenere in considerazione per ridurre al minimo gli errori umani.

Questi riguardano specialmente connettività e latenza dei sistemi e i *feedback* per gli operatori da remoto.

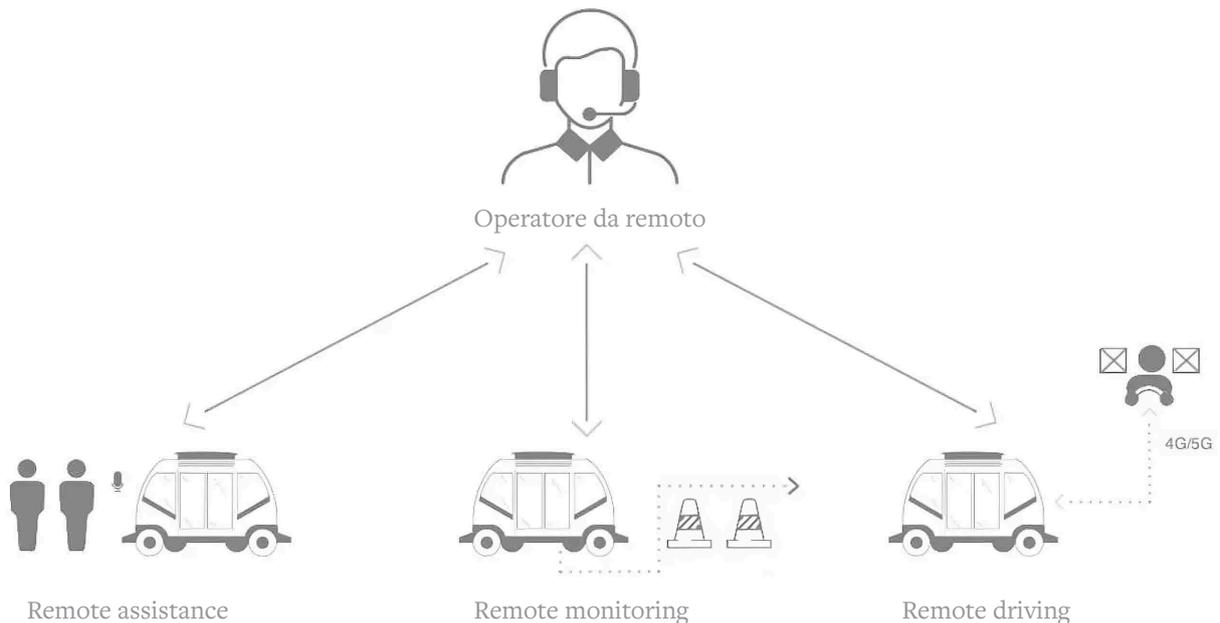
**ADS**

Adaptive Damping System, sistema di sospensione avanzato che utilizza sensori e tecnologie avanzate per adattarsi alle condizioni di guida in tempo reale [12A].

fig. 3.1.4

**RUOLI REMOTE OPERATOR**

Mappa rappresentativa i ruoli dell'operatore da remoto [5B].



### 3.1.2.1 Connettività e latenza

I sistemi per il controllo remoto consistono in un insieme di elementi che lavorano sinergicamente per il corretto funzionamento dell'intera struttura. Queste componenti si possono suddividere in due principali sezioni, relative, da un lato, all'operatore che conduce e monitora il veicolo tramite l'uso di una console professionale, e, dall'altro, dal computer di bordo della vettura teleguidata.

Queste due parti sono messe in comunicazione tramite un ponte virtuale; nel dettaglio, nella maggioranza dei casi, si tratta di una rete *wireless* (i.e. rete cellulare).

In questo modo il conducente è in grado di controllare e pilotare il veicolo a distanza, osservando diversi schermi presenti nella console e inviando input e ordini agendo su diversi controller e pulsanti presenti nella piattaforma fisica. Le informazioni visive, uditive e sensoriali che compaiono nel centro di controllo sono captate e inviate direttamente dai differenti sensori, videocamere e radar presenti a bordo, permettendo all'operatore remoto di vivere l'esperienza di guida il più verosimilmente possibile. Per tale ragione, numerosi studi confermano la necessità di porre minuziosa attenzione nello sviluppo dei sistemi di guida remota, in quanto essenziali per la prevenzione di errori e per garantire, di conseguenza, un'operazione sicura ed efficiente [14A] [15A] [16A] [17A].

A questo proposito si introduce il tema della latenza, uno dei fattori principali che decreta un calo nelle prestazioni e nell'accuratezza di un sistema di guida da remoto. Nella sfera informatica, per latenza si intende, riportando la definizione ufficiale Treccani:

*il tempo impiegato da un'informazione per andare da un'unità all'altra di un sistema, in partic. da un sensore al relativo elaboratore.*

(trad. dall'ingl., Centre for Research and Technology Hellas, 2021)

La latenza, nel caso della teleguida, creando un intervallo tra l'effettiva posizione del veicolo e quella riportata nel display

dell'operatore, può comportare risvolti negativi e impattare significativamente nelle performance di guida, specialmente nei riflessi di risposta e nella fluidità dei movimenti dell'operatore. Quando presente, comporta uno sforzo doppio in termini di fatica mentale, fisica e psicologica [10A].

Il conducente, non percependo in tempo reale le informazioni, non conoscendo, di conseguenza, ciò che circonda nell'istante il veicolo e non potendo prevedere gli effetti della latenza, che spesso risulta essere variabile, non ha modo di prestare un servizio totalmente accurato.

Per tale ragione, alcune ricerche hanno proposto come limite massimo medio tollerabile per la latenza di circa 250 ms. Tuttavia, osservando il grafico (fig. 3.1.3) si può notare come ad ogni livello di autonomia di guida si possano associare, in linea teorica, dei margini di latenza specifici. Si passa, infatti, dai 100 ms quando si tratta di teleguida integrale (livello 0), ai 300 ms per il monitoraggio e l'assistenza da remoto [10A].

Allo stato dell'arte, molteplici studi dichiarano la potenzialità delle nuove **reti wireless 4G e 5G** per fornire un supporto accurato nelle applicazioni della guida remota, sia in termini di latenza, ridotta al minimo, sia in quanto a stabilità di connessione [10A] [18A].

Tuttavia, anche l'utilizzo di metodi avanzati di controllo della larghezza di banda e delle reti 5G non è esente all'effetto della latenza. Alcune sperimentazioni evidenziano la possibilità di adottare due approcci – i.e. *Video Prediction and Correction* e *Vehicle State Prediction* – due tecniche che, al momento, sono applicate nel settore della robotica e le quali sono tipicamente impiegate per inviare in maniera predittiva i comandi di guida e di pronosticare gli stati futuri dell'autoveicolo [10A].

### 3.1.2.2 I feedback

Un principio cruciale, che risulta essere determinante nell'efficacia del rapporto azione e reazione, è il rispetto dei cosiddetti "segnali di ritorno".

Meglio conosciuti come *feedback* (dall'ingl. "retroazione"),

## RETI WIRELESS 4G E 5G

Il 4G ha migliorato la trasmissione vocale e introdotto l'audio e il video ad alta definizione sugli smartphone, favorendo lo sviluppo delle applicazioni che utilizziamo quotidianamente.

Il 5G, invece, punta su un networking esteso, consentendo la connessione simultanea di dispositivi eterogenei, come sensori indossabili, elettrodomestici, semafori e robot industriali [19A].

tutt'ora oggetto di profondi studi in campo progettuale, i segnali di ritorno rappresentano il pacchetto di informazioni che l'utente recepisce in rispetto ad un'azione eseguita da esso su un sistema prodotto – o eseguita dal sistema stesso in maniera autonoma – potendone quindi apprezzare e comprendere l'effettivo risultato, sia esso positivo o negativo [20A].

Gli esseri umani, in quanto animali, hanno sempre riposto enorme fiducia sul sistema sensoriale per la sopravvivenza e per la percezione della realtà, analizzata attentamente tramite recettori visivi, uditivi, tattili, olfattivi e gustativi. È interessante riflettere, a tal proposito, sul fatto che il concetto stesso di "realtà" dipenda enormemente dall'apparato multisensoriale della specie di riferimento, in quanto, come riporta il manuale di Ergonomia Cognitiva per il Design,

*ogni specie ha [...] evoluto un meccanismo di elaborazione dell'informazione designato a risolvere i propri specifici problemi all'interno di una determinata nicchia di riferimento.*

(E. Buiatti, 2014)

Si tratta quindi di un complesso sistema che, influenzando enormemente la capacità evolutiva di un insieme di esseri viventi, è in costante evoluzione e adattamento.

Il significato che attribuiamo al mondo esterno e a ciò che ci accade nell'immediato dipende, di conseguenza, dai segnali recepiti dai nostri sensi e dal modo in cui il nostro cervello è in grado di elaborarli e associarli fra di loro.

Riflettendo questi concetti sul tema della mobilità, per comprenderne l'influenza, basti pensare al fenomeno della cinetosi; meglio conosciuto come mal d'auto, si tratta di un malessere manifestato specialmente all'interno di mezzi di trasporto, provocato dall'invio al sistema nervoso centrale di input sensoriali contrastanti provenienti dai principali organi percettivi. Nello specifico, quando si viaggia a bordo di un veicolo, al nostro cervello giungono informazioni discordanti dagli organi dell'equilibrio (orecchio interno), i quali percepiscono il movimento, e dall'apparato visivo, il quale osserva

una situazione statica all'interno dell'abitacolo, portandoci a vivere una sensazione di nausea e confusione [21A].

Sfruttando questo complesso sistema per la progettazione di un'esperienza di guida ottimale, al giorno d'oggi i veicoli sono allestiti e supportati da tutta una serie di sensori, segnali luminosi, avvisi sonori e vibrazioni aptiche, atti a coinvolgere attivamente il conducente in ogni attività e movimento. In tutte le auto, anche nelle più datate, si riscontrano dispositivi progettati per fornire una retroazione, come gli indicatori di direzione, che forniscono segnali uditivi e visivi all'attivazione e disattivazione.

Allo stato dell'arte, con l'avvento delle nuove tecnologie e della sempre più matura guida autonoma, esistono ulteriori sistemi avanzati di assistenza alla guida (*Adas*), che si basano su *feedback* sensoriali per garantire al conducente, in primis, la sensazione di pieno controllo del veicolo e, inoltre, di mantenerlo in completa sicurezza. Vibrazioni sullo sterzo che simulano l'attrito sull'asfalto, avvisi sonori che segnalano anomalie nella guida e assistono l'autista durante le fasi di parcheggio sono solo alcuni esempi [22A].

Quando si tratta di guida remota, gli operatori a distanza non sono in grado di recepire integralmente lo stesso livello di consapevolezza che altrimenti avrebbero conducendo un veicolo nella realtà. Di fatto, possono riscontrare difficoltà nella percezione della velocità effettiva del veicolo, della sua accelerazione/decelerazione, della segnaletica stradale e delle intenzioni dei soggetti in movimento, influenzando pesantemente sul tempismo dei processi decisionali dell'autista.

Per assistere i remote operators durante le loro prestazioni, è necessario dunque incrementare quella che in gergo viene definita *Situational Awareness*, ovvero:

[...] *la percezione degli elementi nell'ambiente in un volume di tempo e spazio, la comprensione del loro significato e la proiezione del loro stato nel prossimo futuro.*

(Mica R. Endsley 1988)

Per raggiungere tale obiettivo, premesso che si tratta di un sistema complesso che agisce principalmente grazie a connessioni *wireless* e che, di conseguenza, porta con sé alcune criticità da non sottovalutare, alcuni studi scientifici hanno raccolto, definito e classificato le principali interazioni sensoriali che coinvolgono il conducente con la guida, permettendo dunque a numerosi gruppi di ricerca di studiarli nella loro specificità per apporvi modifiche e adattamenti sempre più adeguati.

Nello specifico, un articolo del IEEE *Transactions on Intelligent Vehicles* propone alcune categorie di *feedback* che sono in grado, potenzialmente, di ottimizzare la Situational Awareness [1A].

### **Visual Feedbacks**

(*segnali visivi*)

Si tratta della tipologia di segnali retroattivi più complessa, in quanto i conducenti per la guida remota si affidano primariamente alle proiezioni sugli schermi per ricevere informazioni sull'ambiente circostante il veicolo. Tramite questa singola categoria di input, l'autista risulta già in grado di recepire un numero elevato di dati essenziali, tra cui la sua attuale posizione, la percezione della direzione di marcia, la percezione della velocità del veicolo e della distanza con gli oggetti nel suo intorno.

Ad ogni pacchetto di informazioni è associato l'ausilio di una specifica strumentazione sensoristica inserita nel veicolo. Per la consapevolezza riguardo la posizione, la distanza e la direzione del moto risulta fondamentale, per esempio, la strategica installazione, l'orientamento e la flessibilità di un sistema di videocamere, che possa consentire al conducente remoto di accedere alla visuale di angolazioni diverse. Dall'altro lato, la percezione della velocità è spesso associata a sensazioni tattili – i.e. vibrazioni – e uditive – i.e. rumore del motore – che, tramite appositi sensori, possono essere riportate fedelmente nella console di controllo e associate alle proiezioni nei display.

## Steering Force Feedback

(*segnali di resistenza allo sterzo*)

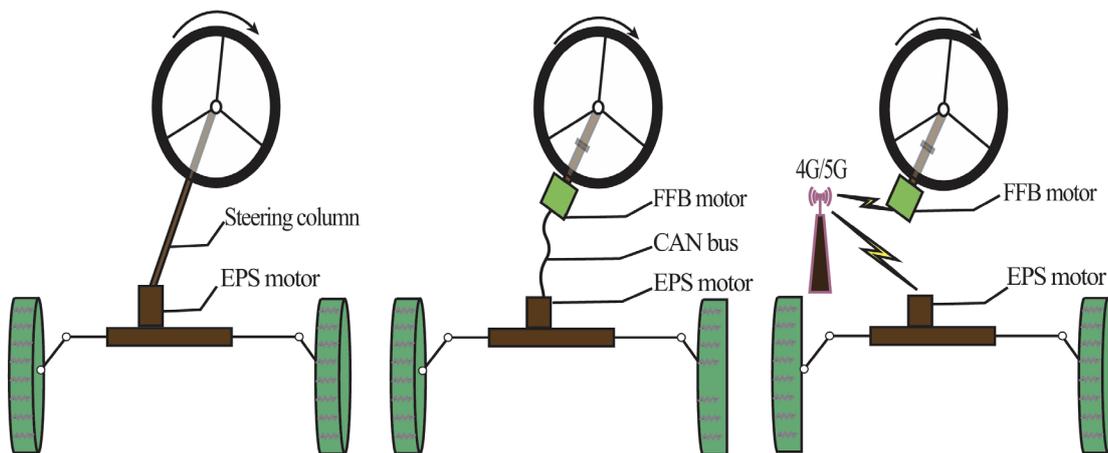
Nella guida tradizionale, le informazioni che il conducente recepisce dal volante risultano essere di primaria importanza, in quanto sono il contatto diretto con il veicolo e le sue componenti. L'autista, ad esempio, tramite le vibrazioni e la durezza dello sterzo, è in grado di recepire continui aggiornamenti sullo stato della strada e sulle condizioni delle gomme, utili per applicare il corretto movimento sul volante e garantire una curvatura fluida e sicura.

Nella guida remota, tuttavia, la trasmissione meccanica delle forze dalla ruota al volante risulta, per evidenti motivi, assente. Per tale ragione, nelle console di controllo è necessario l'inserimento di dispositivi elettronici aggiuntivi che simulino la resistenza dello sterzo, i quali devono replicare istantaneamente le reali condizioni dell'asfalto tramite una connessione ultraveloce con recettori installati nel veicolo (fig. 3.1.5).

fig. 3.1.5

### STEERING FORCE FEEDBACKS

Strutture dei sistemi di sterzo: tradizionale (in alto), Steer-by-Wire (in centro), teleoperato (in basso) [7B]



## Motion Cueing Feedback

(*segnali di controllo del movimento*)

Durante la guida su strada di un veicolo, la percezione del movimento risulta fondamentale per la gestione e il controllo completi del mezzo. Nella vita reale, di fatto, il conducente

non si rende conto di quanti stimoli recepisce dal sistema in cui è inserito e di quante micro azioni svolge da questi influenzate. Oltre alle precedenti retroazioni affrontate, alla guida si può delineare un'ulteriore categoria di *feedback*, relativa all'inerzia portata dall'accelerazione e dalla decelerazione del mezzo.

Nella guida a distanza, infatti, la mancata replica di tutti i movimenti trasversali, longitudinali, angolari, dei suoni e delle vibrazioni che il veicolo comunica al conducente nella guida tradizionale, potrebbe comportare un'incertezza per l'operatore da remoto della reazione a certe categorie di eventi, come ad esempio l'ottenimento dell'adeguata decelerazione per affrontare un dosso o per avvicinare ad un incrocio. Una possibile soluzione a questa sfida consiste nell'impiegare sensori di movimento provenienti dai simulatori di guida, che trasmettono ad un dispositivo presente nella postazione tutte le informazioni per generare inclinazioni e movimenti del sedile di guida.



### 3.1.3 Shared Automated Vehicles

#### 3.1.3.1 Definizione e tassonomia

Il settore della mobilità sta affrontando un enorme progresso che, tuttavia, come affrontato sino ad ora, presenta numerose sfide; i trend mondiali riguardanti la rapida urbanizzazione, la crescita demografica e l'attenzione nei confronti della sostenibilità ambientale sono i principali determinanti per lo sviluppo di tecnologie rivoluzionarie. Numerosi sono gli attori che, allo stato dell'arte, sono in competizione per la progettazione di tecnologie sempre più efficienti, affidabili e che sfruttino il più limitatamente possibile le risorse del pianeta. Come visto trattando il tema delle *Smart Cities* (cap. 1.1.1), la crescita demografica comporta un aumento massiccio nella domanda per i trasporti, incrementando, di conseguenza, il bisogno di identificare soluzioni più innovative, ottimizzate ed efficienti per una mobilità intelligente – i.e. ottimizzare gli spazi urbani o migliorare le infrastrutture e la connettività.

Negli ultimi anni, a prendere il sopravvento sono gli innovativi sistemi di *sharing economy* (cap. 1.2.2), in quanto risultano essere l'alternativa più valida e più appetibile per ridurre in maniera attiva le emissioni e per affrontare i cambiamenti strutturali della società. Specialmente nel settore della mobilità, la condivisione ha permesso ai cittadini di spostarsi all'interno dei centri urbani senza ricadere nei circoli viziosi di intasamento delle strade, della selvaggia ricerca di parcheggio e nelle conseguenti ricadute psicologiche. Come riporta Il Fatto Quotidiano, in una classifica INRIX – grande piattaforma internazionale che analizza i dati del traffico di tutto il mondo – fra oltre duecento centri urbani concorrenti sulla quantità di ore medie spese nel traffico urbano, l'Italia scala la graduatoria con città come Milano, Napoli o Torino, nelle quali un cittadino medio, rispettivamente, perde 226, 186 e 167 ore di vita bloccato nel congestionamento stradale [23A].

Lo sviluppo di tecnologie di guida autonoma rappresenta una nuova frontiera non solo per fornire un'alternativa ulteriore alla mobilità, ma per garantire, inoltre, una navigazione più sicura, più comoda e più efficiente attraverso le vaste reti urbane. Attualmente sono numerosi i marchi automobilistici che stanno sviluppando le proprie tecnologie di guida au-

tonoma – i.e. *Mercedes-Benz, BMW, Tesla*, etc. – seppur, tuttavia, mantenendo la propria individualità, alimentando la voga dell’auto privata senza sfruttare le potenzialità della mobilità condivisa. A tal proposito, specialmente in Europa e negli USA, stanno fiorendo numerose realtà – i.e. *Waymo* di Google, *Zoox* di Amazon, *Apollo* di Baidu, etc. – che hanno come main mission quella di scardinare il paradigma della privatizzazione, sfruttando le capacità della condivisione con lo sviluppo di taxi o shuttle autonomi per la mobilità urbana e suburbana, meglio conosciuti come SAV (*Shared Automated Vehicles*).

Il termine “Veicoli Autonomi Condivisi” denota una combinazione tra l’innovativa tecnologia di guida autonoma e i familiari servizi di trasporto condiviso. Una ricerca dell’Istituto di Mobilità dell’Università di *St. Gallen* [24A] ne ha evidenziato, per differenziarne le categorie, una possibile tassonomia.

In tale classificazione, come riportato in fig. 3.1.6, i SAV sono suddivisi in base alle dimensioni e alle tipologie di servizio; i livelli dimensionali identificati sono tre, e variano in base al numero di passeggeri per veicolo – i.e. veicoli piccoli (da 1 a 6 passeggeri), medi (da 7 a 20 passeggeri), grandi (più di 20 passeggeri) – mentre le tipologie di servizio sono le due principali di mobilità condivisa – i.e. *vehicle sharing*, per cui un numero ridotto di persone richiedono l’uso di un veicolo privatamente, e *ride sharing*, per il quale più utenti condividono una corsa (cap. 1.2.2).

fig. 3.1.6

**TASSONOMIA SAV**

Classificazione dei veicoli autonomi condivisi per dimensione e struttura del servizio di condivisione [8B].



### 3.1.3.2 Fattori comportamentali e TAM

Con l'avanzare delle tecnologie di guida autonoma, è cresciuto l'interesse scientifico verso il consenso pubblico e la disponibilità degli utenti a integrare queste innovazioni nella loro quotidianità.

Comprendere la percezione del pubblico è cruciale, poiché l'adozione dei veicoli autonomi nei sistemi di trasporto urbano dipende in larga misura dalla fiducia dei cittadini nella loro sicurezza e affidabilità. Lo scetticismo generale deriva spesso dalla percezione di una tecnologia ancora immatura, che necessita di un ulteriore consolidamento attraverso essenziali collaborazioni tra ricercatori, *stakeholder* industriali e *policymaker*. Solo un equilibrio ben definito tra avanzamenti tecnologici, considerazioni etiche e quadri normativi potrà consentire a questi sistemi di diventare parte integrante della mobilità quotidiana.

Un'indagine condotta dal Dipartimento di *Management del Kristu Jayanti College Autonomous*, in India, ha esplorato a livello globale il grado di consapevolezza, le percezioni e gli atteggiamenti degli utenti nei confronti dei veicoli a guida autonoma.

Attraverso sondaggi online e offline e con il supporto di gruppi di discussione, lo studio ha raccolto preziosi dati sulle preoccupazioni specifiche e sui potenziali cambiamenti comportamentali legati a queste tecnologie. I risultati principali rivelano che il 60% degli intervistati manifesta timori riguardo alla sicurezza e all'affidabilità della guida autonoma, mentre il 55% dichiara una generale mancanza di fiducia nella tecnologia. Tuttavia, il 40% degli intervistati si è detto disposto a utilizzare questi sistemi, a patto che venga dimostrata la loro affidabilità. Questo scenario mette in evidenza l'importanza di strategie comunicative efficaci e di una trasparente dimostrazione dei progressi tecnologici per superare le barriere psicologiche e culturali (fig. 3.1.7) [6A].

Un'altra ricerca, condotta dalla *University of St. Gallen*, offre una prospettiva più radicale sul futuro della mobilità autonoma. Secondo lo studio, l'introduzione di servizi di mobilità autonoma condivisa (*Shared Autonomous Vehicles, SAV*) potreb-

be non solo rivoluzionare il paradigma della proprietà privata dei veicoli, ma anche rendere progressivamente obsoleti i tradizionali servizi di taxi, *ride hailing* e trasporto pubblico su ruote [24A].

Lo studio identifica e classifica i principali fattori che influenzano il successo e l'accettazione pubblica di questi sistemi, delineando le linee guida progettuali per aumentarne l'appetibilità (fig. 3.1.8).

Tra i fattori determinanti emergono variabili socio-demografiche, come età, genere, reddito, livello di istruzione e occupazione, che influenzano significativamente le preferenze e le abitudini di mobilità. Altri aspetti rilevanti riguardano le abitudini di viaggio, con una netta distinzione tra chi è abituato a utilizzare i mezzi pubblici o i servizi di *sharing mobility* e chi predilige l'uso del veicolo privato.

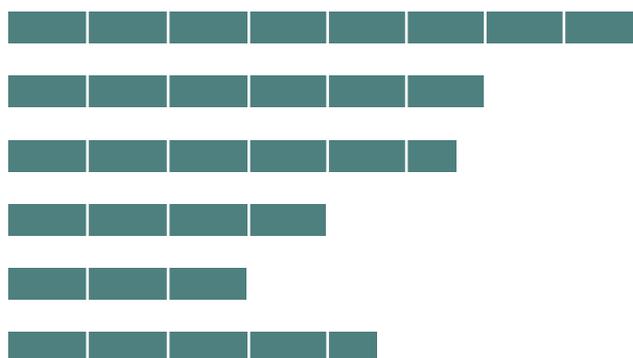
Un ulteriore elemento cruciale è rappresentato dai fattori comportamentali, in particolare la consapevolezza degli utenti riguardo allo stato di avanzamento tecnologico dei veicoli autonomi e condivisi. Infine, lo stato dei servizi disponibili gioca un ruolo chiave, considerando aspetti come costi, accessibilità, inclusione, tempi di attesa e qualità del servizio [24A].

fig. 3.1.7

**PERCEZIONE DEGLI UTENTI**

Risultati delle interviste online e offline riguardo la percezione del pubblico sui servizi di mobilità condivisa con veicoli di guida autonoma [9B].

- Consapevoli dell'esistenza
- Preoccupati sulla sicurezza
- Non vi ripongono fiducia
- Disposti ad adottare
- Sostituiranno l'auto privata
- Ottimisti sull'evoluzione



Fattori

socio-demografici	su abitudini di guida	sul servizio	sugli atteggiamenti
<b>Età</b>	<b>Proprietà di un'auto</b>	<b>Costi di viaggio</b>	<b>Conoscenza AV e SAV</b>
<b>Genere</b>	<b>Uso dei TPL</b>	<b>Accessibilità e comfort</b>	Approccio innovativo
<b>Reddito</b>	<b>Uso di Sharing</b>	<b>Tempi di viaggio</b>	Interesse ambientale
<b>Livello di educazione</b>	Patente di guida	<b>Tempi di attesa</b>	
<b>Occupazione</b>	Uso auto privata	Sicurezza	
Residenza	Residenza	Qualità del servizio	
Figli	Uso di AV o SAV	Numero di passeggeri	
Dimensione familiare	Uso bici o camminata		

**Molto presente**

Presente

Poco presente

### 3.1.4 Normative sulla guida autonoma

#### 3.1.4.1 Normativa europea

A livello europeo, esiste il *Regolamento (UE) 2019/2144* del Parlamento e del Consiglio Europeo del 27 novembre 2019 dove si parla delle regolamentazioni a livello europeo della guida autonoma. Queste regolamentazioni sono in continuo sviluppo e cambiamento perché il settore stesso è in continuo sviluppo. Le principali aree di regolamentazione sono: La definizione di conducente remoto, perché la responsabilità e il ruolo del conducente remoto sono disciplinati diversamente a seconda della giurisdizione. Sotto esame ci sono anche i requisiti tecnici dei sistemi di guida remota: includono affidabilità della connessione, sicurezza informatica e conformità a standard tecnici internazionali.

Come ultima area c'è Integrazione con sistemi automatizzati: la guida remota è vista come un complemento ai veicoli altamente automatizzati. Il *Regolamento UE* stabilisce lo standard per l'omologazione di sistemi avanzati, tra cui l'adattamento intelligente della velocità e sistemi di frenata di emergenza. Stabilisce inoltre i registratori di dati di evento utili all'analisi della sicurezza ed infine stabilisce anche i sistemi di monitoraggio della pressione degli pneumatici. Queste norme hanno l'obiettivo di incrementare la sicurezza sui veicoli automatizzati e da guida remota, in più puntano a proteggere i dati personali degli utenti e alla promozione dell'adozione di sistemi avanzati obbligatori per tutti i nuovi veicoli.

fig. 3.1.8

#### USER ACCEPTANCE

Determinanti che influenzano l'appetibilità dei SAV, suddivisi in 4 categorie e ordinate progressivamente in base al numero di riscontri [8B].

Le grosse sfide che scaturiscono dal mondo della guida autonoma e teleguidata, sono diverse. Le principali riguardano in primis le responsabilità legali in caso di incidenti. Perché è importante trovare un sistema che possa identificare il responsabile in modo efficace. Un'altra questione è l'armonizzazione delle norme UNECE e le norme nazionali di ogni singolo stato; quindi, lo scopo è creare delle norme che siano uguali per tutti. L'ultima sfida è incentrata alla sicurezza informatica che garantisca la sicurezza contro ipotetici accessi non autorizzati.

Il settore della guida autonoma è in continuo sviluppo e progresso, per questo le istituzioni a livello europeo si preoccupano nel trovare soluzioni dal punto di vista normativo che si concentrano sull'integrazione di tecnologie avanzate nei veicoli, sull'adeguamento delle normative per tener conto delle innovazioni software, e sull'adozione graduale di sistemi di guida automatizzata. Il *Regolamento Delegato (UE) 2022/2236* introduce infatti diversi dettagli e aggiornamenti sulle norme precedenti. Per primo sono stati introdotti la classificazione di nuovi veicoli, come i semirimorchi di collegamento e i rimorchi di collegamento a timone, per rispondere all'evoluzione dei sistemi di trasporto e dei sistemi di gestione dell'energia (SGE).

Questo permettono di adattare la normativa ai nuovi standard tecnici e operativi, migliorando l'efficienza del settore. Come detto prima questi documenti servono ad aggiornare di altri già pubblicati ma che nell'arco di pochi anni. Infatti, attraverso il *Regolamento Delegato (UE) 2022/2236* aggiorna gli allegati tecnici del *Regolamento (UE) 2018/858*, armonizzandoli con il *Regolamento (UE) 2019/2144*, che stabilisce i requisiti di sicurezza generali e la protezione degli utenti vulnerabili della strada.

Tra le modifiche più importanti c'è l'introduzione di requisiti specifici per i sistemi di sicurezza avanzata, come i dispositivi di frenata di emergenza e i sistemi di monitoraggio degli angoli morti. In più c'è l'allineamento dei riferimenti normativi relativi alle emissioni e alle prestazioni ambientali dei veicoli, con particolare attenzione ai rimorchi e ai semirimorchi. Un aspetto cruciale del regolamento riguarda l'integrazio-

ne della gestione degli aggiornamenti software nei processi di conformità e omologazione; infatti, i nuovi veicoli hanno diversi sistemi elettronici che vengono aggiornati tramite software.

Questi aggiornamenti possono influire sul funzionamento di altri componenti. Il regolamento introduce l'obbligo per i costruttori di implementare sistemi di gestione per garantire che tali aggiornamenti siano conformi ai requisiti di sicurezza e non compromettano la funzionalità del veicolo. Per l'omologazione del veicolo sono fondamentali questi requisiti. Attraverso il *Regolamento Delegato (UE) 2022/2236* sono stati introdotti i requisiti per i veicoli totalmente automatizzati prodotti in piccole serie. Il regolamento stabilisce norme per favorire l'introduzione di questa tecnologia, con un approccio graduale e mirato.

Dal 2024 saranno applicabili nuove regole per i veicoli automatizzati, con l'obiettivo di prepararne la diffusione entro il 2026. In più è stato delineato un quadro tecnico per garantire la sicurezza operativa di questi veicoli. Infine, per i veicoli prodotti in piccole serie o per usi speciali, il regolamento introduce deroghe per evitare che i requisiti progettuali e i costi eccessivi penalizzino questi produttori. Viene fornito più tempo per conformarsi alle prescrizioni tecniche.

Sono previsti requisiti ridotti, compatibili con le caratteristiche specifiche di questi veicoli, soprattutto quando le norme per la produzione in serie risultano sproporzionate. In conclusione, questo documento consente l'omologazione dei veicoli a guida autonoma (di livello tre o superiore) solo se soddisfano i requisiti tecnici dal Regolamento. Però la circolazione effettiva dipende dalle normative di ciascun stato membro dell'UE, che devono recepire le direttive europee e adeguare le proprie leggi stradali.

Altri dettagli normativi sotto ai quali sono soggetti i paesi Europei, sono le disposizioni contenute nella Convenzione di Vienna, modificata nel 2022, che consente l'uso di sistemi automatizzati purché l'intervento umano sia possibile quando necessario [25A].

#### 3.1.4.2 Normativa italiana

In Italia la normativa più recente che parla e tratta gli argomenti della guida autonoma è il decreto “*Smart Road*” del 28 febbraio 2018. La tematica principale del decreto è quella delle Infrastrutture stradali integrate con tecnologie avanzate per il monitoraggio e la gestione del traffico, la sicurezza stradale e l'interoperabilità con veicoli di nuova generazione. L'obiettivo ultimo è quello di ridurre l'incidentalità stradale, migliorando le infrastrutture e favorendo l'adozione dei veicoli connessi e automatizzati. Il decreto apre le porte alla sperimentazione di veicoli a guida autonoma attraverso il rispetto di alcuni requisiti tecnici legati alle normative stradali, alla sicurezza e alla supervisione. Gli ambiti di applicazione della sperimentazione possono avvenire in Autostrade, strade extraurbane principali, strade urbane e ultimo miglio. Tutto questo associato ad un continuo monitoraggio in modo tale che si possano avere relazioni dettagliate sulla sperimentazione inclusi i dati dei veicoli e le situazioni di emergenza incontrate [26A].

#### 3.1.4.3 Normativa UNECE

Questo regolamento stabilisce disposizioni uniformi per l'approvazione di veicoli dotati di sistemi di mantenimento automatico della corsia.

All'interno della normativa vengono stabiliti i criteri di sicurezza che devono rispettare i veicoli affinché possano garantire la sicurezza dei passeggeri. I veicoli devono includere meccanismi di risposta ai guasti e devono prevedere manovre di rischio minimo. Fondamentale è un sistema di analisi del veicolo che individui problemi che successivamente richiedano di allertare il conducente di riprendere il controllo del veicolo. La reattività del sistema a problemi esterni e alla loro valutazione è importantissima. Nel documento è presente il processo di approvazione a cui si devono sottoporre i veicoli affinché vengano approvati.

Questo affinché ci sia un progresso verso l'introduzione di veicoli automatizzati sulle strade [27A].

#### 3.1.4.4 Normativa svizzera

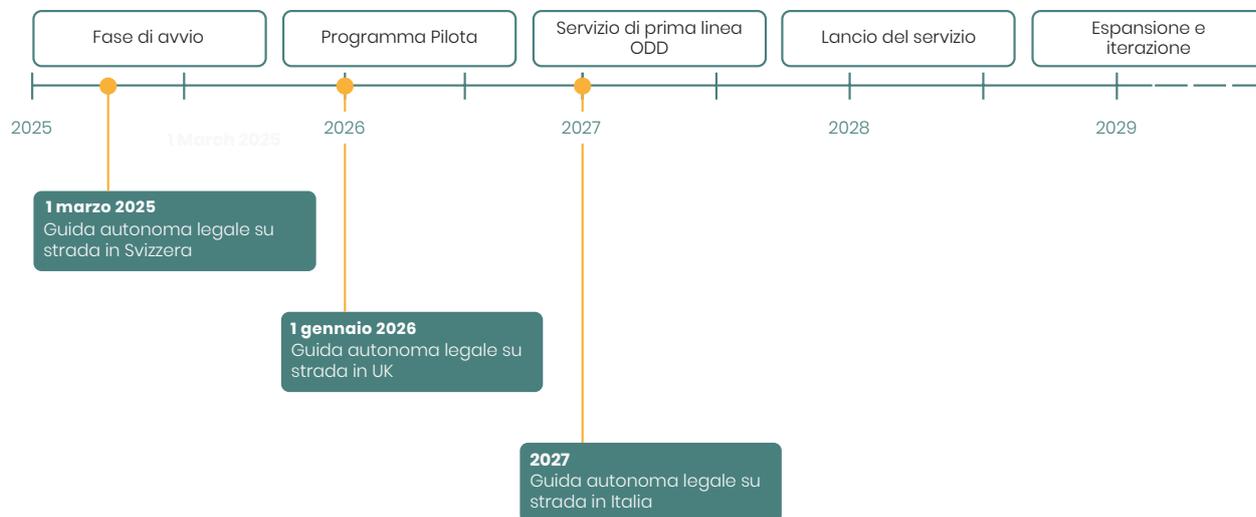
Il documento in questione è la proposta di regolamentazione dell'uso e della gestione dei veicoli a guida autonoma in Svizzera. Copre sia aspetti tecnici, che aspetti normativi per garantire la sicurezza stradale e il corretto utilizzo di tecnologie. L'ordinanza stabilisce i requisiti che devono avere per l'immatricolazione tre differenti veicoli a guida automatizzata, comprendendo quelli con richiesta di ripresa del controllo, quelli privi di conducente o quelli dotati di parcheggio automatico. All'interno del documento vengono definite queste tre tipologie, per poi definire i requisiti tecnici richiesti. Le richieste sono sulla sicurezza e affidabilità dei sistemi di automazione, la facile disattivazione allo scopo di prevenire incidenti e bisogna garantire che il veicolo riesca a rilevare le condizioni ambientali e meteorologiche, rispettando le norme stradali e gestendo scenari di traffico complessi. Come presente nei documenti citati precedentemente, un altro argomento trattato è la sicurezza operativa dei dati. La normativa impone la presenza di sistemi di gestione certificati per garantire la sicurezza dei dati e la protezione contro i cyberattacchi. Il trattamento dei dati è limitato a scopi come l'analisi degli incidenti o le indagini su infrazioni stradali.

Questo documento spiega i requisiti che devono avere le tre differenti tipologie di veicoli durante diverse situazioni, soprattutto quando si parla di cambio da guida tradizionale a guida autonoma dove il cambio nelle due modalità deve essere veloce e possibile solo a determinate condizioni. All'interno dello stesso documento, sono spiegati i criteri di utilizzo e di autorizzazione all'uso del parcheggio autonomo e dei veicoli privi di conducente. L'autorizzazione di aree e ambiti di impiego è subordinata a valutazioni tecniche per garantire la compatibilità con i requisiti dei veicoli e la sicurezza stradale. Le autorità cantonali e federali sono coinvolte nel processo di approvazione e sorveglianza. L'ordinanza entrerà in vigore il 1° marzo 2025, con alcune sezioni specifiche operative dal 1° luglio 2025. È prevista una valutazione degli effetti entro cinque anni dalla sua attuazione. Questo documento rappresenta un grande passo verso l'integrazione dei veicoli di guida autonoma nella mobilità svizzera [28A].

fig. 3.1.9 (a destra)

#### NORMATIVE NEL MONDO

Roadmap e classificazione degli stati del mondo rispetto al livello di avanzamento nell'adozione delle nuove tecnologie di guida autonoma.



Nazione	Tech AD coperte da una strategia ufficiale (di mobilità)	Tech AD considerate in un programma governativo	Programmi di finanziamento per i testare le tech AV esistenti
Austria	SI	SI	SI
Belgio	SI	SI	NO
Bulgaria	NO	NO	NO
Croazia	SI	SI	NO
Cipro	NO	NO	NO
Repubblica Ceca	SI	SI	SI
Danimarca	SI	SI	NO
Estonia	SI	NO	NO
Finlandia	SI	SI	NO
Francia	SI	SI	SI
Germania	SI	SI	SI
Grecia	SI	SI	NO
Ungheria	NO	SI	NO
Irlanda	NO	NO	NO
Italia	SI	SI	SI
Latvia	NO	SI	NO
Lituania	NO	SI	SI
Lussemburgo	SI	SI	SI
Malta	NO	NO	NO
Paesi Bassi	SI	SI	SI
Norvegia	NO	NO	NO
Polonia	SI	NO	SI
Portogallo	NO	NO	NO
Romania	SI	NO	SI
Slovacchia	SI	SI	NO
Slovenia	NO	NO	NO
Spagna	SI	SI	SI
Svezia	NO	NO	SI
Svizzera	SI	SI	NO
Regno Unito	SI	SI	SI
<b>Somma "SI"</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>13</b>
<b>Somma "NO"</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>17</b>

## 3.2 ToMove

### 3.2.1 La compagnia

*ToMove* è la prima *mobility-tech company* in Italia, una startup innovativa fondata nel 2021 con l'obiettivo di rivoluzionare il modo in cui le persone si spostano nelle città, promuovendo una mobilità più sostenibile, inclusiva ed efficiente.

Nascono con l'obiettivo di rispondere positivamente alla crescita della domanda per la mobilità urbana.

Si posiziona come compagnia con l'obiettivo di risolvere determinate problematiche attraverso innovazione e progresso, creando soluzioni che possano servire la città trasversalmente attraverso la progettazione per la mobilità del futuro.

#### MISSION

Creare soluzioni integrate che affrontino i principali problemi delle attuali forme di trasporto urbano, con un'attenzione particolare all'impatto ambientale, all'accessibilità e all'innovazione tecnologica.

#### VISION

La visione di *ToMove* è quella di sviluppare un ecosistema di mobilità capace di adattarsi alle esigenze delle *Smart Cities*.

CEO &  
Co-Founder



Andrea  
**Strippoli**

Presidente  
Co-Founder



Giuseppe  
**Corcione**

CFO &  
Co-Founder



Renè Andrea  
**Rivoira**

### 3.2.2 Il veicolo

Il loro prodotto di punta è il *TOC* (fig. 3.2.1), un veicolo urbano LEV (*Light Electric Vehicle*) disponibile in versione di guida autonoma e teleguida.

Questo veicolo è stato progettato seguendo il principio di modularità, per adattarsi alle diverse esigenze dal punto di vista produttivo e logistico. Si presenta come il primo veicolo urbano a guida autonoma e remota che rispetta le normative stradali italiane, integrando i sistemi tipici dei LEV (*Light Electric Vehicle*) e il SDV (*Software Defined Vehicle*), diventando un UDV (*Urban Designed Vehicle*).

fig. 3.2.1

#### IL TOC

Render del veicolo autonomo TOC

Il veicolo si posiziona come un *Low Category* (L7e), il suo peso è di 450 kg esclusa la batteria e ha un dimensionamento di 2.300 mm x 1.500 mm x 1.760 mm.

La velocità massima che può raggiungere è di 90 km/h con un'autonomia di 200 km.





VISTA INTERNA

Render degli interni del TOC



**VISTA ESTERNA**

Render del esterno del TOC

I vantaggi di un LEV in un contesto urbano sono plurimi. Il primo tra questi il consumo di energie, in proporzione al peso risulta più efficiente con un consumo elettrico per km percorso davvero vantaggioso.

Il secondo aspetto importante è il suo ridotto dimensionamento che favorisce il suo utilizzo in città consentendo parcheggi più facili da trovare e riduce il congestionamento urbano. Questo è avvalorato anche dalla media di occupazione di persone per veicolo che è di 1,4 per macchina.

**VANTAGGI**



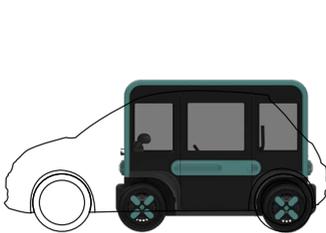
Tasso medio di occupazione 1,4 pers./auto



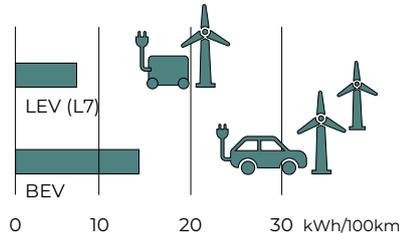
80 e 98% dei viaggi sono rispettivamente <20Km e <100Km distanza



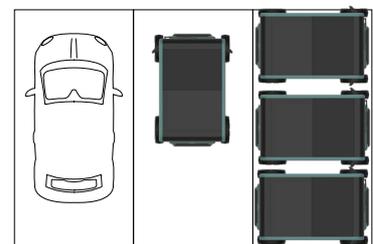
LEV sono più efficienti di BEV per il peso minimo



I veicoli leggeri hanno un ingombro inferiore rispetto agli altri veicoli



I LEV necessitano di una quantità di energia inferiore per la produzione e il funzionamento



Un posto auto può ospitare fino a tre LEV

### 3.2.3 Il servizio

Il servizio *MaaS* associato al veicolo TOC di *ToMove* si configura come un sistema *ride hailing door-to-door*. In base alla richiesta dell'utente, il veicolo pianifica e ottimizza il miglior percorso da seguire in termini di tempi e percorrenza, per mantenere un'elevata efficienza energetica e, allo stesso tempo, soddisfare il maggior numero di utenti possibile.

Il servizio, per lo più, non intende sostituirsi alle reti di mobilità attualmente esistenti; esso mira a integrarsi sistemicamente ad esse, in modo da fornire agli abitanti delle città altamente congestionate un'alternativa innovativa e competitiva per raggiungere la meta desiderata, apportando, allo stesso tempo, dei benefici a livello ambientale ed economico.

*La nostra proposta è quella di andare a realizzare un sistema, combinando un veicolo autonomo e un servizio driverless on demand [...] il nostro servizio di fatto nasce per essere un sostituto dello sharing, per proporre una nuova esperienza di viaggio e immergersi nel panorama della mobilità urbana.*

*(Andrea Strippoli, CEO ToMove, 2024)*



## apollo

**Azienda:** Baidu Apollo

**Luogo:** Cina

**Anno di lancio:** 2017

**Sito web:** <https://en.apollo.auto/apollo-self-driving>

Apollo, sviluppato da Baidu, è una piattaforma aperta per veicoli autonomi. La guida remota è parte integrante delle sue soluzioni tecnologiche, con l'obiettivo di facilitare una transizione graduale verso veicoli completamente autonomi. Apollo supporta sia lo sviluppo tecnologico che l'integrazione urbana, collaborando con aziende e istituzioni globali [1C].



Piattaforma Open Source

Test intensivi in diverse città

Collaborazioni internazionali

Smart Infrastructure

## verne

**Azienda:** Verne Mobility

**Luogo:** Croazia

**Anno di lancio:** 2022

**Sito web:** <https://www.letsverne.com/>

Verne propone soluzioni di guida remota per veicoli elettrici con un forte focus su efficienza e sicurezza. Grazie all'integrazione di tecnologia avanzata e una piattaforma *user-friendly*, Verne mira a rivoluzionare la mobilità urbana, riducendo la congestione e migliorando l'accesso a mezzi di trasporto sostenibili [2C].

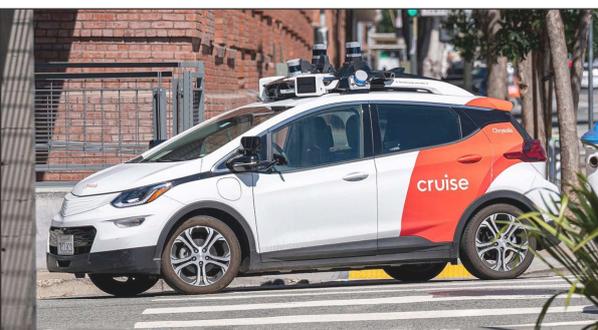


Piattaforma innovativa

Attenzione alla sostenibilità

Soluzioni scalabili

Sistemi sicurezza avanzati



Guida autonoma e remota  
 Attenzione alla sostenibilità  
 Veicoli 100% elettrici  
 Attenti test di sicurezza  
 In ambienti urbani complessi

## CRUISE

**Azienda:** Cruise by General Motors

**Luogo:** USA

**Anno di lancio:** 2016

**Sito web:** <https://www.getcruise.com/>

Cruise è un servizio leader nel settore della guida autonoma e remota, focalizzato sull'offerta di veicoli a guida autonoma per il trasporto pubblico e privato. Con sedi operative principali a San Francisco, Cruise si è affermato come uno dei pionieri nella riduzione delle emissioni tramite flotte completamente elettriche e automazione avanzata [3C].



Veicoli 100% elettrici  
 Attenzione alla sostenibilità  
 Piattaforma flessibile  
 Noleggio a breve termine  
 Pioniere in Europa del Nord

## elmo<sup>®</sup> remotely controlled car

**Azienda:** Elmo Remote

**Luogo:** Estonia

**Anno di lancio:** 2022

**Sito web:** <https://www.elmoremote.com/>

Elmo Remote è un servizio unico che combina guida remota con soluzioni di noleggio a breve termine per veicoli elettrici. L'obiettivo è rendere la mobilità urbana più sostenibile e accessibile, riducendo la necessità di proprietà individuale dei veicoli e migliorando l'efficienza della mobilità condivisa [4C].

## ottopia

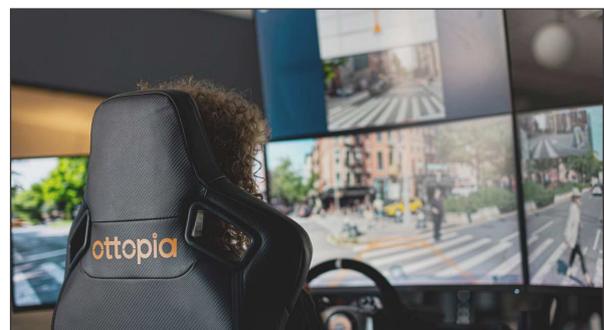
**Azienda:** Ottopia

**Luogo:** Isreale

**Anno di lancio:** 2018

**Sito web:** <https://www.ottopia.tech/>

Ottopia è una delle aziende leader nello sviluppo di soluzioni per la guida remota, con un forte focus sulla sicurezza e sull'integrazione di tecnologie avanzate come l'intelligenza artificiale e la realtà aumentata. I suoi sistemi sono progettati per supportare i veicoli autonomi in situazioni complesse o in caso di emergenza [5C].



Assistenza AI

Guida su scenari complessi

Sicurezza e affidabilità

Collaborazioni internazionali

## Phantom Auto

**Azienda:** Phantom Auto

**Luogo:** USA

**Anno di lancio:** 2022

**Sito web:** *n.d.*

Phantom Auto offre una piattaforma tecnologica per la guida remota, consentendo di controllare veicoli a distanza con precisione ed efficienza. Il servizio è utilizzato principalmente in ambienti industriali e logistici, come magazzini e porti, ma si sta espandendo anche verso la mobilità urbana [6C].



Guida ad alta precisione

Applicazioni industriali

Scalabilità

Guida su scenari complessi

Collaborazioni internazionali



Veicoli per mobilità urbana  
 Design ottimizzato  
 Attenzione alla sostenibilità  
 Veicolo 100% elettrico  
 Forte supporto di Amazon

## ZOOX

**Azienda:** Amazon  
**Luogo:** USA  
**Anno di lancio:** 2014  
**Sito web:** <https://zoox.com/>

Zoox è un innovativo servizio di guida autonoma che si distingue per i suoi veicoli progettati specificamente per la mobilità urbana. Totalmente elettrici e simmetrici, i veicoli Zoox offrono un'esperienza unica e sostenibile per il trasporto condiviso. La guida remota è parte integrante del loro sistema di sicurezza [7C].



Pioniere per guida autonoma  
 Servizi attivi in California  
 Sicurezza della guida remota  
 Scalabilità

## WAYMO

**Azienda:** Google  
**Luogo:** USA  
**Anno di lancio:** 2009  
**Sito web:** <https://waymo.com/>

Waymo è uno dei pionieri nel settore della guida autonoma e remota. Con oltre un decennio di ricerca e sviluppo, Waymo offre servizi di *ride hailing* completamente autonomi in diverse città statunitensi, integrando tecnologie di guida remota per garantire sicurezza e gestione in scenari complessi [8C].

# MAPPA COMPLETA DEI CASI STUDIO

## MOBILITÀ URBANA

### PIATTAFORME MULTI-MODALI

Citymapper  
EU, 2011

Ubi  
EU, 2014

We MaaS  
EU, 2015

whim  
EU, 2018

TAS NET  
EU, 2013

### SERVIZI ATTUALI

zipcar  
USA, 2000

cooltra  
EU, 2006

uber  
USA, 2009

cobify  
EU, 2011

enjoy  
EU, 2013

BIRD  
USA, 2017

ridemovi  
EU, 2017

lime  
USA, 2017

voi.  
EU, 2018

dolt  
EU, 2018

Free2move  
EU, 2019

elfao  
EU, 2022

### PROGETTI FUTURI

next  
EU, -

ottopia  
EU, -

BOSCH  
USA, 2025

beep  
USA, 2026

verne  
EU, 2026

MAVEN  
USA, -

roboauto  
EU, -

cruise  
USA, -

TESLA  
USA, 2027

var  
EU, -

Phantom Auto  
EU, -

opollo  
CHN, -

We Share.  
EU, -

**LEGENDA**

- 100% elettrico
- Modulare
- Micro-mobilità
- Car sharing
- Ride hailing

Classificazione del livello di integrazione secondo tassonomia definita dal Boston Consulting Group



## PIATTAFORME MULTI-SERVIZIO



Careem  
EAU, 2012



Grab  
SG, 2012



Bolt  
EU, 2019



gogo  
IDN, 2021



OLA  
IN, 2019

## DELIVERY URBANO

### LEGENDA

-  Delivery Aereo
-  Delivery su strada
-  Modulare
-  Guida su strada
-  Guida area pedonale

### PROGETTI FUTURI



prime air  
USA, 2016



TeleRetail  
EU, 2014



FedEx  
USA, 2009



kiwibot  
COL, 2017



ABZERO  
EU, 2017



Goggo network  
EU, 2019

### SERVIZI ATTUALI



Glovo  
EU, 2009



DOORDASH  
USA, 2013



Uber  
USA, 2009



amazon FLEX  
USA, 2015



nuro  
UK, 2016



Wing  
USA, 2012



robomart  
USA, 2017



STARSHIP  
UK, 2014



OTTONOMY.IO  
USA, 2018



CLEVON 1  
EU, 2022



zipline  
EU, 2014



Meituan  
CHN, 2010



Postmates  
EU, 2022





# IL CASO TERRITORIALE

- 
- 4.1 La Città di Cagliari
  - 4.2 La mobilità di Cagliari
  - 4.3 Approccio sistemico per il territorio

## 4.1 La Città di Cagliari

Per la sperimentazione del TOC di *ToMove* è stata individuata come area di studio la Città Metropolitana di Cagliari, un contesto che ha offerto condizioni favorevoli all'analisi e allo sviluppo del progetto. Il percorso di ricerca ha avuto inizio con un primo contatto con l'Aeroporto di Cagliari-Elmas, il quale ha rappresentato un nodo strategico per l'avvio della sperimentazione e ha successivamente aperto nuove prospettive di integrazione all'interno del tessuto urbano.

Nei paragrafi seguenti verrà proposta un'analisi territoriale dettagliata dell'area metropolitana di Cagliari, evidenziandone le caratteristiche principali e il contesto di mobilità attuale. Il processo di studio è stato arricchito da un confronto diretto con attori chiave del settore, tra cui *SOGAER*, l'ente responsabile della gestione dell'aeroporto, e *PlayMoove*, operatore attivo nel settore della mobilità condivisa (*car sharing* e *ride hailing*) sul territorio cagliaritano.

Attraverso queste collaborazioni, è stato possibile delineare diversi scenari di applicazione del servizio *ToMove*, ipotizzando l'integrazione in un modello scalabile, replicabile in altre realtà urbane che potrebbero beneficiare di un sistema di mobilità di questo tipo.

### 4.1.1 L'Area Metropolitana

Cagliari (fig. 4.1.1) è il capoluogo della regione Sardegna, situato a sud dell'isola, ed è il fulcro dell'omonima Città Metropolitana.

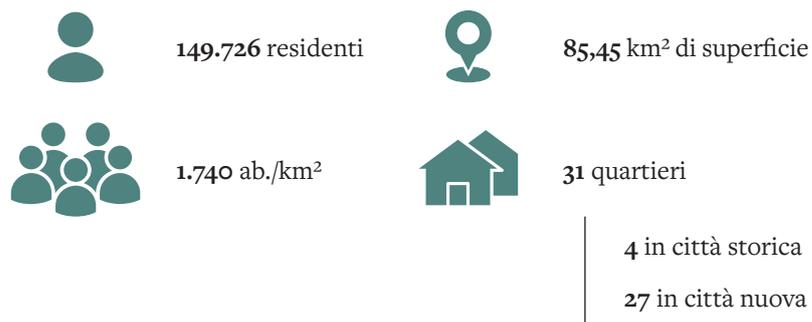
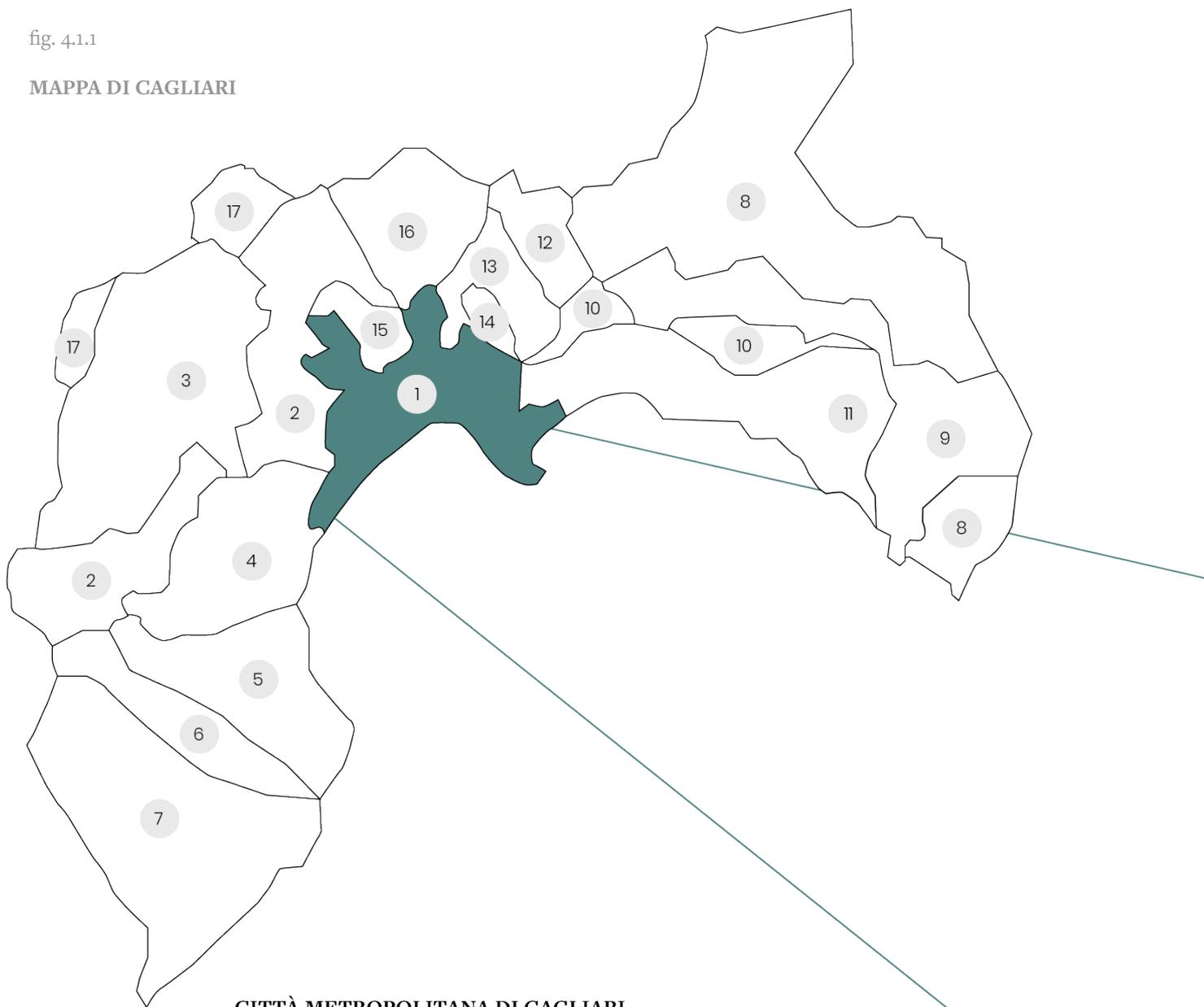


fig. 4.1.1

MAPPA DI CAGLIARI



**CITTÀ METROPOLITANA DI CAGLIARI**

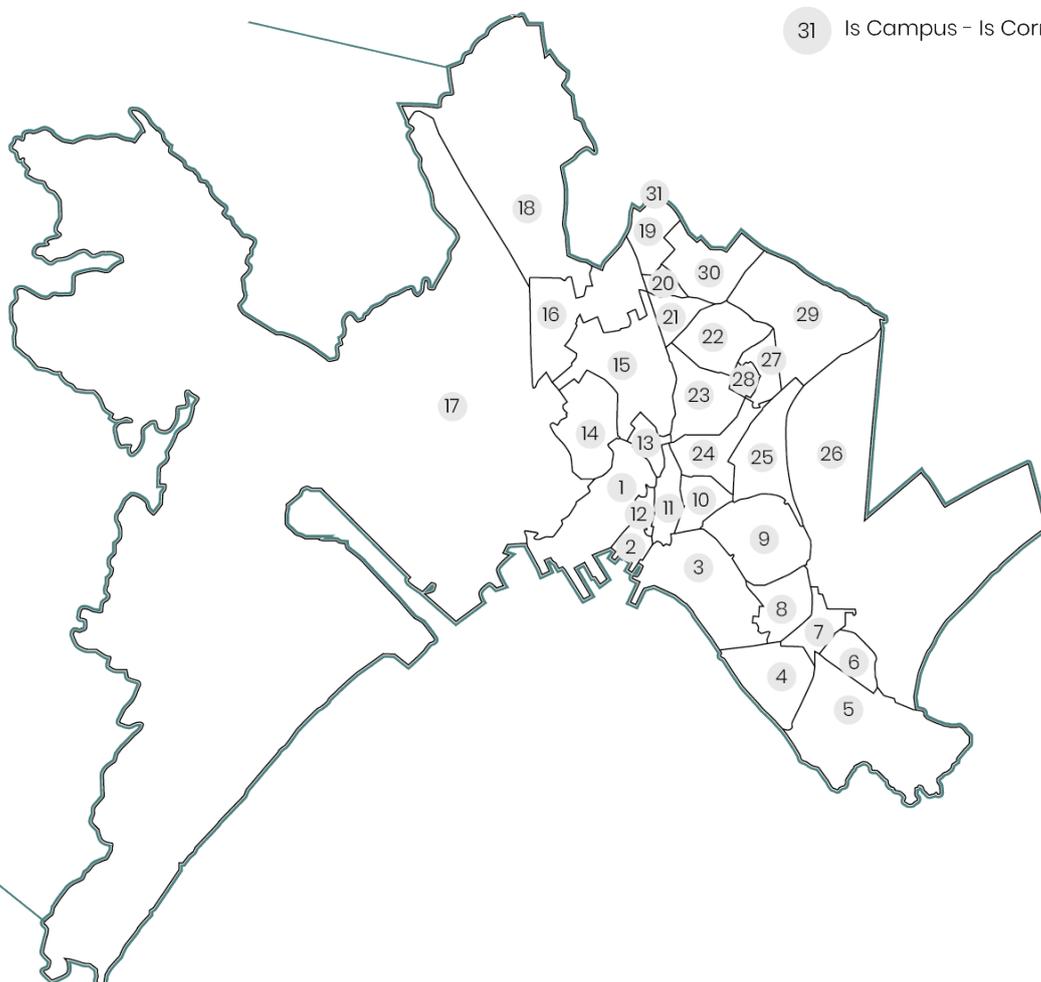
17 comuni

- |                    |                       |                |
|--------------------|-----------------------|----------------|
| 1 Cagliari         | 7 Pula                | 13 Selargius   |
| 2 Assemini         | 8 Sinnai              | 14 Monserrato  |
| 3 Uta              | 9 Maracalagonis       | 15 Elmas       |
| 4 Capoterra        | 10 Quartucciu         | 16 Sestu       |
| 5 Sarroch          | 11 Quartu Sant'Elena  | 17 Decimomannu |
| 6 Villa San Pietro | 12 Settimo San Pietro |                |

**AREA METROPOLITANA DI CAGLIARI**

31 quartieri

- |                         |                                 |  |
|-------------------------|---------------------------------|--|
| 1 Stampace              | 11 Villanova                    | 21 Villa Doloretta                         |
| 2 Marina                | 12 Castello                     | 22 Monteleone - Santa Rosalia (Pirri)      |
| 3 Bonaria               | 13 La Vega                      | 23 Fonsarda                                |
| 4 Nuovo Borgo Sant'Elia | 14 Tuvixeddu - Tuvumannu        | 24 Sant'Alenixedda                         |
| 5 Borgo Sant'Elia       | 15 Is Mirrionis                 | 25 Genneruxi                               |
| 6 Quartiere del Sole    | 16 San Michele                  | 26 Poetto - Medau Su Cramu                 |
| 7 La Palma              | 17 Sant'Avendrace - Santa Gilla | 27 Quartiere Europeo                       |
| 8 Monte Mixi            | 18 Mulinu Becciu                | 28 CEP                                     |
| 9 Monte Urpinu          | 19 Barracca Manna               | 29 Is Bingias - Terramaini                 |
| 10 San Benedetto        | 20 Monreale                     | 30 San Giuseppe - Santa Teresa - Parteolla |
|                         |                                 | 31 Is Campus - Is Corrias                  |



Come è visibile nella tabella in fig. 4.1.2, la divisione degli abitanti per i differenti quartieri risulta abbastanza omogenea. Il quartiere con la maggior numero di abitanti è **Is Mirrionis** (12.331 abitanti), mentre quello con il minor numero di abitanti è il **Quartiere Europeo** (815 abitanti).

Negli ultimi 10 anni c'è stata una decrescita della popolazione del 9,5%.

fig. 4.1.2

#### ABITANTI PER QUARTIERE

Numero di abitanti per ogni quartiere della Città Metropolitana di Cagliari [1A].

Quartiere (Numero di abitanti)	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021	2023
Castello	1.595	1.508	1.467	1.460	1.471	1.407	1.1417	1.386	1.393	1.367	1.337
Villanova	6.127	6.032	6.015	5.939	5.988	6.128	6.163	6.060	6.069	6.078	5.925
Marina	2.489	2.554	2.534	2.496	2.615	2.656	2.713	2.719	2.686	2.622	2.564
Stampace	6.890	6.733	6.676	6.682	6.643	6.947	6.865	6.818	6.530	7.278	6.986
Tuvixeddu-Tuvumannu	5.524	5.453	5.367	5.316	5.273	5.022	5.007	4.961	4.918	4.823	4.781
Is Mirrionis	14.464	14.108	13.793	13.380	13.079	12.779	12.729	12.676	12.521	12.249	12.131
La Vega	3.333	3.329	3.274	3.285	3.185	3.151	3.218	3.188	3.202	3.208	3.095
Fonsarda	7.665	7.457	7.291	7.176	7.050	6.858	6.756	6.846	7.073	6.983	6.960
Sant'Alenixedda	10.190	10.133	9.877	9.800	9.743	9.616	9.518	9.655	9.629	9.565	9.536
San Benedetto	8.099	8.040	7.955	7.899	7.882	7.784	7.894	8.003	8.017	8.047	7.925
Genneruxi	5.796	5.702	5.604	5.580	5.518	5.333	5.307	5.339	5.307	5.312	5.281
Monte Urpinu	5.088	5.053	5.106	5.147	5.093	5.029	5.054	4.988	4.970	4.886	4.836
Monte Mixi	7.305	7.110	6.881	6.749	6.652	6.592	6.614	6.584	6.551	6.508	6.462
Bonaria	8.776	8.602	8.474	8.490	8.486	8.173	8.783	8.957	9.003	8.386	8.300
Sant'Avendrace-Santa Gilla	7.278	7.115	7.083	7.079	7.016	7.096	7.160	7.205	7.425	7.259	7.124
Mulinu Becciu	8.686	8.367	8.078	7.806	7.699	7.473	7.295	7.161	7.090	6.748	6.663
San Michele	6.733	6.666	6.545	6.652	6.553	6.315	6.204	6.151	6.145	5.983	5.928
Barracca Manna	2.248	2.231	2.218	2.170	2.231	2.170	2.176	2.180	2.230	2.286	2.207
Is Campus-Is Corria	2.135	2.440	2.722	3.038	3.363	3.581	3.687	3.779	3.769	3.819	3.790
Villa Doloretta	1.648	1.671	1.666	1.692	1.723	1.728	1.707	1.909	1.878	1.685	1.657
Monreale	1.241	1.280	1.270	1.240	1.219	1.221	1.235	1.223	1.232	1.219	1.199
S.Giuseppe-S.Teresa-Parteolla	8.554	8.531	8.486	8.568	8.552	8.613	8.610	8.617	8.498	8.413	8.361
Is Bingias-Terramaini	2.881	2.938	2.853	2.831	2.774	2.832	2.817	2.824	2.777	2.702	2.696
Monteleone-Santa Rosalia	9.709	9.440	9.359	9.293	9.255	9.228	9.276	9.2221	9.160	9.121	9.013
Quartiere Europeo	1.006	1.009	983	930	884	847	846	825	826	812	815
CEP	2.344	2.297	2.239	2.210	2.133	2.079	2.082	2.012	1.959	1.870	1.862
Poetto-Medau su Cramu	1.169	1.175	1.240	1.238	1.247	1.209	1.214	1.200	1.168	1.141	1.056
La Palma	1.452	1.414	1.379	1.343	1.305	1.280	1.278	1.256	1.263	1.222	1.205
Quartiere del Sole	4.764	4.684	4.498	4.464	4.392	4.371	4.350	4.349	4.265	4.247	4.213
Borgo Sant'Elia	1.374	1.354	1.301	1.316	1.302	1.349	1.322	1.290	1.218	1.174	1.154
Nuovo Borgo Sant'Elia	6.627	6.444	6.303	6.102	5.963	5.697	5.516	5.268	5.065	4.799	4.664
<b>CAGLIARI</b>	<b>163.190</b>	<b>160.870</b>	<b>158.537</b>	<b>157.371</b>	<b>156.289</b>	<b>154.564</b>	<b>154.813</b>	<b>154.651</b>	<b>153.837</b>	<b>151.812</b>	<b>149.726</b>

fig. 4.1.3

**DENSITÀ DI ABITANTI**

Densità di abitanti per ogni quartiere della Città Metropolitana di Cagliari [1A].

La densità di popolazione media di Cagliari è di 1.740 abitanti per chilometro quadrato. I quartieri con maggior densità di popolazione sono **Villanova** e il **San Benedetto** con rispettivamente 14.102 ab./km<sup>2</sup> e 18.939 ab./km<sup>2</sup>.

I quartieri con la minor densità sono invece **Sant'Avendrace - Santa Gilla** e **Poetto - Medau su Cramu** con rispettivamente 149 ab./km<sup>2</sup> e 127 ab./km<sup>2</sup> (fig. 4.1.3).

Quartiere (densità di popolazione per km <sup>2</sup> )	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021	2023
Castello	13.590	12.849	12.499	12.440	12.534	11.988	12.073	11.809	11.869	11.647	11.392
Villanova	14.582	14.356	14.316	14.135	14.251	14.585	14.668	14.423	14.444	14.466	14.102
Marina	11.267	11.561	11.471	11.299	11.837	12.023	12.281	12.308	12.159	11.869	11.607
Stampace	4.301	4.203	4.167	4.171	4.147	4.337	4.285	4.256	4.076	4.543	4.361
Tuvixeddu-Tuvumannu	5.498	5.427	5.341	5.291	5.248	4.998	4.983	4.937	4.894	4.800	4.758
Is Mirrionis	8.163	7.962	7.784	7.551	7.381	7.212	7.183	7.154	7.066	6.913	6.846
La Vega	11.368	11.354	11.166	11.204	10.863	10.747	10.975	10.873	10.921	10.941	10.556
Fonsarda	8.299	8.073	7.894	7.769	7.633	7.425	7.315	7.412	7.658	7.560	7.535
Sant'Alenixedda	14.894	14.810	14.436	14.324	14.240	14.055	13.911	14.112	14.074	13.980	13.938
San Benedetto	19.355	19.214	19.011	18.877	18.836	18.602	18.865	19.125	19.159	19.230	18.939
Genneruxi	5.966	5.870	5.769	5.744	5.680	5.490	5.463	5.496	5.463	5.468	5.436
Monte Urpinu	3.926	3.899	3.940	3.972	3.930	3.881	3.900	3.849	3.835	3.770	3.732
Monte Mixi	11.276	10.975	10.622	10.418	10.268	10.175	10.209	10.163	10.112	10.046	9.975
Bonaria	4.954	4.856	4.783	4.792	4.790	4.613	4.958	5.056	5.082	4.734	4.685
Sant'Avendrace-Santa Gilla	152	149	148	148	147	148	150	151	155	152	149
Mulinu Becciu	1.681	1.619	1.563	1.511	1.490	1.446	1.412	1.386	1.372	1.306	1.290
San Michele	4.079	4.039	3.965	4.030	3.970	3.826	3.759	3.727	3.723	3.625	3.592
Barracca Manna	4.067	4.036	4.012	3.926	4.036	3.926	3.936	3.944	4.034	4.135	3.993
Is Campus-Is Corria	2.533	2.895	3.229	3.604	3.990	4.248	4.374	4.483	4.471	4.531	4.496
Villa Doloretta	4.678	4.744	4.729	4.803	4.891	4.905	4.846	5.419	5.331	4.783	4.704
Monreale	7.297	7.526	7.468	7.291	7.168	7.179	7.262	7.191	7.244	7.168	7.050
S.Giuseppe-S.Teresa-Parteolla	9.524	9.498	9.448	9.539	9.522	9.590	9.586	9.594	9.461	9.367	9.309
Is Bingias-Terramaini	1.335	1.361	1.322	1.312	1.285	1.312	1.305	1.308	1.287	1.252	1.249
Monteleone-Santa Rosalia	11.350	11.036	10.941	10.864	10.819	10.788	10.844	10.781	10.708	10.663	10.537
Quartiere Europeo	2.932	2.941	2.865	2.711	2.577	2.469	2.466	2.405	2.408	2.367	2.376
CEP	14.410	14.121	13.765	13.586	13.113	12.781	12.800	12.369	12.043	11.496	11.447
Poetto-Medau su Cramu	140	141	149	148	149	145	146	144	140	137	127
La Palma	3.864	3.763	3.669	148	3.473	3.406	3.401	3.342	3.361	3.252	3.206
Quartiere del Sole	13.006	12.788	12.280	12.187	11.991	11.934	11.876	11.873	11.644	11.595	11.502
Borgo Sant'Elia	485	478	459	464	459	476	466	455	430	414	407
Nuovo Borgo Sant'Elia	6.422	6.245	6.108	5.913	5.779	5.521	5.345	5.105	4.908	4.651	4.520
<b>CAGLIARI</b>	<b>1.897</b>	<b>1.870</b>	<b>1.843</b>	<b>1.829</b>	<b>1.817</b>	<b>1.797</b>	<b>1.799</b>	<b>1.798</b>	<b>1.788</b>	<b>1.765</b>	<b>1.740</b>

Anche se la popolazione non aumenta a causa delle natalità, negli ultimi anni è aumentato il numero di immigrati presenti nella città di Cagliari. In questo arco temporale la popolazione straniera è passata da 1.981 a 9.635 individui.

Il trend riguardo le fasce d'età dell'Area Metropolitana di Cagliari segue i seguenti andamenti:

**ETÀ MEDIA:** 50,5 anni

**FASCIA DI ETÀ PREDOMINANTE**



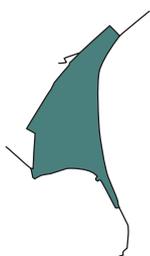
55-59 anni

**FASCIA DI ETÀ MINORITARIA**



> 100 anni

**QUARTIERE CON MEDIA PIÙ ALTA**



**Genneruxi**

53,4 anni

**QUARTIERE CON MEDIA PIÙ BASSA**



**Barracca Manna**

45,6 anni

Nel corso degli ultimi vent'anni se si analizza l'incidenza percentuale della popolazione della fascia di età 0-14, 15-64 e oltre i 64 anni si notano delle tendenze lineari. Infatti, per le prime due fasce di età si ha avuto una decrescita graduale dell'incidenza. Nel caso della terza fascia si ha avuto una crescita, questo sta ad indicare che si è verificato un percentuale invecchiamento medio della popolazione senza un ricambio generazionale che faccia abbassare questa tendenza.

fig. 4.13

**ETÀ MEDIA NEI QUARTIERI**

Età media degli abitanti per ogni quartiere della Città Metropolitana di Cagliari [1A].

Quartiere (età media della popolazione)	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021	2023
Castello	43,9	44,5	45,2	45,2	45,7	46,1	46,6	47,4	48,1	48,8	49,6
Villanova	44,4	45,1	45,5	45,9	46,4	46,8	47,0	47,7	48,4	48,9	49,7
Marina	42,6	43,0	43,2	7 44,0	44,3	44,4	44,8	45,6	46,5	47,1	47,9
Stampace	44,9	45,1	45,6	45,9	46,2	46,0	46,3	46,6	47,7	46,2	46,6
Tuvixeddu-Tuvumannu	41,8	42,7	43,7	44,7	45,4	46,6	47,5	48,2	49,1	50,0	50,7
Is Mirrionis	44,8	45,6	43,7	47,3	48,1	48,5	49,0	49,2	49,7	50,2	50,2
La Vega	47,0	47,5	43,7	48,7	49,6	50,1	50,3	50,6	51,1	51,2	51,8
Fonsarda	47,5	48,5	49,2	50,0	50,8	51,3	51,7	51,7	51,5	52,0	52,3
Sant'Alenixedda	48,2	48,7	49,6	50,0	50,5	50,6	51,0	51,3	52,0	52,2	52,5
San Benedetto	47,2	47,6	48,1	48,4	48,9	49,0	49,2	49,3	49,8	50,1	50,6
Genneruxi	46,3	47,2	48,3	49,0	49,7	50,6	51,3	52,0	52,7	53,1	53,4
Monte Urpinu	48,5	48,9	48,8	49,0	49,4	49,5	49,7	49,9	50,2	51,1	51,4
Monte Mixi	46,3	47,5	48,6	49,5	50,3	50,6	51,0	51,3	51,9	52,2	52,4
Bonaria	46,5	47,1	47,7	48,0	48,3	48,7	47,4	47,8	48,6	49,8	50,1
Sant'Avendrace-Santa Gilla	44,6	45,6	46,4	46,9	47,7	47,9	48,1	48,7	48,4	49,5	50,0
Mulinu Becciu	42,6	44,2	45,4	46,6	47,5	49,0	50,2	51,1	51,7	53,3	53,5
San Michele	43,9	44,4	45,2	45,5	46,2	46,7	47,3	47,7	47,9	48,6	48,9
Barracca Manna	37,3	38,3	39,1	40,2	41,0	41,1	42,3	43,2	44,1	44,8	45,6
Is Campus-Is Corria	35,7	36,8	38,6	39,5	39,8	40,5	41,5	42,6	43,8	44,9	46,2
Villa Doloretta	42,1	42,6	43,7	44,6	46,0	46,5	47,2	45,3	46,6	49,6	50,5
Monreale	38,2	39,1	39,7	41,5	42,6	43,4	44,3	45,2	46,4	47,8	49,2
S.Giuseppe-S.Teresa-Parteolla	40,8	41,8	42,8	43,4	44,1	45,1	46,1	47,0	47,9	48,8	49,4
Is Bingias-Terramaini	44,7	46,9	47,9	48,6	49,2	49,5	50,6	51,3	51,8	53,1	52,8
Monteleone-Santa Rosalia	42,3	43,5	44,3	45,1	46,1	46,98	47,6	48,4	49,0	49,7	50,4
Quartiere Europeo	41,8	42,9	44,5	46,3	48,2	50,0	51,1	52,3	52,9	53,9	53,9
CEP	47,5	48,2	49,5	50,1	51,1	51,3	51,4	51,9	52,3	53,0	52,3
Poetto-Medau su Cramu	39,3	40,4	40,7	41,8	42,9	44,1	45,3	46,3	47,7	49,2	50,8
La Palma	47,1	47,6	48,2	48,1	49,1	49,7	50,4	50,8	50,5	50,7	51,0
Quartiere del Sole	44,4	45,4	46,7	47,6	48,7	49,0	49,9	50,6	51,3	51,8	52,4
Borgo Sant'Elia	38,1	38,1	39,6	40,6	42,0	40,8	41,4	42,5	43,8	45,0	46,0
Nuovo Borgo Sant'Elia	35,5	37,0	38,2	39,5	40,9	42,6	43,9	45,3	46,8	48,6	49,5
<b>CAGLIARI</b>	<b>44,2</b>	<b>45,1</b>	<b>45,9</b>	<b>46,5</b>	<b>47,2</b>	<b>47,7</b>	<b>48,2</b>	<b>48,7</b>	<b>49,4</b>	<b>50,0</b>	<b>50,5</b>

## 4.1.2 La Città Metropolitana

La Città Metropolitana di Cagliari è formata da:



### ANDAMENTO POPOLAZIONE (ultimi 6 anni)



Cagliari e Monserrato sono gli unici comuni dell'area in calo demografico a causa del deflusso delle giovani coppie verso i comuni circostanti (negli ultimi anni principalmente verso Capoterra e Sestu).

Questi dati sono riferiti all'andamento dei comuni che attualmente fanno parte della città metropolitana di Cagliari (fig. 4.1.4).

In generale negli ultimi decenni, si è osservato un fenomeno di suburbanizzazione, con una crescita demografica più marcata nei comuni della prima cintura rispetto al capoluogo. Questa tendenza suggerisce una mobilità interna significativa, con spostamenti di residenti dal centro urbano verso i comuni periferici, attratti da condizioni abitative più favorevoli o da nuove opportunità lavorative.

Nel 2005 la provincia di Cagliari ha ceduto i territori di 28 comuni alla provincia del Medio Campidano e 23 comuni alla provincia di Carbonia-Iglesias. Invece nel 2017 la città Metropolitana di Cagliari ha ceduto i territori di 54 comuni alla provincia del Sud Sardegna. Se si considerano anche i comuni di tutta l'area originale della provincia di Cagliari, si ha avuto una decrescita importate della popolazione. Da poco più di 750.000 abitanti agli attuali 421.157.

Il comune con più densità abitativa della città metropolitana di Cagliari è il Monserrato con 3.097 ab./km<sup>2</sup>. Invece quello con minore densità è Villa San Pietro con 52,7 ab./km<sup>2</sup> la città metropolitana di Cagliari si trova al quinto posto per densità abitativa tra tutte le città metropolitane del territorio italiano.

fig. 4.1.4

**EVOLUZIONE POPOLAZIONE**

Evoluzione della popolazione residente nella Città Metropolitana tra il 2001 e il 2018 [3A].

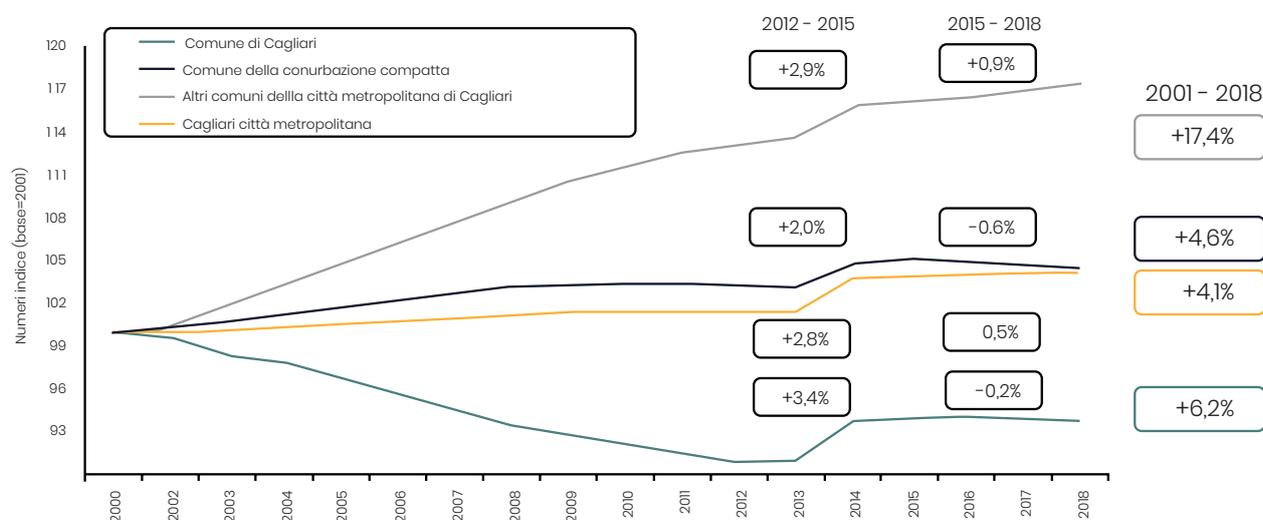
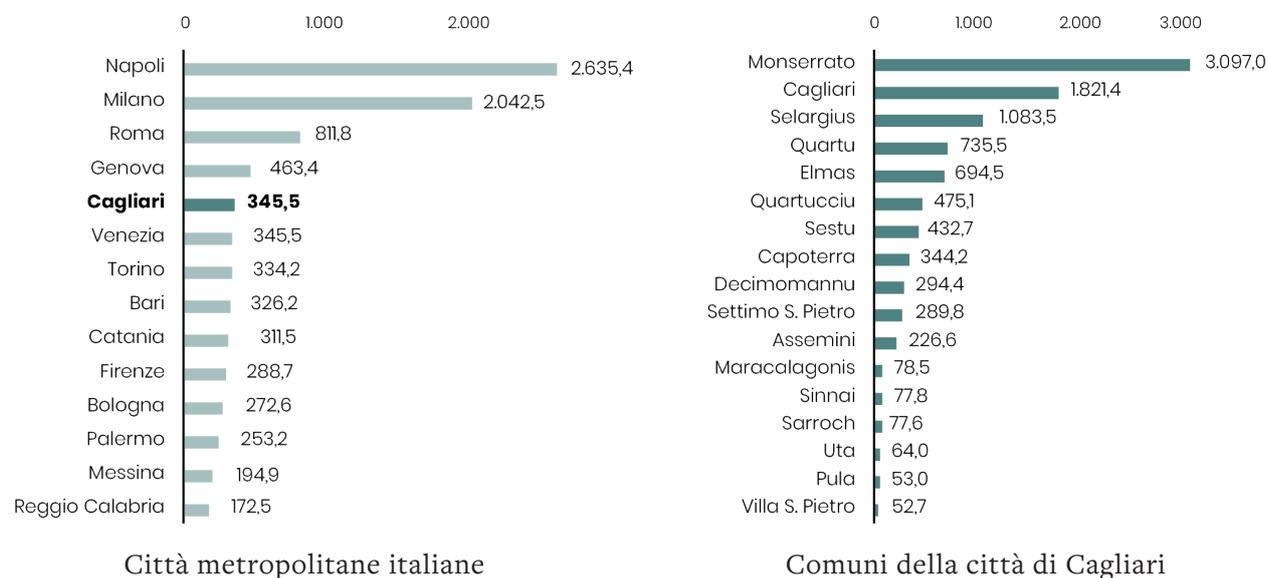


fig. 4.1.5

**DENSITÀ ABITATIVA**

Confronto tra Città Italiane e tra comuni della Città Metropolitana di Cagliari [3A].



## 4.2 La mobilità di Cagliari

La complessità dei flussi di mobilità dell'intera Città Metropolitana di Cagliari rispecchia l'evoluzione socio-economica di una delle località turistiche più rinomate del territorio italiano. Il capoluogo è costituito dal punto nodale di traffico più tortuoso della Sardegna, originato dalla convergenza delle principali infrastrutture stradali e ferroviarie regionali, dalla presenza di uno degli aeroporti internazionali più importanti (i.e. Cagliari-Elmas, che completa la rete aeroportuale sarda con Olbia, Alghero e Tortolì) e dal porto, uno dei poli cardine per l'attività di trasbordo del Mediterraneo occidentale e snodo per otto servizi di linea per passeggeri per il raggiungimento della penisola italiana e iberica [1A] [2A].

Questa complessità gestionale ha comportato lo sviluppo di numerose criticità in termini di qualità di vita e di sostenibilità, specialmente per la popolazione residente; traffico automobilistico altamente congestionato, stalli per il parcheggio dei veicoli quotidianamente saturi e forte sbilanciamento verso l'utilizzo dell'auto privata sono solo alcuni dei fattori scatenanti.

Con lo scopo di frenare questa involuzione e prevenire l'insorgere di nuove complicazioni, a partire dal 2019 è stato introdotto anche per la Città di Cagliari il *Piano Urbano della Mobilità Sostenibile* (P.U.M.S.), promosso dall'Osservatorio PUMS italiano, con il patrocinio del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, sulle orme del network europeo per la pianificazione della sostenibilità urbana *ENDURANCE*. Si tratta di un programma strategico di analisi di specifici contesti urbani italiani, al quale attualmente aderiscono 79 unioni comunali, volto al miglioramento della mobilità delle persone al loro interno.

È interessante notare, nello specifico, il focus principale di queste indagini; l'insieme di interventi sono pensati per una mobilità sostenibile in senso lato, alla quale l'Osservatorio attribuisce un significato molto profondo e degno di menzione:

*Mobilità sostenibile significa aumentare la qualità dell'aria, valorizzare il paesaggio e la sua competitività turistica. Non solo, significa anche salvaguardare il tempo e le risorse di*

*ogni cittadino e cittadina. [...] il P.U.M.S. mette al centro le persone e non la gestione del traffico automobilistico.*

*(Osservatorio P.U.M.S. Italiano)*

Si evincono, dunque, i principali obiettivi del programma: sviluppare, in un orizzonte temporale di dieci anni, un sistema di mobilità urbana efficace, efficiente e sicuro, tenendo in considerazione la sostenibilità socio-economica, energetica e ambientale del territorio, ponendo elevata attenzione sull'innalzamento della qualità di vita dei cittadini e integrando sistemicamente le funzioni fondamentali caratterizzanti la città.

Per strutturare un'analisi approfondita sul caso specifico del capoluogo sardo, il P.U.M.S., grazie alla partecipazione degli stakeholders rappresentanti i diciassette comuni della Città Metropolitana di Cagliari, ha sviluppato una *SWOT Analysis* per l'individuazione dei punti di forza/debolezza endogeni al territorio e, in aggiunta, dei fattori esogeni riguardanti eventuali opportunità e minacce per il progresso della mobilità cittadina (fig. 4.2.1). Questa matrice sarà strumento utile all'osservazione critica e oggettiva del contesto urbano, fornendo una base solida per lo studio approfondito della rete dei trasporti del territorio in esame [3A] [4A].

fig. 4.2.1

**MATRICE DI SWOT ANALYSIS**

Matrice di analisi di punti di forza, debolezza, opportunità e minacce della mobilità della Città Metropolitana di Cagliari [5A].

Contesto interno	<b>PUNTI DI FORZA</b>	Contesto esterno	<b>PUNTI DI DEBOLEZZA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rete stradale capillare</li> <li>• Propensione per spostamenti multimodali</li> <li>• TPL con mezzi elettrici</li> <li>• Paline intelligenti per l'attesa dei TPL</li> <li>• Sistemi di bigliettazione elettronica dei TPL</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invecchiamento della popolazione</li> <li>• Grande articolazione dei gestori TPL</li> <li>• Servizi concentrati su Cagliari</li> <li>• Sbilanciamento verso l'uso dell'auto privata</li> <li>• Sovrapposizione di servizi dei diversi gestori</li> <li>• Mancanza di integrazione tariffaria</li> <li>• Assenza di offerta di mobilità sharing unica</li> </ul>
	<b>OPPORTUNITÀ</b>		<b>MINACCE</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Progetti di ripianificazione infrastrutturale</li> <li>• Miglioramenti dei sistemi TPL</li> <li>• Potenzialità della mobilità dolce</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento dell'uso dell'auto post pandemia</li> <li>• Aumento di gas climalteranti</li> </ul>

### 4.2.1 Trasporto privato

La Città Metropolitana di Cagliari, a livello di flussi di spostamento, è fortemente polarizzata verso il centro dell'omonimo comune. Una recente campagna d'indagine svolta sul territorio, che ha richiesto l'installazione di diversi sensori nelle principali direttrici d'accesso alla città, riporta che quotidianamente circa il 63% delle autovetture in movimento nel comune di Cagliari provengono dalle zone dell'*hinterland*.

Su un totale di 270.000 veicoli giornalieri in movimento, infatti, circa 170.000 provengono dalle località esterne, provocando un forte addensamento delle strade e degli stalli di parcheggio nel comune del capoluogo sardo. Questi, ubicati strategicamente nel tessuto urbano, ammontano attualmente ad un totale di circa 9.500 – di cui 3.500 a pagamento in strutture gestita da *Parkar*, *Metropark* e *APCOA* – soddisfacendo neppure il 4% della richiesta quotidiana e non rispettando gli standard urbanistici nazionali che prevedono l'installazione per ogni veicolo di circa 1,5-2 posteggi [6A].

Il P.U.M.S. fornisce una quantificazione più dettagliata sul trasporto cagliaritano; nel 2019 ha realizzato una matrice che evidenzia, su un totale di 94.936 veicoli privati che quotidianamente transitano sul territorio dell'intera Città Metropolitana nell'ora di punta 7:30-8:30, un afflusso sul solo Comune di Cagliari di circa 43.134 veicoli eq./h, di cui il 59% su spostamenti interni, nella fascia oraria più critica della giornata (fig. 4.2.2) [2A].

Questi dati rispecchiano le evidenti difficoltà del traffico dovute al permanente congestionamento delle strade e dei parcheggi; le abitudini della popolazione media cagliaritano, che coinvolge anche quella residente, ha provocato negli anni un utilizzo sempre più massiccio del mezzo privato, sia autovetture che motocicli, rispetto all'alternativa dell'utilizzo dei servizi di trasporto pubblico o condiviso. Con un totale di 1.191 autovetture per km<sup>2</sup> (dato relativo al 2023, analisi Mobilitaria [7A]), il Comune di Cagliari registra uno spostamento orario quotidiano di circa 160.000 persone, il cui 77% ripone la preferenza nell'utilizzo del veicolo privato (i.e. autovetture o motocicli, fig. 4.2.3).

fig. 4.2.2 (a destra)

#### SPOSTAMENTI IN ORA DI PUNTA

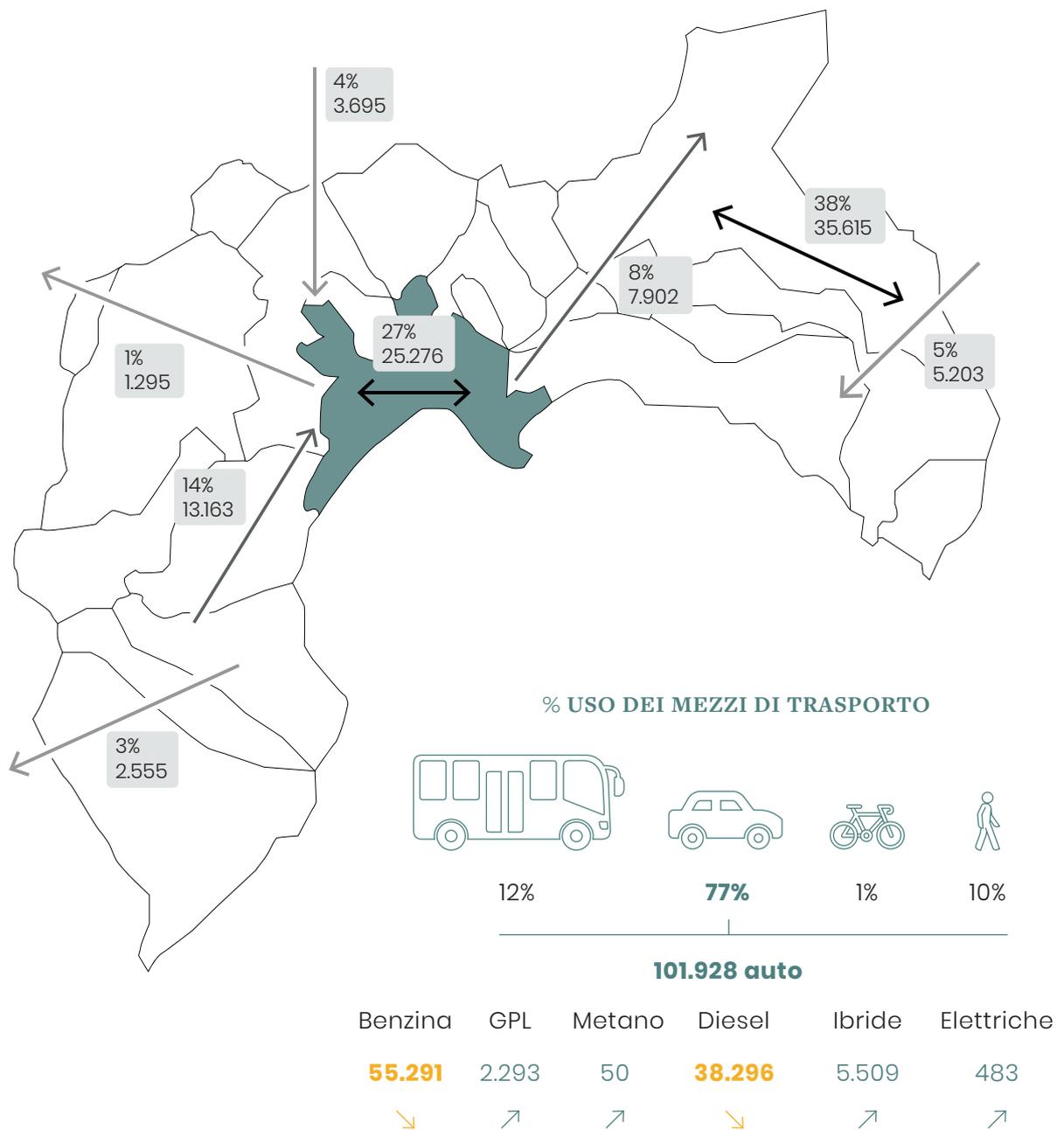
Flussi di spostamento all'interno della Città Metropolitana nella fascia oraria di punta mattutina (7:30-8:30) [2A]

fig. 4.2.3 (in basso)

**USO DEI MEZZI DI TRASPORTO**

Distribuzione dell'uso dei mezzi di trasporto nell'anno 2021 [5A] e Parco circolante di veicoli nel 2023 [7A]

A mitigare parzialmente l'impatto del crescente numero di veicoli sul territorio è il progressivo aumento dell'adozione di mezzi di trasporto più sostenibili. Il Rapporto Mobilità del 2023 evidenzia, infatti, una significativa crescita nelle immatricolazioni di veicoli a trazione elettrica (483 unità) e ibrida (5.509 unità), su un totale di circa 100.000 veicoli registrati (fig. 4.2.3).



I flussi di mobilità a Cagliari e le conseguenti problematiche relative al congestionamento urbano, come del resto prevedibile per una località balneare, sono fortemente influenzati dalla stagionalità turistica.

Nel 2022, secondo i dati dell'Osservatorio di Turismo, Artigianato e Commercio della Sardegna, il Comune di Cagliari ha registrato il più alto afflusso turistico della regione, con circa 890.000 visitatori, che si aggiungono alla popolazione residente (fig. 4.2.4). La maggior parte degli arrivi a Cagliari proviene da territori italiani, rappresentando il 58% del totale, con una significativa quota proveniente da altre province sarde, pari a 143.837 su 517.000 turisti italiani complessivi [8A].

Come evidente in fig. 4.2.5, l'afflusso turistico non è costante lungo il corso dell'anno. Analizzando l'andamento nella fascia temporale 2020-2022, si può notare un trend di crescita pressoché coerente; il periodo più critico risulta essere tra i mesi di maggio e quelli di ottobre, periodo di alta stagione estiva nel quale, mensilmente, si conta un afflusso di persone per una media di 150.000 persone.

Proprio a partire da queste premesse sono nati molteplici progetti, come il progetto *Pollicino* [9A], e investimenti su piani di rigenerazione urbana (i.e. *Piano Urbano della Mobilità Sostenibile*, P.U.M.S.) il cui tema centrale consiste nella diminuzione del traffico generato dai veicoli privati, promuovendo e incentivando modalità di mobilità sostenibile alternative, insieme allo sviluppo di un sistema di trasporto pubblico in grado di rappresentare una valida alternativa per gli spostamenti medio-lunghi, non solo garantendo un servizio efficiente ma anche assicurando una rete di connessioni adeguata.

fig. 4.2.4 (a destra, in alto)

#### DENSITÀ TURISTICA ANNUALE

---

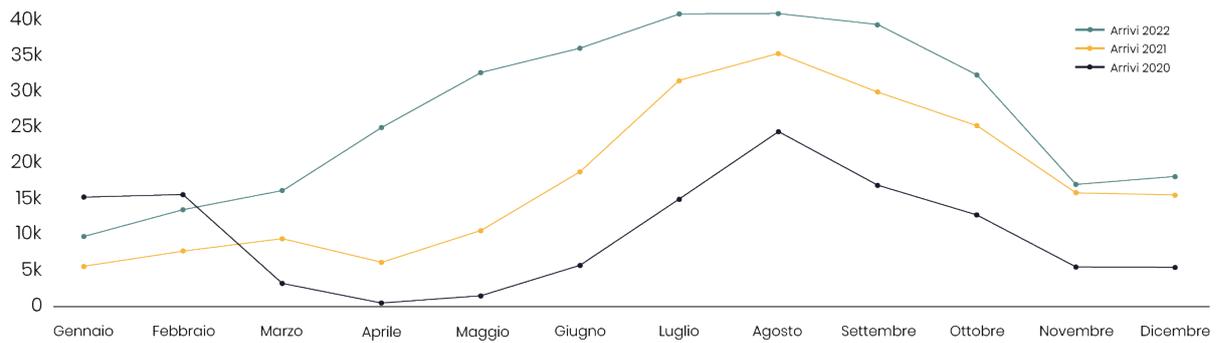
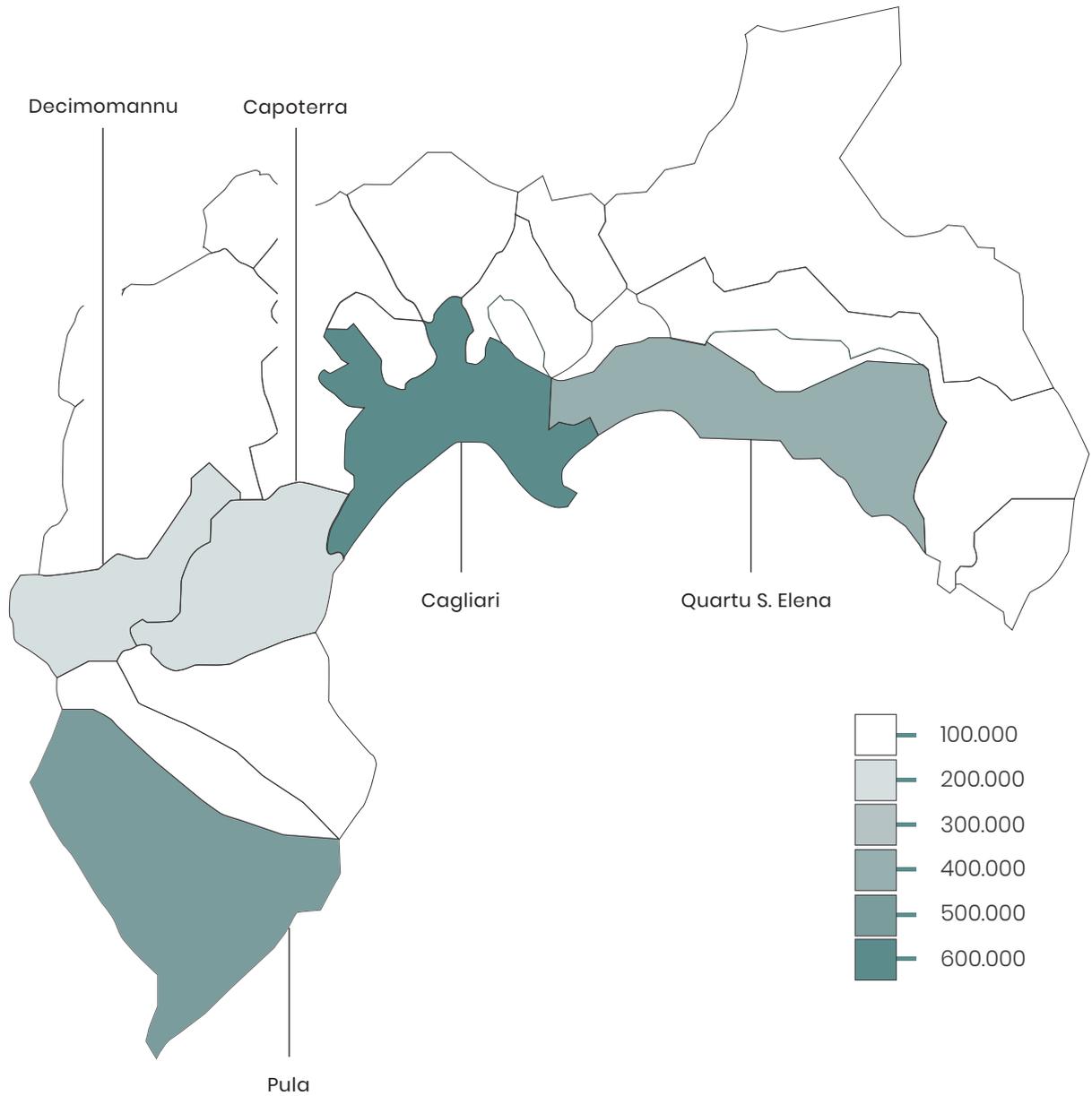
Densità di arrivi annuale nella Città metropolitana di Cagliari, divisi per comuni [8A]

fig. 4.2.5 (a destra, in basso)

#### ANDAMENTI TURISMO

---

Andamento degli arrivi turistici nella Città di Cagliari, ultimo triennio [8A]



## 4.2.2 Trasporto pubblico

### 4.2.2.1 Il Trasporto Pubblico Locale

Il servizio di trasporto pubblico di Cagliari è variegato e diradato strategicamente nel tessuto urbano, fornendo differenti possibilità di alternative di spostamento per i cittadini all'interno dell'Area e della Città Metropolitana. Un'ottimale continuità tra il porto, l'aerostazione e la linea ferroviaria, insieme ad una propensione di spostamento combinato e multimodale, hanno permesso di ottenere negli anni, infatti, una buona customer satisfaction (i.e. 7,5/8 su 10 nel 2021) [10A]. Tuttavia, come si evince dal paragrafo precedente, questa copertura non risulta essere sufficiente a frenare il predominio nell'utilizzo del mezzo privato, in particolare l'automobile, che riduce l'utilizzo quotidiano del TPL al 12% e della "mobilità dolce" (i.e. piedi o bici) all'11%.

L'offerta dei servizi di trasporto sulla Città è gestita da diversi enti privati, i quali, in seguito ad accordi strutturati sistematicamente, provvedono alla copertura di diverse aree di Cagliari.

Nel dettaglio, i gestori principali della mobilità pubblica cagliaritana sono:

### **TRASPORTO URBANO SU RUOTE**

Il servizio di trasporto pubblico locale dell'Area Metropolitana di Cagliari è gestito da *CTM S.p.A.*, ente locale che fornisce ai cittadini il collegamento verso otto dei diciassette comuni della Città Metropolitana, nello specifico Cagliari, Quartu Sant'Elena, Monserrato, Selargius, Quartucciu, Elmas, Assemini e Decimomannu (fig. 4.2.9) [11A].

La rete si articola su 51 linee, comprese di supplementi scolastici e di tratte notturne (fig. 4.2.6), che annualmente trasportano più di 36 milioni di passeggeri per una percorrenza totale di 12,5 milioni di chilometri. Possiede una flotta complessiva di 270 vetture, composta da autobus e filobus principalmente a motore termico – solo sei a trazione elettrica,

fig. 4.2.6

**TABELLA DELLE LINEE CTM**

Le fasce orarie delle linee sono state inserite accorpando i giorni feriali con quelli festivi, con lo scopo di fornire una visione media della fascia di servizio della linea. Per maggiori informazioni consultare il sito [11A]

implementati tra il 2012 e il 2016 grazie al finanziamento del progetto europeo Zeus [10A].

Il servizio offre tariffe e abbonamenti mensili, annuali, integrati, titoli di viaggio per studenti e agevolazioni per categorie svantaggiate e over 65. Tutto il sistema è consultabile tramite un'applicazione mobile, *CTM BusFinder*, con la quale si possono gestire gli spostamenti all'interno della Città Metropolitana.

N°	COLLEGAMENTO	COMUNI COPERTI	ORARI MEDI
1	Osp. Brotzu – via F. Gioia	Cagliari (centro)	5:10-00:35
1L	v. Brigata Sassari – Liceo Pitz'e Serra	Quartu	-
1N	Servizio notturno Linea 1	Cagliari (centro)	-
1Q	v. Brigata Sassari – Terra Mala	Quartu	5:50-22:55
2L	Flumini – Pitz'e Serra	Quartu	-
3	Q.re del Sole – p.zza dei Castellani	Cagliari (Poetto)	5:20-23:15
5	v. Cinquini – v. Vergine di Lluç	Cagliari (Poetto)	5:30-22:55
5-II	Parco San Michele – Calamosca	Cagliari (Poetto)	7:19-20:41
5S	Supplemento Linea 5	Cagliari (centro)	-
6	v. Schiavazzi – v. Andorra	Cagliari (centro)	5:10-22:55
7	P.zza Yenne – p.zza Indipendenza	Cagliari (centro)	6:15-00:40
8	Matteotti (staz.) – Policlinico Univ.	Cagliari, Monserrato	5:40-23:00
8A	Giorgino – Policlinico	Cagliari, Monserrato	-
8H	Roma (staz.) – v. Decio Mure	Cagliari, Monserrato	-
9	Decimomannu – Roma (staz.)	Cagliari, Elmas, Assemini, Decimomannu	4:30-00:05
9A	Istituto Agrario – Roma (staz.)	Cagliari, Elmas	-
9N	Servizio notturno Linea 9	Cagliari, Elmas, Assemini, Decimomannu	-
9S	Supplemento scolastico Linea 9	Cagliari, Elmas, Assemini	-
10	v. Sant'Ignazio – Osp. Binaghi	Cagliari (centro)	6:00-22:00
13	v. dei Giudicati – v. Jenner	Cagliari (centro)	5:30-22:05
15	v. Santa Maria Chiara – v. Italia	Cagliari (Pirri)	5:15-21:51
16	M.C.T.C. – p.zza Giovanni XXIII	Cagliari (Is Mirrionis)	7:05-18:20

N°	COLLEGAMENTO	COMUNI COPERTI	ORARI MEDI
17	v. San Gottardo – v. Gallus	Monserrato, Selargius, Quartucciu	7:00-20:00
18	v. Chiaramonti – v. Chiaramonti	Quartucciu	6:50-20:30
19	Assemini – p.zza IV Novembre	Quartu, Quartucciu, Selargius, Cagliari, Elmas, Assemini	6:35-20:00
19S	Supplemento scolastico Linea 19	Cagliari, Elmas, Assemini	-
20	v. Aresu – Buon Cammino	Cagliari (Su Planu)	4:58-22:17
29	v.le la Playa – Policlinico Univ.	Cagliari, Monserrato	6:18-21:10
29S	Supplemento scolastico Linea 29	Cagliari, Monserrato	-
30	p.zza Matteotti – Brigata Sassari	Cagliari, Selargius, Quartucciu, Quartu	4:00-00:58
30R	p.zza Matteotti – IV Novembre	Cagliari, Quartucciu, Quartu	4:30-01:10
30S	Supplemento Linea 30	Cagliari, Quartucciu, Quartu	-
31R	p.zza Matteotti – v. Brigata Sassari	Cagliari, Quartu	10:11-22:15
40	v. Brigata Sassari – v. Danimarca	Quartu	5:38-21:50
41	v. Brigata Sassari – v. Danimarca	Quartu	5:16-22:55
C	Circol. p.zza Pitagora – p.zza Pitagora	Cagliari (centro)	-
ER	Circolare Esterna Rossa	Cagliari, Quartu, Quartucciu, Selargius, Monserrato	-
GSS	Linea Porto canale – p.zza Matteotti	Cagliari (porto)	6:10-21:55
L	Litoranea Matteotti – Flumini	Cagliari, Quartu	-
M	p.zza Matteotti – v. San Gottardo	Cagliari, Monserrato	4:01-00:15
MS	Supplemento scolastico Linea M	Cagliari, Monserrato	-
P	Supplemento Peretti Liceo Euclide	Cagliari (Su Planu), Elmas, Assemini	-
PF	p.zza Matteotti (staz.) – Flumini	Cagliari, Quartu	5:06-00:40
PFS	Supplemento linea PF	Cagliari, Quartu	-
PQ	p.zza Matteotti (staz.) – IV Novembre	Cagliari, Quartu	5:45-23:00
QEX	Linea Quartu Express	Cagliari, Quartu	3:55-22:55
QS	Via D. Deliperi – v. Montecristo	Cagliari, Monserrato, Selargius, Quartucciu, Quartu	5:10-21:45
QSA	Cittadella Universitaria – v. Deliperi	Quartu, Quartucciu, Selargius, Monserrato	7:00-20:45
QSB	v. Deliperi – IV Novembre	Cagliari, Monserrato, Selargius, Quartucciu, Quartu	-
UEX	University Express, Policlinico Univ.	Cagliari, Monserrato	7:05-20:55
UEXS	Supplemento UEX	Cagliari, Monserrato	-

## TRASPORTO EXTRAURBANO SU RUOTE

A coprire la richiesta di mobilità dei comuni non serviti dal trasporto pubblico di *CTM* si sovrappongono le linee di differenti compagnie:



**ARST**, la principale azienda di trasporti su ruote e su ferrovia della Regione Sardegna. L'ente offre alla Città Metropolitana 57 linee per un collegamento extraurbano con i comuni limitrofi, con un sistema di *customer experience* simile a quello precedentemente riportato [12A]

- Cagliari
- Quartu Sant'Elena
- Sestu
- Settimo San Pietro
- Sinnai
- Decimomannu
- Monserrato
- Uta
- Capoterra
- Sarroch
- Pula



**Autolinee del Golfo srl**, che offre un servizio esclusivo di trasporto per il personale della raffineria più grande del Mediterraneo, la *Saras*, situata nell'area industriale di Sarroch. In aggiunta, fornisce una rete di trasporto urbano ed extraurbano verso l'area occidentale del Santadi (60 km) e alcune linee speciali, quali quella scolastica per l'Istituto Agrario e quella per raggiungere l'ospedale Brotzu [13A]

- Cagliari
- Sarroch



**Autolinee Baire srl**, che offre 7 linee per il trasporto extraurbano nei comuni nell'*hinterland* [14A]

- Cagliari
- Capoterra
- Sarroch
- Assemini
- Decimomannu
- Pula

**Dedoni Sardinia**, servizio extraurbano su gomma che collegano il Comune di Cagliari con Macchiareddu (17 km ca) e Uta (22 km), e fornendo il servizio per 13 comuni dell'*hinterland* [15A]

- Cagliari
- Uta
- Monserrato
- Elmas



**Turmo Travel**, il quale offre un collegamento con le città a nord della Regione Sardegna, tra cui Olbia e Nuoro.

- Cagliari



### COPERTURA DEL TPL SU RUOTA NEI COMUNI

Comune		CTM	Extraurbani	
Assemini		6	1	
<b>Cagliari</b>		<b>43</b>	<b>5</b>	
Capoterra	!	0	1	
Decimomannu		2	2	
Elmas		7	1	
Maracalagonis	!	0	0	
Monserrato		14	2	
Pula	!	0	2	
Quartu Sant'Elena		19	1	
Quartucciu		10	0	
Sarroch	!	0	3	
Selargius		7	0	
Sestu	!	0	1	
Settimo San Pietro	!	0	1	
Sinnai	!	0	1	
Uta		0	2	
Villa San Pietro	!	0	0	! Comune scoperto

## TRASPORTO FERROVIARIO

La linea ferroviaria regionale, che crea un collegamento diretto tra il capoluogo sardo e il resto della regione, staziona per otto fermate all'interno della Città Metropolitana di Cagliari, coprendo principalmente i comuni di Cagliari, Elmas, Assemmini, Decimomannu e Uta (fig. 4.2.7).

Il treno, che fa capolinea a Cagliari nella stazione di p.zza Matteotti, risulta essere, allo stato attuale, l'unico mezzo pubblico alternativo all'auto privata disponibile per il raggiungimento dell'aeroporto di Cagliari-Elmas; il convoglio ferroviario, infatti, percorre una distanza di circa sette chilometri in otto minuti di viaggio, fermando alla stazione "Cagliari-Elmas" presente nelle vicinanze dell'ingresso dell'aerostazione.

fig. 4.2.7

### LINEA FERROVIARIA

Mappa della linea ferroviaria di Cagliari, gestita da Trenitalia [10A]



## METROTRANVIA

Il servizio Metrocagliari, gestito dalla ARST, è attivo sul territorio della Città Metropolitana con due linee, attive sia nei giorni festivi che feriali, che collegano il comune di Cagliari con i limitrofi comuni di Monserrato, Selargius e Settimo San Pietro (fig. 4.2.8).

La Linea 1 ha una lunghezza totale di 8,1 km e collega P.zza Repubblica, nel centro, con il Policlinico e la Cittadella Universitaria di Monserrato, con una frequenza di passaggio che si aggira tra i 10 e i 30 minuti.

La Linea 2, che si sviluppa su 4,3 km, percorre un tratto condiviso con altre linee di treni locali, con lo scopo di creare un collegamento tra Monserrato e il comune di Settimo San Pietro senza attuare fermate intermedie [10A].

fig. 4.2.8

### LINEA METROTRANVIARIA

Mappa della linea 1 e 2 della metrotranvia [10A]



## I PUNTI DI SNODO

L'intera offerta di servizi di trasporto pubblico della Città Metropolitana di Cagliari si irradia a partire da un hub centrale, **Piazza Matteotti**, dalla quale si interpolano e si diramano tutti i principali fornitori di mobilità ferroviaria e su ruote per il collegamento locale, provinciale e regionale.

Altri nodi cardine della rete di trasporti locale sono (fig. 4.2.9):



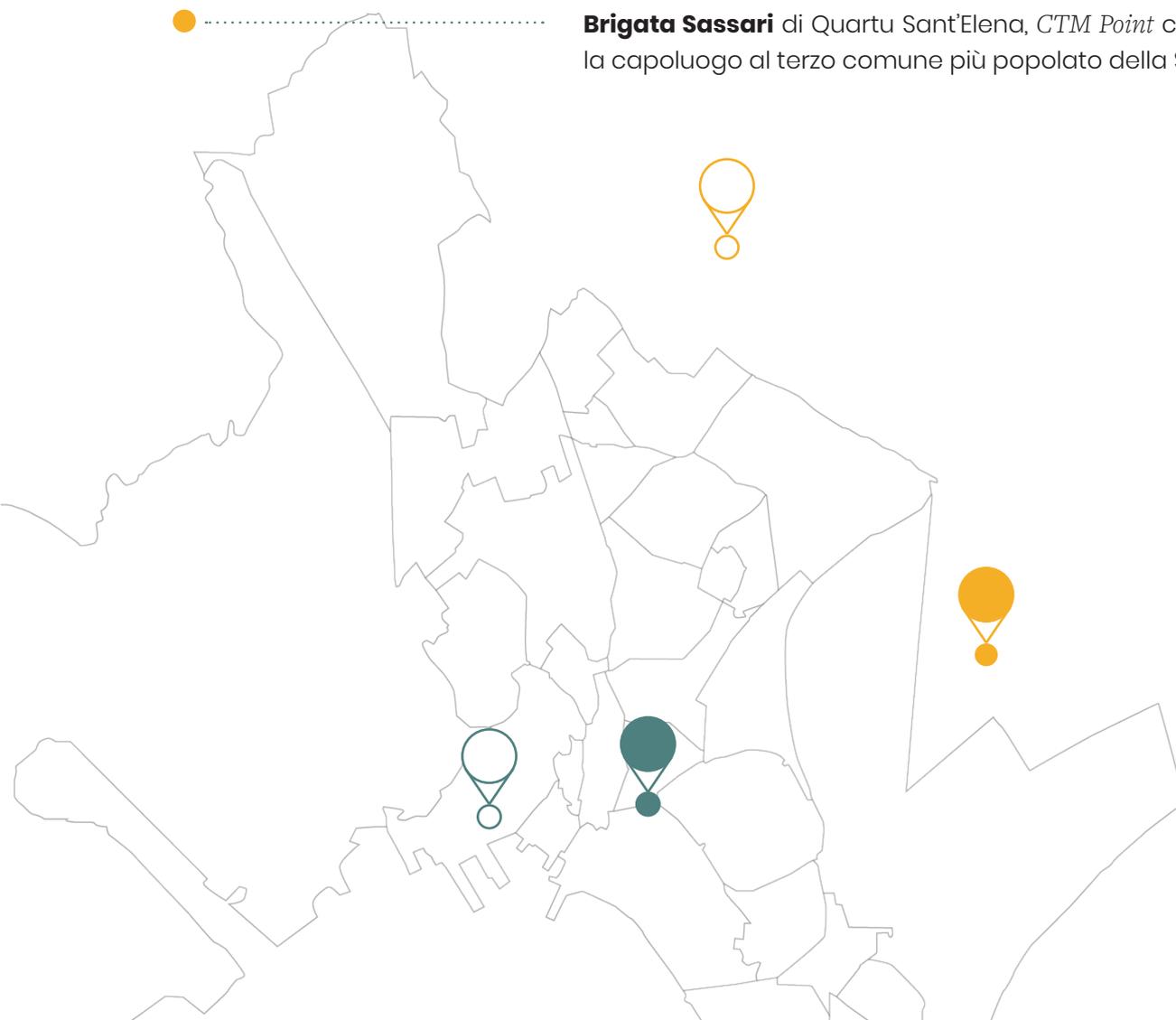
**Piazza Repubblica**, in una zona centrale nella quale transitano servizi urbani, extraurbani e la linea tramviaria, per il collegamento con l'area orientale della Città Metropolitana;



**San Gottardo** e **Policlinico**, due aree situate nella zona nord nel quartiere di Monserrato, che accoglie le più rinomate facoltà universitarie della regione e l'ospedale più importante della Città;



**Brigata Sassari** di Quartu Sant'Elena, *CTM Point* che collega la capoluogo al terzo comune più popolato della Sardegna.



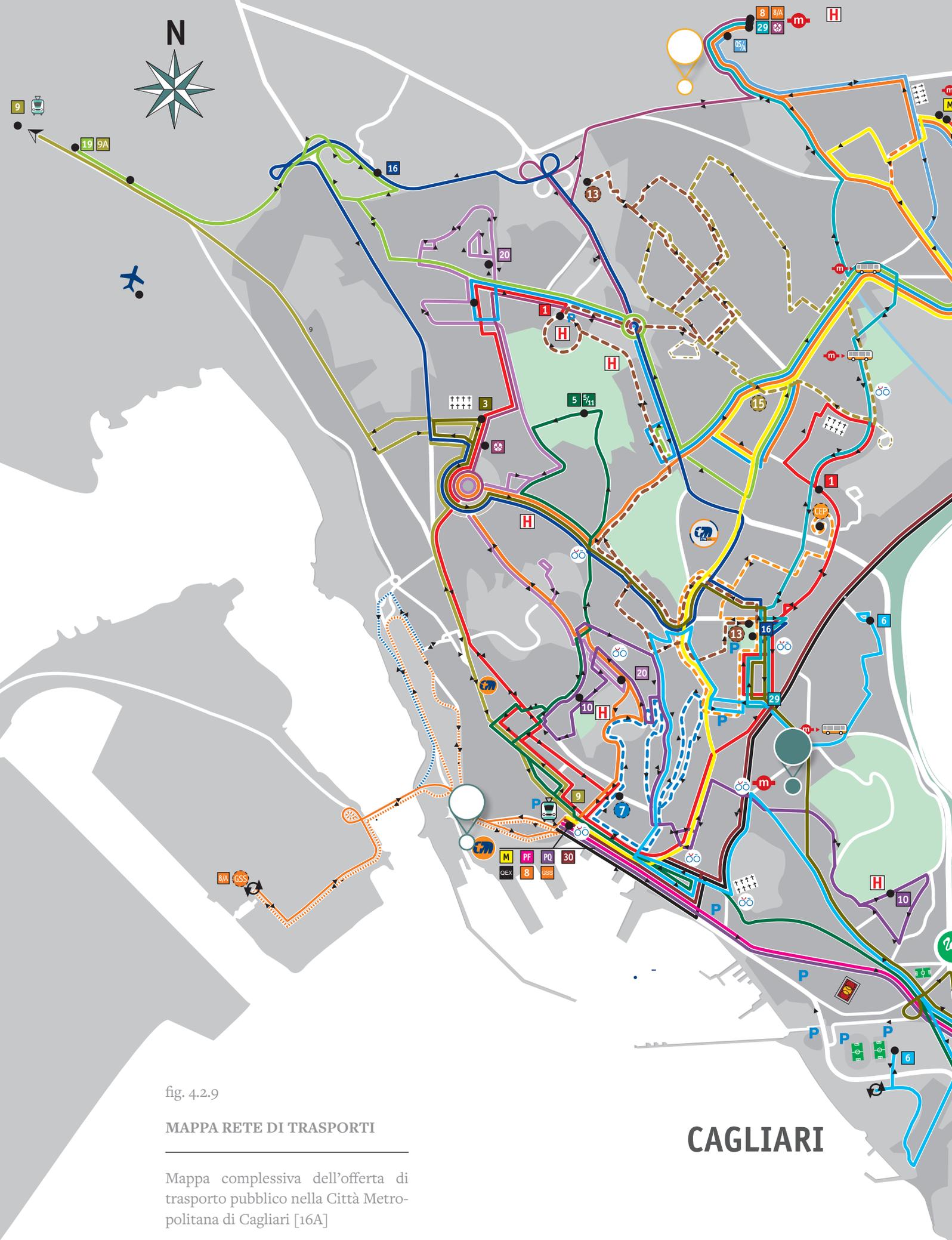


fig. 4.2.9

**MAPPA RETE DI TRASPORTI**

Mappa complessiva dell'offerta di trasporto pubblico nella Città Metropolitana di Cagliari [16A]



#### 4.2.2.2 Sharing Mobility: PlayMoove

L'offerta del trasporto pubblico cagliaritano si completa con i servizi di mobilità condivisa. L'ente privato che si occupa della gestione dell'intera rete di *sharing mobility* del capoluogo sardo è *Playcar*, avviata sul territorio dal 2014 come servizio di *carsharing station-based round-trip*, con parcheggi riservati dislocati nel territorio della Città Metropolitana (fig. 4.2.10).

L'azienda offre servizi di noleggio e condivisione di auto e van nelle città di Cagliari, Quartu Sant'Elena e Livorno, e negli anni si è sviluppata per introdurre ulteriori sistemi di condivisione a flusso libero, disponendo di tariffe al minuto, orarie o giornaliere.

In principio, il sistema gestionale della flotta è stato affidato ad un ente esterno, il quale, tuttavia, ha smesso di operare dopo soli due anni dalla collaborazione con il servizio di *sharing* cagliaritano. Nel 2016, data la mancanza di piattaforme in grado di gestire entrambi i sistemi di condivisione (i.e. *station-based* e *free floating*), il CEO Fabio Mereu decise di avviare un progetto di sviluppo interno; nasce così la software house *PlayMoove*



*PlayMoove è nata, inizialmente, per gestire i servizi su Cagliari, utilizzata come laboratorio di sperimentazione della piattaforma per i primi tre anni. Poi, dal terzo anno, abbiamo iniziato a commercializzarla in white table ad altri operatori in tutto il mondo.*

*(Benedetta Sanjust di Teulada, 2024)*

Come cita il Direttore Generale di *PlayCar*, Benedetta Sanjust di Teulada, *PlayMoove* non ha limitato il suo sviluppo alla sola Città di Cagliari; con la gestione di altri providers, quali Corrente in Emilia Romagna – servizio di *car sharing* elettrico più grande d'Italia – o *Electricity* a Milano, la piattaforma sta progredendo verso un'espansione territoriale e la formazione di una rete più ampia al di fuori del territorio sardo.

Nella Città Metropolitana di Cagliari, il servizio si presenta come una piattaforma multiveicolo, con l'adozione di au-

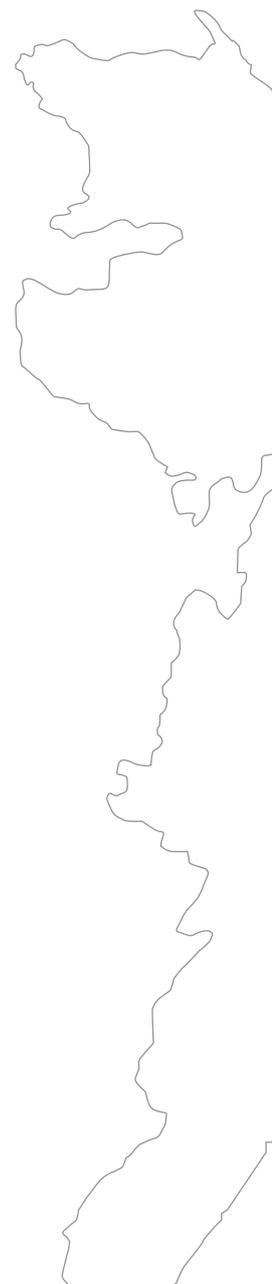
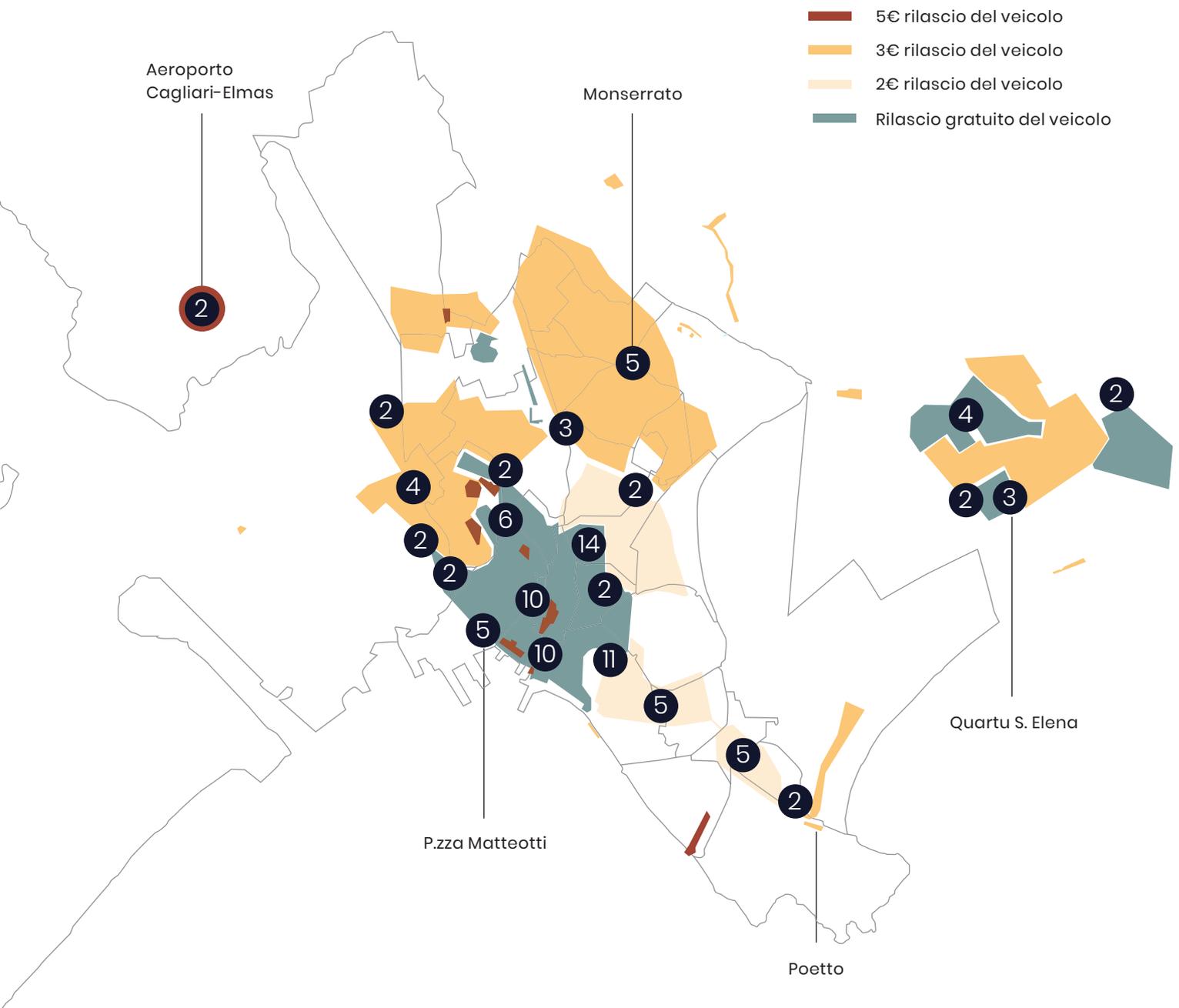


fig. 4.2.10

**DISTRIBUZIONE DEL SERVIZIO**

Diffusione nel territorio del servizio PlayCar [17A]

tovetture (attualmente circa 120 e di differenti tipologie, e.g. Volkswagen Up, Tesla, Smart fortwo, Smart forfour, Skoda, Opel Corsa, Kia, etc.), monopattini, biciclette e barche all'interno di un ecosistema integrato, che non soddisfa solo il trasporto di persone. Il servizio, infatti, supporta processi relativi all'ultimo miglio del trasporto merci, gestendo il ritiro e la consegna di pacchi tramite *locker* diffusi nella città.



## 4.3 Approccio sistemico per il territorio

### 4.3.1 Variabili del territorio: criticità ed esigenze

L'insieme dell'offerta di trasporto urbano messa a disposizione dalla Città di Cagliari, nonostante sembri fornire numerose valide alternative per lo spostamento nell'*hinterland* e all'interno dell'Area Metropolitana, possiede numerose criticità; una fra tutte, il fatto di non agire come un sistema coeso e uniforme.

A seguito dello svolgimento di un'analisi approfondita dei dati relativi all'urbanistica (cap. 4.1) e alla mobilità della popolazione cagliaritano (cap. 4.2), è stato, infatti, possibile identificare e classificare alcuni elementi chiave in grado di fornire una valutazione oggettiva riguardo lo stato attuale dei flussi di spostamento, con l'obiettivo di porre le basi per una riflessione critica riguardo le effettive esigenze – espresse o latenti – riscontrabili nel territorio.

Questi fattori sono stati utilizzati per sviluppare delle variabili guida, formulate appositamente in maniera generica perché concepite in un'ottica scalabile, capaci di fornire una valutazione mirata di un determinato territorio sulla base di dati oggettivi disponibili alla consultazione pubblica.

Le variabili identificate sono le seguenti:



## Auto

**DENSITÀ DI AUTOVETTURE**

Per comprendere il livello di congestionamento del territorio e di classificarlo sul panorama nazionale e internazionale.

**PARCHEGGI IN CITTÀ**

Per verificare la disponibilità sul territorio degli stalli rispetto al numero di veicoli.

## Comportamenti

**ABITUDINI E COMPORAMENTI**

Per identificare le abitudini di spostamento dei cittadini sul territorio.

**STAGIONALITÀ DEI FLUSSI**

Per classificare la variabilità dei flussi di persone nel tempo.

**FLUSSI DI SPOSTAMENTO**

Per avere una visione dei flussi di persone in movimento nel territorio, che possono influenzare il congestionamento stradale.

## Trasporto pubblico

**IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE**

Per verificare la disponibilità del servizio pubblico urbano e la collaborazione tra gli enti di gestione delle diverse linee.

**LA SHARING MOBILITY**

Per valutare lo stato di adozione dei servizi di mobilità condivisa.

**ACCESSIBILITÀ DEI SERVIZI**

Per conoscere il livello di inclusione previsto dai servizio di mobilità urbana.

I fattori possono essere associati alla ricerca dei seguenti dati:



### DENSITÀ DI AUTOVETTURE

- Numero di auto ogni mille abitanti
- Numero di auto ogni km<sup>2</sup>



### PARCHEGGI IN CITTÀ

- Numero di parcheggi in relazione alle auto circolanti



### ABITUDINI E COMPORAMENTI

- Uso dell'auto privata rispetto alle alternative più sostenibili
- Percentuali di auto elettriche



### STAGIONALITÀ DEI FLUSSI

- Variazione stagionale della popolazione



### FLUSSI DI SPOSTAMENTO

- Flussi di spostamenti endogeni e esogeni al territorio



### IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

- Gestori del TPL
- Copertura territoriale e oraria dei servizi TPL



### LA SHARING MOBILITY

- Tipologie di servizi disponibili
- Diffusione dei servizi nel territorio



### ACCESSIBILITÀ DEI SERVIZI

- Accessibilità e agevolazioni ai servizi TPL per categorie svantaggiate

Nello specifico caso della **Città Metropolitana di Cagliari**, i dati identificati e riportati nei capitoli precedenti (cap. 4.3.1 e 4.3.2) possono rientrare all'interno della matrice nel modo che segue:



### DENSITÀ DI AUTOVETTURE

- 692 auto/1.000 abitanti
- 1.191 auto/km<sup>2</sup>



### PARCHEGGI IN CITTÀ

- 9.500 parcheggi totali (il 4% delle auto in circolazione)



### ABITUDINI E COMPORAMENTI

- 77% auto privata (12% TPL, 10% piedi, 1% bici)
- 0,06% auto elettriche (su 101.928 auto totali)



### STAGIONALITÀ DEI FLUSSI

- In alta stagione, popolazione raddoppia (afflusso medio mensile tra maggio e ottobre di 150.000 turisti)



### FLUSSI DI SPOSTAMENTO

- 63% auto in Cagliari/gg dall'*hinterland* (170.000 su 270.000 totali)



### IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

- Gestori di TPL in concorrenza e sovrapposizione (CTM, ARST, etc.)
- Servizi TPL concentrati su Cagliari e non sui comuni limitrofi
- Linea ferroviaria difficilmente accessibili da alcuni comuni (Uta)



### LA SHARING MOBILITY

- Solo servizi *vehicle sharing* (*car sharing* e micromobilità di *Playcar*)
- Diffusione solo in zone convenzionate, non in tutto il territorio metropolitano



### ACCESSIBILITÀ DEI SERVIZI

- Accessibilità e agevolazioni ai servizi TPL per categorie svantaggiate

Sulla base di queste informazioni oggettive riscontrate in fase di ricerca, specifiche per il contesto territoriale preso in analisi, e in seguito ai confronti - consultabili in appendice - con il Direttore dello Sviluppo Strategico della SOGAER (Mario Orrù) e il Direttore Generale del servizio di *sharing mobility* Playcar (Benedetta Sanjust di Teulada), è stato possibile convertire i dati in criticità, per poi conseguentemente identificare le esigenze scalabili sulla vasta area presa in esame.

Nello specifico, le criticità sono riassumibili come segue:

- 1 EGEMONIA DELL'AUTO PRIVATA**

Come si evince dai dati statistici, nella Città Metropolitana di Cagliari è chiara una predominanza, negli anni sempre più accentuata, nell'utilizzo dell'auto privata per gli spostamenti quotidiani, fenomeno che nel corso del tempo ha portato a radicati standard abitudinari della società, difficilmente scardinabili.
- 2 IMPATTO AMBIENTALE ED EMISSIONI**

Una chiara conseguenza dell'egemonia dell'auto è l'impatto ambientale delle emissioni da questa provocate, evidenziate da una predominanza di veicoli in circolazione a motore termico rispetto alle alternative più sostenibili.
- 3 CONGESTIONE STRADALE**

Un'altra ripercussione dell'egemonia dell'auto, alimentata dal rapporto veicoli-abitanti e dalla disponibilità di stalli nei quali stazionare, è il congestionamento delle strade e dei parcheggi, che, insieme alla crescita delle immatricolazioni, pone la base a un circolo vizioso critico e complesso da gestire.
- 4 POCHE ALTERNATIVE DI SHARING MOBILITY**

Nel contesto territoriale cagliaritano, l'offerta delle tipologie di *sharing mobility* è fortemente polarizzata verso la condivisione dei veicoli (i.e. *car sharing* e micromobilità), mostrando come unica alternativa il servizio di taxi, fenomeno che contribuisce al congestionamento stradale.
- 5 MANCANZA DI UNA MULTIMODALITÀ OTTIMALE**

La rete di mobilità pubblica ha permesso agli abitanti di sviluppare un utilizzo multi-modale delle linee per raggiungere le destinazioni; questo fatto, tuttavia, non è del tutto ottimizzato per via delle forti sovrapposizioni che intercorrono tra i diversi enti gestori, i quali non agiscono in ottica collaborativa ma concorrenziale.
- 6 NON UNIFORMITÀ DEI SERVIZI SUL TERRITORIO**

L'offerta dei servizi CTM non soddisfa la richiesta dei comuni appartenenti alla Città in maniera uniforme, garantendo l'accesso al polo cittadino solo a otto dei sedici totali e con orari di servizio non continui. La mancanza di copertura h24 comporta l'utilizzo dell'auto privata.

Successivamente, le criticità ricavate dai differenti aspetti riguardanti la mobilità urbana (i.e. le variabili guida della matrice) sono state clusterizzate in esigenze più generali, con lo scopo di fornire obiettivi più generali da scalare su tutti gli aspetti della mobilità territoriale.

Nello specifico, le esigenze identificate sono:

### CAMBIO DI PARADIGMA

Adottare alternative di *ride sharing*

Aumentare le alternative a zero emissioni

Ridurre l'utilizzo dell'automobile

Sviluppare una rete più integrata dei servizi di mobilità

Sviluppare un sistema di mobilità urbana uniforme

### 4.3.2 Variabili di ToMove: opportunità

La collaborazione con la start-up torinese *ToMove* ha permesso di esplorare, attraverso una lente diversa, nuove possibilità per attuare un cambiamento tangibile nella mobilità urbana. Un progetto nato con l'obiettivo di sovvertire il paradigma dell'auto privata, il fulcro da cui si scaturiscono le maggiori criticità in termini di sostenibilità ambientale – per le emissioni che provoca – economica – per i costi di mantenimento – e sociale – per il danno che genera nella salute umana – comuni a tutti i poli urbani (cap. 1).

Il sistema *ToMove*, che combina il TOC, micro-car a guida autonoma, (cap. 3.2.2) a un servizio *driverless on demand*, è stato ideato e progettato seguendo i principi di innovazione tecnologica, condivisione e inclusione, connessi solidamente a un nucleo essenziale: la creazione di una rete.

Il tema della rete, infatti, è di fondamentale importanza per raggiungere la vision della start-up. Per progettare “*un'ecosistema di mobilità capace di adattarsi alle esigenze delle Smart Cities*” (Andrea Strippoli, 2024), *ToMove* non ha intenzione di inserirsi nel panorama attuale come servizio aggiuntivo, quanto più come alternativa da adottare per rafforzare un sistema già esistente, con lo scopo di renderlo più solido e integrato.

*ToMove*, dunque, si introdurrebbe all'interno del panorama territoriale come un servizio di *ride hailing* innovativo, in quanto non condotto da un operatore dipendente, ma da un sistema di guida del tutto autonomo, monitorato continuamente da una sala di controllo.

Per il contesto territoriale preso in esame, il servizio di *ToMove* rappresenta una solida opportunità di progresso, in quanto strumento utile alla progettazione di soluzioni pensate ad hoc sulla base delle esigenze precedentemente riscontrate. Nel paragrafo che segue sarà fornita una visione completa e schematica di quanto proposto, con l'obiettivo di creare connessioni fra le variabili del territorio (i.e. criticità ed esigenze) e quelle del servizio di *ToMove* (i.e. opportunità) per delineare conseguentemente le soluzioni adatte al territorio della Città Metropolitana di Cagliari e i benefici a lungo termine che ne derivano.



**TOMOVE**

Veicolo  
**100% elettrico** **A**

Veicolo L7e  
**(micro-car)** **B**

Servizio  
ride hailing  
**door-to-door** **C**

Guida  
**autonoma** **D**

Inserimento  
in **ecosistemi**  
esistenti sul  
territorio **E**

### 4.3.3 Le variabili a confronto: soluzioni e benefici

L'interconnessione delle variabili territoriali con quelle del servizio *ToMove* ha portato al delineamento delle seguenti soluzioni proposte e dei relativi benefici associati:

#### SOSTITUIRE GLI STANDARD DEI VEICOLI PREDOMINANTI CON SOLUZIONI PIÙ SOSTENIBILI

- Ⓐ Attraverso l'introduzione di un servizio basato su un veicolo 100% elettrico, si può contrastare l'attuale predominio dei veicoli a motore termico, proponendo una soluzione più *green* e a emissioni zero.
- Ⓑ La progettazione di un servizio di mobilità basato su veicoli di dimensioni ridotte (L7e) comporta una gestione degli spazi più ottimizzata, riducendo la congestione stradale attualmente presente.
- Ⓒ Il sistema *ride hailing door-to-door* sfrutta l'ottimizzazione del percorso pianificata dall'intelligenza artificiale, riducendo i consumi di energia e i tempi di attesa.
- Ⓓ L'introduzione di un veicolo a guida autonoma nella rete di mobilità, basato sull'azione di un'intelligenza artificiale, porta alla riduzione dei costi di servizio e a un incremento nella sicurezza delle strade.

#### SOSTITUIRE LA MOBILITÀ PRIVATA CON ALTERNATIVE CHE NE MANTENGONO I COMFORT

- Ⓑ La sostituzione dell'attuale paradigma dell'auto privata richiede la ricerca di un'alternativa-compromesso: introducendo una micro-car, si mantengono gli stessi standard di privacy dell'auto privata, garantendo tuttavia maggiore agilità e compattezza.

Aggiungendo al sistema le nuove tecnologie di guida autonoma, si permette l'introduzione di un servizio funzionante in maniera continua, che garantisce i massimi comfort e sicurezza a bordo, riducendo i costi di viaggio (data la mancanza di un autista fisico) e fornendo una nuova esperienza di viaggio, non più attiva ma da passeggero.

C

L'associazione del TOC a guida autonoma con un servizio di *ride hailing door-to-door* permette l'ottimizzazione dei percorsi in base alla domanda, riducendo, di conseguenza, i tempi di attesa e riducendo la necessità di predisporre delle aree di parcheggio per lo stazionamento dei veicoli.

D

#### NON FAVORIRE LA CONCORRENZA, MA LA COLLABORAZIONE TRA SERVIZI PER GARANTIRE MULTIMODALITÀ NEGLI SPOSTAMENTI

Essendo il *ride hailing* una soluzione di mobilità condivisa non ancora adottata nella Città Metropolitana di Cagliari, il servizio *ToMove* può coprire le lacune dell'attuale offerta in ottica multimodale, garantire percorsi ottimizzati in base alla disponibilità delle altre alternative di viaggio e alla richiesta, garantendo un servizio flessibile e *on demand*.

C

L'inserimento all'interno dell'ecosistema *PlayMoove* permette un'integrazione più rapida del servizio nella rete del territorio, agevolata, inoltre, dalla possibilità di generare accordi con altri enti privati della zona (e.g. SOGAER, ente di gestione dell'aeroporto di Cagliari-Elmas, condivide con *PlayMoove* lo stesso amministratore delegato, Fabio Mereu)

E

## COPRIRE LA DOMANDA DI PIÙ UTENTI POSSIBILI CON UN SERVIZIO OTTIMIZZATO E INCLUSIVO

- B** L'introduzione di un veicolo di ridotte dimensioni nella flotta riduce il congestionamento stradale, ottimizzando gli spazi urbani e riducendo significativamente il congestionamento stradale.
- C** Il nuovo paradigma di guida autonoma permette l'implementazione di un servizio il cui solo limite è l'età d'utilizzo (>18 anni), garantendo un'inclusività per categorie svantaggiate o utenti sprovvisti di patente e una copertura teorica nel territorio fino a 24 ore.
- D** La strategia della pianificazione *door-to-door* per il servizio di *ride hailing* permette un'ottimizzazione dei percorsi, garantendo grande flessibilità e una riduzione dei consumi delle batterie del veicolo.

In sintesi, le soluzioni proposte per apportare un cambiamento diretto nella rete di mobilità di Cagliari agiscono su quattro elementi chiave:



**SOSTITUIRE LE ABITUDINI**

**MANTENERE I COMFORT**

**FAVORIRE LA MULTIMODALITÀ**

**CREARE UN SISTEMA OTTIMIZZATO E INCLUSIVO**

### Linee guida

### Contesto

### Criticità

1 auto

2

692 auto/1.000 abitanti  
1.191 auto/km<sup>2</sup>

9.500 parcheggi totali  
(il 4% delle auto in circolazione)

3 comportamenti

4

5

77% auto privata  
(12% TPL, 10% piedi, 1% bici)

0,06% auto elettriche  
(su 101.928 auto totali)

In alta stagione, popolazione raddoppia  
(afflusso medio mensile di 150.000 turisti)

63% auto in Cagliari/gg dall'hinterland  
(170.000 su 270.000 totali)

6 trasporto pubblico

7

8

Gestori di TPL in concorrenza e sovrapposizione  
(CTM, ARST)

Servizi TPL concentrati sul Comune di Cagliari

Linea ferroviaria difficilmente accessibile da alcuni comuni (Uta)

Solo servizi vehicle sharing (Playcar)

Disuniformità delle fasce orarie e linee TPL nelle aree della Città Metropolitana

Egemonia dell'auto privata

Impatto ambientale ed emissioni

Congestione stradale

Poche alternative di sharing mobility

Mancanza di un sistema multimodale ottimale

Non-uniformità sul territorio dei servizi di mobilità

## Esigenze

## Soluzioni

### CAMBIO DI PARADIGMA

Avere alternative di ride sharing

Aumentare le alternative a zero emissioni

Ridurre l'utilizzo dell'automobile

Sviluppare una rete più integrata dei servizi di mobilità

Sviluppare un sistema di mobilità urbana uniforme

Sostituire gli standard dei veicoli predominanti con soluzioni più sostenibili

- benefici
- Ⓐ sostenibilità ambientale: meno emissioni
  - Ⓑ sostenibilità sociale: meno congestione
  - Ⓓ sostenibilità sociale: maggiore sicurezza
  - Ⓒ sostenibilità economica: servizio più competitivo

Sostituire la mobilità privata con alternative che ne mantengono i comfort

- benefici
- Ⓑ agilità di una micro-car con la privacy di un'auto
  - Ⓒ
    - ottimizzazione dei percorsi
    - privacy del veicolo privato
    - decongestionamento dei parcheggi
  - Ⓓ
    - servizio h24
    - sicurezza alla guida
    - riduzione dei costi
    - nuova esperienza di viaggio (working-space)

Non favorire la concorrenza, ma la collaborazione tra servizi per garantire multimodalità negli spostamenti

- benefici
- Ⓒ
    - soluzione non ancora adottata in Città
    - copertura in ottica multimodale
    - garanzia di percorsi ottimizzati
    - servizio flessibile
  - Ⓔ
    - integrazione rapida nella rete del territorio
    - servizio che si integra con l'offerta attuale
    - possibilità di accordi (SOGAER x PlayMoove)

Coprire la domanda di più utenti possibili con un servizio ottimizzato e inclusivo

- benefici
- Ⓑ veicolo di ridotte dimensioni
  - Ⓒ servizio flessibile e ottimizzato per consumare meno batteria e coprire più efficacemente la domanda
  - Ⓓ
    - no limiti di competenze di guida (età >18 anni)
    - inclusività per persone con disabilità
    - disponibilità h24



TOMOVE

Ⓐ Veicolo 100% elettrico

Ⓑ Veicolo L7e (micro-car)

Ⓒ Servizio ride hailing door-to-door

Ⓓ Guida autonoma

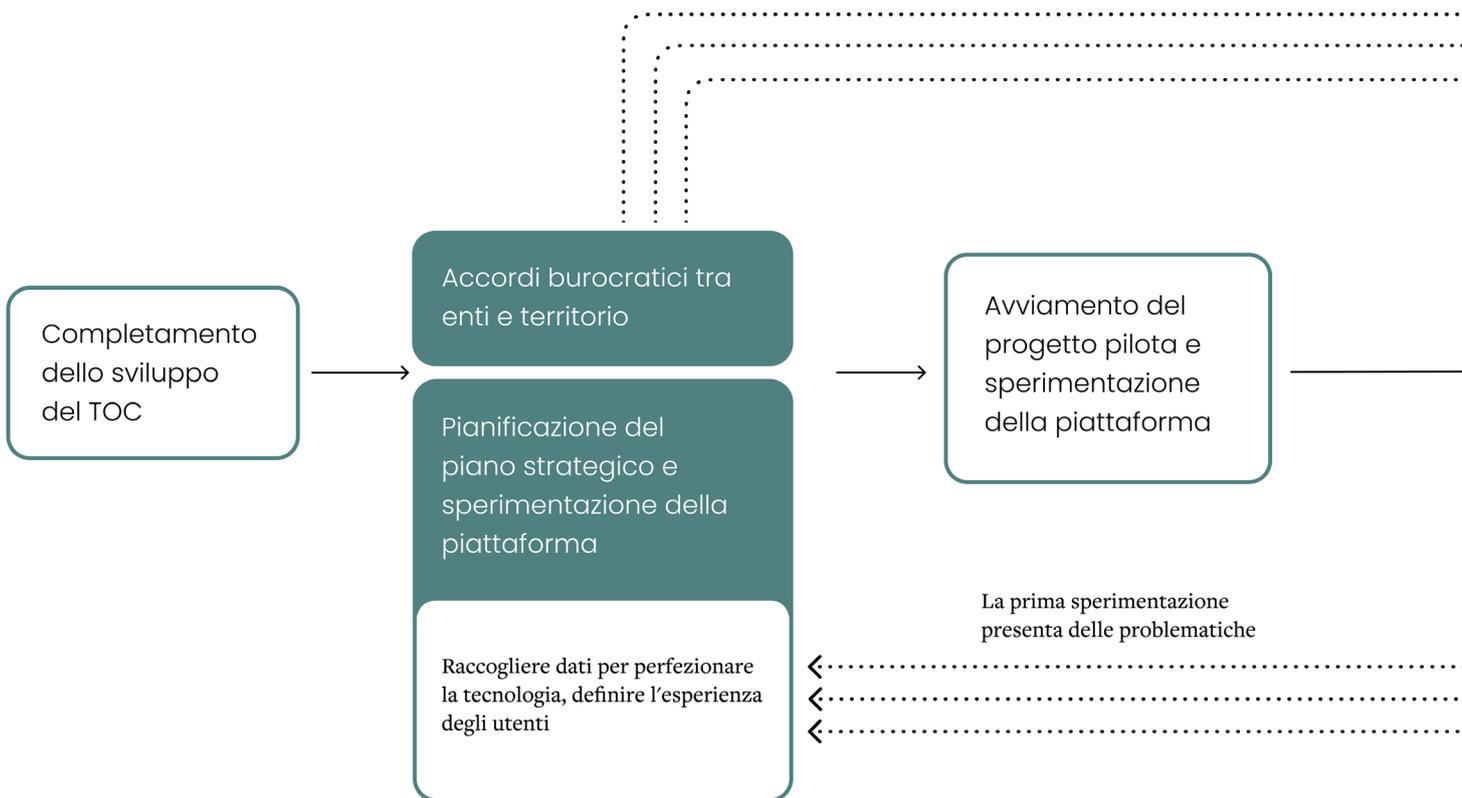
Ⓔ Inserimento in ecosistemi esistenti sul territorio

### 4.3.4 Roadmap

Per poter integrare correttamente il sistema *ToMove* all'interno della rete di trasporti esistente sul territorio cagliaritano, apportandovi i benefici di cui sopra (cap. 4.3.3), è stata elaborata una *roadmap* comprendente le fasi del progetto previste nei prossimi mesi.

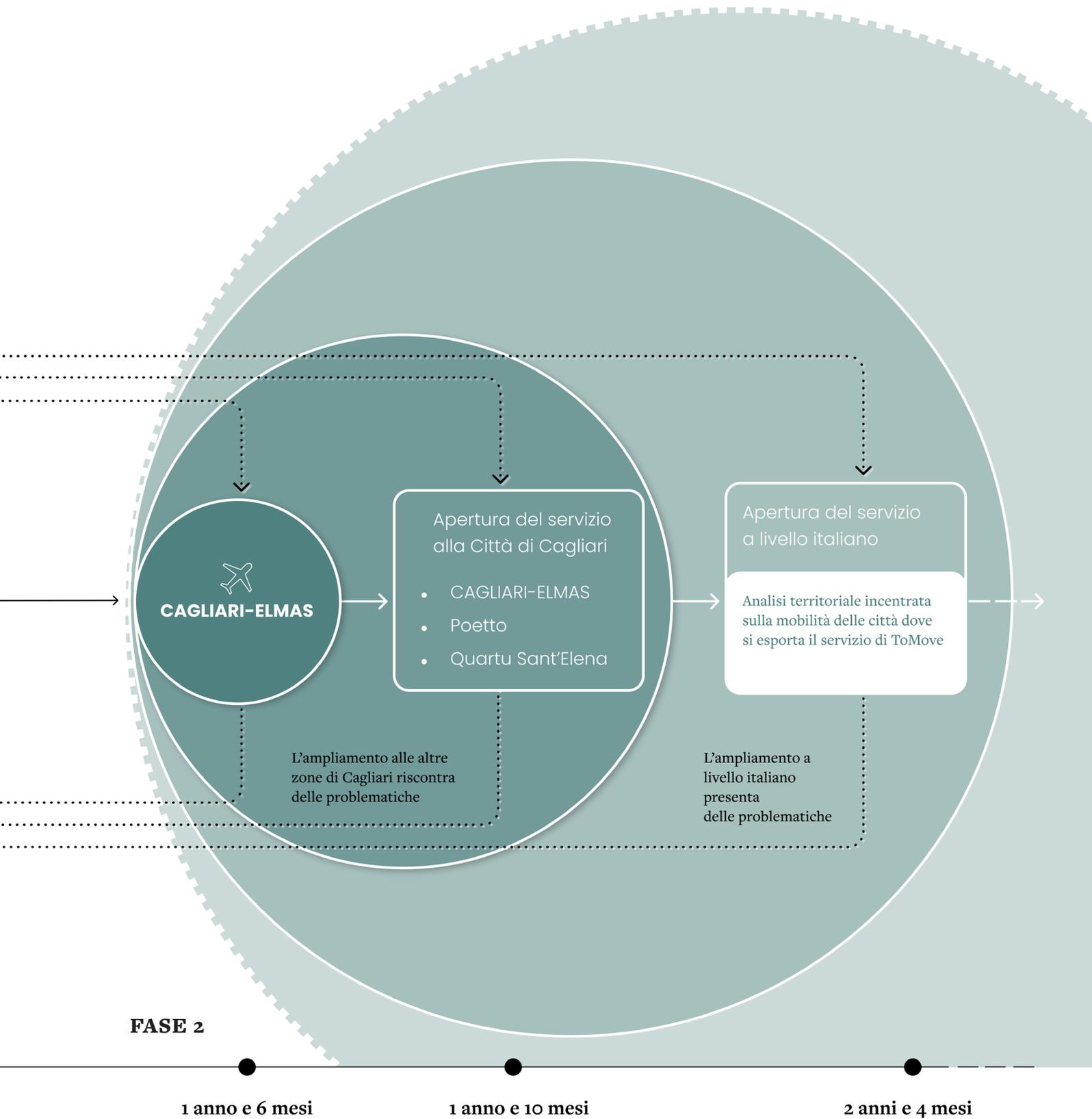
Il percorso si divide in due macro-fasi:

- Analisi e progettazione:**  
 elaborazione completa del TOC, insieme all'analisi territoriale per la progettazione del servizio ad esso associato;
- Sperimentazione:**  
 applicazione diretta del veicolo in contesti circoscritti, in ottica retroattiva. Lo scopo finale è la scalabilità del servizio in territori sempre più ampi.



#### FASE 1





#### 4.3.4.1 Analisi dell'utenza

Per proporre diversi scenari di previsione riguardo il potenziale livello di adozione del servizio proposto dalla startup *ToMove*, è necessario effettuare delle valutazioni che vanno ad indagare le abitudini delle persone, le loro principali caratteristiche comportamentali e le possibilità che può ad essi offrire il servizio.

A fronte dell'analisi sulla popolazione di Cagliari, risulta determinante l'**età media** del capoluogo sardo, un dato relativamente elevato. Questo fattore comporta un conseguente numero ridotto di giovani, i quali, secondo quanto riportano le statistiche, risultano essere gli utenti più propensi all'adozione di una tecnologia come quella offerta dal TOC di *ToMove*.

Come già visto in fig 3.1.8 (cap. 3), esistono diversi aspetti che possono favorire – e limitare – l'aspettativa di utilizzo di questo servizio; uno fra questi, proprio l'età.

Nei fattori socio-demografici, insieme alla questione generazionale, risultano influenti:

- Il **livello di digitalizzazione** e di familiarità con tecnologie che richiedono il supporto di applicazioni o dispositivi digitali.
- L'**abitudine** delle persone a fare determinate azioni che risultano difficili da cambiare o sostituire. Una di queste è l'egemonia dell'auto privata; nella Città di Cagliari si osserva, infatti, un'elevata densità di automobili (692 auto/1.000 abitanti), valore in continua crescita. Risulta conseguenziale che finché le persone utilizzano e comprano l'auto privata, verrà meno la necessità di utilizzare servizi alternativi, come quello di *ToMove*.

Dall'altra parte ci sono due fattori determinanti che invece potrebbero incoraggiare l'adozione di un servizio di mobilità innovativo.

- In primo luogo, l'**assenza** in Cagliari di servizi di *ride hailing* diversi dal Taxi sono un aspetto determinante siccome i

Taxi sono un servizio costoso e non sempre disponibile;

- In aggiunta i **costi** per l'utilizzo di servizi SAV sono poco costosi e quindi più appetibili. Insieme ai costi ridotti si riducono anche i tempi di viaggio, i tempi di attesa ed aumentano l'accessibilità e i comfort.

Cagliari essendo una **meta turistica** che porta ogni anno un'affluenza annuale media di seicento mila visitatori, soprattutto anche da località europee ed extra europee, potrebbe portare turisti stranieri che sono già abituati all'utilizzo di tecnologie come il SAV.

#### 4.3.4.2 L'aeroporto Cagliari-Elmas

##### *Descrizione e storia*

L'aeroporto "Mario Mameli" di Cagliari-Elmas, situato al di sotto dell'omonimo comune cagliaritano, è uno dei principali scali aeronautici della Sardegna – insieme al "Costa Smeralda" di Olbia e a "Riviera del Corallo" di Alghero-Fertilia – situato a pochi chilometri a nord della Città Metropolitana di Cagliari (fig. 4.3.1).

Nata nel 1937 come base militare, l'aerostazione è stata com-

fig. 4-3.1

#### AEROPORTO DI CAGLIARI, OGGI

Ingresso principale dell'aeroporto di Cagliari, 2025 [1B]



pletamente rinnovata verso la fine dello scorso secolo (fig. 4.3.2), per permettere l'arrivo e la partenza di voli di linea per passeggeri. La sua inaugurazione, avvenuta nel 2004 con il Presidente della Repubblica Carlo Azeglio Ciampi, ha dato inizio ad un afflusso sempre più alto di persone verso il capoluogo sardo, raggiungendo nell'anno 2024 il numero record di circa cinque milioni di passeggeri [1A].

Lo scalo è organizzato per collegare la Città di Cagliari con il panorama internazionale attraverso 81 rotte, di cui 33 nazionali e 48 internazionali, con la collaborazione di venti compagnie aeree che collegano la regione sarda con un totale di 19 paesi in tutto il mondo [2A].

La gestione dell'aeroporto di Cagliari è affidata dal 1992 a *SO-GAER S.p.A.*, società che dal 2007 ha ottenuto la concessione quarantennale dello scalo internazionale. La Società di Gestione dell'Aeroporto è molto ampia, e si pone l'obiettivo di realizzare un sistema aeroportuale innovativo, caratterizzato da elevati standard di sicurezza e da servizi di alta qualità con squadre di operai, manutentori, ispettori per i controlli e personale per la sicurezza sulle infrazioni e sugli atteggiamenti criminali [3A].

È stato possibile costruire una mappatura generale dell'a-

fig. 4.3.2

**AEROPORTO DI CAGLIARI, IERI**

Ingresso principale dell'aeroporto di Cagliari, 1958 [2B]



eroporto (fig. 4.3.3) grazie ad un'intervista svolta al Direttore dello Sviluppo Strategico della SOGAER, Mario Orrù, con il quale sono stati discussi temi quali la gestione dei servizi interni e la mobilità negli spazi dedicati ai passeggeri e al personale di servizio.

Trattando il tema dei flussi di accesso all'aeroporto, è emerso come i passeggeri in ingresso abbiano a disposizione nel fronte della stazione numerose zone di parcheggio, nello specifico, in ordine di distanza:

- Un parcheggio "**Fronte Arrivi**" di sosta breve, sul fronte dell'aerostazione, con una capienza di 180 posteggi (35 metri dall'ingresso principale);
- Un parcheggio **multipiano**, conteso tra autonoleggiatori e SOGAER, per una sosta prolungata con capienza totale di 800 posteggi (90 metri dall'ingresso principale);
- Un parcheggio "**Low Cost**" di sosta lunga, gratuito per le prime due ore (124 metri dall'ingresso principale);
- Un parcheggio per il **personale di servizio**, che permette l'accesso all'aerostazione da diversi punti (350 metri dall'ingresso principale);
- Un parcheggio "**Low Cost**" di sosta lunga, a sud dell'aerostazione (500 metri dall'ingresso principale).

Le zone di parcheggio per le auto non sono provviste di servizio di trasporto verso l'ingresso principale, in quanto poste a distanze percorribili agevolmente a piedi; il PRM dell'aeroporto di Cagliari (*Partner Relationship Management*), tuttavia, ha messo a disposizione tre bus per il trasporto disabili – di cui due elettrici e uno a benzina, dotati di pantografo allungabile per l'accesso agevolato nei velivoli – gestiti da handlers terzi, i quali possono esseri prenotati con dovuto anticipo attraverso un servizio a chiamata.

Infine, Mario Orrù sottolinea la presenza di ulteriori zone di sosta, stanziata al di fuori del territorio di competenza della SOGAER. Queste sono gestite da associazioni esterne, le

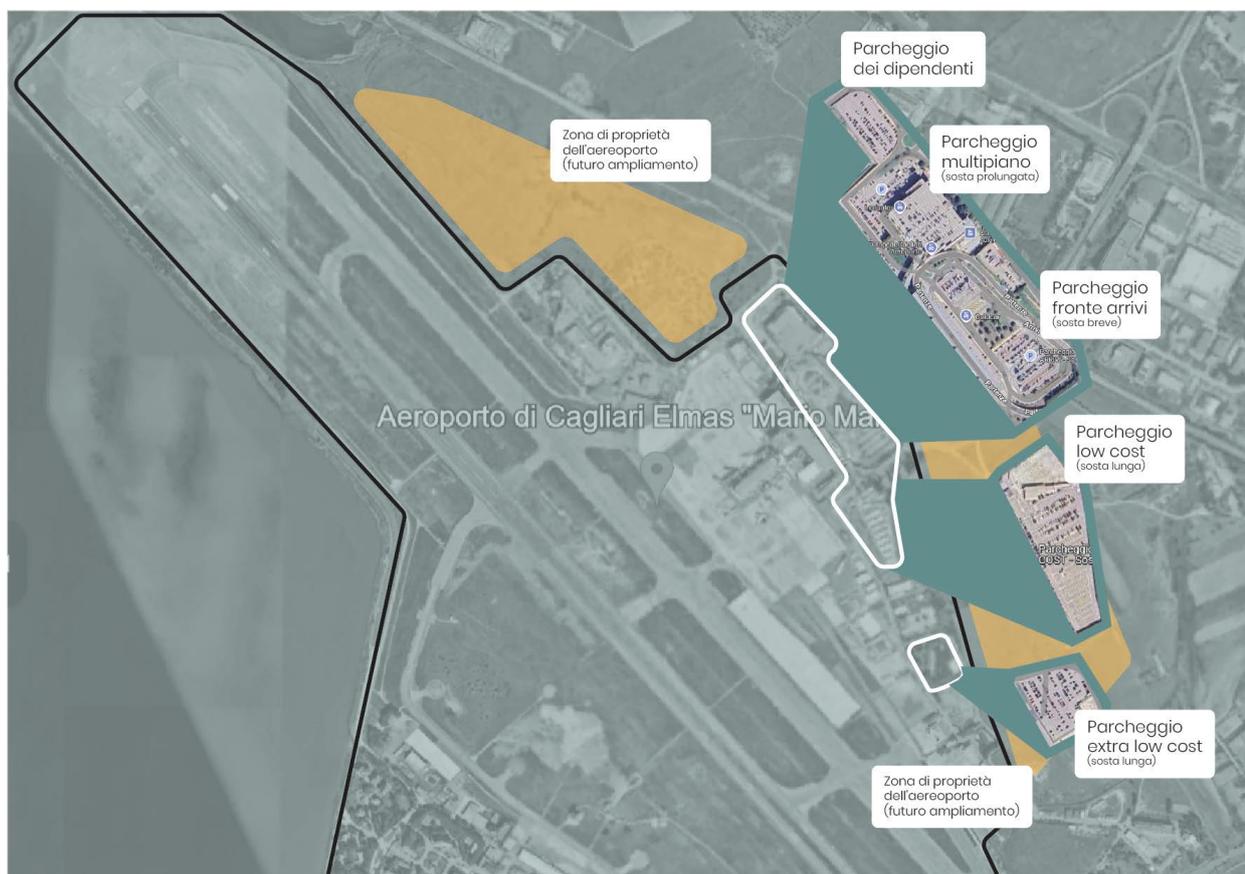


fig. 4.3.3

## MAPPA DEI PARCHEGGI

Distribuzione dei parcheggi nei territori limitrofi all'aeroporto.

quali, non avendo contatti diretti con la gestione aeroportuale, garantiscono il trasporto verso l'aerostazione tramite bus privati.

*Come si raggiunge oggi l'aeroporto?*

L'aeroporto di Cagliari-Elmas, situato a una distanza di soli 7 chilometri da **piazza Matteotti** – hub principale dei mezzi di trasporto pubblico cagliaritari – si può raggiungere valutando quattro possibili alternative:

- 1 Il **treno regionale** in partenza da p.zza Matteotti, il quale in 8 minuti raggiunge la fermata "Elmas-Aeroporto" posta a una distanza di soli 180 metri dall'ingresso, percorribili su pedana mobile;
- 2 L'**auto privata**, attraversando dal centro città l'Asse Mediano di Scorrimento e la Strada Statale 130 (per un totale

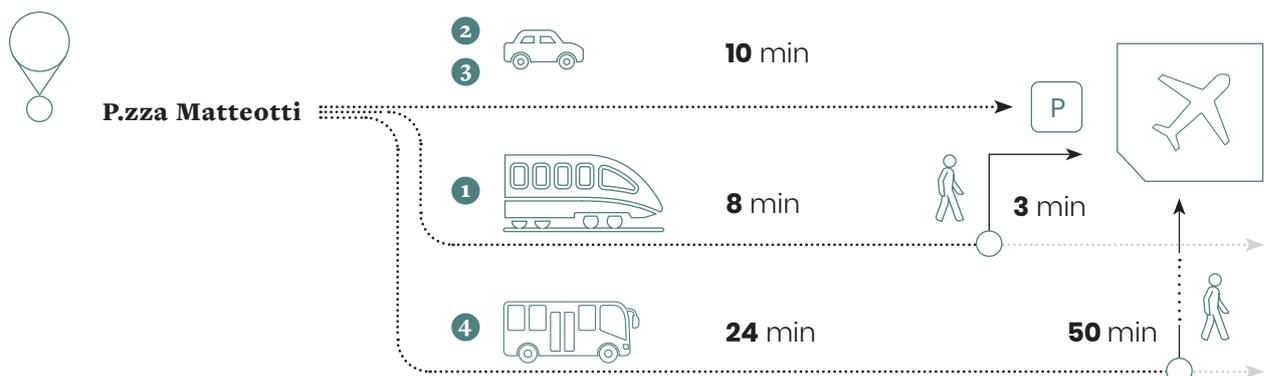
di 11 chilometri di distanza) e rilasciando il veicolo nelle suddette aree di sosta;

- 3 Il servizio di *car sharing* di **PlayCar**, grazie a una recente convenzione stipulata con la **SOGAER**, affitta cinque stalli per fornire veicoli in condivisione con struttura *round-trip* ai passeggeri da e per il centro città.
- 4 La linea **CTM**, nonostante la ridotta distanza dal centro urbano, transita solo in maniera tangenziale all'aerostazione, con la fermata più vicina a una distanza di circa quattro chilometri (50 minuti a piedi, con mancanza di infrastrutture adeguate).

Si tratta di una questione prettamente burocratica e gestionale degli spazi e degli accordi fra gli enti del territorio, che, tuttavia, desta particolare disappunto per i cittadini; a tal proposito è intervenuta Benedetta Sanjust di Teulada, Direttore Generale del servizio di *Playcar*, che, nell'intervista a lei dedicata, ha affermato che:

*Il numero di persone che si sposta quotidianamente con i servizi CTM si aggira intorno all'80%. Per cui, il fatto che non esista una linea diretta per l'aeroporto è un problema sentitissimo. [...] l'azienda di TPL che opera su tutta la città metropolitana non possiede una linea interna all'aeroporto, ma solamente una fermata esterna. È impossibile quindi raggiungere l'aeroporto con i TPL. [...] L'unica alternativa, oltre al treno, rimane l'auto privata*

*(Benedetta Sanjust di Teulada, 2024)*



## CUSTOMER JOURNEY

Benedetta, 28



Benedetta vive a Torino. Ha deciso di trascorrere una settimana di ferie a *Villasimius*, dove la sua famiglia possiede una casa, in quanto sua nonna era originaria del posto.

Terminata la vacanza, deve tornare a Torino con un volo in partenza da Cagliari alle 15:40.

Prima di recarsi in aeroporto, si ricorda di un consiglio ricevuto: visitare lo *stagno di Molentargius*. Consulta, quindi, le opzioni di trasporto per includere questa tappa nel suo tragitto verso l'aeroporto.



## PRESENTE

Servizi di trasporto oggi disponibili in Sardegna.

Partenza  
Arrivo

Villasimius



1h 3m 3h 15m 11h 2h 51m

Villasimius, SU  
Stagno di Molentargius, CA

Linea 101

## FUTURO

Servizi disponibili con l'introduzione di *ToMove*

5:00

6:00

7:00

8:00

9:00

Stagno di Molentargius

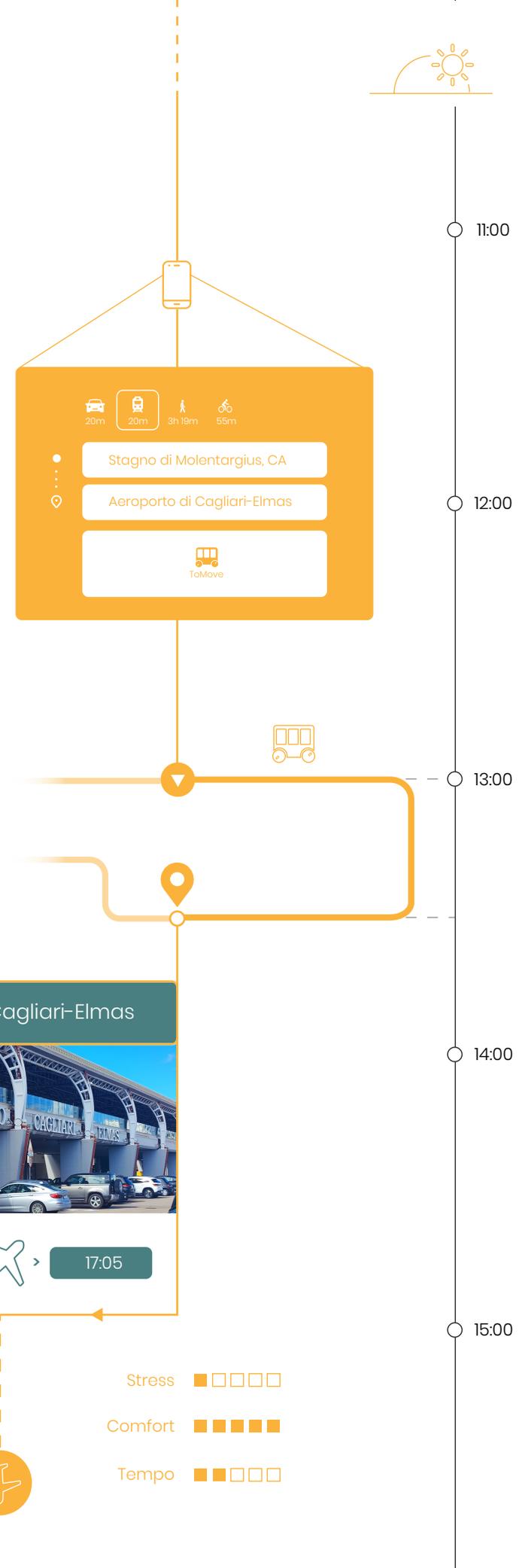
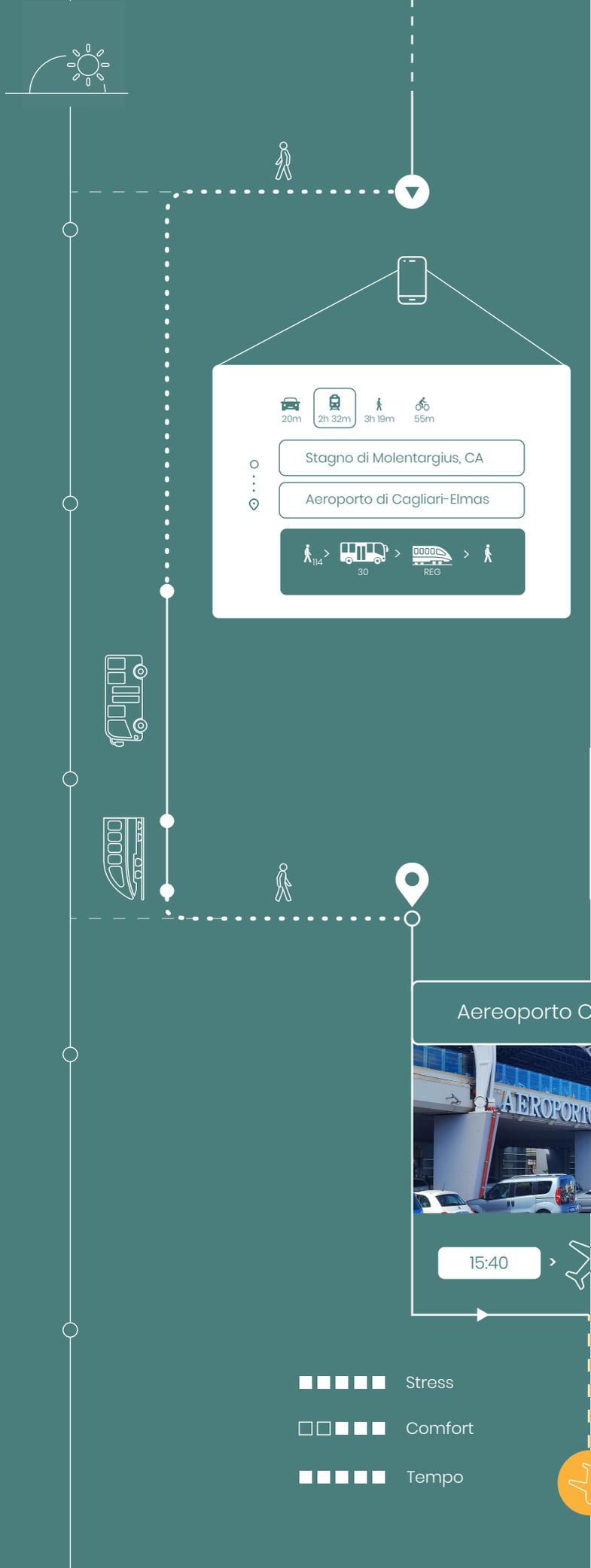


1h 3m 1h 42m 11h 2h 51m

Villasimius, SU  
Stagno di Molentargius, CA

Linea 101 ToMove





**Pianificazione (Villasimius)**

Benedetta apre *Google Maps* e scopre che l'opzione più fattibile prevede di prendere l'**autobus** della linea 101 e poi percorrere a **pie di** 114 minuti per raggiungere lo stagno, poiché non ci sono mezzi pubblici diretti. L'unica alternativa sarebbe un'auto privata. Perplesso e titubante, decide comunque di affrontare il viaggio.

Consultando *Google Maps*, Benedetta scopre di poter prendere l'**autobus** della linea 101 e poi prenotare un'auto del servizio *ToMove (TOC)*, che la porterà direttamente allo stagno. Questo le permette di risparmiare tempo e di evitare il lungo tragitto a piedi.

**Il viaggio verso lo Stagno di Molentargius**

Dopo **tre ore e un quarto** di viaggio, svegliatasi molto presto e camminando per quasi due ore, Benedetta arriva finalmente allo stagno. È già **stanca** e cerca un posto all'ombra per riposarsi.

Grazie al servizio *ToMove*, Benedetta può svegliarsi più tardi e affrontare il viaggio con maggiore tranquillità. Dopo **un'ora e quaranta minuti** arriva a destinazione. Durante il tragitto in TOC, approfitta del tempo per chiamare i suoi genitori e aggiornarli sui suoi spostamenti, **rilassandosi** nel frattempo. Una volta arrivata, vede il veicolo partire subito in un'altra direzione, probabilmente prenotato da un altro utente.

**Visita allo Stagno di Molentargius**

Dopo qualche minuto di riposo, Benedetta controlla come raggiungere l'aeroporto e scopre che dovrà prendere il **bus** della linea 30 e poi il **treno** diretto all'aeroporto. In più, dovrà ripercorrere a **pie di** lo stesso tragitto dell'andata, il che riduce notevolmente il tempo a disposizione per visitare lo stagno. Nonostante il **senso di sconforto**, decide di attenersi al piano.

Dopo essersi riposata, verifica le opzioni per raggiungere l'aeroporto e scopre di poter prenotare nuovamente un **TOC**, che la porterà direttamente a destinazione in soli **20 minuti**. Questo le consente di godersi appieno la visita allo stagno senza fretta.

**Viaggio verso l'Aeroporto di Cagliari-Elmas**

Dopo un'ora e mezza di visita, Benedetta si prepara a partire per l'aeroporto. Due ore di camminata e due cambi di mezzo pubblico mettono a dura prova la sua resistenza, soprattutto perché ha con sé i bagagli della settimana trascorsa in Sardegna. Arriva in aeroporto dopo **due ore e mezza, esausta** e con l'**ansia** costante di non riuscire a prendere il volo in tempo.

Dopo essersi rilassata per quasi quattro ore allo stagno, decide di mettersi in viaggio per l'aeroporto. Prenota un TOC e, dopo pochi minuti di attesa, il veicolo arriva. Durante il tragitto di **venti minuti** riesce a riposarsi, arrivando in aeroporto **puntuale** e **senza stress**, pronta per il volo di ritorno.

# CONCLUSIONI

- 
- 5.1 Risultati del progetto
  - 5.2 Scalabilità sul territorio

## 5.1 Risultati del progetto

L'analisi dei dati e delle esigenze relative al territorio cagliaritano (cap. 4.3.1), parallelamente alla loro interconnessione con i valori chiave apportati dal servizio di *ToMove* (cap. 4.3.2), ha permesso il delineamento di una potenziale soluzione alla mobilità locale in termini di efficienza e ottimizzazione degli spazi.

L'integrazione di un sistema flessibile, versatile ed efficiente, all'interno di un reticolo di trasporti rigido e circoscritto, si è dimostrato essere in grado di garantire una nuova esperienza di spostamento per i cittadini locali, apportando soluzioni tangibili al congestionamento stradale, alla copertura territoriale e alla sicurezza (cap. 4.3.3).

Una soluzione che, in aggiunta, si adatta in maniera congrua con le iniziative progressiste sviluppate per il territorio – quali il progetto *Pollicino*, per il rafforzamento della mobilità dolce, o il *Piano Urbano per la Mobilità Sostenibile* (i.e. P.U.M.S.), descritti in cap. 4.2.1 – con lo scopo di evolvere la Città Metropolitana di Cagliari in un esempio di *Smart City* italiano (cap. 1.1.1).

Tra le diverse alternative al paradigma dell'auto privata, proposte dagli approcci innovativi della *sharing mobility* (cap. 1.2.2), il sistema *ride hailing door-to-door* di *ToMove* si è dimostrato essere quello più adatto all'applicazione sul territorio sardo; la sua struttura di funzionamento, infatti, aggiunge ai benefici insiti nella tipologia di servizio condiviso (i.e. competitività economica e riduzione dell'uso di parcheggi, cap. 1.2.3), altre peculiarità potenzialmente in grado di contrastare le problematiche note di tale architettura di servizio condiviso.

fig. 5.1.1

### BENEFICI E CRITICITÀ

Estratto dell'analisi svolta a pag. 55, riguardo i benefici e le criticità dei diversi servizi di mobilità condivisa

#### RIDE SHARING

##### RIDE HAILING

##### VANTAGGI E BENEFICI

- Alternativa più economica del servizio di taxi nazionale
- Suddivisione della spesa tra più utenti
- Riduzione del congestionamento dei parcheggi

##### SVANTAGGI E CRITICITÀ

- 1 Favorisce il congestionamento stradale
- 2 Tempi di viaggio in città uguali all'auto privata
- 3 Inquinamento pari all'auto privata, data la maggioranza di veicoli a motore termico
- 4 Costi di servizio per l'operatore alla guida

## 1 **Riduce** **Favorisce il congestionamento stradale**

L'introduzione nell'infrastruttura di mobilità attualmente disponibile in Cagliari di una microcar, quale il TOC, può ridurre notevolmente gli spazi occupati sulle strade; se a questa si associa un servizio di mobilità *door-to-door*, in grado di ottimizzare le corse in base alla domanda, il numero di veicoli su strada si ridurrebbe in maniera considerevole, perché si ridurrebbe la necessità dell'uso dell'auto privata.

## 2 **inferiori** **Tempi di viaggio in città uguali all'auto privata**

Conseguenza positiva del decongestionamento stradale sarebbe, a catena, la tempistica media degli spostamenti da un luogo ad un altro. Un sistema *door-to-door*, associato a veicoli di dimensioni ridotte in grado, normativamente parlando, di viaggiare su infrastrutture con limiti di circolazione per le auto (e.g. litorale del Poetto), apporterebbe una distribuzione più omogenea dei flussi di movimento, riducendo le tempistiche di viaggio e garantendo una multimodalità dei trasporti più ottimale.

## 3 **inferiore** **Inquinamento pari all'auto privata**

L'architettura con la quale è stato progettato il veicolo permette una totale riduzione delle emissioni di gas inquinanti, in quanto è alimentato a energia elettrica. Allo stesso tempo, la riduzione dei tempi di trasporto e l'ottimizzazione delle corse nel sistema *door-to-door* garantisce un'ulteriore riduzione dei consumi, avvalorando maggiormente la sostenibilità del servizio.

## 4 **la gestione della flotta** **Costi di servizio per l'operatore alla guida**

All'adozione di un sistema innovativo, che associa al servizio di mobilità condivisa l'architettura di guida

autonoma (cap. 3.1.1), consegue una riduzione notevole dei costi di servizio per i passeggeri, in quanto vi è un'assenza completa di conducente. Si tratta, dunque, di una soluzione competitiva rispetto agli attuali standard di *ride hailing* esistenti sul territorio (i.e. taxi).

Questi benefici appartengono a un approccio che si propone, come primo obiettivo, di la strutturare un nuovo paradigma di mobilità, capace di rispondere concretamente alle criticità legate all'uso dell'auto privata attraverso l'integrazione di soluzioni multimodali.

Questo modello si allinea con le strategie e la vision promosse dai principali enti di ricerca sulla sostenibilità della mobilità urbana – come la Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile o il Boston Consulting Group (cap. 1.2.2.1) – in quanto non incentiva la privatizzazione del mezzo di trasporto, ma contribuisce alla creazione di una rete dinamica, flessibile ed efficiente dal punto di vista ambientale.

Per realizzare una *Smart City* realmente sostenibile, non è sufficiente introdurre nuovi servizi di trasporto come elementi indipendenti all'interno di un ecosistema urbano già complesso; un approccio frammentato rischierebbe, infatti, di amplificare le inefficienze esistenti anziché risolverle. Al contrario, è **fondamentale sviluppare una rete di mobilità integrata**, capace di offrire agli utenti un sistema di trasporto **flessibile** e **interconnesso**, che permetta di combinare diverse modalità di spostamento in funzione delle specifiche esigenze individuali.

In questa prospettiva, *ToMove* non si configura come un'alternativa isolata ai servizi esistenti, ma come un'iniziativa complementare che arricchisce e potenzia l'attuale ecosistema della mobilità condivisa. Il servizio proposto si inserisce in una logica di integrazione e interoperabilità, contribuendo alla costruzione di un sistema di trasporto urbano più efficiente, accessibile e sostenibile, apponendovi, allo stesso tempo, un valore aggiunto notevole.



INTEGRAZIONE  
FLESSIBILITÀ  
INTERCONNESSIONE

## 5 **Il comfort dell'auto privata**

Nel contesto urbano di Cagliari, l'uso dell'auto privata è profondamente radicato nelle abitudini dei cittadini, rappresentando il principale mezzo di spostamento all'interno della città metropolitana (cap. 4.2.1); questo fattore rende particolarmente complessa l'adozione di soluzioni alternative che non offrano livelli di comodità ad essa comparabili. Inoltre, le attuali criticità del sistema di mobilità pubblica (cap. 4.2.2) costituiscono un ulteriore ostacolo, poiché la copertura disomogenea e la mancanza di comunicazione tra i diversi servizi rendono il passaggio a modalità di trasporto più sostenibili poco attraente per gli utenti, che non sono disposti a compromessi sulla qualità degli spostamenti.

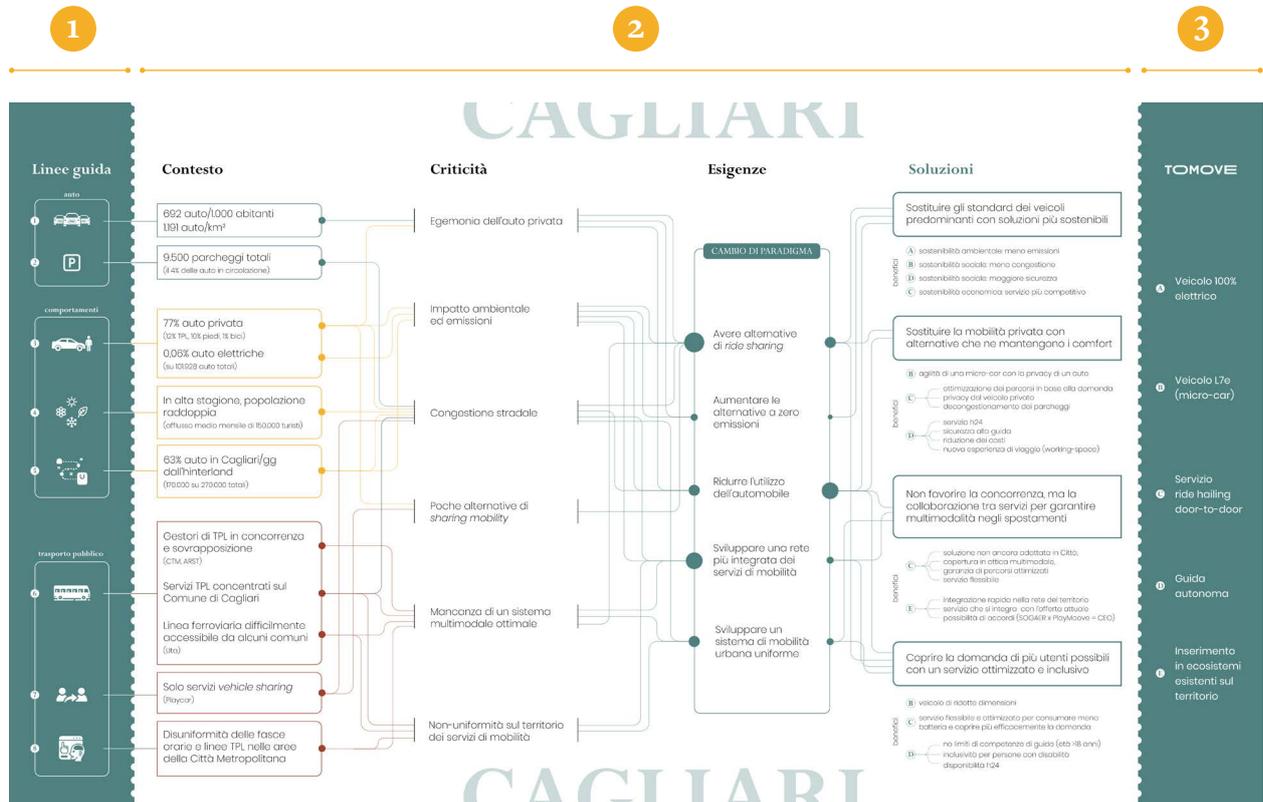
In questo scenario, l'introduzione di un servizio in grado di integrarsi con la rete di trasporto pubblico, colmandone le lacune, e al contempo di offrire un'esperienza di viaggio caratterizzata dagli stessi livelli di comfort, privacy e agilità dell'auto privata, potrebbe rappresentare una soluzione efficace. Un modello di questo tipo, infatti, favorirebbe una transizione graduale verso una mobilità più sostenibile, incentivando l'adozione di alternative meno impattanti senza imporre rinunce significative agli utenti.

## 5.2 Scalabilità del progetto

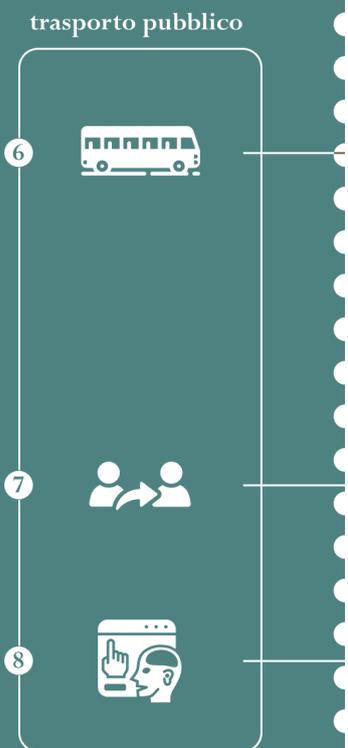
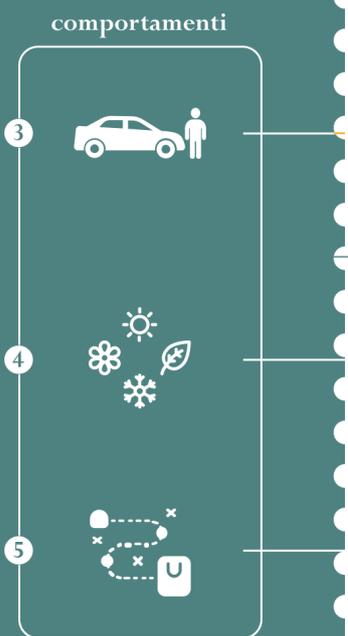
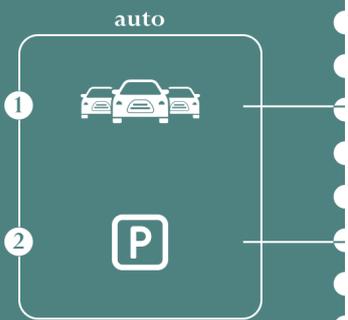
### 5.2.1 La matrice come strumento di crescita

Il sistema *ToMove*, come si evince dal capitolo precedente (cap. 5.1), rappresenta una soluzione ottimale per lo specifico contesto di mobilità cagliaritano, focus della presente tesi. La sua introduzione, studiata in dettaglio per garantirne un posizionamento *ad hoc* nel capoluogo sardo, non determina tuttavia una soluzione ideale a tutti i contesti urbani. Di conseguenza, l'incognita da affrontare come futuro scenario di espansione riguarda l'effettiva efficacia di una possibile scalabilità del progetto in altre città o realtà compatibili.

A tale scopo è stata sviluppata la matrice di analisi (cap. 4.3), uno strumento di indagine modulare per favorire la crescita del progetto proposto dalla startup torinese e la sua integrazione accurata nella rete del territorio. Lo schema sviluppato è composto da tre elementi componibili chiave:



# Linee guida



CONTESTO

CRITICITÀ

ESIGENZE

SOLUZIONI

# TOMOVE

**A** Veicolo 100% elettrico

**B** Veicolo L7e (micro-car)

**C** Servizio ride hailing door-to-door

**D** Guida autonoma

**E** Inserimento in ecosistemi esistenti sul territorio

**1 Le variabili del territorio** (cap. 4.3.1)

in cui sono descritti i valori da ricercare nel contesto urbano in esame, suddivisi in tre macro-ambiti con lo scopo di fornire una base strutturata e standard per l'analisi della mobilità locale.

**2 Il contesto territoriale** (cap. 4.3.3)

Il cuore della matrice, all'interno del quale prendono vita le connessioni tra dati contestuali e variabili chiave, il cui scopo finale è il delineamento di soluzioni affini alla città esaminata.

**3 Le variabili di ToMove** (cap. 4.3.2)

In cui sono identificati i valori aggiunti chiave apportati dal servizio progettato dalla startup torinese *ToMove*.

Una volta completata la sua compilazione, la matrice di analisi si configura come uno strumento essenziale per supportare l'indagine territoriale, consentendo di identificare in modo strutturato le criticità del contesto esaminato e di far emergere le esigenze della popolazione, sia quelle esplicitamente manifestate sia quelle latenti. Attraverso un approccio sistematico, questa metodologia permette di ottenere una visione dettagliata e oggettiva delle dinamiche urbane, fornendo una base solida per il successivo sviluppo di strategie di intervento mirate.

Superata la fase convergente di analisi dei bisogni, la matrice consente inoltre di stabilire connessioni dirette tra le esigenze territoriali e le variabili chiave del servizio *ToMove*. Questo passaggio risulta fondamentale per individuare soluzioni efficaci e valutare in modo concreto i benefici derivanti dall'integrazione del servizio nel sistema di mobilità urbana. L'approccio adottato non solo permette di adattare l'offerta di *ToMove* alle specificità del contesto, ma favorisce anche un'implementazione strategica, capace di rispondere in modo flessibile e scalabile alle sfide della mobilità contemporanea.

### 5.2.2 Use case futuri

Un corretto utilizzo della matrice di analisi come strumento di supporto alla ricerca consente di delineare con maggiore precisione le potenzialità di crescita del progetto, favorendone l'adattabilità a contesti urbani progressivamente più ampi e complessi.

Come illustrato nella roadmap presentata nel cap. 4.3.4, il sistema *ToMove* non è concepito esclusivamente per integrarsi in realtà circoscritte, analoghe alla Città Metropolitana di Cagliari, ma si inserisce in una prospettiva di espansione più ampia. La questione della mobilità urbana, infatti, rappresenta una sfida gestionale di grande rilievo, sia a livello nazionale che internazionale, incidendo significativamente sulla qualità della vita e sulla sostenibilità dei sistemi di trasporto.

In seguito alla prima sperimentazione del servizio sulla linea che congiunge l'Area Metropolitana con l'aeroporto "*Mario Mammì*" di Cagliari, è necessario delineare i riscontri degli utenti, con lo scopo di valutare i punti di forza del progetto e le criticità su cui porre maggiore attenzione.

Dunque, seguendo un processo retroattivo, si può prevedere l'integrazione del servizio su due sviluppi paralleli:

#### CONTESTI SU CUI AGISCE PLAYMOOVE

Un'integrazione del sistema SAV in altri territori italiani appartenenti al gruppo *PlayMoove* in modo da poter creare un flusso iterativo di continua sperimentazione e crescita del servizio per affinare le soluzioni proposte all'utente in base alla domanda e alle effettive esigenze riscontrate *in loco* (e.g. Cosenza, Bologna, Ferrara, etc.).

#### TERRITORI CON STRUTTURE SIMILI A CAGLIARI

Una sperimentazione in territori strutturalmente paragonabili a Cagliari in termini di architettura urbana, distribuzione della popolazione, diffusione dei servizi e copertura offerta dai trasporti (e.g. Torino).

Ottiene grande rilevanza l'ultimo elemento chiave del sistema *ToMove*, elemento cardine per il progresso e la scalabilità:

#### **E** Inserimento in ecosistemi esistenti sul territorio

La tesi, dunque, vuole porre l'attenzione sull'inserimento di *ToMove* in un ecosistema di trasporto più ampio, colmando le lacune dei servizi esistenti e migliorando la continuità e l'efficienza degli spostamenti urbani, in modo da creare una rete di mobilità integrata e multimodale.

Solo attuando questo principio di complementarità si consente il superamento delle criticità legate alla frammentazione delle soluzioni di mobilità, favorendo un modello dinamico e interconnesso, capace di adattarsi alle specificità territoriali e alle esigenze degli utenti.

L'obiettivo, in conclusione, non è solo l'ampliamento del servizio, ma il consolidamento di un nuovo paradigma di mobilità urbana, in cui l'integrazione tra diverse modalità di trasporto garantisca efficienza, accessibilità e sostenibilità.

La scalabilità del progetto si fonda su questa visione sistemica, che pone le basi per un'evoluzione coerente con le esigenze dei contesti urbani futuri.

# APPENDICI

---

**6.1** Intervista con SOGAER: Mario Orrù

**6.2** Intervista con PLAYCAR: Benedetta Sanjust di Teulada



Società di Gestione dell'Aeroporto di  
Cagliari-Elmas

## 6.1 Intervista a SOGAER

Data:  
24 ottobre 2024

Intervista a:  
**Mario Orrù**  
Direttore dello Sviluppo Strategico di SOGAER

### Quali sono le zone di parcheggio e come si accede da queste all'aeroporto?

*A **piedi**, perché tutti i parcheggi sono vicini. Attualmente esistono delle navette di privati che portano ad aree di parcheggio esterne all'aeroporto che sono di privati, che prelevano i clienti e li portano alla stazione.*

*Nell'aeroporto di Elmas ci sono diverse aree di parcheggio: sul fronte della stazione ci sono i **parcheggi di sosta breve**; poi in un'area adiacente di forma grossomodo rettangolare-ellittica presenta all'interno dei parcheggi, sia per autobus, sia per privati. A nord della stazione c'è un **parcheggio multipiano**, ad uso promiscuo fra autonoleggiatori e SOGAER. Intorno al parcheggio multipiano ci sono diversi parcheggi. Ancora più a nord c'è un altro **parcheggio riservato agli operatori**. In ultimo, verso sud, in via caduti di Nassirya, lungo il fronte ci sono altre aree di parcheggio. Per tutti questi non è previsto un collegamento con l'aeroporto, perché la distanza è molto ridotta, per cui raggiungibile a piedi attraverso un marciapiede scoperto. I parcheggi interni SOGAER sono a distanza di poche centinaia di metri, mentre quello esterno più vicino a circa 1,5 km. Noi, purtroppo, non abbiamo alcun rapporto con l'ente privato che gestisce il parcheggio esterno.*

### Come si sposta l'equipaggio e il personale di terra (marshalls, etc.) all'interno dell'aeroporto?

*In diversi modi: il personale di handling e il personale operativo hanno i **loro mezzi di servizio**. [...] In aeroporto si muovono una molteplicità di soggetti; il gestore dell'aeroporto*

*to siamo noi e garantiamo tutti i servizi, inteso squadre di operai, manutentori, ispettori dei controlli; quindi, si tratta di una società molto vasta. Ci sono risorse che gestiscono la security dal punto di vista delle infrazioni e atteggiamenti criminali e ci sono tutti gli enti di Stato. Poi ci sono gli operatori esterni, gli handlers, che sono quelli che fanno l'assistenza ai vettori aeromobili. Tutti questi si muovono **con propri mezzi o a piedi**.*

### **Come sono previsti gli spostamenti di persone con disabilità?**

*Per il PRM, **Piano di Ridotta Mobilità**, esiste una normativa nazionale e internazionale di tutela. Il servizio è a cura degli utenti, in quanto devono prenotare l'assistenza. Dall'aerostazione fino agli aerei vengono accompagnati con **mezzi di un gestore esterno**, che affida il servizio agli handlers. In particolare, le persone che lo richiedono vengono accompagnati dentro con le carrozzine e trasportati nel piazzale sino all'aeromobile. I mezzi in nostro possesso, in questo momento, sono **tre pullman** per PRM, **due elettrici** e **uno a combustione interna**, gestiti dal vincitore dell'ultima gara di appalto. Questi sono mezzi speciali, in quanto certificati per l'assistenza, con alloggio per le carrozzine, e in quanto dotati di pantografo per alzarsi al livello delle porte dell'aeromobile.*

### **Questi mezzi li acquistate voi tramite un bando o li affittate?**

*Questi sono stati acquistati da noi tramite appalti pubblici, poi li mettiamo a disposizione degli handlers. Noi in quanto gestione aeroportuale siamo nel settore degli appalti pubblici, nei settori cosiddetti speciali. [...] Quindi ci dobbiamo **attenere a regole pubblicistiche**, come se fosse una pubblica amministrazione, per gli appalti delle attività tipiche, ovvero quelle dove noi mettiamo a disposizione spazi e infrastrutture per l'esercizio del trasporto aereo. Altre attività, come i **parcheggi esterni** e quelle commerciali **non sono tipiche**, per questo motivo **operiamo come società privata**. Dunque, abbiamo un doppio ruolo.*

### **C'è un servizio interno di mobilità che ad oggi non funziona o che è migliorabile?**

*Partiamo dal presupposto che la società di gestione non ha il controllo su come si muovono gli operatori. I **miglioramenti** sono senz'altro sulla viabilità, non tanto sui mezzi, quanto sugli **spazi**, sui **percorsi** disponibili per i mezzi e sulle **stazioni di ricarica**. Questo per noi è importante. Il nostro aeroporto è di media grandezza, siamo sui 5 milioni e proiettati verso gli 8 nei prossimi 10-15 anni. I tempi di percorrenza interni possono essere molto lunghi. [...] Sull'esterno, quello che potremmo fare è **facilitare i movimenti** e le ronde di sicurezza. Un altro aspetto migliorabile in un possibile futuro è il **servizio di trasporto navetta** dei passeggeri dai parcheggi all'aerostazione: una persona anziana, effettivamente, potrebbe impiegarci più tempo a raggiungerla dato il peso dei bagagli, nonostante la breve distanza.*

### **Le strade che collegano i parcheggi con la stazione aeroportuale sono private o pubbliche?**

*Fuori dall'aeroporto le **strade** sono **pubbliche**. Intorno all'aeroporto ci sono attività esterne. [...] Dentro la recinzione aeroportuale, *air side*, c'è il codice della navigazione, fuori, *land side*, il codice della strada, in cui passano automezzi di qualsiasi natura.*

## 6.2 Intervista a PlayMoove

Data:

18 dicembre 2024

Intervista a:

**Benedetta Sanjust di Teulada**

Direttore Generale di PlayCar



Società che gestisce la mobilità condivisa di Cagliari.

### Come nascono PlayMoove e PlayCar?

*La società nasce come **Playcar**, un operatore di servizi di sharing mobility nella città di Cagliari. È sul territorio dal 2014, nato come sistema **station-based** e, dal 2016, introdotto anche come **sistema free floating**. Attualmente operiamo con due servizi distinti, una con parcheggio riservato e una invece su zone di servizio.*

*Due o tre anni dopo il lancio, la piattaforma che noi utilizzavamo per il management delle flotte ci ha avvisato che era stata acquistata da un'altra società, quindi non sarebbe più stata disponibile per gli operatori. Per cui Fabio Mereu, il mio capo, si è ritrovato nella condizione di scegliere un'altra piattaforma tramite cui operare, che ai tempi non esisteva. Non esisteva, infatti, una piattaforma che combinasse entrambi i sistemi **station-based** e **free floating** all'interno della stessa tecnologia. A quel punto, siccome quella era la direzione che lui voleva prendere, ha deciso di costruirla in casa e lì è nata la **software house PlayMoove**.*

*PlayMoove è nata, inizialmente, per gestire i servizi su Cagliari, utilizzata come laboratorio di sperimentazione della piattaforma per i primi tre anni. Poi, dal terzo anno, abbiamo iniziato a commercializzarla in **white label** ad altri operatori in tutto il mondo.*

### Quali sono le realtà che utilizzano la piattaforma in Italia e nel mondo?

*Un esempio è **Corrente**, il servizio di car sharing elettrico dell'Emilia Romagna, il più grande d'Italia. Loro agiscono su Bologna, Ferrara, Reggio Emilia e adesso hanno vinto un bando a Cosenza e loro sono sicuramente il nostro cliente*

*più grosso italiano. Abbiamo come altro cliente **Electricity** a Milano, ovvero il car sharing di Volvo. [...]*

*Nel mondo abbiamo varie realtà: la più importante è l'Arabia Saudita, con servizi per le nuove città, la cui gestione della parte di mobilità è in accordo con Playmoove.*

### **Di quali veicoli sono composte le flotte gestite da PlayMoove?**

*La peculiarità di PlayMoove è che si tratta di una **piattaforma multi-veicolo**; abbiamo integrato qualsiasi sistema, auto, monopattini, biciclette, barche, locker per la consegna della merce, quindi tutte tipologie di veicolo che variano in base alle disponibilità del mercato [...] lavoriamo seguendo **diversi moduli IoT** per fornire il servizio a qualsiasi tipo di operatore. [...] Abbiamo vari fornitori di hardware in cui abbiamo delle collaborazioni. Questo vale sia per gli hardware che per i veicoli di micromobilità, che nascono appositamente per lo sharing, quindi biciclette, scooter e monopattini. Tutte le configurazioni possibili sono integrate all'interno della piattaforma. [...] Sulla **Città di Cagliari** abbiamo **120 veicoli**, di cui varie tipologie di furgoni, varie tipologie di autovetture (dalla Volkswagen Up, fino alla Tesla, Smart fortwo, Smart forfour, Skoda, Opel Corsa, Kia).*

### **Come è gestito attualmente il collegamento con l'aeroporto Cagliari-Elmas?**

*In generale tutti gli studi di accessibilità dall'aeroporto a Cagliari si concentrano sul collegamento tra l'aeroporto e la stazione dei treni che si trova nell'**hub di piazza Matteotti**, [...] perché all'interno ci sono i **capolinea di tanti altri servizi**. Ci sono: la stazione ferroviaria; la stazione dell'ARST, ovvero il sistema extraurbano su gomma; vari capolinea delle linee di TPL urbano (CTM); vari parcheggi di Playcar. [...] Sono circa **dieci chilometri di corsa** tra l'aeroporto e Piazza Matteotti, collegati con una stazione di treni che hanno una **frequenza di 10 minuti** [...].*

***Non esiste un vero e proprio collegamento di TPL**; la CTM, l'azienda che opera su tutta la città metropolitana,*

non ha in realtà una linea interna all'aeroporto, ma una fermata esterna. Da anni sta cercando di ottenere il passaggio interno ma in realtà quella corsa è già assegnata a un altro operatore. È **impossibile quindi raggiungere l'aeroporto con i TPL** [...] Se uno deve utilizzare il trasporto pubblico, utilizza il treno prevalentemente [...]

La maggior parte delle persone che deve andare all'aeroporto o utilizza il treno, o il trasporto privato, oppure PlayCar. [...] Secondo me, sarebbe interessante valutare la possibilità - allo stato di fatto per come configurata adesso la rete di accesso dei vari servizi all'aeroporto - il collegamento dalla fermata del CTM all'aeroporto. Il numero di persone che si sposta quotidianamente con i servizi CTM si aggira intorno all'80%. Per cui, il fatto che non esista una linea diretta per l'aeroporto è un **problema sentitissimo**. [...] L'unica alternativa, oltre al treno, rimane l'auto privata.

### Quanto viene utilizzato il servizio PlayCar e in quale tipologia? Station-based o free floating?

Attualmente i servizi attivi sono **free floating al minuto, round trip all'ora e rental la giornata**. [...] Sull'aeroporto abbiamo una convenzione da due anni, per cui paghiamo l'affitto degli stalli all'aeroporto. Abbiamo **5 stalli nella zona arrivi**, una zona bellissima perché molto comoda da raggiungere dall'uscita degli arrivi, superata la corsia dei taxi. [...] I 5 stalli noi li utilizziamo in base a quella che è la domanda del periodo; tendenzialmente quando c'è un'alta domanda turistica abbiamo più veicoli station-based, che quindi vengono noleggiati al giorno per più giorni dai turisti che arrivano e se la tengono per la loro vacanza.

Invece, durante i periodi di bassa stagione, di bassa domanda turistica, quindi si ha un utilizzo prevalentemente cittadino, la prevalenza degli stalli sarà impostata sul sistema free floating, utilizzato dai cittadini che prendono l'auto in città e la rilasciano in aeroporto. [...]

È un **sistema conveniente**, perché lo **spostamento è molto breve**: sono **8-10 minuti da qualsiasi parte della città**. La tariffa sono 30 centesimi al minuto, quindi sono circa 3 euro per arrivare in aeroporto. Quindi economicamente vantaggiosa come alternativa.

*Chiaramente il problema è che, se uno ha un volo alle 5 del mattino, **non è detto che svegliandosi troverà l'auto sotto casa**; c'è un'inaffidabilità dovuta alla disponibilità di un veicolo.*

### **Qual è la situazione verso gli altri comuni limitrofi all'Area Metropolitana?**

*Ci sono **alcuni comuni limitrofi dove non c'è copertura**; con Cagliari e Quartu Sant'Elena abbiamo la convenzione sui parcheggi blu e per l'accesso alle ZTL. **Selargius e Quartucciu** lavorano a disco orario, non hanno parcheggi blu. Il rischio è chiaramente che un'auto lasciata lì in free floating superi le ore e ci arrivi una multa. [...]*

*La **Cittadella Universitaria** e il **Policlinico** sono un grandissimo attrattore, perché ci sono tutte le facoltà scientifiche di farmacia, medicina, fisica etc. e c'è uno degli ospedali più importanti. Quindi è un'area che attrae 15.000-20.000 persone al giorno. Più o meno dista 6 km dal centro di Cagliari. Il centro di Cagliari e il Comune di Settimo San Pietro sono collegati da delle fermate di una linea di metropolitana leggera. Da qui parte un'altra linea che arriva al Policlinico e alla Cittadella universitaria, quindi questa è una zona dove è possibile rilasciare i veicoli free floating [...]*

*Poi c'è **Tiscali**, quartiere con un campus dove lavorano un sacco di persone. Lì ci hanno chiesto di mettere un'area a pagamento per dare la possibilità ai loro dipendenti di utilizzare i servizi di free floating per recarsi al lavoro.*

### **Quali sono, secondo lei, le principali criticità nella mobilità di Cagliari?**

*Le difficoltà sono principalmente due. Sul lato station-based sono legate tutte allo stesso problema. **A Cagliari è un disastro trovare parcheggio**. Le tariffe blu sono molto basse, per cui in centro una persona paga all'ora 50 centesimi. È chiaro che quindi non è proprio una barriera all'utilizzo della vettura privata. Questo porta ad un'**occupazione di tutti i parcheggi disponibili**, e genera due problemi sul lato station-based. Il primo un problema di **occupazione abusiva** dei parcheggi nostri da parte di privati. L'altro problema, le-*

gato a questo, è sui sistemi freefloating che vengono **tariffati** lungo tutto il **lungo tempo di ricerca di parcheggio** [...]

Negli ultimi anni abbiamo riscontrato - ma se li guardate anche nei dati dell'osservatorio della Mobility questo è una cosa che si rileva anche proprio a livello nazionale - **un allungamento delle prenotazioni**, in realtà è come se si stesse andando verso l'autonoleggio automatizzato.

Gli spostamenti di breve durata sono stati sostituiti dalla micromobilità; quindi, nella maggior parte delle città dove ci sono i monopattini è chiaro che un sistema di free floating funziona meno, perché quello che io faccio in monopattino in due minuti, in macchina lo faccio in 15 minuti. È chiaro che le statistiche sulle durate medie delle prenotazioni sono cambiate anche in base a quello e adesso chi opera con autovetture riscontra un allungamento medio delle reservation, In più la maggior parte dei car sharing - e noi pure - non richiedono un deposito cauzionale, per cui tu puoi noleggiare un veicolo per una settimana senza alcun deposito cauzionale con una parte una carta prepagata per cui insomma è molto più agevole.

AEROPORTO DI CAGLIARI

---



P.ZZA MATTEOTTI, CAGLIARI

---



# BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- 
- 7.1 Sezione A: fonti del testo
  - 7.2 Sezione B: fonti delle immagini
  - 7.3 Sezione C: fonti dei casi studio

## 7.1 Sezione A: fonti del testo

### CAPITOLO 1

#### 1.1 Introduzione

- [1] Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. (2024). Il contesto internazionale. Disponibile in: <https://www.mase.gov.it/pagina/il-contesto-internazionale>
- [2] Brundtland, G. H., & World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). Our Common Future. Oxford University Press.
- [3] Agenzia per la Coesione Territoriale. (n.d.). Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile. Disponibile in: <https://www.agenziacoesione.gov.it/comunicazione/agenda-2030-per-lo-sviluppo-sostenibile/>
- [4] Treccani. (n.d.). Città. In Dizionario di Storia. Disponibile in: [https://www.treccani.it/enciclopedia/citta\\_\(Dizionario-di-Storia\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/citta_(Dizionario-di-Storia)/)
- [5] Neodemos. (2024). Popolazione, società e politiche. Disponibile in: <https://www.neodemos.info>
- [6] Verdict. (2020). History of Smart Cities. Disponibile in: <https://www.verdict.co.uk/smart-cities-timeline/?cf-view>
- [7] UNESCO. (2023). De Digital Stad. Disponibile in: <https://www.unesco.org/en/memory-world/dds-de-digitale-stad/digital-city>
- [8] Joss, S. (2015). Smart Cities: From Concept to Practice. University of Westminster. Disponibile in: ResearchGate
- [9] Georgiadis, A., Christodoulou, P., & Zinonos, Z. (2021). Citizens' perception of smart cities: A case study. Applied Sciences, 11(6), 2517. <https://doi.org/10.3390/app11062517>
- [10] Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2016). What are the differences between sustainable and smart cities?. VTT Technical Research Centre of Finland.
- [11] D'Ambrosi, I. (2014). Tutto quello che bisogna sapere sulle smart city. LifeGate. Disponibile in: <https://www.lifegate.it/smart-city-storia>
- [12] Lang, N., Herrmann, A., Hagenmaier, M., & Richter, M. (2020). Can self-driving cars stop the urban mobility meltdown? Boston Consulting Group & University of Saint Gallen.
- [13] Politecnico di Milano - School of Management. (2022). Smart City: tra i Comuni italiani cresce l'interesse per la Città Intelligente. Osservatori.net Digital Innovation Disponibile in: <https://www.osservatori.net/comunicato/smart-city/smart-city-italia/>
- [14] CTE Next. (2024). Torino Capitale Europea dell'Innovazione. Disponibili in: <https://ctenext.it/news/torino-e-capitale-europea-dellinnovazione-2024/>
- [15] Interaction Design Foundation - IxDF. (2016, 4 giugno). What are Wicked Problems? Disponibile in: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/wicked-problems>
- [16] Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. Policy Sciences, 4, 155–169. <https://doi.org/10.1007/BF01405730>
- [17] Merosi. (n.d.). Parte terza, cap. 7 "Valutazioni". Università degli studi di Parma. Disponibile in: <http://www2.unipr.it/~merosi/tesi/cap7.pdf>

[18] ISPRA – Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente. (2024). Comunicato Stampa.

Disponibile in: <https://www.isprambiente.gov.it/it/events/emissioni>

[19] Roman, M. (n.d.). Sustainable Transport: A State of the Art Literature Review. MDPI, Transportation Research Board di New York, Department of Logistics, Institute of Economics and Finance, Warsaw University of Life Sciences.

[20] Haghshenas, H., & Vaziri, M. (2011). Urban sustainable transportation indicators for global comparison. Dipartimento di Ingegneria Civile, Università di Tehran (Iran).

## 1.2 Trasporto di persone

[1] Di Rosa, A. (2018). Tasso di motorizzazione e sviluppo economico. Analisi dati OICA.

Disponibile in: <https://www.exportplanning.com/it/magazine/article/2018/06/04/tasso-di-motorizzazione-e-sviluppo-economico/>

[2] OICA. (2020). Motorization rate.

Disponibile in: <https://www.oica.net/category/vehicles-in-use/>

[3] Centro Elaborazione Dati del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, & UNRAE. (2024). Dati statistici delle immatricolazioni di autovetture per provincia di residenza del proprietario.

Disponibile in:

[https://unrae.it/files/immatricolazioni%20per%20marca%20e%20provincia%20-%20Settembre%202024\\_66fc0bf3a1538.pdf](https://unrae.it/files/immatricolazioni%20per%20marca%20e%20provincia%20-%20Settembre%202024_66fc0bf3a1538.pdf)

[4] Carminucci, C., Chindemi, A., Procopio, M., Carbone, G., & Saccà, V. (2023). 20° Rapporto sulla Mobilità degli Italiani. ISFORT, con il supporto di MIT, AGENS, FNC e ASSTRA.

[5] UITP – International Association of Public Transport. (2015). Mobility in Cities Database, Synthesis Report.

[6] Donati, A., Petracchini, F., Gasparini, C., Tomassetti, L., Montiroli, C., Talluri, M., Pavoncello, V., & Leonardi, C. (2024). 7° Rapporto Mobilitaria. Kyoto Club.

[7] Ellen MacArthur Foundation. (2021). Circular economy in cities: Opportunity & benefit factsheets.

Disponibile in: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-opportunity-and-benefit-factsheets>

[8] McDonough, W., & Braungart, M. (2003). Dalla culla alla culla. Come conciliare tutela dell'ambiente, equità sociale e sviluppo (E. Banfi, Trad.). Blu Edizioni.

[9] Lang, N., Wachtmeister, A., Boutenko, V., Zhou, Y., Moscatelli, G., Von Szczepanski, K., Grube, V., & Kirn, R. (2020). Solving the Mobility Challenge in Megacities. Boston Consulting Group.

[10] UnionCamere. (2024). Cos'è la sharing economy e come sta cambiando il mondo.

Disponibile in: <https://sni.unioncamere.it/notizie/cose-la-sharing-economy-e-come-sta-cambiando-il-mondo>

[11] Maci, L. (2024). Sharing Mobility, il significato del nuovo modo di muoversi in condivisione. EconomyUp.

Disponibile in: <https://www.economyup.it/automotive/car-sharing/sharing-mobility-il-significato-del-nuovo-modo-di-muoversi-in-condivisione/>

[12] Asperti, S., Ciuffini, M., Gentili, V., Orsini, R., & Refrigeri, L. (2023). 7° Rapporto nazionale sulla sharing mobility. Osservatorio della Sharing Mobility.

[13] Kamargianni, M., Matyas, M., Li, W., Muscat, J., & Yfantis, L. (2018). Mobility as a Service (MaaS) and Sustainable Urban Mobility Planning. In ERTICO – ITS Europe (Ed.).

[14] Asperti, S., Ciuffini, M., Gentili, V., Orsini, R., & Refrigeri, L. (2024). 8° Rapporto nazionale sulla sharing mobility. Osservatorio della Sharing Mobility.

[15] Ciuffini, M., & Mastretta, M. (2020). Carsharing Toolkit. Osservatorio Nazionale sulla Sharing Mobility. ISBN:

979-12-80310-01-9.

[16] Tavole Dati. (n.d.). La Sharing Mobility in Italia.

Disponibile in: <https://shorturl.at/RUFwr>

[17] Chen, T. D., & Kockelman, K. M. (2016). Carsharing's life cycle impacts on energy use and greenhouse gas emissions. 47.

[18] Papadakis, D. M., Savvides, A., Michael, A., & Michopoulos, A. (2024). Advancing sustainable urban mobility: Insights from best practices and case studies. Laboratorio di Ricerca per la Progettazione Energetica e Ambientale degli Edifici.

[19] Il Post. (2017). Lo sapevate chi ha inventato il bike sharing?.

Disponibile in: <https://www.ilpost.it/2017/12/25/bike-sharing-storia/>

[20] Giuliano, M. (2021). Breve vademecum per la circolazione dei monopattini a propulsione prevalentemente elettrica. Rivista Giuridica della Circolazione e dei Trasporti, ACI.

Disponibile in: <https://shorturl.at/mDuZN>

[21] ACI. (2023). Articolo 47 - Classificazione dei veicoli. Codice della Strada.

Disponibile in: <https://www.aci.it/i-servizi/normative/codice-della-strada/titolo-iii-dei-veicoli/art-47-classificazione-dei-veicoli.html>

[22] Mitropoulos, L., Kortsari, A., & Ayfantopoulou, G. (2021). A systematic literature review of ride-sharing platforms, user factors and barriers. European Transport Research Review, 13(22).

Disponibile in: <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00522-1>

[23] Carsharing Toolkit, Osservatorio Nazionale sulla Sharing Mobility, M. Ciuffini, M. Mastretta, 2020, ISBN: 979-12-80310-01-9]

[24] A Systematic Literature Review of Ride-Sharing Platforms, User factors and Barriers, L. Mitropoulos, A. Kortsari, G. Ayfantopoulou, 2021,

link: <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00522-1>

[25] McCourt, D. (2023). Car sharing vs ride hailing. Qual è la differenza e cosa scegliere?. ShareNow.

Disponibile in: <https://www.share-now.com/it/it/blog-car-sharing-vs-ride-hailing/>

[26] Dizionario della Logistica,

link: <https://www.dizionariologistica.com/>

### 1.3 Trasporto di merce

[1] Nuzzolo, A. (n.d.). Gli attori del trasporto merci.

[2] Lisi, E. (2023, 3 maggio). Quanto inquina davvero il trasporto su strada?.

Disponibile in: <https://shorturl.at/UWVtF>

[3] [Autore non disponibile]. (n.d.). Emissioni di CO2 dei trasporti: quanto impatta la logistica?

Disponibile in: <https://shorturl.at/1M3vK>

[4] [Autore non disponibile]. (2024, 15 ottobre). Le 5 fasi del trasporto intermodale.

Disponibile in: <https://shorturl.at/MEvD5>

[5] Montreuil, B., Meller, R. D., & Ballot, E. (2010). Towards a Physical Internet: The impact on logistics facilities and material handling systems design and innovation.

Disponibile in: [https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/pmhr\\_2010/40](https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/pmhr_2010/40)

[6] Milenkovic, M. (2022, 27 gennaio). Internet fisico: innovazione dirompente per una supply chain sosteni-

bile.

Disponibile in: <https://www.mecalux.it/articoli-sulla-logistica/internet-fisico-milos-milenkovic>

## 1.4. Intermodalità

[1] [Autore non disponibile]. (n.d.). Trasporto multimodale e intermodale.

Disponibile in: <https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/network-trasporti/trasporto-multimodale.html>

[2] Linky Innovatio. (2023, 12 gennaio). Mobilità multimodale: Verso un futuro più verde.

Disponibile in: <https://linkyinnovation.com/it/mobilita-multimodale-verso-un-futuro-piu-verde-2/>

[3] Perez, R. (2023, 22 dicembre). Che cos'è il trasporto multimodale?

Disponibile in: <https://shorturl.at/wXxlo>

[4] Perez, R. (2024, 20 febbraio). Che cos'è il trasporto multimodale? Ripi e vantaggi.

Disponibile in: <https://hedyla.com/it/trasporto-commerciale-intermodale/>

[5] Hazan, J., Lang, N., & El Abassi Chraïbi, H. (2019). Seeking perpetual motion with Mobility as a Service. Boston Consulting Group.

[6] [Autore non disponibile]. (n.d.). Mobility as a Service for Italy: La mobilità come servizio per l'Italia.

Disponibile in: <https://innovazione.gov.it/progetti/mobility-as-a-service-for-italy/>

[7] Lang, N., Wachtmeister, A., Boutenko, V., Zhou, Y., Moscatelli, G., Von Szczepanski, K., Grube, V., & Kirn, R. (2020). Solving the mobility challenge in megacities. Boston Consulting Group.

## CAPITOLO 3

### 3.1 Le nuove frontiere di guida

[1] Zaho, L., Nybacka, M., Aramrattana, M., Rothhamel, M., Habibovic, A., Drugge, L., & Jiang, F. (2024). Remote Driving of Road Vehicles: A Survey of Driving Feedback, Latency, Support Control, and Real Applications. *Transactions on Intelligent Vehicles*, IEEE.

[2] Lang, N., Herrmann, A., Hagenmaier, M., & Richter, M. (2020). Can Self-Driving Cars Stop the Urban Mobility Meltdown? BCG and University of Saint Gallen.

[3] SAE International. (n.d.). Advancing Mobility Knowledge and Solutions.

Disponibile in: <https://www.sae.org/>

[4] Automation Tomorrow. (2023). Automazione industriale.

Disponibile in: <https://www.automationtomorrow.com/automazione-industriale/>

[5] Delcker, J. (2018). The man who invented the self-driving car (in 1986). *Politico*.

Disponibile in: <https://www.politico.eu/article/delf-driving-car-born-1986-ernst-dickmanns-mercedes/>

[6] Philip, B., & Chhetry, K. (2024). Navigating the Road Ahead: Assessing Challenges, Safety Implications, and Public Perception of Self-Driving Vehicles. *International Journal of Latest Research in Engineering and Management (IJLREM)*.

[7] Sales Team. (2021). Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. SAE International.

[8] Zhang, Y., & Kamargianni, M. (2023). A review on the factors influencing the adoption of new mobility

- technologies and services: autonomous vehicle, drone, micromobility and mobility as a service. *Transport Reviews*, 43(3), 407–429. <https://doi.org/10.1080/01441647.2022.2119297>, 2023
- [9] Adviva. (2021). Affordance: principi ed applicazioni utili al Web Design immersivo. Disponibile in: <https://www.adviva.it/news/affordance-webdesign/>
- [10] Amador, O., Aramrattana, M., & Vinel, A. (2022). A Survey on Remote Operation of Road Vehicles. *IEEE Access*, 10, 130135–130154. Disponibile in: <https://doi.org/10.1109/access.2022.3229168>, 2022
- [11] Novel interfaces for remote driving: gesture, haptic and PDA, T. Fong, F. Conti, S. Grange, C. Baur, 2000 link: <http://dx.doi.org/10.1117/12.417314>
- [12] Sicurauto.it. (2023). ADS – Adaptive Damping System. Disponibile in: <https://www.sicurauto.it/guide-utili/glossario/a/ads-adaptive-damping-system/>, 2023
- [13] Mutzenich, C., Durant, S., Helman, S., & Dalton, P. (2021). Updating our Understanding of Situation Awareness in Relation to Remote Operators of Autonomous Vehicles. *Cognitive Research*, 6. <https://doi.org/10.1186/s41235-021-00271-8>, 2021
- [14] MacKenzie, I. S., & Ware, C. (1993, maggio). Lag as a Determinant of Human Performance in Interactive Systems. In *Proc. INTERACT'93 and CHI'93 Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 488–493). Amsterdam, Paesi Bassi.
- [15] Davis, J., et al. (2010). The Effects of Time Lag on Driving Performance and a Possible Mitigation. *IEEE Transactions on Robotics*, 26(3), 590–593.
- [16] Frank, L. H., et al. (1988). Effects of Visual Display and Motion System Delays on Operator Performance and Uneasiness in a Driving Simulator. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 30(2), 201–217.
- [17] Luck, J. P., et al. (2006, marzo). An Investigation of Real World Control of Robotic Assets under Communication Latency. In *Proc. ACM 1st SIGCHI/SIGART Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 202–209). Salt Lake City, Utah.
- [18] Sato, Y., Kashihara, S., & Ogishi, T. (2021). Implementation and Evaluation of Latency Visualization Method for Teleoperated Vehicle. *IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*.
- [19] R&S Magazine. (2024). Breve storia delle comunicazioni mobili: dall'1G al 6G. Disponibile in: <https://www.rohde-schwarz.com>
- [20] Buiatti, E. (2014). *Forma Mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione*. Franco Angeli Edizioni. ISBN: 9788891718136.
- [21] ISSalute, Istituto Superiore di Sanità. (2021). Cinetosi. Disponibile in: <https://www.issalute.it/index.php/la-salute-dalla-a-alla-z-menu/c/cinetosi>
- [22] Ayvens. (2021). ADAS: cosa sono e come funzionano? Disponibile in: <https://www.ayvens.com/it-it/blog/futuro-della-mobilita/adas-cosa-sono-come-funzionano/#>
- [23] Amendola, G. (2020). Roma è la seconda città al mondo per tempo perso nel traffico. E non potrebbe essere altrimenti. *Il Fatto Quotidiano*. Disponibile in: <https://shorturl.at/PISHZ>
- [24] Greifenstein, M., Guthner, H., Scharfenberger, P., Kauschke, P., Herrmann, A., & Kuhnert, F. (2024). The Evolution of Shared Autonomous Vehicles (SAV), Parte 1. PwC e Università di St. Gallen.
- [25] Parlamento Europeo. (2019). Regolamento (UE) 2019/2144 del Parlamento Europeo e del Consiglio, 27

novembre 2019.

[26] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. (2018). Decreto "Smart Road", 28 febbraio 2018.

[27] UNECE. (2021). Regolamento n. 157 sui Sistemi Automatizzati di Mantenimento della Corsia (ALKS), 3 settembre 2021.

[28] Confederazione Svizzera. (2023). Ordinanza sulla guida autonoma svizzera, 19 ottobre 2023.

## CAPITOLO 4

### 4.1 La Città di Cagliari

[1] Comune di Cagliari. (2023). Atlante demografico di Cagliari.

Disponibile in: <https://www.comune.cagliari.it/portale/protected/181491/0/def/ref/DOC181490/>

[2] Comune di Cagliari. (2023). Atlante demografico 2023.

Disponibile in: [https://www.comune.cagliari.it/portale/page/it/atlane\\_demografico\\_2023?contentId=DOC181490](https://www.comune.cagliari.it/portale/page/it/atlane_demografico_2023?contentId=DOC181490)

[3] Città Metropolitana di Cagliari. (n.d.). Rapporto di analisi del territorio – Città Metropolitana di Cagliari.

Disponibile in: [https://www.cittametropolitanacagliari.it/portale/resources/cms/documents/Report\\_Analisi\\_del\\_Territorio.pdf](https://www.cittametropolitanacagliari.it/portale/resources/cms/documents/Report_Analisi_del_Territorio.pdf)

### 4.2 La mobilità di Cagliari

[1] Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna. (n.d.). Porto di Cagliari.

Disponibile in: <https://www.adspmaredisardegna.it/cagliari/>

[2] Città Metropolitana di Cagliari, Sintagma & Fit Consulting. (2022). 2° e 3° Rapporto PUMS, Relazione Generale, BWYPR054.

[3] Osservatorio PUMS. (n.d.). Endurance.

Disponibile in: <https://www.osservatoriopums.it/>

[4] Città Metropolitana di Cagliari. (2024). Che cos'è il PUMS?

Disponibile in: [https://cittametropolitanacagliari.it/portale/page/it/focus\\_pums\\_presentazione?contentId=FGN10872](https://cittametropolitanacagliari.it/portale/page/it/focus_pums_presentazione?contentId=FGN10872)

[5] Città di Cagliari, Sintagma & Fit Innovation. (2021). Primo rapporto P.U.M.S.: Obiettivi di piano, BWYPR031.

[6] Garau, G. (2024). A Cagliari 9500 parcheggi tra strisce bianche e blu: ne servirebbero 135mila. Cagliari Today.

Disponibile in: <https://www.cagliaritoday.it/cronaca/quantanti-sono-i-parcheggi-a-cagliari.html>

[7] Kyoto Club, CNR-IIA, Donati, A., Petracchini, F., Gasparini, C., Tomassetti, L., Montioli, C., Talluri, M., Pavoncello, V., & Leonardi, C. (2024). Rapporto Mobilitaria 2024.

[8] Osservatorio di Turismo, Artigianato e Commercio della Sardegna. (2022). Dashboard 2022 dei Movimenti Turistici.

Disponibile in: <http://osservatorio.sardegnaturismo.it/it/dashboard/dati-2022>

[9] Cagliari D.Lab. (n.d.). IoPollicino: Capire la mobilità di Cagliari grazie ai suoi cittadini.

Disponibile in: <https://www.cagliaridlab.it/it/iopollicino.page>

[10] Città di Cagliari, Sintagma & Fit Innovation. (2021). Rapporto Ambientale Preliminare, Servizio di Predispersione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile della Città Metropolitana di Cagliari, BWYPR043.

[11] CTM Cagliari. (n.d.). Servizi di trasporto pubblico a Cagliari.

Disponibile in: <https://www.ctmcagliari.it/>

[12] ARST. (n.d.). Servizi di trasporto pubblico regionale in Sardegna.

Disponibile in: <https://www.arst.sardegna.it/>

[13] Autolinee del Golfo. (n.d.). Servizi di trasporto extraurbano.

Disponibile in: <https://www.autolineedelgolfo.it/>

[14] Tour Baire. (n.d.). Linee extraurbane.

Disponibile in: <https://tourbaire.it/linee-extraurbane/>

[15] Dedoni Sardinia. (2024). Carta della Mobilità.

Disponibile in: [https://dedonisardinia.it/wp-content/uploads/2024/12/2024\\_Dedoni-Sardinia\\_Carta-della-mobilita\\_11.01\\_Allegato-1.pdf](https://dedonisardinia.it/wp-content/uploads/2024/12/2024_Dedoni-Sardinia_Carta-della-mobilita_11.01_Allegato-1.pdf)

[16] CTM Cagliari. (n.d.). Mappa della rete di mobilità pubblica di Cagliari.

Disponibile in: [https://www.ctmcagliari.it/wp-content/uploads/mappa\\_della\\_rete.pdf](https://www.ctmcagliari.it/wp-content/uploads/mappa_della_rete.pdf)

[17] PlayCar. (n.d.). Car sharing a Cagliari.

Disponibile in: <https://playcar.app/#/>

### **4.3 Approccio sistemico per il territorio**

[1] ANSA. (2024). Cinque milioni di passeggeri all'aeroporto di Cagliari nel 2024. Regione Sardegna.

Disponibile in: <https://shorturl.at/g6kXF>

[2] Italiavola & Travel. (2024). Cagliari: il traffico è in forte crescita.

Disponibile in: <https://italiavola.com/2024/08/02/cagliari-il-traffico-e-in-forte-crescita/>

[3] SOGAER. (n.d.). Aeroporto di Cagliari.

Disponibile in: <https://www.sogaer.it/it>

## 7.2 Sezione B: fonti delle immagini

### CAPITOLO 1

#### 1.1 Introduzione

[1] History Extra. (2020). The 1851 Great Exhibition: inside the Victorian spectacle. BBC Magazine.

[2] Smart Cities Expo World Congress. (n.d.). The event for better cities.

Disponibile in: <https://www.smartcityexpo.com/the-event/>

[3] Georgiadis, A., Christodoulou, P., & Zinonos, Z. (2021). Citizens' perception of smart cities: A case study.

MDPI. <https://doi.org/10.3390/app11062517>

[4] Quaglia, C., & Miletto, P. (2024). È Torino la Capitale Europea dell'Innovazione 2024 (iCapital). TorinoClick.

#### 1.2 Trasporto di persone

[1] Istat. (2024). Sempre più automobili nelle città italiane, transizione energetica lenta per la mobilità.

[2] Eurostat. (2021-2022). Passenger mobility statistics. Commissione Europea.

Disponibile in: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Passenger\\_mobility\\_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Passenger_mobility_statistics)

[3] StudiaBo. (n.d.). Elaborazioni su dati OICA.

[4] Orlando, R. (2018). Torino, ecco la cappa di smog sulla città. E sarà così fino a sabato. La Repubblica.

Disponibile in: <https://torino.repubblica.it>

[5] Airbnb. (n.d.). Disponibile in: <https://www.airbnb.it>

[6] Fiverr. (n.d.). Disponibile in: <https://it.fiverr.com>

[7] Vinted. (n.d.). Disponibile in: <https://www.vinted.it>

[8] Osservatorio della Sharing Mobility. (2023). 7° Rapporto nazionale sulla sharing mobility. S. Asperti, M. Ciuffini, V. Gentili, R. Orsini, L. Refrigeri.

[9] Gaita, L. (2023). Transizione ecologica, più benefici che costi. Il Fatto Quotidiano.

[10] La Sharing Mobility in Italia, Tavole Dati,

link: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1XKjxK5k9wviODJIOTP2IxQUIArFv6iyY/edit?gid=1246105938#gid=1246105938>

[11] Free2Move. (n.d.). Disponibile in: <https://www.free2move.com>

[12] La Sharing Mobility in Italia – Tavole Dati.

Disponibile in: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1XKjxK5k9wviODJIOTP2IxQUIArFv6iyY/edit?gid=1246105938#gid=1246105938>

[13] Elettrico Magazine. (2022). Da SIFÀ 100 nuove XEV YOYO elettriche per Enjoy di Eni.

Disponibile in: <https://elettromagazine.it>

[14] RideMovi. (n.d.). Disponibile in: <https://www.ridemovi.com/it/>

[15] Bird. (n.d.). Disponibile in: <https://www.bird.co/it/>

[16] Cooltra. (n.d.). Disponibile in: <https://cooltra.com/it/>

[17] Osservatorio della Sharing Mobility. (2024). 8° Rapporto nazionale sulla sharing mobility. S. Asperti, M. Ciuffini, V. Gentili, R. Orsini, L. Refrigeri.

### 1.3 Trasporto di merce

[1] ALICE. (n.d.). Physical Internet Roadmap.

Disponibile in: <https://www.etp-logistics.eu/>

[2] HDblog. (2016, settembre 12). Amazon Locker in Italia: da oggi ritiri più semplici e rapidi!

Disponibile in: <https://www.hdblog.it/2016/09/12/Amazon-Locker-Italia-ritiri-semplici/>

## CAPITOLO 3

### 3.1 Le nuove frontiere di guida

[1] Torreggiani, C. (2023). L'invenzione del telaio meccanico. *Altervista*.

Disponibile in: <https://epochedistoria.altervista.org/linvenzione-del-telaio-meccanico-1785/>

[2] Mobileye. (n.d.). Mobileye Drive.

Disponibile in: <https://www.mobileye.com/solutions/drive/>

[3] SAE International. (n.d.). Taxonomy and definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles.

[4] DriveuAuto. (n.d.). Driverless vehicle teleoperation taxonomy.

Disponibile in: <https://driveu.auto/teleoperation/>

[5] Mutzenich, C., Durant, S., Helman, S., Dalton, P. (2021). Updating our understanding of situation awareness in relation to remote operators of autonomous vehicles. *Cognitive Research*, 6. <https://doi.org/10.1186/s41235-021-00271-8>

[6] Lekach, S. (2019). This is what it's like to control an autonomous car from miles away. *Mashable*.

Disponibile in: <https://mashable.com/article/remote-controlled-autonomous-driving-vehicles-trucks>

[7] Zhao, L., Nybacka, M., & Rothhämel, M. (2023). A survey of teleoperation: Driving feedback. In *2023 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)* (pp. 1–8). Anchorage, AK, USA. <https://doi.org/10.1109/IV55634.2023.10134799>

[8] Greifenstein, M., Guthner, H., Scharfenberger, P., Kauschke, P., Herrmann, A., Kuhnert, F. (2024). The Evolution of Shared Autonomous Vehicles (SAV), Parte 1. PwC e Università di St. Gallen.

[9] Philip, B., & Chhetry, K. (2024). Navigating the road ahead: Assessing challenges, safety implications, and public perception of self-driving vehicles. *International Journal of Latest Research in Engineering and Management (IJLREM)*, 6.

## CAPITOLO 4

### 4.3 Approccio sistemico per il territorio

[1] Regione Sardegna. (2025). Trasporto aereo: strutturale la misura che rimborsa ai cittadini sardi il 25%

del biglietto sui voli europei e nazionali non coperti da continuità territoriale.

Disponibile in: <https://www.regione.sardegna.it>

[2] Desogus, D. (2022). I primi collegamenti aerei civili tra la penisola e la Sardegna.

Disponibile in: <https://cagliari.italiani.it>

## 7.3 Sezione C: fonti del casi studio

### CAPITOLO 1

- [1] Zipcar, Inc. (n.d.). Zipcar. Disponibile in: <https://www.zipcar.com/>
- [2] Eni. (n.d.). Enjoy. Disponibile in: <https://enjoy.eni.com/it>
- [3] ComoZero. (2024, gennaio 25). Il gigante del car sharing investe su Como: nuova area di parcheggio per la mobilità condivisa.  
Disponibile in: <https://comozero.it>
- [4] ShareNow. (n.d.). La storia di ShareNow: dalla Germania al mondo rivoluzionando la mobilità.  
Disponibile in: <https://www.share-now.com/it/it/history/>
- [5] RideMovi. (n.d.). RideMovi. Disponibile in: <https://www.ridemovi.com/it/>
- [6] Bicincittà. (n.d.). Bicincittà. Disponibile in: <https://www.bicincitta.com/default.aspx>
- [7] IGP Decaux. (n.d.). IGP Decaux. Disponibile in: <https://www.igpdecaux.it/it/>
- [8] Lime. (n.d.). Lime. Disponibile in: <https://www.li.me/it-it>
- [9] Dott. (n.d.). Dott. Disponibile in: <https://ridedott.com/it/>
- [10] Bird. (n.d.). Bird. Disponibile in: <https://www.bird.co/it/>
- [11] BIT Mobility. (n.d.). BIT Mobility. Disponibile in: <https://bitmobility.it/>
- [12] Cooltra. (n.d.). Cooltra. Disponibile in: <https://cooltra.com/it/>
- [13] Clacsoon. (n.d.). Clacsoon. Disponibile in: <http://www.clacsoon.com/>
- [14] Up2Go. (n.d.). Up2Go. Disponibile in: <https://www.up2go.it/>
- [15] Strappo. (n.d.). Strappo. Disponibile in: <https://www.strappo.xyz/terms.php>
- [16] BlaBlaCar. (n.d.). Bla Bla Car. Disponibile in: <https://www.blablacar.com/>
- [17] TaxiTorino. (n.d.). TaxiTorino. Disponibile in: <https://www.taxitorino.it/>
- [18] Revel. (n.d.). Revel. Disponibile in: <https://gorevel.com/>
- [19] Uber. (n.d.). Uber. Disponibile in: <https://www.uber.com/>
- [20] Cabify. (n.d.). Cabify. Disponibile in <https://www.cabify.com/>
- [21] Wayla. (n.d.). Wayla. Disponibile in: <https://www.wayla.it/>
- [22] MeBus. (n.d.). MeBus. Disponibile in: <http://www.mebus.it/>

### CAPITOLO 3

- [1] Apollo. (n.d.). Apollo Self-Driving. Disponibile in: <https://en.apollo.auto/apollo-self-driving>
- [2] Verne Mobility. (n.d.). Verne Mobility. Disponibile in: <https://www.letsverne.com/>
- [3] Cruise. (n.d.). Cruise. Disponibile in: <https://www.getcruise.com/>
- [4] Elmo Remote. (n.d.). Elmo Remote. Disponibile in: <https://www.elmoremote.com/>
- [5] Ottopia. (n.d.). Ottopia. Disponibile in: <https://www.ottopia.tech/>
- [6] Herger, M. (2024, gennaio 15). Remote Controlled Driving as Demonstrated by Phantom Auto.  
Disponibile in: <https://thelastdriverlicenseholder.com/>
- [7] Zoox. (n.d.). Zoox. Disponibile in: <https://zoox.com/>
- [8] Waymo. (n.d.). Waymo. Disponibile in: <https://waymo.com/>



## **Ringraziamenti**

Dedichiamo questo lavoro a tutte le persone che ci hanno accompagnato in questo lungo percorso.

Un ringraziamento speciale alla prof.ssa Pereno e ad Andrea Strippoli, rappresentante di *ToMove*, per il supporto nello sviluppo di una tesi solida e concreta, base potenziale per un futuro progresso verso una mobilità urbana sostenibile.

